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° 13 – 2016

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° 13 / 2016
Juin 2016

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 90

http://www.crstra.dz

Photo de la couverture

Exploitation réalisée dans le cadre des nouvelles mises en valeur selon le modele Osien; autrement dit une agriculture à trois étages et intégrant l'élvage (palmier dattier, fruitiers, et cultures herbacees). Blidet Omar, Vallée de l'Oued righ.

Cliché: F. Lakhdari 09/01/2016

Directrice de la revue: LAKHDARI Fattoum
Rédacteurs en chef: BELHAMRA Mohamed & HALIS Youcef
Coordinatrice de rédaction: HANAFI Asmaa

Comité scientifique

ABDELGUERFI Aissa, INA Alger - Algérie
ADAMOU Abdelkader, Université de Ouargla, Algérie
ARBOUCHE Fodil, Université d'El Tarf, 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
BENAZZOUZ 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
BENZOHRA 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 Boumédienne Alger Algérie.
KADIK Leila, Université Houari Boumédienne Alger Algérie.
KAIDI Rachis, Institut des Sciences Vétérinaires, USD, Blida, Algérie
KANDRELIS Sotiris, Institut de Technologie Agricole EPIRUS, Grce
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 desSciences et Technologies de LILLE, France
MATARI Ammar, lnstitut 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
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
BENAZZOUZ 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

Journal Algérien des Régions Arides (JARA)
N^{o} 13 (2016)

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 a 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.

JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES
Revue Scientifique internationale

Bulletin D'abonnement

Ce bulletin doit être retourné au CRSTRA

Adresse

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

Algérie = 500 DA, Étranger = 15 €

Éditorial

Nouar Boulghobra

Chercheur au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides

De nos jours, les variabilités et changements climatiques constituent un défit de dimension planétaire, dont les répercussions sont perceptiblement constatées sur différents aspects de la vie humaine : le risque de diminution des ressources naturelles, le changement de modes culturaux, l'exode et mouvements migratoires, l'insécurité géopolitique et alimentaire. L'amplification des effets des risques climatiques sont des enjeux réels à considérer dans la planification territoriale et à la prise de décision.

Il est évident que la gestion intégrée, rationnelle et durable des milieux naturels est conditionnée par l'adoption d'une stratégie globale fondée sur l'évaluation qualito-quan¬titative des ressources disponibles, et sur la prospection des mesures à prendre. C'est en répondant à cette réflexion que le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides mène des activités de recherche, étant à l'avant-garde des institutions de recherche-développement en Algérie ayant pour mission stratégique de développement des régions arides et semi arides.

Ajouté à une multitude de formes de vulgarisation scientifique, le Journal Algérien des Régions Arides ''JARA'' est un espace de valorisation des résultats de projets de recherche menés par les chercheurs du CRSTRA, ainsi par les chercheurs ayant traité des sujets en relation avec les régions arides à travers le monde.

Qu'il s'agisse de cultivars ou de plantes fourragères, la préservation de l'agro-biodiversité en écosystème oasien est d'une importance stratégique au renforcement de la sécurité alimentaire ainsi de la sauvegarde des moyens de subsistance. A cette échelle, c'est un moyen puissant d'adaptation aux changements climatiques et à l'essor démographique.

Dans les régions arides et semi arides, la lutte biologique ou non-chimique s'avère être un moyen efficient à la protection des cultures contre les différents prédateurs naturels (insectes, champignons...). Elle contribue à limiter la pollution des ressources en eau et en sol, et à promouvoir le développement durable. Par ailleurs, à l'échelle mondiale l'économie de l'eau est une préoccupation primordiale nécessitant qu'un intérêt particulier à la quantité ainsi qu'à la qualité des ressources en eau soit apporté, parallèlement à l'innovation et à la généralisation de nouveaux systèmes et de techniques d'irrigation en régions arides.

Enfin, l'activité pastorale en Algérie est confrontée à l'épineuse contrainte climatique et anthropique, faisant que la préservation des ressources fourragères et la maitrise de l'élevage sont parmi les moyens efficaces dans la lutte contre la dégradation des parcours steppiques, ainsi que dans la stabilité sociale et économique des communautés en régions de vocation agro-pastorale.

Ce numéro du JARA rapporte une production scientifique originale, d'une importante richesse transdisciplinaire. Les articles publiés mettent en exergue les axes prioritaires de la recherche-développement en Algérie, et proposent des supports fiables d'aide à la décision.

Sommaire

Grain size characteristics of dune sands of the Grand Erg Oriental (Algeria) **10**

N. Koull, T. Benzaoui, A. Sebaa, ME. Kherraze, S. Berroussi

In-field assessment of smallholder irrigation systems in southern Tunisia **17**

M. Thabet

Etude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'Acacia ehrenbergiana de la région de Tindouf **27**

R. Mghezzi Habellah, S. Karoune, M.S.A. Kechebar, H. Bounab

Participation of rural women in agricultural activities in Algeria, the case of the commune of Maafa **35**

S. Lahmadi, K. Bengougua, M. Maaoui, R. Zeguerrou, M. Belhamra and Y. Halis

Etude de l'agrobidiversité oasienne dans les palmeraies de la région de Touggourt: Cas des cultures fourragères **41**

A. Tirichine et A. Allam

Essais de lutte biologique in vitro par l'utilisation de Trichoderma harzianum et de Trichoderma viride contre Ascochyta rabiei, agent de l'anthracnose du pois chiche en Algérie **51**

I.E. Benzohra, B. S. Bendahmane, M. Youcef Benkada

La végétation steppique au profit de la phytothérapie dans la région d'El Bayadh **61**

H. Boukerker, N. Salem Kour, D. Nouasria, B. Benyakhlef, S. Nacereddine, K. Chalabi, Y. Nouidjem, M. Belhamra

First resurgence of Rhopalomia navasi, gall midge (Dip: Cecidomyiidae) on Artemisia herba alba in Algeria **74**

S. Tahar Chaouche, N. Salemkour

Study of parameters of osmotic adjustment of some genotypes of Durum Wheat (Triticum durum Desf.) under water deficit **79**

Amina Labdelli, Youcef Halis, Ahmed Adda, Samira Soualem, Samir Boudibi

Biocontrol test against the leaf minerof tomato Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) by using entomopathogenic fungi in the Algerian Sahara **85**

W. Lakhdari, A. Dehliz , F. Acheuk , R. Mlik, H. Hammi, S. Matallah, B. Doumandji-Mitiche

Sommaire

L'élevage ovins dans les zones oasiennes; cas de la wilaya de Biskra (Algérie) 90

S Meradi; Z Benguigua; F Chekkal; M Aouachria; MS Ziad; F Mansori et Y Halis

Effects of water quality on wheat (Triticum durum L. var Boussalem) irrigated with drainage water in a saline environment under palm grove conditions, southern Algeria 97

A. Mihoub and S. Mokhtari

Suivi de l'évolution de la mineuse de la tomate « Tuta absoluta meyrick, 1917 » sur plants de tomate sous serre au niveau de la station experimentale d'El-Outaya 101

D. Berredjouh, A. Belhadi, M. Djoudi, K. Baaziz et M. Belhamra

Lodging resistance and its associated traits in barley landraces (*Hordeum vulgare* L.) from arid areas in Algeria..... 107

H. Rahal-Bouziane and A. Abdelguerfi

Première Données sur le comportement trophique de la chouette effraie (Tyto alba Scopoli, 1769) dans la région de Biskra (Sahara septentrionale algérien) 113

Y. Farhi, K. Hani, M.L. Ahmat, K.E. Bambra, T. Radjah, K. Absi, K. Souttou et M. Belhemra

Determination of genetic relationships by Molecular markers of SSR type, for some varieties of apricot in the region Hodna, (M'sila), Algeria 121

F Bahlouli, K Kellou, A Zedam, A Slamani, R Benmehaia, S Tellache, E Bendif, N Ykhlef

RESEARCH PAPER

Grain size characteristics of dune sands of the Grand Erg Oriental (Algeria)

N. Koull, T. Benzaoui, A. Sebaa, ME. Kherraze, S. Berroussi

Division of Desertification surveillance, Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas (CRSTRA), Touggourt Biophysical Station, National Road N° 03 Ain Sahara Nezla, Touggourt, 30200 Ouargla, Algeria

Received 6 January 2016; Revised 11 May 2016; Accepted 25 May 2016

Abstract

The dunes of the Grand Erg Oriental sea occupy 120 000 km^2, about 12% of the Algerian Sahara surface. The grand erg oriental is composed two-thirds of sand dunes. The dunes are represented mainly by the linear-type with a northwestern to southeastern orientation. The textural characteristics of the sand forming the dunes are bimodal with a modal class in the fine sand size (2 ϕ and 2,64ϕ), well sorted (sorting < 0.5), positively skewed and very platykurtic. The dune sands are dominated by the rounded and well-rounded grains. The very fine sands are less rounded than the fine and medium sand. The grain size distribution and roundness characteristics reflect the high textural maturity of the studied sediments.

Keywords: grain size; dune sands; grand erg oriental; Algeria.

Caractéristiques granulométriques des sables dunaires du Grand Erg Oriental (Algérie)

Résumé

Le Grand Erg Oriental occupe 12% de la surface du Sahara algérien avec une superficie de 120 000 km². Il est composé des deux tiers de dunes de sable. Les dunes sont représentées principalement par le type linéaire avec une orientation Nord-Ouest à Sud-Est. Les caractéristiques granulométriques de sable formant les dunes montrent qu'ils sont bimodales avec une classe modale de sable fin (2 ϕ et 2,64ϕ), bien triés (écart type <0,5) avec une asymétrie positive et très platicurtique. Les sables dunaires sont dominées par les grains arrondis et très arrondis. Les sables très fins sont moins arrondis que les sables fins et moyens. La distribution de la taille des grains et des caractéristiques de rondeur reflètent la maturité texturale élevée des sédiments étudiés.

Mots-clés: *taille des grains; sable dunaire; Grand Erg Oriental; Algérie.*

Corresponding author

Koull Naïma
E-mail: kllnaima@gmail.com

1. INTRODUCTION

The accumulations of windblown sand occur throughout the world, from coastal and lakeshore plains to arid desert regions. Sand dune areas are dynamic in nature, with the dunes changing their location, length or height, depending on the dune type (Tsoar, 2001). The Sahara desert is the largest arid region on Earth. It occupies nearly all of North Africa, extending in length for approximately 5600 km from the Atlantic coast to the shores of the Red Sea (Shao, 2008). In Algeria, The immense dunes and ergs are located in the lower topographic parts, shaped by the most regular winds, ergs form a parallel alignments dunes separated by corridors following to the prevailing wind direction. The dunes of the ergs can also have the form of the great pyramids, they often exceed 200 m high (Wilson, 1973). The dunes of the grand erg oriental occupy 12% of the Algerian Sahara surface (with 120 000 km^2), or 600 kilometers from East to West over 200 km from North to South. The two-thirds of the grand erg oriental are composed of sand dunes (Wilson, 1973). The highest of dune can reach 250 meters, and dotted with oases in its northern limits. The dunes are represented mainly by the linear-type (Sif) with a northwestern to southeastern trend according to the winds direction (McKee, 1979).

In sedimentology, granulometric analyzes hold a special place, linked to their development in different disciplines of earth science (geology, geomorphology, geo-archeology, soil science, for example: (Perriaux, 1972; Tricart and Mainguet, 1965; Miskovsky, 1974)). In paleo-environmental researchs, these statistical studies of particle size are an additional step observation and structural and textural interpretations made in a sedimentary formation (Foucault and Raoult, 2000). In fact, they determine the processes of transport and sedimentation inherited: power and dynamics of the past flows, transport (fluvial, marine, wind energy, etc.), accumulation mode and sedimentary rearrangement. Many studies have shown that the grain size distributions of dune sands are an important factor on the morphology and dynamic of dunes (Bagnold, 1937, Bagnold and Barndorff-Nielsen, 1980; Pye and Tsoar, 1990).

The granulometric and morphoscopic properties of aeolian sand particles of Grand Erg Oriental of Algeria is however not been investigated. Therefore, this study aims to fill this gap of knowledge in order to model sand transport for environmental planning purposes.

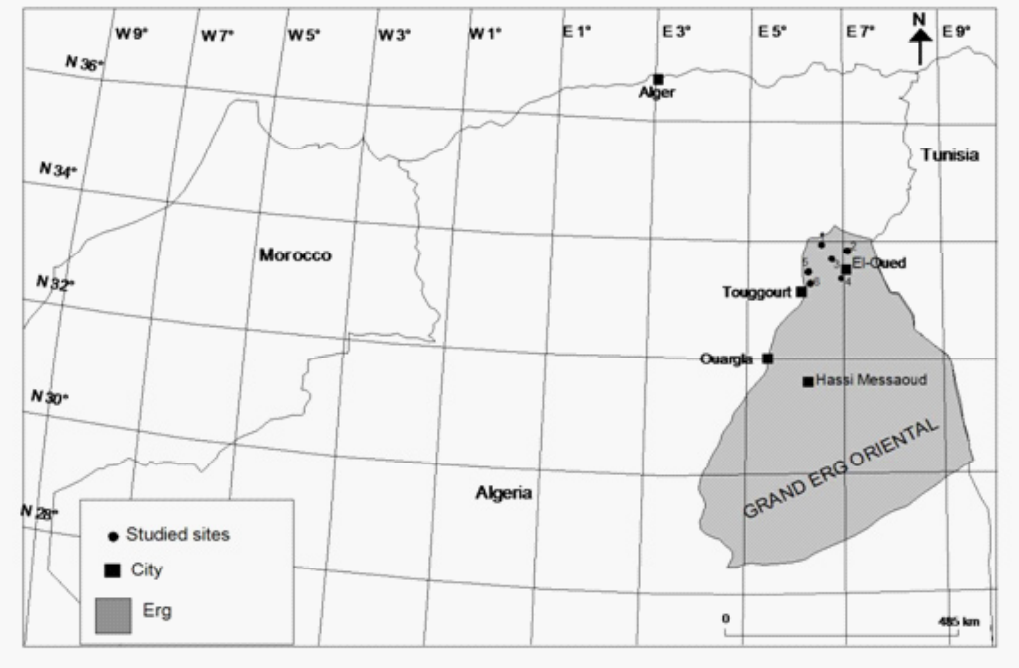


Figure 01. Location of the studied sites (1: Meghaïr, 2: Hassi Khalifa, 3:Reghuiba, 4:Sidi Abdellah, 5:Sidi Rached, 6:Sidi Slimane).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Study area

The study area is located in the grand erg oriental which includes an area of about 192.000 km^2, and about 70% of its surface is covered by sands (Wilson, 1973). It is located in the North eastern Sahara of Algeria (between 28° to 34° North and 4° to 10° East) (Fig. 01). Low and fine dunes are located in the north of the grand erg oriental of Algeria (Wilson, 1973). The study area is characterized by low and irregular rainfall with a considerable annual variability (Dubief, 1963; Ozenda, 1991). Rainfalls are characterized by their low quantitative importance and torrential rains are rare. They are linked to Sudano-Saharan or Saharan disturbances (Dubief, 1963). The lack of Saharan rains accompanied by a very irregular rainfall regime and considerable inter-annual variability; which accentuates drought (Ozenda, 1991). The average annual rainfall does not exceed 70 mm (1975–2013). The average annual temperature is 23 °C with a minimum of 11 °C in January and a maximum of 35°C in July. The average annual relative humidity ranges around 45%. The average annual wind speed is 3.2m/s.

2.2. Granulometric analyzis

A total of 16 sand samples were randomly collected from top 5cm of the surface of summit of sands dune of the northern part of the Grand Erg Oriental in April 2014. The sampling locations (Fig.01) were determined using a Global Positioning System (GARMIN). Granulometric analyses were executed by the dry-sieving method (Carver, 1971), and the textural classes of the samples were determined according to (Folk, 1974). There are 4 statistical size parameters calculated from granulometric analyses which are mean size, sorting, skewness and kurtosis.

For grain roundness study, samples were dry-sieved and a representative portion of three sizes fractions were examined under a binocular microscope. These size fractions were medium sand (1-2ϕ), fine sand (2-3 ϕ) and very fine sand (3-4 ϕ). Grains were washed in cold 10% HCl to clean them from carbonate-clayey and ferruginous contamination, then in water and subsequently dried. The roundness classes (rounded, sub-rounded and angular) of 100 quartz grains in each size fraction were determined.

3. RESULTS

3.1. Grain size distribution

The curves of the average grain size distribution of each studied locations were drawn (Fig. 02). It can be seen that dune sands in all the locations are similar in being bimodal with a modal class in the fine sand size (2,64ϕ in Sidi Abdellah and 2 ϕ in the other sites). They also have a narrow range of grain size in which the fine sand fraction ranges from 74 to 94%. The curves of cumulative frequencies (Fig. 03) are

Table 01: Average grain size parameters for the dune sands (units ϕ)

Locations	Number of samples	Coordinates	Mz (mean)	Standard deviation (sorting)	Skewness SKi	Kurtosis
Meghaïr	03	33°53'24.97 N 006°09'18.04 E	2,03	0,34	0,43	SK
Reguiba	03	33°39'17.09 N 006°40'14.51 E	1,90	0,27	0,29	0,25
Hassi Khalifa	02	33°47'11.11 N 006°56'44.30 E	2,14	0,42	0,64	0,11
Sidi Abdellah	02	33°21'6.66 N 006°48'31.45 E	2,36	0,36	0,07	0,42
Sidi Rached	04	33°27'22.15 N 006°06'47.44 E	2,01	0,37	0,55	0,30
Sidi Slimane	02	33°19'59.19 N 006°09'22.89 E	2,02	0,35	0,29	0,25

divided into three segments, which indicate three populations of the analyzed sand grains.

3.2. Size parameters

The average values of the four statistical size parameters for the various studied localities are given in Table 1. Averages mean size of dune sands range from 1.9 to 2.36 ϕ (fine sand). The swhich is defined by the standard deviation identifies the level of classification of the sediment. According to (Folk, 1965), all samples are well sorted (sorting < 0.5 ϕ), with an average of 0.35ϕ. Skewness of dune sands in the present study varies from 0.29 to 0.64 ϕ (positively skewed). So they are very asymmetrical to fins fractions. The sample of Sidi Abdellah presents a skewness of 0.07. It is almost symmetrical. The average sorting in the grand erg oriental of Algeria is 0.38 ϕ. Finally, kurtosis of the present study is lower to 0.67 ϕ. They are classified as very platykurtic.

3.3. Grain Roundness

The dune sands in the study area are dominated by the rounded (averages 28.5-35.7%) and well-rounded grains (averages 29.2-54.1%) (Table 02). The results showed that the very fine sands (50-89% of rounded and well rounded grains) are less rounded than the fine and medium sand (successively with 62-89% and 65-85% of rounded and well rounded grains).

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

The study of size of dune sands of the grand erg oriental showed that the sands are fine with mean size of

Table 02: Relative frequency percentages of the roundness classes in the various size fractions of the studied dune sands

Locations	Sand size	V.A	A	S.A	S.R	R	W.R
Meghaïr	Very fine	0,4	4,9	14,9	19,9	36,9	22,9
	Fine	0,5	3,9	10,9	21,9	27,9	34,9
	medium	4,9	3,2	11,9	14,9	34,9	29,9
	Average	1,9	4	12, 6	18,9	33,2	29,2
Sidi Abdellah	Very fine	0,7	2,9	6,9	20, 0	44,9	44,5
	Fine	0,5	2	5,9	11,9	39,5	39,9
	medium	0,6	3	3,9	9,9	22,9	59,6
	Average	0,6	2,6	5,5	10,9	35,7	48
Reguiba	Very fine	0	0,6	5	9,9	34,4	49,9
	Fine	0,8	1,2	3,9	4,9	19,9	69,2
	medium	0,5	2	5,9	14,5	33,9	43,1
	Average	0,4	1,2	4,9	9,7	29,4	54,1
Hassi Khalifa	Very fine	2,9	6,9	14,9	19,9	34,9	20,2
	Fine	0	0,8	4,6	9,7	34,9	49,9
	medium	0	0,5	4,9	9,5	19,9	64,9
	Average	0,9	2,7	8,1	13,0	29,9	45
Sidi Rached	Very fine	3,9	10,3	14,9	19,9	37,9	12,9
	Fine	0	2,9	12,1	14,9	24,9	45
	medium	0	1,5	6,9	9,9	22,9	58,6
	Average	1,3	4,9	11,3	14,9	28,5	38,8
Sidi Slimane	Very fine	1,1	9,9	16,8	20,1	39,9	12
	Fine	1	2,2	7,5	19,9	34,6	34,5
	medium	3	3,9	6,1	12,9	23,7	49,9
	Average	1,7	5,3	10,1	17,6	32,7	32,1

V.A: very angular, A: angular, S.A: sub-angular, S.R: sub-rounded, R: rounded, W.R: well rounded.

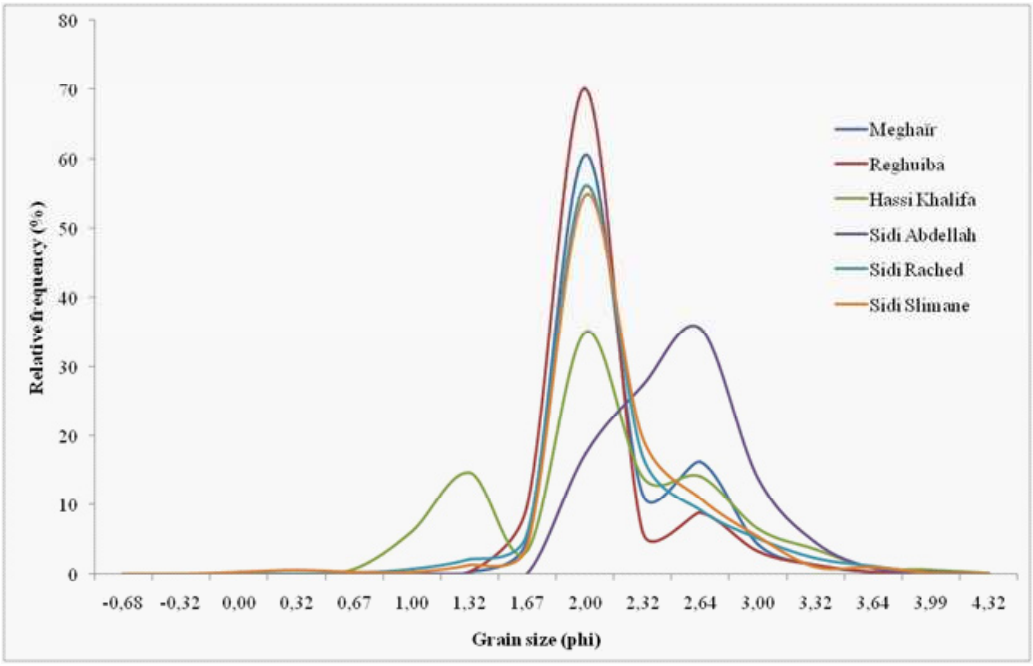


Figure 02. Curves of the cumulative frequency of grain size of the dune sands (North of grand erg oriental).

1.9 to 2.36 ϕ. Wilson (1973) indicated, by satellite image, that the highs dunes of the Grand Erg Oriental contain mixed sand sizes; the rest of the sand sea is composed of sand having a modal size of about 2.64 ϕ (fine sand). Ballais and Benazzouz (1987) indicated that the grand erg oriental is an immense accumulation of fine sand that the wind deposited in depressions. The origin of its sands is the dried alluvial deposits which transported by the southern and western winds. The obtained results are comparable with the world average (2.23 ϕ) mean grain size (Goudie et al. 1987). Abu-Zeid et al. (2001) indicated that the average mean size values (2.50 to 2.71ϕ) represent fine sands in United Arab Emirates. Whereas the aeolian sediments of the Toshka area (Egypt) are represented mainly by medium to fine grained sands with an average value varying between 0.78 and 2.52 ϕ (Hamdan et al. 2014). Alali et al. (2014) indicated that the dune sands of Tafilalet (Morocco) are characterized by fine to medium sand size (mean size: 1.31-2.44 ϕ). The curves of cumulative frequencies (Figure 3) indicate the existence of three populations of the analyzed sands grain, these reflecting a particular transport mode depending on the size of sand grains. So, according to Moss (1962, 1963) and Vischer (1969), saltation is the dominate mode of transport; although rolling and suspension affect only a small number of the grains. The sand of the Grand Erg Oriental is well sorted; this indicates that sands are exposed to regular current transport. The average sorting in the grand erg oriental of Algeria is 0.38 ϕ, which is comparatively better sorted than many other localities such as UAE (0.43 ϕ) (El-Sayed, 1999), Kuwait (0.80 ϕ) (Khalaf, 1989) and Gebel El-Asfer of Egypt (0.84 ϕ) (El-Sayed, 1994). The world average value of the sorting is 0.53 ϕ (Goudie et al., 1987); it ranges between 0.22 ϕ in Oman (Glennie, 1970) to 0.87 ϕ in Saudi Arabia (Goudie et al., 1987).

The dune sands are fine skewed; therefore the sediments were deposited in the environment by decantation (Folk, 1965). The results of kurtosis show that sands are very platykurtic. Our results are similar to that of Ashour (1985) for the sand dunes in Qatar and Alali et al. (2014) for the sand of Tafilalet in Morocco. Quartz grains of aeolian sand of grand erg oriental are rounded and well rounded (Table 02). Generally, the grain-size characteristics of the studied dunes resemble those previously reported for dunes in other localities. Abu-Zeid et al. (2001) indicated that the sand dune in United Arab Emirates dominated by well rounded (37%) and rounded (34%) grains. Alali et al. (2014) have founded the abundance of rounded grains sand (49-70%) in Tafilalet (Morocco). The similarity of results from the morphoscopic analysis, of the various dunes sand grains, indicates that they have the same mode and rate of transport (Kuenen, 1960; Reineck and Singh, 1980). Previous studies have shown

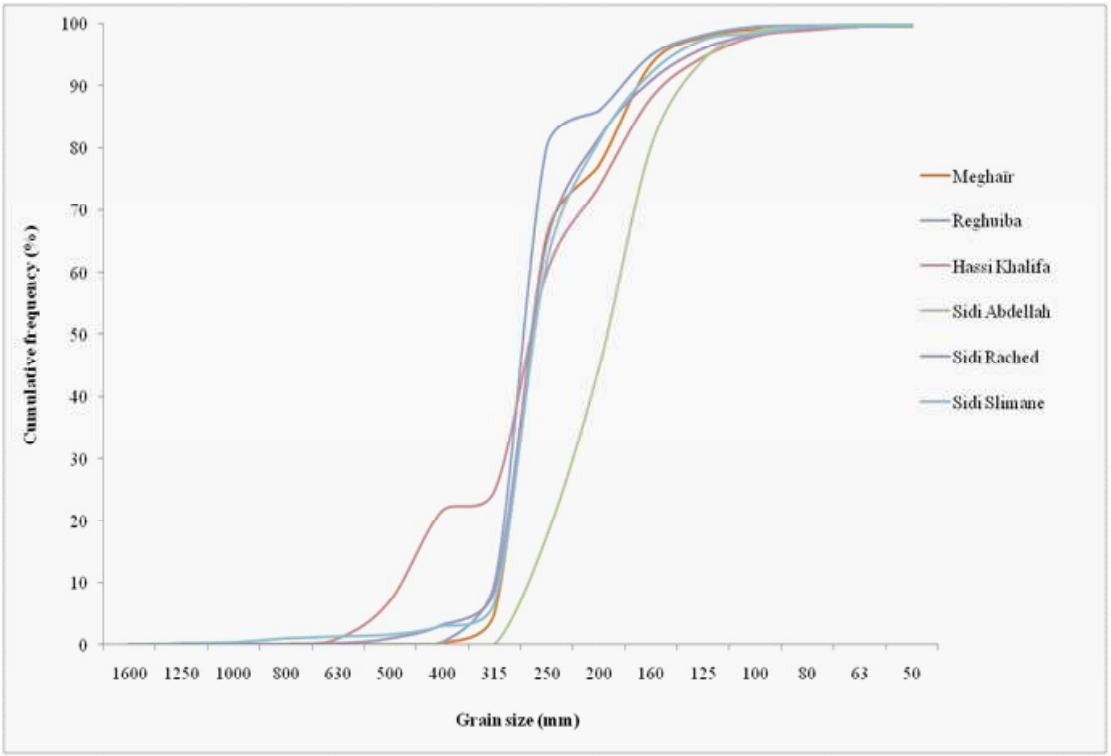


Figure 03. Curves of the average grain size distribution of the dune sands in the North of grand erg oriental.

that aeolian action rounds sand more effectively than aqueous transport (Thoulet, 1881; Mackie, 1897; Twenhofet, 1932; Kuenen, 1959; Kuenen, 1960). The grain size distribution and roundness characteristics reflect the high textural maturity of the studied sediments. Several authors Bagnold (1941), Twenhofel (1945) and Kukal (1971) indicated that dune sediments are relatively more rounded and compositionally mature than sediments of most other depositional environments. In the grand erg oriental, the very fine sands are less rounded than the fine and medium sand. Our results are similar to those of Abu-Zeid et al. (2001) for the sand of United Arab Emirates. Kuenen (1960) have found that rounding increased with size. Pettijohn (1987) indicated a linear positive correlation between size and roundness of sand grains as an indication of the maturity of sediment. In Algeria, there are only few studies that have been performed in this field. Our results are very important in the protection of the infrastructure against aeolian deposit, because, the grain size characteristics are strongly related to factors such as dynamic processes of the dunes, sand availability and the transportation distances from the source zones.

References

Abu-Zeid M M, Baghdady A R, El-Etr H A (2001) Textural attributes, mineralogy and provenance of sand dune fields in the greater Al Ain area United Arab Emirates. Journal of Arid Environments 48: 475-499.

Alali A, Benmohammadi A, Boudadl A (2014) Sedimentological study of dune sands plain Tafilalet (Yerdi, Labrouj, Mfis, Merzouga and Lambarkia). Larhyss Journal 17: 155-177.

Ashour M M (1985) Textural properties of Qatar dune-sands. Journal of Arid Environments 8: 1-14.

Bagnold R A (1937) The size-grading of sand by wind. Proceeding of the Royal Society of London, vol. 163 A. The Royal Society, London : 250-264.

Bagnold R A (1941) The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. Chapman & Hall, London.

Bagnold R A, Barndorff-Nielsen O E (1980) The pattern of natural size distributions. Sedimentology 27: 199-207.

Ballais J L, Benazzouz M T (1987) Quaternary lakes and aeolian sedimentation, in Lower Algerian Sahara. 8th Regional Meeting of Sedimentology, Tunis; 54-55.

Carver R E (1971) Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley Inter-science, New York.

Dubief J (1963) The climate of the Sahara. Ed. Institute of Saharan Research, Algiers. Memory except series. Volume II.

El-Sayed M I (1994) Sedimentological characteristics and environmental impact assessment of the surficial sediments in Gebel El-Asfar area, northeast of Cairo City, Egypt. Proc. 2nd Int. Conf. Geology of the Arab World, Cairo ; 453-468.

El-Sayed M I (1999) Sedimentological characteristics and morphology of the aeolian sand dunes in the eastern part of the UAE: a case study from Ar Rub' l Khali, Sedimentary Geology; 123: 219-238.

Folk R L (1974) Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill, Austin, Texas.

Folk R L (1965) A review of grain size parameters. Sedimentology 6: 73-93.

Foucault A, Raoult J F (2000) Geology Dictionary. 5th ed. Dunod, Masson Sciences, Paris.

Glennie K W (1970) Desert Sedimentary Environments. Developments in Sedimentology 4, Elsevier, Amsterdam : 204-215.

Goudie A, Warren A, Jones D, Cooke R (1987) The character and possible origins of the aeolian sediments of the Wahiba sand sea, Oman. Geography Journal 153: 231-256.

Hamdan M A, Refaat A A, Abu Anwar E, Shallaly NA (2014) Source of the aeolian dune sand of Toshka area, southeastern Western Desert, Egypt. Aeolian Research: http://dx.doi.org/10.1016/j.aeolia.2014.08.005

Khalaf F (1989) Textural characteristics and genesis of the aeolian sediments in the Kuwaiti desert. Sedimentology; 36: 253-271.

Kuenen P H H (1959) Experimental abrasion, 3. Fluviatile action on sand. American Journal of Science 257: 172-190.

Kuenen P H H (1960) Experimental abrasion, 4. Aeolian action. Journal of Geology; 68: 427-429.

Kukal Z (1971) Geology of recent sediments: London, New York, Academic Press.

Mackie W (1897) On the laws that govern the rounding of grains of sand. Transactions of the Edinburgh Geological Society 7 (3): 298-311.

McKee E D (1979) A Study of Global Sand Sea, Geological Survey Professional. United States Department of Interior: Washington.

Miskovsky J C (1974) Quaternary Mediterranean Midi (stratigraphy and paleo-climatology). Laboratory of Human Paleontology and Prehistory (series «Studies quaternary geology, paleontology, prehistory»), University of Provence, Marseille.

Moss A J (1962) The physical nature of common sandy and pebbly deposits. American journal of science 260: 337-73.

Moss A J (1963) The physical nature of common sandy and pebbly deposits, 2. American journal of science 261: 297-343.

Ozenda P (1991) Flora of the Sahara. 3rd Ed. CNRS, Paris,.

Perriaux J (1972) Dynamics of sedimentary rocks: sedimentology. In: Goguel J. (ed.). Geology1. The composition of the Earth. Gallimard (collection «Encyclopedia of the Pleiades») : 721-757.

Pettijohn F (1957) Sand and sand stone. Springer-Verlag New York, INC, Paperback 1987: 145-163.

Pye K, Tsoar H (1990) Aeolian sand and sand dunes. Unwin Hyman, London.

Reineck H E, Singh I B (1980) Depositional sedimentary environments, 2nd. Ed., Springer-Verlag,.

Shao Y (2008) Physics and Modelling of Wind Erosion. 2ed revised and expanded edition. Atmospheric and oceanographic sciences Library,

Thoulet J (1881) Mineralogical study of Saharan sand. Mineralogy Society Bulletin 4: 262-268.

Tricart J, Mainguet M (1965) Size characteristics of some aeolian sands of the Peruvian desert, aspects of the dynamics of Berkanes. Geomorphology dynamic revue 15: 110-121.

Tsoar H (2001) Types of aeolian sand dunes and their formation. In: Balmforth, N.J., Provenzale A., (Eds.), Lecture Notes in Physics Springer Berlin 582: 403-429.

Twenhofel W H (1945) The rounding of sand grains. Journal of Sedimentology Petrology 15: 59-71.

Twenhofet W H (1932) Treatise on sedimentation. 2d ed. Baltomore, the Williams & Wilkins.

Vischer G S (1969) Grain-size distribution and depositional processes. Journal of Sedimentology Petrology; 39: 1074-1106.

Wilson I G (1973) Erg. Journal Sedimentology geology 10: 77-106.

RESEARCH PAPER

In-field assessment of smallholder irrigation systems in southern Tunisia

Mohamed THABET

Laboratoire Aridocultures et Cultures Oasiennnes, Institut des Regions Arides de Medenine, Tunisie

Received 10 May 2016; Revised 25 May 2016; Accepted 27 May 2016

Abstract

As many countries of Mediterranean basin, Tunisian water resources becomes limited and insufficient to satisfy different competing demands. Agriculture currently uses beyond 80% of total available resources. As water is the most critical resource for sustainable development notably in agriculture, the need for a consistent rational management of this resource has become needful. Furthermore the irrigation efficiency remains very low, only 55% of applied water is used by crops. Increasing the water use efficiency is essential to overcome water shortage in these conditions of climate change. The present paper is devoted to analyse some irrigation efficiency data after more than two decades efforts to modernize irrigation and improving its efficiency. These data were collected from private farms located in Djorf peninsula which is a part of south arid region of Tunisia. It is a very sensitive area to climatic hazards where resources are scarce and the aquifer is threatened by the risk of seawater intrusion. A series of irrigation events and farmers practices were observed. Applied volumes of water was measured and compared to the peak ETo of the season. Information regarding irrigation practices (frequency, sowing date, soil tillage and amendment) was collected. Calculations showed that in some cases, mean daily water supplies reach twice the daily peak evapotranspiration. In fact, to avoid any stress to their crops, farmers supplies large amounts of water exceeding irrigation needs and leaching requirements. As soils has sandy texture, a good part of supplied water percolate deep beyond the root zone of crops. Although this water helps leaching, its amount far exceeds leaching requirements. At the field level, some other irrigation efficiency parameters were measured. Conveyance efficiency is excellent because water source point is always near irrigated field, application efficiency ranges from 22 to 100 %. The general average of storage efficiency was of 59%.

Keywords: arid, irrigation efficiency, climate, soil, water use efficiency, evapotranspiration.

Evaluation de la gestion de l'eau a la parcelle de la petite irrigation au sud Tunisien

Résumé

Comme de nombreux pays du bassin méditerranéen, les ressources en eau en Tunisie deviennent limitées et insuffisantes pour satisfaire les demandes des divers secteurs concurants. L'agriculture utilise actuellement au-delà de 80% du total des ressources disponibles. Comme leau est la ressource la plus critique pour le développement durable notamment dans lagriculture, la nécessité dune gestion rationnelle de cette ressource est devenue nécessaire. En effet, l'efficience de l'irrigation demeure très faible et seulement 55% de l'eau appliquée est utilisée par les cultures. L'amélioration de cette efficience est essentielle pour surmonter la pénurie d'eau dans ces conditions de changement climatique. Le présent papier est consacré à l'analyse des données relatives à l'efficience de l'irrigation après plus de deux décennies d'efforts pour sa modernisation et l'amélioration de son efficience. Ces données ont été recueillies dans des fermes privées situées dans la péninsule Djorf qui se situe dans la région aride du sud de la Tunisie. C'est une zone très sensible aux aléas climatiques, où les ressources sont rares et l'aquifère est menacée par le risque d'intrusion d'eau salée. Une série d'événements dirrigation et des pratiques paysannes ont été observées. Les volumes appliqués deau ont été mesurés et comparés aux valeurs de l'évapotranspiration de pointe (ETo) de la saison. Les informations concernant les pratiques d'irrigation (fréquence, date de semis, travail du sol et des amendements) ont été recueillies. Les calculs ont montré que dans certains cas, la moyenne de l'apport quotidien de leau par irrigation atteint le double de lévapotranspiration de pointe. En fait, pour éviter tout stress pour leurs récoltes, les agriculteurs fournissent de grandes quantités deau dépassant les besoins dirrigation et les exigences de lessivage. Comme les sols sont de texture sableuse, une bonne partie de leau fournie percole en profondeur au-delà de la zone des racines des cultures. Bien que cette eau aide au lessivage des sels, sa quantité dépasse de loin les besoins de celui-ci. D'autres paramètres d'efficience de l'irrigation ont été mesurés. Ainsi l'efficience du réseau de transport était excellente parce que le point d'eau est toujours proche des parcelles irriguées. L"efficience de l'application varie de 22 à100%. La moyenne générale de l'efficacité du stockage était de 59%.La fraction moyenne de lessivage était de l'ordre de 33% et variait entre 0 et 68%.

Mots-clés: *arides, efficience de l'irrigation, climat, sol, l'utilisation efficiente de l'eau, évapotranspiration.*

Corresponding author

Mohamed THABET
E-mail: Thabetm09@gmail.com

1. INTRODUCTION

Agriculture is the main food source for world population. It ensures through irrigation over a third of global agricultural production (UN-WWAP, 2006). This production is reached by only 17% of total agricultural land which allows considering it as very productive (ICID 2003). The cost of this productivity is 70% of available fresh water resources. However, in future, irrigated area will be expected to produce more to meet the needs of a world population growing continuously.

In these circumstances, water remains the most determining factor of production both in quantity and quality. Major challenge of irrigation in the future is to find ways to increase production while using the same water resources even less available because of water scarcity constraints imposed by climate change through more frequent droughts. Results of these changes are manifested in more imbalances between rainfall and crop needs during their growing season. This disparity also has a considerable impact on yields and quality of agricultural products. Since irrigation has always been the basic mean for maintaining an optimal production, its better practice to promote water conservation will become indispensable.

In the arid part of Tunisia, as in many countries of Mediterranean basin, groundwater is the main provider source for all demands. The replenishment of aquifers by harvesting of surface water is a fact frequent in arid and semi-arid zones (Ammami, 1984). In the study area, water resources come from shallow ground water where the overexploitation already starts to be felt. These resources are used in irrigation which is practiced by individual shallow wells .The salinity ranges from 3 to 8 g / liter. As the number of shallow wells has become important in recent decades, the overexploitation led to a general increase in salinity which becomes more important during drought.

In last decades, significant efforts have been made for modernizing irrigation and improving its efficiency. The beginning was with the project «TUN 91 / 002-UNDP « which intended for improving surface irrigation systems through buried PVC networks that have significantly contributed in reducing seepage and percolation during transport of water from the source to irrigation units. On the other hand, an encouragement to conversion to drip was initiated through legislation that allows smallholder farmer to receive funding up to 60% of drip materials and equipment cost (Thabet, 2008). These measures contributed in reducing lost volumes by evaporation and deep percolation. However the problem persists in water supplied to irrigated cultures which far exceed their needs and leaching requirements. Main cultivated crops are those tolerant to salinity. In summer, farmers grow millet (Pennisetum glaucum), pepper (Capsicum annuum. L) and some cucurbits. In the winter, they grow Barley (Hordeum vulgare L.), carrots, onion and some leafy vegetables. Products are usually sold in the local market. As these products are organic, they are highly sought by consumers.

Outside oases, irrigated agriculture consists of small green islets scattered in the large steppe area or in combination with extensive olive groves. Each family farm is mostly equipped with its own water source usually a shallow well which is usually inside or nearby the irrigated land. Water is pumped to a tank which is built at the highest point to ensure gravity flow to each part of irrigated area in the farm.

Irrigated area is divided into small borders or basins of some square meters surface and surrounded on all boundaries by a low dike. This irrigation system uses low flow rates supplied to level soil surface over a sufficient period of time to cover whole irrigated border or basin according to the visual assessment of the farmer.

The small size of borders and basins is imposed by soil texture and low available flow rates. Sandy soils generate high infiltration ratio and hinder the progress of the wetting front especially with low flow rates. A bad soil grading is generally associated to these factors. In order to correct water's distribution inequality, generally the farmer continues the irrigation time although this solution generates considerable losses by deep percolation and a low coefficient of uniformity of irrigation (Thabet, 1997). The present study tries to assess the impact on some irrigation efficiency parameters and water resources after two decades of project's implementation.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Study Area

As indicated in figure 1, Djorf's peninsula is administratively part of the governorate of Médenine. It is located in the arid part of the country. It is characterized by low and erratic rainfall. It is it is a famous olive area. Irrigated vegetable crops are associated with olive trees in a small family agriculture.

2.2 Climate

As in other arid parts of the country, the amount and

Figure 1: Study area location

distribution of precipitation events are uneven and vary greatly from year to year. Water balance lags a deficit almost the year. Only during winter months we record sometimes a positive balance. Summer temperatures are very high, evapotranspiration rate is important. During their cycle, crops require a lot of water because an insufficient water supply may reduce crop production and quality (Debaeke and Aboudrare, 2004; Smittle et al., 1994). Figure2 summarizes values of the calculated daily potential evapotranspiration (Thabet, 2009) for a series of more than thirty years of nearest station data (Médenine) by different formulas: Hargreaves-Samani (1985); FAO-Penman (1948); Riou (1980) and Blaney-Criddle (1950).

The figure above shows that for three of the four models, peak evapotranspiration is in July. It varies from 7.07 to 8.10 mm/day. We note that the values start to become important from April.

2.3 Soils

Soils are sandy soil with low organic matter content. The total soil available water calculated between field capacity (FC) and permanent wilting point (WP) for an assumed root extracting depth of 0.50 m for vegetables crops was 75 mm.

Result of particle size analysis of samples taken from three profiles at three level's depth (0-20cm; 20-40 cm; 40-60 cm) is reported in table 1. It shows that soils are loamy sand and the sand fraction represents around 80%. This texture influences many soil's physical characteristics as infiltration rate, water holding capacity, internal drainage …etc.

2.4. Flow measurement

To evaluate different water use efficiencies, a measurement campaign was undertaken during a month (April) in a representative farm of the general typology of the area. Some data were collected by field measurements such as flow rate, applied volumes and dimensions of the irrigation units, while others, the interview with the irrigator is the source as the irrigation period for example, sowing or planting date and fertilizers application.

The flow rate (Q) was estimated by measuring the time (T) required to fill a container of a known volume (V). Measurement was repeated three times and flow is generally expressed as:

Where:

$$Q[L^3 * T^{-1}] = \frac{V[L^3]}{[T]}$$

Q: flow liter per second (l / s);

V: volume in liters (l);

T: time in seconds (s).

2.5. Measurement of the applied irrigation water

Irrigation water supplies depend on the soil water holding capacity (SWHC) which is a very important agronomic characteristic. Soils that hold important amounts of water are less subject to leaching losses of applied nutrients or pesticides. This is because a soil with a low water holding capacity (i.e. a sandy loam) reaches the saturation point much earlier than a soil with a higher water holding capacity (i.e. a clay loam). For these soils, it is advisable to irrigate frequently but with small amounts of water.

After a soil's saturation, the excess water and some nutrients and pesticides in the soil solution are leached downward in the soil profile beyond the roots. A good management of the irrigation time application is a key factor for its success.

During an irrigation event, with a known flow, monitoring of the application time can deduce the amount of applied water. In fact, components of the irrigation are governed by the basic equation (2).

$$Q[L^3 * T^{-1}] * [T] = D[L] * S[L^2]$$

Where:
Q = flow (L / s);
T = time application of irrigation (s);
D = applied amount of water (mm);
S = surface area (m^2).
From equation (2) applied amount D is deduced by:

$$D\ (mm) = \frac{Q(L/s) * T(s)}{S(m^2)}$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

Basic data collected during irrigation monitoring are reported in table 2 which shoes that measured flow rates range from 1 to 3 liters per second. Irrigation frequency goes from two to fifteen days. Applied amount of water vary 2.7mm to 69.33mm. In following, we will study some irrigation's assessment parameters.

3.1. Conveyance Efficiency

Conveyance efficiency (E c) is the ratio of water delivered to the total water diverted or pumped into an open channel or pipeline at the irrigated field. It is expressed as a percentage and includes seepage losses and evaporation. In the study area, almost farms are equipped with buried poly–vinyl chloride (PVC) pipeline system (figure 3) which has been installed as a part of a national project on the assessment of water use in irrigated agriculture. The water lost between the source and point of use is much reduced and smallholders have good conveyance efficiency.

3.2 Daily equivalent applied water

The histogram of applied amount of water for each irrigation event is represented in Figure 4. It shoes that applied water far exceed peak evapotranspiration in most cases. The irrigation ration can reach up to four times peak evapotranspiration. Under irrigations are recorded in the case of millet where a low frequency is practiced by farmers.

Table 1: Particle size analysis results

Sample n°	1_1	1_2	1_3	2_1	2_2	2_3	3_1	3_2	3_3
Clay (%)	5.5	1.25	1	5	5	1	4.75	3	3
Silt (%)	4.75	165	12.5	9.25	11	22.5	5.75	6	17
Total Sand (%)	88.35	78.05	82.1	81.65	82.8	74.25	84.65	87	73.4

Table 2: Collected irrigation data:

Irrigation event	Crops	Flow (l/s)	Applied water (mm)	frequency (day)	Daily average (mm)
1	Pepper	2	69,33	3	23,1
2	Pepper	2	53,33	3	17,8
3	Pepper	2	41,6	3	13,9
4	Pepper	2	64	3	21,3
5	Pepper	2	120	3	40
6	Pepper	2	33,2	3	11,1
7	Pepper	2	38	2	19
8	Pepper	2	50	2	25
9	Pepper	0,5	50	2	25
10	parsley	3,33	44,4	2	22,2
11	parsley	3,33	39,96	2	20
12	parsley	3,33	59,94	2	30
13	parsley	3,33	47,45	2	23,7
14	Onion	3,33	52,23	5	10,4
15	Onion	3,33	58,28	5	11,7
16	Onion	1,25	62,5	5	12,5
17	Millet	1,25	61,5	7	8,8
18	Millet	1,25	50	7	7,1
19	Millet	1,25	40	7	5,7
20	Millet	0,25	18,75	7	2,7
21	Watermelon	2	61,03	7	8,7
22	Watermelon	2	54,17	7	7,7
23	Onion	1	25,28	5	5,1
24	Onion	1	21,89	5	4,4
25	Millet	3,33	68,18	15	4,5
26	Millet	3,3	55,54	15	3,7
27	squash	1	29,67	4	7,4
28	squash	1	54,98	4	13,7

3.3Water application efficiency

Application efficiency was defined by many researchers, its expressions varies slightly between them (Jensen et al., 1983; Walker and Skogerboe, 1987; Solomon, 1988; Burt et al., 1997). The main concept of application efficiency is the percentage of water delivered to the field and ready for crop use.

The application efficiency measures how efficiently water has been applied to the root zone of the crop, it relates the total volume of water applied irrigation to the volume of water contained in the root zone and is available for use by the crop. So in general it can be expressed as the ratio between the depth of water stored in the root zone and the average depth applied.

$$E_a = \frac{W_c}{W_a} * 100$$

Where:

Ea = application efficiency (%);

Wc: water stored in root zone (available for use by crops);

Wa: water applied in the field.

In application of equation 4, data performed by excel software are shown in figure 5.

From this figure, it can be seen that calculated application efficiency ranges from 22 to 100 %. As application water efficiency gives a general sense about irrigation practice, we can meet cases with high Ea but irrigation water is poorly distributed that crop stress can exist in some areas of the field. It is also possible to have an Ea near to 100% but soil profile is not filled sufficiently to meet crop water requirement. In our study, we notice this for low frequency irrigation and under watering supply where water application efficiency can reach 100%. So this factor alone cannot be sufficient to assess irrigation quality.

3.4 Storage efficiency

Storage efficiency measures the percentage of water stored in the root zone in relation to the maximum storage capacity of the soil (Irmak and al.2011). It is used as a tool to evaluate the performance of surface irrigation (Howell, 2003). It is generally defined as follows (Irmak et al, 2011; Howell. 2003):

$$E_s = \frac{Volume\ stored\ in\ root\ zone\ (V_s)}{Soil\ moisture\ deficit\ (V_r)}$$

Vs : volume of water stored ;
V rz: maximal volume which can be stored.

The general average of the storage efficiency is of 59%. It depends on irrigation frequency of and applied amount of water that is why calculated values ranges between 14 and 100%.

3.5 Irrigation efficiency:

Irrigation efficiency is defined as the percentage of water delivered to the field and used beneficially .It can be expressed as:

$$E_i = \frac{W_b}{W_d} * 100$$

Where:
Ei = irrigation efficiency (%);
Wb: water used beneficially by crops;
Wd: water delivered.
Irrigation efficiency is broadly defined than application efficiency in that irrigation water can have other uses than to satisfy crop water requirements (Jensen, 2007). In arid lands conditions, the other essential role that can have irrigation water is leaching of salts because of its TDS which generally range between 3 and 7g/liter. So beneficially used water includes crop water requirements and leaching requirements.

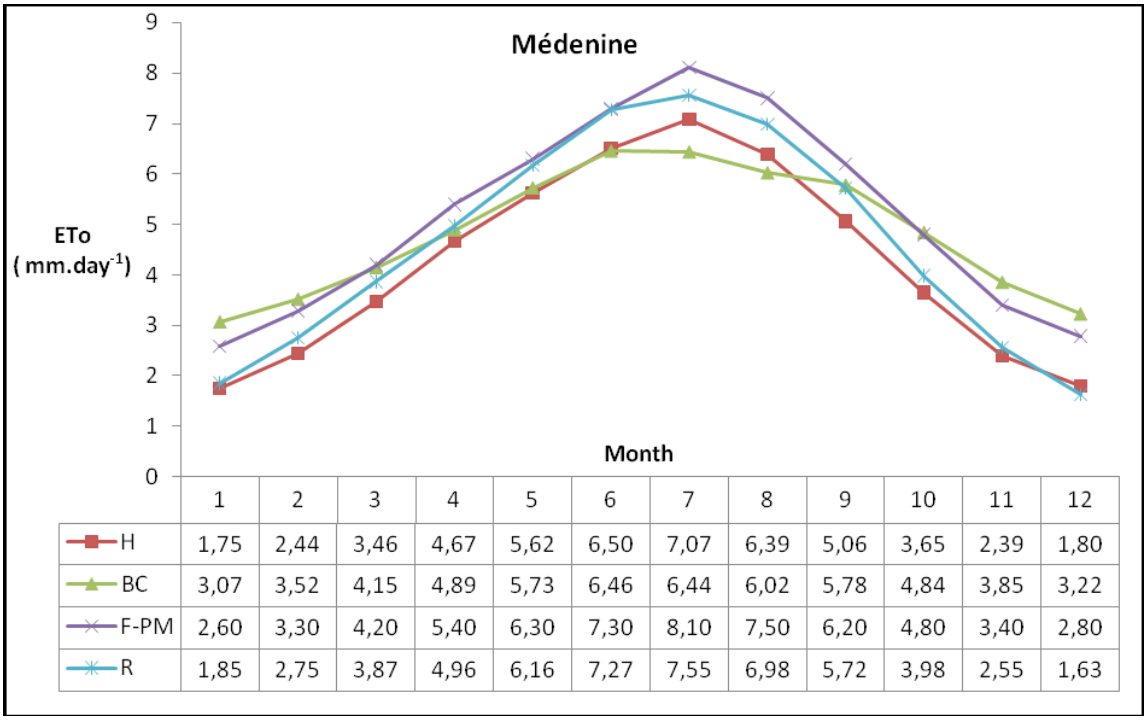
The second term is generally calculated to maintain soil salinity at a level that allows optimal production. This requires laboratory analyzes that cannot always achieved. If we consider that water amount which is not stored in root zone is deep percolated and so can be considered as leaching fraction, deep percolation ratio can be expressed as:

DPR = 1-Ea

With this hypothesis, the average of leaching fraction will be 33% and ranges from 0 to 68%. In arid conditions, this rate is important because most cultivated crops tolerate salinity. On other hand, excess percolated water can leach needed nutrients and in some cases cause waterlogged growing conditions.

CONCLUSIONS

As agriculture is the most consumer water sector, the challenge is to reduce the amount of water used without affecting agricultural productivity. Smallholder irrigation systems occupy more than a third of the irrigated areas in Tunisia (Al Atiri, 2005). In the arid part of the country, farm sizes generally range from a fraction of a hectare to few hectares, the water source



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H	1,75	2,44	3,46	4,67	5,62	6,50	7,07	6,39	5,06	3,65	2,39	1,80
BC	3,07	3,52	4,15	4,89	5,73	6,46	6,44	6,02	5,78	4,84	3,85	3,22
F-PM	2,60	3,30	4,20	5,40	6,30	7,30	8,10	7,50	6,20	4,80	3,40	2,80
R	1,85	2,75	3,87	4,96	6,16	7,27	7,55	6,98	5,72	3,98	2,55	1,63

Figure 2: Monthly evapotranspiration data (mm) calculated by different formulas.

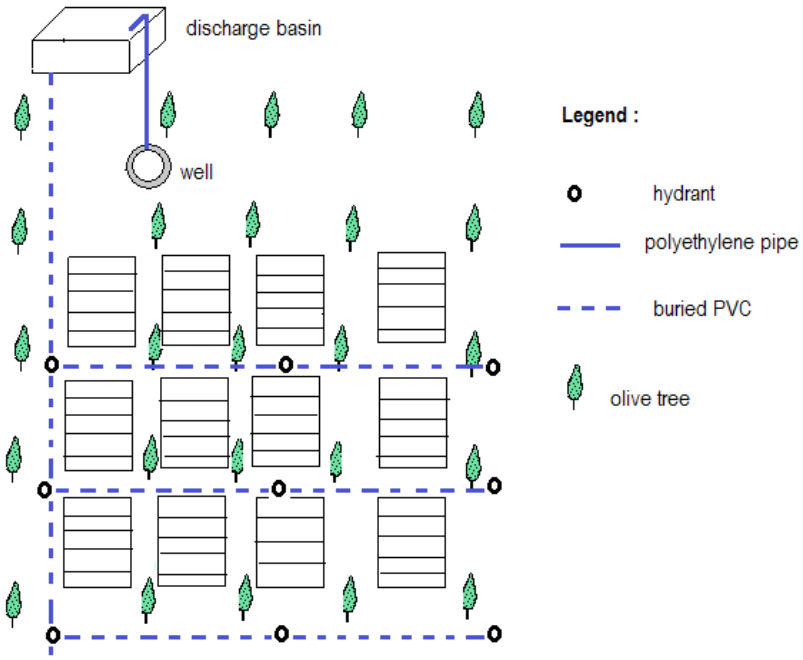


Figure 3: Hydraulic structure of the farm in olive grove.

is usually near irrigated field which reduces losses during conveyance. The main challenge is to improve water use practices at irrigated field level as crops water requirements estimation and irrigation scheduling. Collected data showed that applied amount of water is not governed by any rule. This is because it is difficult for a farmer to tell at any given moment if there is a water deficit or not . Since over irrigation usually does not cause harm, farmers tend to "play safe and increase irrigation amount in order to avoid water stress.

To ensure best management of available water resources in these conditions, a set of efficient management practices concerning water, soil and crops should be adopted:

- Promoting water-use efficient techniques: because moisture availability for growing crops is the most significant factor limiting production in dry areas as localized irrigation which is widely recognized as one of the most efficient methods of watering crops ;

- Soil tillage: hoeing improves soil structure and infiltration rate, with narrower row spacing it can significantly reduce the amount of water evaporated from the soil surface.

- Organic amendment: a good organic amendment improves soil fertility and soil water retention capacity;

- Weed controls which compete for water, nutrients and light at the cost of lower yields for the crops.

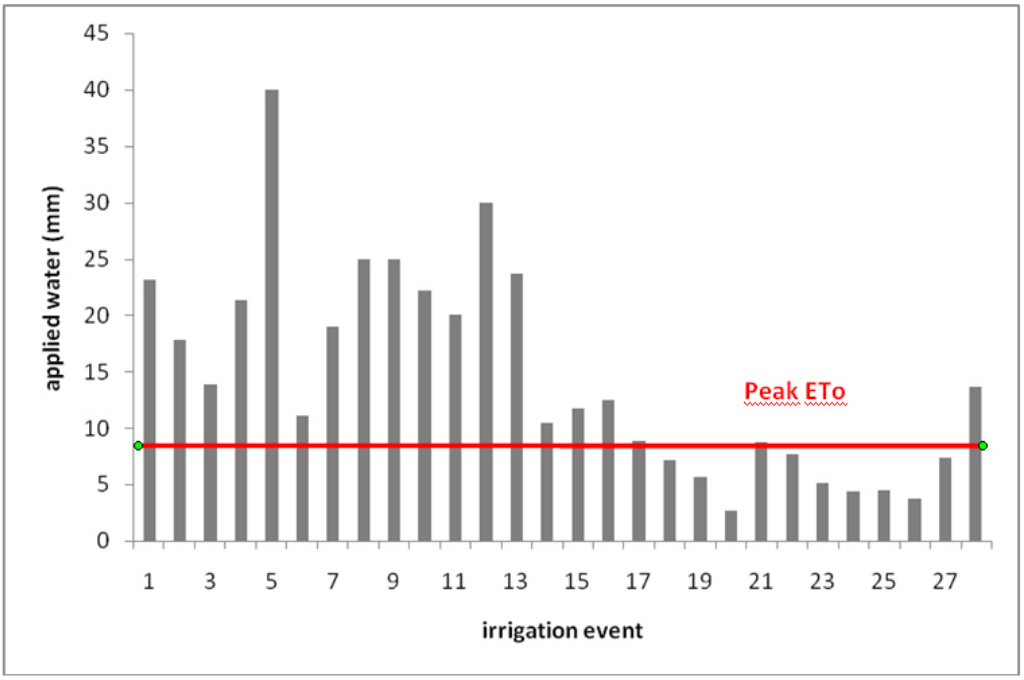


Figure 4: Daily water supplies average (mm).

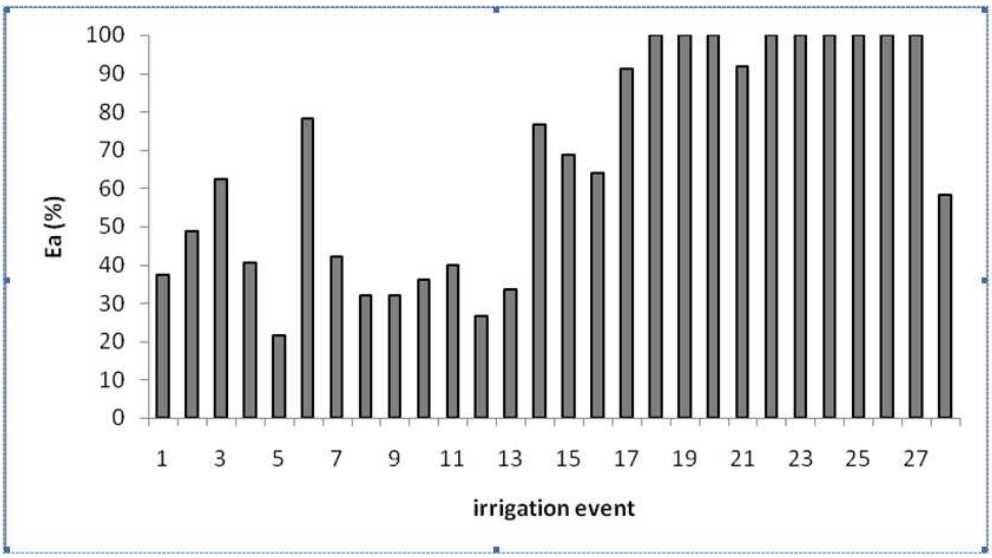


Figure 5: Application efficiency (%).

References

Ammami, S. (1984) les aménagements hydrauliques traditionnels en Tunisie. Pub du CRGR., Tunis

Blaney, H.F. and W.D. Criddle. (1950). Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Soil Conservation Service Technical Paper 96. Soil Conservation Service, U.S. Dept. of Agriculture: Washington, D.C.

Burt CM, Clemmens AJ, Strelkoff TS, Solomon KH, Hardy L, Howell T, Eisenhauer D, Bleisner R. (1997). Irrigation performance measures – efficiency and uniformity. J Irrig Drainage Eng123 (6).Conservation Service, U.S. Dept. of Agriculture: Washington, D.C.

Debaeke, P. and A. Aboudrare. (2004). Adaptation of crop management to water-limited environments. Eur. J.Agron. 21:433–446.

Hargreaves,G.H. and Z.A.Samani.(1985). Reference crop évapotranspiration from emperature. Transaction of the ASAE 28(1): 96-99.

Howell, T.A. (2003). Irrigation efficiency.pp. 467-472. In: B.A. Stewart and T.A. Howell (eds.) Encyclopedia of Water Science, Marcel-Dekker, Inc.

J.,De Nys,E., (2001). Budget, a management tool for assessing salt accumulation in the root zone under irrigation. In: Soares,A.A., Saturnino,H.M. (eds), Environment-water: Competitive Use and Conservation Strategies for Water and Natural Resources. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). P. 244-255.

Jensen ME (2007). Beyond irrigation efficiency. Irrig Sci (2007) 25:233–245.

Jensen ME, Harrison DS, Korven HC, Robinson FE (1983). The role of irrigation in food and fibre production. In: Jensen ME (ed) Design and operation of farm irrigation systems. ASAE,St. Joseph, MI

Penman, H.L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. Proceedings of the Royal Society of London A193:120-146.

Raqya Al Atiri (2005). L'Irrigation en Tunisie : Vue d'ensemble des conditions actuelles et perspectives futures.

Riou .Ch. (1980). Une formule empirique simple pour estimer l'évapotranspiration potentielle moyenne en Tunisie. Cah.O.R.S.T.O.M., sér.Hydrl. Vol. XVII, n°2.

Solomon KH (1988). Irrigation systems and water application efficiencies. Center for irrigation technology research notes, CAIT Pud # 880104. California State University, California

Suat Irmak, Lameck O. Odhiambo, William L. Kranz and Dean E. Eisenhower (2011). Irrigation efficiency and uniformity and crop water use efficiency. Institute of Agriculture and Natural Resources at the University of Nebraska-Lincoln.

Thabet mohamed (1997). Evaluation de l'irrigation traditionnelle sur puits de surface en zones arides du

sud Tunisien : cas de la région de Médenine. Mémoire de fin d'études de cycle de spécialisation de l'INAT.

Thabet Mohamed (2008). Etude de l'irrigation goutte à goutte en milieu aride : impacts sur la salinisation du sol et sur une culture de piment (Capsicum Annum L). Thèse de doctorat en sciences agronomiques de l'Institut National Agronomique de Tunisie.114 pages + annexes.

United Nations World Water Assessment Programme (UN-WWAP)), (2006). UN world water Development Report 2: Water, a shared responsibility.UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and Berghahn Books, Paris, New York and Oxford.

Walker WR, Skogerboe GV (1987). Surface irrigation: theory and practice. Prentice-Hall, Inc.,Englewood Cliffs, NJ, 386p

Wigginton DW, Raine SR (2001) Measuring irrigation system performance in the QueenslandDairy Industry. National Centre for Engineering in Agriculture Publication 179729/5, Toowoomba, Australia.

RESEARCH PAPER

Etude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf

R. Mghezzi Habellah[1], S. Karoune[2*], M.S.A. Kechebar[2], H. Bounab[1]

1. Département des sciences de la matière, chimie pharmaceutique. Université Mohamed Khider Biskra, Algérie.
2. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Biskra, Algérie.

Received 17 May 2016; Revised 03 Jun 2016; Accepted 11 Jun 2016

Résumé

Les antioxydants font l'objet de nombreux travaux car, leur utilisation comme des conservateurs dans les denrées alimentaires en remplaçant les antioxydants de synthèse, ils interviennent dans le traitement de nombreuses maladies. A travers ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf. La première partie de cette étude concerne l'extraction et la quantification des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tannins condensée par le réactif du Folin-Ciocaleu, par le trichlorure d'aluminium et par le test de vanilline respectivement. La deuxième partie est l'étude des activités antioxydantes des extraits de cette plante en utilisant deux tests in-votro : la capacité antioxydante totale et le piégeage du radical DPPH. Les résultats obtenus montrent que l'extrait éthanolique des feuilles exhibe une richesse importante en composés phénoliques avec des teneurs de 133.89 mg EAG/gMS pour les polyphénols totaux, 64.61 mg EC/gMS pour les flavonoïdes et 0.98 mg EC/gMS pour les tanins condensés. L'évaluation des activités antioxydantes montre que les extraits des organes étudiés présentent des propriétés antioxydantes variables. Pour le test de l'activité antioxydante totale, l'extrait éthanolique des feuilles donne le meilleur résultat avec 68,66 mg EAG/gMS tandis que pour le test DPPH c'est l'extrait aqueux de l'écorce qui est le plus actif avec une CI_{50} de 93.51 µg/ml.

Mots-clés: *Acacia ehrenbergina,* activité antioxydante, polyphénols, DPPH, extraction.

Study of phenolic compounds and antioxidant activities of Acacia ehrenbergiana in the region of Tindouf

Abstract

Antioxidants are widely studied for their use as preservatives in foods by replacing synthetic antioxidants and they are involved in the treatment of many diseases. Through this work, we were interested in the study of phenolic compounds and antioxidant activity of Acacia ehrenbergiana in Tindouf area. The first part of this study relates to the extraction and quantification of total polyphenols, flavonoids and condensed tannins by Folin-Ciocaleu reagent, aluminum trichloride and the vanillin test respectively. The second part is the study of the antioxidant activity of extracts of this plant using two tests in-votro: total antioxidant capacity and Scavenging ability on DPPH radical. Results showed that ethanol extract of leaves exhibited significant concentration in phenolic compounds with values of 133.89 mg GAE / g DW for total polyphenols, 64.61 mg CE / g DW for flavonoids and 0.98 mg CE / g DW for condensed tannins. Evaluation of antioxidant activity showed that extracts of the studied organs have various antioxidant properties. For total antioxidant activity, the ethanol extract of leaves shows the best result with 68.66 mg GAE / g DW while for the DPPH test, the aqueous extract of bark is the most active one with an IC_{50} of 93.51 µg / ml.

Keywords: Acacia ehrenbergiana*, antioxidant activity, polyphenols, DPPH, extraction.*

Corresponding author

Samira Karoune
Email: karounesamira@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition contre les maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. Ni le hasard, ni la superstition qui ont guidé la médecine traditionnelle à employer une plante plutôt qu'une autre. Certainement, c'est l'expérience où les gents apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé humaine (Iserin, 2001).

Actuellement, la société scientifique, biologiste et chimiste, met en évidence le rôle tragique du processus oxydatif incontrôlable induit par les espèces réactives oxygénées (ERO). Ces oxydants sont à l'origine directe de différents états pathologiques tels que le vieillissement et le cancer et indirecte sur la peroxydation des lipides des denrées alimentaires. Quelque soit le cas, le risque est aggravé avec l'accumulation de ces molécules dans l'organisme en aboutissant à une chaîne réactionnelle radicalaire qui dégrade les molécules vitales biologiques à savoir l'ADN, les lipides, les protéines et les glucides. En appuyant sur cette vision, un renouveau de la phytothérapie vers cette vague verte qui produit une foule des antioxydants afin de contrer et piéger ces oxydants.

En effet, les antioxydants naturels font l'objet de nombreuses recherches et une nouvelle haleine vers l'exploitation des métabolites secondaires d'une manière générale et les polyphénols en particulier, tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses (cancer) que dans l'industrie agro-alimentaire. Ces composés, qui sont représentés par la famille des flavonoïdes, sont largement recherchés pour leurs propriétés biologiques : antioxydantes, anti-inflammatoires, antiallergiques et anti-carcinogènes. Notant que l'efficacité puissante de ces substances à stopper les réactions radicalaires en neutralisant les radicaux libres est due principalement à leurs structures phénoliques avec la présence des groupements hydroxyles.

Pour cela, les progrès dans le domaine des antioxydants s'est accentués, d'où le grand nombre de plantes médicinales disponibles commercialement avec près de 1800 espèces aux Etats-Unis (Small et Catling, 2000). Entre 1940 et 2002, 40 % des médicaments anticancéreux étaient des produits naturels et leurs dérivés, par contre seulement 8 % sont synthétiques et même imités de ces produits (Newman et al., 2003).

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve l'espèce *Acacia ehrenbergiana*. Cette dernière est largement distribuée surtout dans les régions arides. De nombreuses espèces du genre Acacia sont utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques et largement utilisées comme anti-inflammatoires et diurétiques.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Echantillonnage

Pour ce fait nous avons adopté un échantillonnage systématique selon un réseau systématique de petites surfaces régulièrement espacées. Au niveau de la région de Tindouf qui est caractérisée par un étage climatique saharien à hiver frais. L'échantillonnage des différents organes de l'*Acacia ehrenbergiana* a été effectué au Nord-ouest de la wilaya de Tindouf à une altitude voisine de 900m dans une légère dépression allongée au « Chabet » au milieu de l'importante « Hammada ». Nous avons collecté des feuilles à partir des arbres d'*Acacia ehrenbergiana* qui semblent les plus représentatifs de la station. La collecte a été faite sur le houppier sur trois niveaux de l'arbre (en bas, au milieu et en haut) en tenant compte du facteur exposition. Cette méthode permet d'homogénéiser les échantillons d'un même périmètre pour qu'ils soient représentatifs. Idem pour l'écorce où nous avons collecté des échantillons sur les mêmes arbres (sur lesquels nous avons collecté les feuilles) afin d'homogénéiser les résultats obtenus.

Le choix de l'*Acacia ehrenbergiana* est basé sur une enquête ethnopharmacologique auprès de la population ayant connaissance de son usage en médecine traditionnelle pour les êtres humains et même pour certains animaux.

2.2. Préparation des échantillons

Les différents organes de l'*Acacia ehrenbergiana* ont fait l'objet de plusieurs manipulations pour leur préparation à savoir : séchage, broyage, extraction et conservation. Les échantillons collectés (feuilles et écorce) ont été séchés à l'ombre, à l'abri de l'humidité et à une température ambiante pendant 10 jours.

Après séchage, le broyage des échantillons (feuilles et écorce) est fait à l'aide d'un broyeur à lames afin d'obtenir une poudre végétale fine à travers un tamis de 1mm.

L'extraction est de type successive ou par épuisement à l'aide d'un soxhlet en faisant passer quatre solvant de polarité croissante : hexane (polarité = 0.0), chloroforme (polarité = 4.4), éthanol (polarité = 5.2) et enfin l'eau étant considéré comme le solvant le plus polaire. 20g de poudre fine d'*Acacia ehrenbergiana* sont placés dans une cartouche en présence de 200 ml de solvant. L'extraction est faite à la température d'ébullition du solvant et dure 24 heures au bout desquelles l'extrait est récupéré et conservé à l'obscurité à 4°C jusqu'à analyse.

2.3. Dosage des composés phénoliques

2.3.1. Détermination des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif Folin-Ciocalteu qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols (Dewanto et al., 2002). Une prise de 125 µl de l'extrait est mélangée avec 500 µl d'eau distillée et 125 µl du réactif Folin-Ciocalteu. Après une agitation vigoureuse du mélange suivie d'un repos de 3 minutes, une prise de 1250 µl de CO_3(Na) 2 à 7 % est additionnée. Enfin le mélange obtenu est ajusté par de l'eau distillée à 3 ml. Après un repos de 90 minutes à l'obscurité, la lecture de l'absorbance est effectuée à une longueur d'onde de 760 nm. La gamme étalon est préparée avec de l'acide gallique à des concentrations variables de 50, 100, 200, 300, 400, 500 mg/l. Les teneurs en polyphénols sont exprimées en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

2.3.2. Détermination des flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes totaux sont dosés par une méthode colorimétrique selon Dewanto et al. (2002). Une prise de 250 µl de l'extrait convenablement dilué est mélangée avec 75 µl NaNO2 (5 %). Après un repos de 6 minutes, 150 µl de AlCl3,6H2O (10 %) fraîchement préparé sont ajoutés, après 5 minutes 500 µl NaOH (1M) sont additionnés au mélange. Finalement, le mélange est ajusté à 2.5 ml avec de l'eau distillée. La lecture de l'absorbance est faite à 510 nm. La gamme étalon est préparée avec la catéchine à des concentrations croissantes allant de 50 à 500 mg/l. Les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en mg d'équivalent catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

2.3.3. Détermination des tanins condensés

En présence d'acide sulfurique concentré, les tanins condensés se dépolymérisent et par réaction avec la vanilline se transforment en anthocyanidols de couleur rouge spécifique, mesurable par spectrophotométrie (Sun et al., 1998). Une prise de 50 µl de l'extrait convenablement dilué est mélangée avec 3 ml de vanilline (4 %), puis additionnés de 1.5 ml de HCl concentré. Après 15 minutes de repos, l'absorbance est mesurée à 500 nm. La gamme étalon est préparée avec de la catéchine à des concentrations allant de 50 à 600 mg/l. Les teneurs en tanins condensés sont exprimées comme pour les flavonoïdes en mg équivalent catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

2.4. Tests in-vitro de l'activité antioxydante

2.4.1. Estimation de l'activité antioxydante totale

L'activité antiradicalaire ou antioxydante repose sur la détermination d'une concentration conférant l'efficacité à un extrait donné. Cette méthode quantitative consiste à réduire les ions Mo^{6+} en Mo^{5+} par les extraits de la plante ainsi que la formation du complexe (phosphate/ Mo 5+) de couleur verte à un pH acide (Prieto et al., 1999). Une prise de 200 µl d'extrait de plante est ajoutée à 2 ml de la solution à pH acide contenant de l'acide sulfurique (H_2SO_4 ; 0.6M), du phosphate de sodium (NaH_2PO_4, H_2O; 28 mM) et de l'heptamolybdate d'ammonium ($(NH_4)6MO_7O_{24},4H_2O$; 4mM). Le mélange est ensuite incubé à 95°C pendant 90 min. Après refroidissement à la température ambiante, l'absorbance est mesurée à 695nm. L'activité antioxydante totale est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

2.4.2. Mesure de l'activité antiradicalaire (test DPPH)

L'activité antiradicalaire est mesurée par la dégradation du DPPH : 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl, qui est un radical synthétique présentant une intense coloration violette. La couche électronique de ce radical est saturée en contact d'antioxydants, ce qui explique la disparition de sa coloration. Cette décoloration explique le pouvoir de l'extrait de la plante à piéger ce radical, qu'on peut détecter par un spectrophotomètre-UV. L'estimation de cette activité antiradicalaire est mesurée selon la méthode de Hanato et al. (1988). Un aliquote de 1ml de l'extrait à différentes concentrations, est mélangé avec 250 µl d'une solution de DPPH (0.2 mM). Après agitation vigoureuse du mélange, il est conservé au repos pendant 30 min à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 517 nm à

l'aide d'un spectrophotométre-UV visible, en se référant à un témoin sans extrait. L'activité antiradicalaire est estimée en pourcentage d'inhibition grâce à la formule suivante :

$$PI = (DO_{témoin} - DO_{extrait} / DO_{témoin})*100$$

PI : pourcentage d'inhibition.

$DO_{témoin}$: absorbance du témoin.

$DO_{extrait}$: absorbance de l'extrait.

La réalisation de la cinétique de cette activité a permis de déterminer les concentrations qui correspondent à 50 % d'inhibition (CI_{50}) ; la valeur de la CI_{50} la plus faible correspond à l'efficacité de l'extrait la plus élevée. La valeur de la CI50 est exprimée en µg/ml (3 répétitions pour chaque concentration).

2.4. Analyse statistique

Toutes les analyses ont été effectuées en trois répétitions. Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart-type. Les données sont analysées statistiquement en utilisant le logiciel statistique Minitab 2000. Le test indépendant « ***t*** » a été utilisé pour la comparaison des moyennes entre les groupes. L'analyse de la variance à un facteur contrôlé (ANOVA) et le test de la différence significative de ***Tukey*** ont été utilisés pour comparer les moyennes des groupes. Le niveau de signification est fixé à $p < 0.05$.

3. RESULTATS

3.1. Quantification des composés phénoliques

3.1.1. Quantification des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en milligrammes équivalent acide gallique par gramme de la matière sèche (mg EAG/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à une longueur d'onde de 760 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 01.

D'une manière générale, l'estimation de la teneur en polyphénols totaux en utilisant le réactif du Folin Ciocalteu indique que les feuilles et l'écorce de l'*Acacia ehrenbergiana* sont riches en ces molécules, cependant une variabilité intra-spécifique liée à l'organe a été notée. Les résultats obtenus indiquent que les teneurs en polyphénols totaux de l'extrait chloroformique sont très faibles et sont de l'ordre de 10.95 et 4.55 mg EAG/g MS respectivement pour les feuilles et l'écorce. L'analyse statistique a révélé que la différence dans les teneurs en polyphénols totaux entre les deux organes est significative au seuil 5%. Concernant l'extrait éthanolique, les résultats indiquent une variabilité très importante intra-spécifique en fonction de l'organe. Cet extrait, exhibe les valeurs les plus importantes surtout au niveau des feuilles où nous avons enregistré une concentration en polyphénols totaux de l'ordre de 133.89 mg EAG/g MS, cependant l'écorce ne renferme que 36.27 mg EAG/g MS. La fraction aqueuse est placée en deuxième position, après l'extrait éthanolique en matière de concentration en polyphénols totaux, où nous avons enregistré des valeurs de 53.17 mg EAG/g MS pour les feuilles et 45.44 mg EAG/g MS pour l'écorce. Statistiquement cette variabilité intra-spécifique liée à l'organe est significative au seuil 5%.

3.1.2. Quantification des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en mg d'équivalents catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 510 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 01. Comme pour les polyphénols, l'extrait chloroformique exhibe les teneurs les plus faibles en flavonoïdes, ces valeurs sont de l'ordre de 2.35 mg EC/g MS pour les feuilles et de 1.6 mg EC/g MS pour l'écorce. L'analyse statistique n'a révélé aucune variabilité significative entre les deux organes pour cet extrait. Concernant l'extrait éthanolique, il présente les valeurs les plus importantes avec une concentration en flavonoïdes égale à 64.61 mg EC/g MS pour les feuilles, tandis que l'écorce ne renferme que 11.25 mg EC/g MS. L'analyse de la variance a révélé que la variabilité intra-spécifique liée à l'organe est significative au seuil 5%.

3.1.3. Quantification des tanins condensés

La teneur en tanins condensés de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en mg d'équivalents catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 500 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 01. Les résultats des teneurs en tanins condensés ne suivent pas les mêmes tendances enregistrées pour les polyphénols totaux et les flavonoïdes. Nous constatons que la teneur la plus élevée en tanins condensés est enregistrée pour l'extrait aqueux

de l'écorce avec une concentration de 2.35 mg EC/g MS. L'extrait éthanolique de l'écorce renferme aussi une quantité importante en tanins qui est de l'ordre de 1.19 mg EC/g MS, cette teneur n'est statistiquement pas différente de celle enregistrée pour les feuilles de la même fraction.

3.2. Evaluation du pouvoir antioxydant

3.2.1. Capacité antioxydante totale

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en milligrammes d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 695 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 02.

Pour l'extrait chloroformique, les valeurs de l'activité antioxydante totale sont très faibles et sont de l'ordre de 0.45 mg EAG/g MS pour les feuilles et 0.32 mg EAG/g MS pour l'écorce. Selon l'analyse statistique, il n'existe pas de variabilité intra-spécifique liée à l'organe pour cette fraction. Concernant l'extrait éthanolique, il donne des résultats très appréciables où nous avons noté des valeurs de 68.67 et 35.34 mg EAG/g MS pour les feuilles et l'écorce respectivement. Pour cet extrait la variabilité intra-spécifique est significative entre les deux organes où les feuilles de l'extrait éthanolique donnent le meilleur résultat sur l'ensemble des fractions étudiées. De même pour l'extrait aqueux, l'activité antioxydante totale enregistrée pour les deux organes est très appréciable. Les feuilles et l'écorce exhibent respectivement des activités totales de l'ordre de 40.5 et 45.24 mg EAG/g MS. L'analyse de la variance a révélé une variabilité intra-spécifique liée à l'organe où l'écorce enregistre la meilleure valeur pour cette fraction.

3.2.2. Capacité de piégeage du radical libre DPPH

A l'instar de la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante totale, les résultats de l'activité antiradicalaire mettent en évidence une variabilité entre les extraits des feuilles et écorce. A des fins comparatives, les deux organes (feuille et écorce) de l'*Acacia ehrenbergiana*, ont montré une activité antiradicalaire avec des CI_{50} différentes (tableau 02). Pour les feuilles, la fraction éthanolique est la plus active avec une CI_{50} de l'ordre de 113.63 µg/ml suivie par l'extrait aqueux avec une valeur de 116.56 µg/ml et en dernier, l'extrait chlorofrmique qui est le moins actif avec une CI_{50} de l'ordre de 140.95 µg/ml. Pour l'écorce, la fraction aqueuse est la plus active avec une CI_{50} de l'ordre de 93.51 µg/ml, suivie par l'extrait éthanolique avec une valeur de CI_{50} égale à 134.18 µg/ml. Enfin, l'extrait chloroformique est le moins actif avec une CI_{50} de 169.56 µg/ml.

4. DISCUSSION

Les végétaux présentent une grande diversité des composés phénoliques à activités antioxydantes. En effet, chez les plantes les teneurs en composés phénoliques et leur nature sont fortement modifiées sous l'action, d'une part, des facteurs externes ou exogènes qu'ils soient de natures biotiques ou abiotiques et d'autre part, des facteurs internes ou endogènes tels que les facteurs génétiques conduisant à des différences importantes entre les espèces du même genre (Ksouri et al., 2010). De ce fait, les facteurs génétiques sont considérés parmi les critères de variabilité qualitative et quantitative des teneurs en composés phénoliques. Dans cette étude, l'effet protecteur antioxydant de l'*Acacia ehrenbergiana* a été mesuré par deux méthodes in-vitro, du piégeage du radical libre et de l'activité antioxydante totale. Le contenu en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés des différents organes de cette espèce a également été évalué. Nos données montrent que l'espèce étudiée exhibe une

Tableau 01. Polyphénols totaux (mg EAG/g MS), flavonoïdes et tanins condensés (mg EC/g MS) des différents extraits de feuilles et écorce de l'*Acacia ehrenbergiana.*

Extrait	Polyphénols totaux		Flavonoides		Tanins condensés	
	Feuilles	Ecorce	Feuilles	Ecorce	Feuilles	Ecorce
Chloroforme	10.95±0,73	4.55±0,044	2.35±0,805	1.6±0,005	0.34± 0,071	0.20 ±0,005
Ethanol	133.89±0,99	36.27±0,69	64.61± 0,39	11.25±0,083	0.98± 0,033	1.19 ±0,123
Eau	53.17±0,91	45.44 ±0,76	8.00 ±0,40	20.64±0,647	0.25 ±0,06	2.35 ±0,14

Tableau 02. Activité antioxydante totale (mg EAG/g MS) et test de piégeage du radical DPPH (µg/ml) des différents extraits de feuilles et écorce de l'*Acacia ehrenbergiana.*

Extrait	Activité antioxydante totale		Test DPPH	
	Feuilles	Ecorce	Feuilles	Ecorce
Chloroforme	0.45±0,011	0.32±0, 027	140.95±0,86	169.56 ±0,41
Ethanol	68.67±0,260	35.34± 0,638	113.63±0,86	134.18 ±0,92
Eau	40.5±0,563	45.24 ±0, 0463	116.56± 0,10	93.51 ±0,73

importante variabilité intra-spécifique, liée à l'organe et au solvant d'extraction, dans son contenu phénolique ainsi que dans son activité antioxydante.

D'après les résultats obtenus, les deux organes présentent une quantité intéressante de la teneur en polyphénols totaux. Toutefois, la plus forte concentration pour les feuilles est notée pour la fraction éthanolique avec 133.89 mg EAG/g MS tandis que pour l'écorce c'est la fraction aqueuse qui enregistre la teneur la plus importante avec 45.44 mg EAG/g MS. Malgré cette différence entre les deux organes d'*Acacia ehrenbergiana*, ces résultats restent importants en comparaison avec ceux obtenus sur d'autres espèces connues pour leurs activités biologiques importantes, telle que Nigella sativa dans laquelle Bourgou et al. (2008) ont rapporté une valeur de 10.04 mg EAG/g MS. De même, Ksouri et al. (2009) ont trouvé une quantité de 34.44 mg EAG/g MS dans les feuilles de Tamarix gallica. Les valeurs de nos résultats sont également plus élevées que celles trouvées dans certaines espèces halophiles telles que Suaeda fruticosa avec 37.1 mg EAG/g MS (Oueslati et al., 2012), Cakile maritima avec 66.93 mg EAG/g MS (Ksouri et al., 2007) et Atriplex halimus avec 10.12 mg EAG/g MS (Benhammou et al., 2009). Nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus sur des extraits éthanoliques des feuilles de l'*Acacia albida* avec 100 mg EAG/g MS (Karoune et al., 2015).

Pareillement aux polyphénols totaux, la même tendance est observée pour les flavonoïdes où la valeur la plus importante pour les feuilles est notée pour la fraction éthanolique avec 64.61 mg EC/g MS, tandis que pour l'écorce, c'est la fraction aqueuse qui est la plus riche avec 20.64 mg EC/g MS. Nos résultats sont nettement plus importants que ceux obtenues sur des feuilles de deux variétés de Zea mays Aristo et Arper avec 1.11 et 1.08 mg EC/g MS, respectivement. De même, les résultats sont aussi plus importants que ceux rapportés par (Ksouri et al,. 2008) dans une espèce halophyte Mesembryanthemum crystallinum avec 0.31 mg EC/g MS.

Comme cité précédemment, les tanins condensés suivent aussi la même tendance avec 0.98 mg EC/g MS pour la fraction éthanolique des feuilles et 2.35 mg EC/g MS pour la fraction aqueuse de l'écorce. Bien que ces résultats soient faibles mais restent nettement plus élevés que ceux rapportés dans Mesembryanthemum crystallinum avec 0.06 mg EC/g MS (Ksouri et al., 2008).

Concernant les résultats de l'activité antioxydante totale, nos valeurs sont plus importantes en comparaison avec les résultats des travaux antécédents tels que ceux fait par Ksouri et al. (2009) sur Tamarix gallica dont les feuilles ont enregistré une activité totale de 14.66 mg EAG/g MS. Cette forte activité antioxydante de A. ehrenbergiana peut être attribuée à la présence de composés phytochimiques tels que les composés phénoliques (Oueslati et al., 2012). En fait, des études récentes ont montré que de nombreux polyphénols contribuent de manière significative à l'activité antioxydante totale pour de nombreux fruits et légumes (Negro et al., 2003) ainsi que pour des plantes médicinales (Borgou et al., 2008). De ce fait, la différence dans l'activité antioxydante totale entre les deux organes est probablement liée à la différence de leur composition phénolique (Jeong-Ho Lim et al., 2012).

Concernant l'activité contre le radical libre DPPH, les résultats des CI_{50} de l'*Acacia ehrenbergiana* varient de 93.51 µg/ml à 169.56 µg/ml. Nos résultats se révèlent plus importants que ceux trouvés par Subhasree et al. (2009), qui ont enregistré des valeurs de CI_{50} égales à 175 et 200 µg/ml respectivement chez les glycophytes Pisonia alba et Centella asiatica. Nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus par Karoune et al. (2016) qui ont enregistré une CI_{50} de 125 µg/ml pour les extraits éthanoliques des feuilles de l'*Acacia raddiana*.

Il est important de noter que les teneurs en polyphé-

nols totaux et en flavonoïdes sont corrélées avec l'activité antioxydante totale. En effet, dans ce sens et d'une manière générale, le pouvoir antioxydant est fortement tributaire de la concentration en composés phénoliques (Hanson et al., 2004). Ces données sont corroborées par les travaux de Trabelsi et al. (2010), qui ont montré une corrélation significative et positive entre les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante. Néanmoins dans le cas de nos résultats relatifs à l'activité contre le radical DPPH, cette relation n'est pas toujours évidente, puisqu'elle peut être non significative dans certains cas. En effet, Djeridane et al. (2006) estiment que l'existence d'une synergie entre les différents composés phénoliques peut être déterminante dans la capacité antioxydante d'une plante donnée. Ainsi cette activité ne dépend pas seulement de la teneur en polyphénols mais aussi de la structure et de l'interaction entre les différents composés.

CONCLUSION

A travers cette étude, nous nous sommes intéressés à l'étude des composés phénoliques et du pouvoir antioxydant de différents extraits de deux organes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf. L'ensemble des résultats obtenus nous ont permis d'évaluer les activités antioxydantes des feuilles et écorce de l'Acacia ehrenbergiana. Ces deux organes se sont révélés riches en composés phénoliques possédant un potentiel antioxydant important testé à travers l'activité antioxydante totale et le piégeage du radical DPPH surtout pour les extraits éthanolique et aqueux. Ces résultats sont prometteux pour d'éventuelle valorisation de cette bioressource surtout dans le domaine thérapeutique.

Références

Benhammou N, Atik Bekkara F, Tatjana KP (2009) Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. Comptes Rendus Chimie 12 : 1259-1266

Bourgou S, Ksouri R, Bellila A, Skandarani I, Falleh H, Marzouk B (2008) Phenolic composition and biological activities of Tunisian Nigella sativa L. shoots and roots. C.R. Biol 331: 48-55.

Dewanto VWX, Adom KK, Liu RH (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agriculture and Food Chemistry 50: 310-3014.

Djeridane M, Yousfi B, Nadjemi D, Boutassouna P, Stocker N (2006) Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem 97: 654-660.

Hanato T, Kagawa H, Yasuhara T, Okuda T (1988) Two new flavonoids and other constituents in licorice root their relative astringency and radical scavenging effect. Chem. Pharm 36: 1090-1097.

Hanson GT, Aggeler R, Oglesbee D, Cannon M, Capaldi RA, Tsien RY (2004) Investigating mitochondrial redox potential with redox-sensitive green fluorescent protein indicators. J. Biol. Chem 279: 13044–13053.

Iserin P (2001) Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersiey Limited, Londres.

Jeong-Ho Lim, Kee-Jai Park, Bum-Keun Kim, Jin-Woong Jeong, Hyun-Jin Kim (2012) Effect of salinity stress on phenolic compounds and carotenoids in buckwheat (Fagopyrum esculentum M.) sprout. Food Chem 135: 1065-1070.

Karoune S, Falleh H, Kechebar MSA, Halis Y, Mkadmini K, Belhamra M, Rahmoune C, Ksouri R (2015) Evaluation of antioxidant activities of the edible and medicinal *Acacia albida* organs related to phenolic compounds. Natural Product Research 29 (5): 452-454.

Karoune S, Kechebar MSA, Djellouli A, Belhamra M, Rahmoune C, Ksouri R (2015) Variability of Antioxidant Properties and Identification of Phenolic Contents by HPLC-DAD in Different Organs of *Acacia albida* and *Acacia raddiana*. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research 8 (5) : 701-709.

Ksouri R, Megdiche W, Koyro HW, Abdelly C (2010) Reponses of Halophytes to Environmental Stresses with Special emphasis to Salinity. Adv.Bot. Res 53: 117-145.

Ksouri R, Megdiche W, Debez A, Falleh H, Grignon C, Abdelly C (2007) Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte Cakile maritima. Plant Physiology and Biochemistry 45: 244-249.

Ksouri R, Falleh H, Megdiche W, Trabelsi N, Hamdi B, Chaieb K, Bakhrouf A, Magné C, Abdelly C (2009) Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L and related polyphenolic constituents. Food Chem. Toxicol 47 : 2083-2091.

Ksouri R, Megdiche W, Falleh H, Trabelsi N, Boulaaba M, Smaoui A (2008) Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. Comptes Rendues Biologies 331(11): 865–873.

Negro C, Tommasi L, Miceli A (2003) Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. Bioresource Technology 87: 41-44.

Newman DJ, Cragg GM, Snader KM (2003) Natural p roducts as sources of new drugs over the period 1981–2002. J. Nat Prod 66 (7): 1022– 1037.

Oueslati S, Ksouri R, FallehH, Pichette A, Abdelly C, Legault J (2012) Phenolic content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of the edible halophyte *Suaeda fruticosa* Forssk. Food Chemistry 132: 943–947.

Prieto P, Pineda M, Aguilar M (1999) Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. Anal. Biochem 269: 337-341.

Small E, Catling PM (2000) Les cultures médicinales canadiennes. Presses scientifiques du CNRC, Ottawa (Ontario), Canada.

Sun B, Spranger MI (2005) Review: quantitative extraction and analysis of grape and wine proanthocyanidins and stilbenes. Ciência Téc. Vitiv 20 (2): 59-89.

Subhasree B, Baskar R, Keerthana L, Lijina R, Susan R, Rajasekaran P (2009) Evaluation of antioxidant potential in selected green leafy vegetables. Food chem 15 : 1213-1220.

Trabelsi N, Megdiche W, Ksouri R, Falleh H, Oueslati S, Bourgou S, Hajlaoui H, Abdelly C (2010) Solvent effects on phenolic contents and biological activities of the halophyte *Limoniastrum monopetalum* leaves. LWT - Food Science and Technology 43: 632–639.

RESEARCH PAPER

Participation of rural women in agricultural activities in Algeria, the case of the commune of Maafa (South East Algeria)

S. Lahmadi[1], K. Bengougua[1], M. Maaoui[1], R. Zeguerrou[1], M. Belhamra[2] and Y. Halis[1]

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

2.Université Mohamed Khider, Biskra

Received 12 March 2016; Revised 15 May 2016; Accepted 2 Jun 2016

Abstract

The rural women in the South East Algeria play a pivotal role in agriculture. They are crucial for the overall success of efforts directed to agricultural development in rural areas. This paper examined the participation of rural women in agriculture activities in the region of Maafa, South East of Algeria. This work showed that, the most farm activities, in Maafa, were oriented for marketing more than for subsistence. The agriculture depends much on the presence of women. More than 50 % of workforce feminine was characterized by advanced age (more than 50 years). All the inquired rural women contribute in agriculture and animal breeding in addition to their routine household duties. Their agricultural activities are regarded as an involvement to improve the family income and farming agricultural production. Evidently, factors militating against the participation of women in agricultural production are many, and some of which are social, physical and biological in nature.

Keywords: Rural women, agriculture activities, Mâafa, Algeria.

Participation des femmes rurales dans les activités agricole en Algérie, le cas de la commune de Maafa

Résumé

Les femmes rurales dans le Sud Est d'Algérie jouent un rôle pilier dans l'agriculture, et leur participation dans le développement agricole dans les zones rurale est très important. Cet article pour but d'analyser la participation des femmes rurales dans les activités agricoles dans la région de Mâafa (Sud – Est d'Algérie). Les résultats montrent que la production agricole de la majorité des exploitations est destinée à la commercialisation plus que l'autoconsommation. Les activités agricoles utilise largement la main d'œuvre féminine. Plus de 50% de la main d'œuvre féminine se caractérisent par une tranche d'âge âgée (plus de 50 ans). Toutes les femmes rurales enquêtées participent dans les activités agricoles et les activités d'élevage parallèlement au travaux de ménage. Ces activités contribuent dans l'amélioration du revenu familial. Cependant; des facteurs sociaux, physiques et biologique pèsent sur la participation des femmes dans l'agriculture.

Mots-clés: *Femmes rurales, activités agricole, Mâafa, Algérie*

Corresponding author

Lahmadi Selwa
Email: lahmadisalwa@yahoo.fr

1.INTRODUCTION

Rural women constitute the majority (70 to 90 %) of women in developing countries. With varying degrees, they are currently significant, if often unrecognized, participants in agricultural production providing an estimated 60 to 80 % of agricultural labor in Asia and Africa, and 40 % in Latin America (Jacqueline, 1997). The African woman in rural areas is an important workforce in agriculture. In Burundi, 97.4% of the women in the age of activity contribute to the agricultural activities (Niyonkuru, 2002). In Morocco, the rural women represent 50.3% of the whole of the female population and they are responsible for most of the household in addition to agriculture and animal breeding (Zrira, 2006). In the south of Mali the women represent 70% of the agricultural workforce (GRDR, 2012). In Nigeria is the fact that rural women, more than their male counterparts, take the lead in agricultural activities, making about 60-80 % of labour force (Yemisi, 2009).

In the rural areas, the agricultural workforce is divided between the women and men. But in the majority of the countries of the world, the women are still remained invisible workers in the agriculture. However, it is shown that, the women often obtain better results to their conscientious work and to the attention which they lend to a neat management. The rural women play a key role in the household food and nutrition security, improving the incomes and the rural means of existence and the general wellbeing. Thus, they might contribute to the rural development; the experiments of international fund of agricultural development, showed the role of the woman in the rural development and the fight against poverty (FIDA, 2011), the world conference of the land reform and the rural development (Rome in 1979) devoted the integration of the rural women to the development as being one of the principal guarantors of its success (Nafaa, 1998). The estimation of the food and agriculture organization of the United Nation (FAO) demonstrated that women account for more than half the labor required to produce the food consumed in the developing world, and perhaps three- fourths in sub- Saharan Africa (Quisumbing, 1995).

In the mountainous, steppe and Saharan areas of Algeria, the rural women involve in many agricultural activities. However, women involvement has received little attention in the research literature. Indeed, rural women farmers deserve better recognition and greater appreciation of their tangible contributions to agriculture and rural development and food security (Ogunlela and Mukhtar, 2009). In this backdrop, the present study was undertaken to find out the involvement of rural women in the agricultural production system in the semi-arid rural areas of Algeria, thus supporting the integration of the rural women to the development.

The study was conducted in the commune of Maafa, where the women are known with their participations in the agricultural activities, since a long time.

2. METHODOLOGY

The present investigation was designed to study the role and participation of rural women in agricultural activities in the commune of Maafa, south-eastern of Algeria (latitude 35°18´N and longitude 005°52´E, 735.6 m above sea level). Using semi_ structured questionnaires, a survey was conducted across 10% of total households randomly selected from the rural areas. Focus group discussions, key informat interviews were conducted . ; a woman by each farm household was inquired. The information collected included households bio- data, production ressources, roles and skills,contraintes and challenges in agricultural activities of women. The data were collected personally with the help of structured pre tested interview schedule. Data so collected were statistically analyzed with the help of percentage.

3.RESULTS

In the past, the agriculture in Maafa was regarded as a principal source of income. Currently this sector became a secondary source, because of the low profitability of agriculture compared to the needs for the life. Arboriculture is the principal culture (Apricots, Olive trees, Walnut, Fig trees, Indian Fig, Pomegranate trees and Apple trees). Other cultures could be found in this region such as the market gardening and the cereals.

3.1. Presentation of the farms

About 93.94% of the farms had surfaces lower than 2 hectares. Farms having a surface between 5 and 10 hectares represent only 6.06 %. These farms were generally owners with 75.67 %, collective 18 % and 6.06 % tenant. The majority of exploitations (93.75%) were far from housing with a distance lower than 5 km. Then 6.25 % of the farms were far from housing with a distance more than 5km. The production system is dominated by the traditional cultivation system (84.85%), while the modern cultivation system represents only 6.06%, the remainder of the exploitations

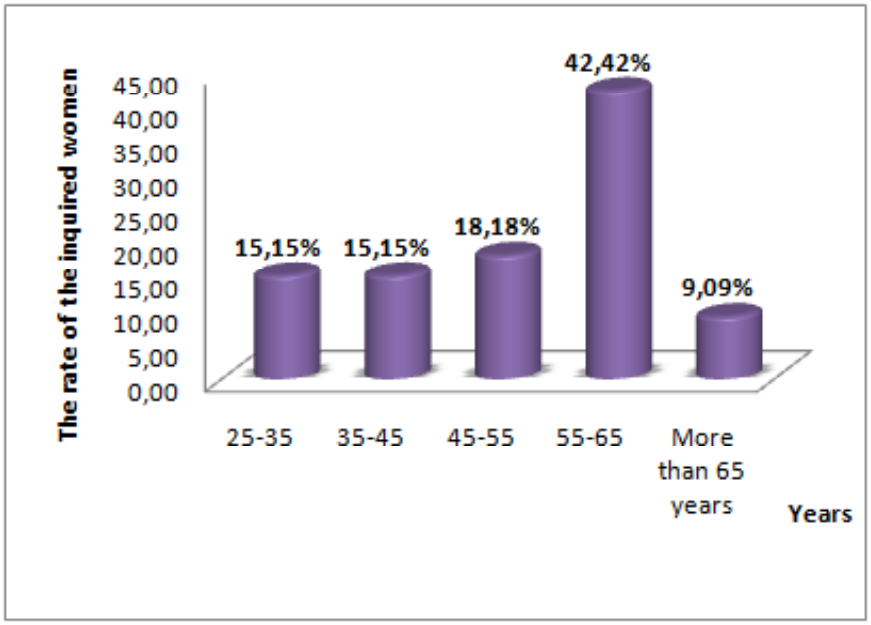


Fig. 01: The ages of the inquired women.

is characterized by the modern and traditional cultivation system. Man is the major responsible of the farm (more than 87%). The widowed women are also taken care by the responsibility of their farms.

The agriculture produces especially the apricots, where 84.85% of the farms are intended for marketing more than the subsistence farming, while 12.12% of the farms ensure just the subsistence farming.

3.2. General situation of the inquired rural women

The inquired rural women were aged between 25 to more than 60 years (Fig. 1). The group of age (55 to 65 years) was most significant by 42.42% of the inquired women. The weakest group of the age was that of the old women aging more than 65 years. 72.73% of the surveyed women were married, 6.06% devoured, 6.06% single and15.15% widows. More than 45 % of the rural women were illiterate, 3.25% had the primary studies certificate, 24.14% do not follow the primary study and 24.14 % were registered in the courses of elimination of illiteracy. All the inquired women were the responsible for the household activities, in addition to agriculture and the animal breeding.

3.3. Participation of rural women in the agricultural activities

The results of the study showed that there is a sexual division of agricultural work (Table 01). The rural woman carries her activities at the same time inside and outside the hearth. At the interior, she completes all the housework; she processes the foodstuffs and makes the craft industry. At outside, she takes part in the agricultural activities as well in the sector of the animal breeding, also she contributes in the drudgery of wood.

Table 01 indicates that the rural woman in Maafa, like the man, participates with different degrees in the various agricultural activities. Their rate of individual participation in the various activities oscillates between 3.23% and 50%. She is generally occupied by the weeding (50%) and the churning of seeds (41.65%). Their rate of participation was lower at the level of the work on the ground, fertilization, irrigation and agricultural production sale. These activities are taken in load by men.

The harvest and churning of seeds require an overall work between two sexes, and the man never takes these activities individually. A very significant rate of the co-operative work of the two sexes of certain activities was observed, such as sowing, plantation, harvest, and churning of seeds.

3.4. Participation of rural women in the animal breeding activities

The animal breeding is an old activity in Maafa. But this activity is currently not very dynamic compared to the past due to the resort to the paid works. The results of inquiry showed that 78 % of families in Maafa

have animal breeding. Each family in the commune had an average number of four goats, two ewes and / or sheep and two chickens. These types of breeding generally ensure the auto-cosumption families for the meat, fertilizer, milk and cheese. Breeding animals for principal income is rarely used by the families of the studied region.

According to the table 2, the rural woman is the major person in charge for the animal breeding with regard to the other agricultural activities. She works in maintenance, food, milking, transformation of milk into butter, cheese and natural pasture. Their rate of participation in these activities exceeds 65% and they are particularly helped by the men.

3.5. Seasonal distribution of the activities

The time devoted to each activity is very irregular according to the seasons and the activities of production and monitoring vary according to the vegetable and animal cycle. In winter she is occupied by sowing of the vegetable cultures as the garlic, faba bean, Onion, turnip, carrot and cleaning of the farm. In spring she takes part in the weeding, hoeing of the small pieces, mowing of grasses, harvesting cultures of autumn and churning. In summer, she participates in the harvest of apricots, apples, figs. In autumn the harvest of the grenades, pruning and preparation of small pieces of ground for sowing, she also contributes in the irrigation. The monitoring of the animal breeding is daily. Certain women suffer within the days as she reaches 08 hours per day in the farms in summer. The rural woman is also responsible for the food safety of her family where she has the load of the transformation and storage of food.

3.6. Constraints related to the agricultural work of the women

By nature of our occupation subjects, we are all imposed to constraints. Due to their capacity of production, women meet major and specific constraints to carry out the agricultural activities. These constraints are related to several factors:

Psychosocial factors:

- The versatility; the women are certainly obliged to leave an activity to carry out another activity.

- The incompatibility of the schedules of work and the social rhythms; When the women have children of younger ages, they prefer to occupy by them on the detriment of their agricultural activities, consequently, the day activities obligatorily will change.

- Atypical schedules; the number of working hours in a farm of large surface rises to 8h, which obliges the women to begin early the morning (06h in summer).

- The rhythm imposed by the dependence of the colleagues, since certain agricultural activities require a collective work as harvest.

- Attentional requirement; the agricultural activities

Table 1: Distribution of the agricultural activities by gender (Percent)

Activities	Man	Woman	Man and woman
Work of the ground	88.46 %	7.69 %	3.85 %
Sowing and plantation	22.22%	18.52%	59.26%
Weeding	6.25%	50.00%	43.75%
Fertilization	36.36%	18.18%	45.45%
Hoeing	33.33%	15.15%	45.45%
Harvest	0.00%	3.03%	96.97%
Irrigation	57.58%	9.09%	36.36%
Churning	0.00%	41.67%	58.33%
Participation in choosing cultures	21.43%	21.43%	57.14%
The sale	87.10%	3.23%	9.68%

Table 2: Distribution of the animal breeding activities by gender (Percent)

Activities	Man	Woman	Man and woman
feeding	8%	76%	16%
Watering	8%	76%	16%
Natural pasture	8%	76%	16%
Milking	0%	100%	0%
The mowing of grasses	4%	68%	28%

are permanent and successive then it requires a continuous follow-up.

Physical factors:

The physical load: due to several aspects; certain women pass through long ways, reaching sometimes 3km, to reach their farms or their habitats, as they carry an overload of weight, the diversity of activities to be made in not enough time,

- The exodus of the men towards the city for works puts the woman in position of head of family and obliges her to assume additional responsibilities and activities.

- Temperature extremes; Maafa is a zone presenting extreme temperatures especially in summer, and the work is surely painful there.

Biological risks:

- The presence of wild boar at the level of the commune is one of the biological risks which block the market gardening such as potato, the onion, garlic, turnip... etc.

DISCUSSION

The African continent is primarily rural; nearly 90% of its population survives of a traditional agriculture of subsistence, based on the use of a rudimentary technology and on the work of the families (Chlebowska, 1989). In Maafa the local population practices the food agriculture which frequently exceeds with marketing. All the surveyed rural women were the primary responsible for the household activities, in addition to agriculture and the animal breeding and the rural women are late compared to the urban women in the house works because of the no modern domestic equipment.

The zone being insulated far from any form of modern life, even the schools are distant or completely absent as the college. More than 45 % of the rural women are illiterate; some of them make only the primary school, because that requires a great investment and the school is not a priority in this region. In this case, the women and their daughters are condemned to remain in the hearth. Chlebowska (1998) announced that, in the majority of the African countries, more than 95% of women are illiterate.

The low rate of participation of the young women compared to the old women in agricultural activity is justified by the significant role at the house, to raise and educate the children, in parallel, the advanced age of the women farmers.

The rate 3.03% and 3.23% respectively of the women who harvest and sale the fruits without the assistance of the men is related to the women head of hearth devoured or widows whom they have farms of small surfaces.

The feminine workforce in agriculture of Maafa is an originating permanent, nonpaid; women participate in the agricultural activities since a long time like the Afghan woman in the valley of Baharak (Duchet, 2006). On the other hand, in the west of Delta of Egypt, the coastal zone of Morocco and in the area of Zaghouan in the north of Tunisia, the workforce of women is paid by the contractor farmers (Bouzidi et al, 2011). The woman in Maafa as the men is in charge of all the agricultural activities since the pruning until the sale, in contrast to the woman of the valley of Baharak in Afghanistan which is responsible for the market gardening except the potatoes that are cultivated in full field (Duchet, 2006).

We can note that, the rate of women participation is varied according to several factors. The first factor is the hardness of work; the pruning and irrigation are strong activities which are dominated by the men, thus the co-operative work of these activities is weak

to fairly weak. The second factor is the need of meticulous workforce like the weeding. The third factor is the requirement of patience to carry out certain activities like churning. Certain agricultural activities can be spread throughout the year like the maintenance of the orchards.

The culture of the apricot trees is dominant; it requires the participation of all members of the families to harvest the fruits.

Concerning the animal breeding, the activity which requires a strong patience and a daily follow-up, and because the number of head per family is weak, the woman deals much by the activities related to the animal breeding and the man considered just as an assistance. The participation in animal breeding is significant in all the tasks. However, the contribution of the women in Pakistan to carry out activities of livestock management is medium to very low compared to the other activities of livestock (Arshad, 2013). In Anand district of Gujarat state, the participation of farm women was observed more in the aspects related to milking, feeding, health care and management and less in general aspect of animal husbandry (Upadhyay,2011).

The study revealed that 100 per cent women involved in milking while in Karnataka 90 per cent women involved in milking (Rathod, 2011).

CONCLUSION

The obtained results clearly showed that the women play a very determining role in the agricultural activities in the area of Maafa. These activities are the responsibility of the men and the women. The activities of the women are especially concentrated in the animal breeding, weeding and churning of seeds, while the men activities related mainly to the ground, irrigation and sale of the agricultural production.

It may be concluded that farm women are actively involved in agricultural operations. In spite of the constraints facing their agricultural activities, the rural women are never weary of their task, in order to ensure the survival of their families.

References

Bouzidi Z, El Nour S and Moumen W (2011) Le travail des femmes dans le secteur agricole. Entre précarité et empowerment: Cas de trois régions en Egypte, au Maroc et en Tunisie. Population Council .Egypt Office. N°= 22 JUNE 2011. http://www.popcouncil.org/pdfs/wp/mena/22_fr.pdf.

Chlebowska, K (1989) Les femmes rurales africaines et l'alphabétisation. French association for the reading. Acts of reading n°28 (December 1989).

Duchet C (2006) Les femmes afghanes au cœur de l'économie rurale. Exemple d'une vallée dans le Nord de l'Afghanistan. Memory of engineer specialized in agronomy tropicale.169p http://www.urd.org/IMG/pdf/Women_s_roles_in_Baharak_valley_final_report.pdf

Arshad S, Muhammad S and Ashraf I (2013) Women's participation in livestock farming activities. The journal of animal & plant sciences. 23(1): 304-308.

Fida (2011) Les femmes et le développement rural. http://www.ifad.org/pub/factsheet/women/women_f.pdf.

Grdr (2012) Femmes rurales, genre et développement. FAO. Bulletin N° 21 – Bruxelles, February 2012.

Jacqueline A (1979) New Models for Agricultural Research and Extension: The Need to Integrate Women. USAID. http://www.fao.org/fileadmin/templates/dimitra/pdf/dim_21_f.

Nafaa R (1998) Femmes rurales marocaines et développements : Gestion des ressources. Inventaire du savoir-faire féminin dans la gestion des ressources. http://www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH017c/f03be2b3.dir/21-375-383.

Niyonkuru A (2009) Femme-agronomie-développement: Le cas du Burundi. Tropicultura.27: 253-256.

Ogunlel Y I and Mukhtar A A (2009) Gender Issues in Agriculture and Rural Development in Nigeria: The Role of Women. Humanity & Social Sciences Journal 4 (1): 19-300. http://www.lecture.org/revues_livres/actes_lectures/AL/AL28/AL28P67.pdf

Quisumbing A R, Brown LR, Feldstein HS, Haddad L. and Pena C (1995) Women: the key to food security.26p.

Rathod PK, Nikam TR, Landge S, Vajreshwari S. and Amit H (2011) Participation of Rural Women in Dairy Farming in Karnataka. Indian Res. J. Ext. Edu. 11 (2), May, 2011

Upadhya S and Desai CP (2011) Participation of farm women in animal husbandry in Anand District of Gujarat. Jcmsd. 6(2): 117-121.

Zrira S (2006) Rôle de la femme dans le secteur irrigué au Maroc. Report/ratio of the Ministry for Agriculture and fishing in Morocco. http://www.gewamed.net/share/img_documents/49_maroc_rapport_zrira.

RESEARCH PAPER

Etude de l'agrobidiversité oasienne dans les palmeraies de la région de Touggourt : Cas des cultures fourragères

A. Tirichine et A. Allam

Division Agronomie Saharienne, Institut National de la Recherche Agronomique D'Algérie (INRAA), Station expérimentale de Sidi Mehdi, Touggourt Algérie

Received 20 January 2016; Revised 30 April 2016; Accepted 18 May 2016

Résumé

Le présent travail a pour objectif la connaissance de la situation des ressources génétiques des espèces fourragères cultivées dans la région de Touggourt. L'inventaire a été conduit dans trois zones de la région : Nezla, Tebesbest et Zaouia Abidia. En totale 30 exploitations ont été échantillonnées à raison de 10 exploitations par zone. Les enquêtes entreprises ont révélé l'existence de six espèces dont deux sont typiquement fourragères : La luzerne, le chou fourrager, et quatre espèces sont utilisées localement comme fourrage : l'orge, le maïs, le mil et le sorgho. Du point de vue de la composition variétale au sein de chaque espèce, un seul type est enregistré chez toutes les espèces rencontrées. Les résultats obtenus font apparaître l'importance donnée aux cultures fourragères dont la culture de la luzerne et de chou fourrager prédominent. L'analyse statistique des résultats par la technique de classification par la méthode des nuées dynamiques a formulé des groupes d'exploitations différents à travers l'ensemble des paramètres étudiés sans mettre en évidence une variabilité interzone. Ce résultat démontre l'existence d'une homogénéité des pratiques agricoles au sein des trois zones étudiées.

Mots-clés: Agrobiodiversité, cultures fourragères, oasis, Touggourt, Algérie.

Study of oasis agricultural biodiversity in palm groves of Touggourt region: Case of forage crops

Abstract

The object of this work is to know the situation of genetic resources of forage crops at Touggourt region. The inventory was carried out in three zones of the region: Nezla, Tebesbest and Zaouia Abidia. In total, 30 farms were sampled at the rate of 10 farms by zone. The surveys undertaken revealed the practice of six species which two are typically fodder: Lucerne, fodder cabbage and four species are used locally as fodder: barley, corn, millet and sorghum. We have examined the diversity within all species; one type is recorded for each one. The results indicate the importance given to forage crops with predominance of Lucerne and fodder cabbage. The analysis of the results by statistical tool using k-means clustering method formulated different groups of farms through all studied parameters without indicating variability between zones. This result proves the similarities of cultural practices within three zones.

Keywords: *agricultural biodiversity, forage crops, oasis, Touggourt, Algeria.*

Corresponding author

Aissa TIRICHINE
Email: tissa97@gmail.com

1. INTRODUCTION

L'agriculture oasienne était une pratique ancestrale favorisant une gamme variée d'espèces et variétés ou populations de terroir. Selon Rahal Bouziane et Abdelguerfi (2007), des cultivars locaux existent et sont très anciennement cultivés dans le sud algérien mais ils restent souvent méconnus et sujets à l'oubli. Ce constat élancé a été démontré pour le cas de la région de l'Oued Righ par les enquêtes réalisées en 2010 par Rahal et al. qui ont révélé une régression alarmante des ressources phytogénétiques oasiennes accompagnée d'une perte des savoirs faire locaux. En effet, la faisabilité d'entreprendre un travail d'évaluation des ressources phytogénétiques est dûment justifiée. Les fourrages sont parmi les cultures intercalaires pratiquées sous palmier et ils sont selon Chaabena (2001) considérés comme cultures secondaires voir tertiaires dans l'Oued Righ. D'autre part Les données numériques délivrées par les services agricoles se limitent uniquement aux superficies occupées et aux productions réalisées. La situation sur les variétés et les populations locales d'intérêt fourrager et la manière de gestion de ces ressources végétales restent à identifier.

En conséquence, la présente étude vient pour remédier ce manque par la réalisation d'un inventaire des espces fourragres cultivées dans les palmeraies de la région de Touggourt tout en répondant la question qui se pose : Existe – t - il un déclin des ressources phytogénétiques oasiennes intérêt fourrager dans la région de Touggourt ?

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la région d'étude

La région de Touggourt (haut Oued Righ) fait partie de la troisime composante du Bas Sahara qui est l'Oued Righ, nommé aussi vallée de l'Oued-Righ, le pays du sable, du sel et des eaux artésiennes (BNEDER 1998). La vallée de l'Oued-Righ est située au Sud Est de l'Algérie (Fig. 01).

Le paysage agricole de l'Oued-Righ se présente en trois grands groupements de palmeraies (Dubost 2002). Chaque groupement s'est formé autour d'un grand centre de vie. Ces trois centres sont M'ghair, Djamâa et Touggourt. Ceci correspond trois régions, le Haut Oued Righ, (région de Touggourt), le Moyen Oued Righ (région de Djamaa) et le Bas Oued Righ (région de M'ghair) (Merrouchi 2009).

L'Oued Righ fait partie de l'étage bioclimatique saharien hivers froids (Fantazi et al. 1999). Beggar (2006) note que le climat est de type saharien avec une forte aridité due au manque de précipitation et au pouvoir évaporant trs élevé de l'air.

Les précipitations sont trs faibles et irrégulires. Les températures sont élevées accusant des amplitudes thermiques journalires et annuelles importantes. Les vents sont fréquents et violents et la luminosité est importante.

2.2. Méthodologie

2.2.1. Pré-enquête

C'est une étape préliminaire pour se rapprocher des agriculteurs, connaître l'état des conditions des palmeraies d'une manire générale et identifier les similarités et les disparités vis--vis des espces cultivées et des pratiques agricoles.

2.2.2. Choix des zones à étudier

En absence de limites naturelles, le zonage adopté été fonction du découpage administratif. Vu l'étendue de la région de Touggourt, l'étude se limite trois zones qui correspondent chacune une commune. Il s'agit des communes Nezla, Tebesbest, et Zaouia El Abidia.

2.2.3. Prospection

Mode d'échantillonnage

D'aprs la pré-enquête, il a été remarqué la similarité des pratiques agricoles au sein des exploitations. Ce constat laisse supposer un échantillonnage réduit. Le nombre d'exploitations examiner est limité 10 exploitations par zone. En total 30 exploitations sont enquêtées. Le choix de ces exploitations est basé sur 3 principaux critres, savoir :

- l'état d'entretien de l'exploitation, qui doit être de moyen bon état,

- pratique d'une agriculture polyvalente et diversifiée,

- présence d'un agriculteur connaisseur.

Elaboration des fiches d'enquête

Dans le but de se doter d'outils de travail facilitant la tâche lors des sorties sur terrain, deux fiches d'enquêtes sont établies. Une fiche est consacrée l'identification de l'exploitation et la seconde fiche est pour la description de l'espce fourragre cultivée et de la variété.

Dans la première fiche sont renseignés la situation de l'exploitation par apport à la zone et à la palmeraie auxquelles elle appartienne, son type, ses coordonnées géographiques, le nom de son propriétaire, sa superficie, son état général et le listing des cultures pratiquées.

La seconde fiche est plus détaillée que la première. Elle est essentiellement scindée en deux parties. La première partie traite les informations sur l'espèce elle-même (son nom vernaculaire et son appellation locale, les variétés utilisées par l'agriculteur, les variétés en régression, celles qui sont disparues et celles qui ne sont pas désirées) et la deuxième partie est destinée à la description ethnobotanique de la variété : sa commercialisation, son utilisation fourragère et le nombre de coupes par an.

Réalisation de l'enquête

L'entretien avec l'agriculteur débute par une discussion et une sensibilisation sur l'objectif de notre visite et sur nos attentes vis-à-vis du travail que nous réalisons. Le plus important dans cette discussion est de réussir à avoir la confiance de notre interlocuteur. C'est une rencontre d'échanges d'expériences et d'idées avant qu'elle soit un simple passage de collecte d'informations.

Le renseignement de la fiche avec l'agriculteur se fait d'une manière amicale sans un suivi stricte des différents points de la fiche. Des fois la réponse à certaines questions sont obtenues indirectement à travers la conversation. L'essentiel est de veiller à n'oublier aucune information sur la fiche d'une part et d'essayer à ne négliger aucune donnée offerte d'autre part.

L'estimation des superficies occupées par les cultures fourragères se fait d'une manière approximative en tenant compte des dimensions des parcelles cultivées.

En parallèle à ce travail d'enquête, et dans le but d'enrichir notre base de données et de réunir le maximum d'informations sur l'objet de notre étude, des entretiens sont effectués avec des personnes âgées qui détiennent un savoir et un savoir-faire local inestimable.

2.2.4. Etude Statistique

La méthode utilisée est la classification par la méthode des nuées dynamiques. A travers cette analyse nous obtenons k classes différentes avec la plus grande distinction possible entre elles et où les valeurs du F dans l'analyse de variance réalisée sur chacune des dimensions indiquent le degré de la discrimination

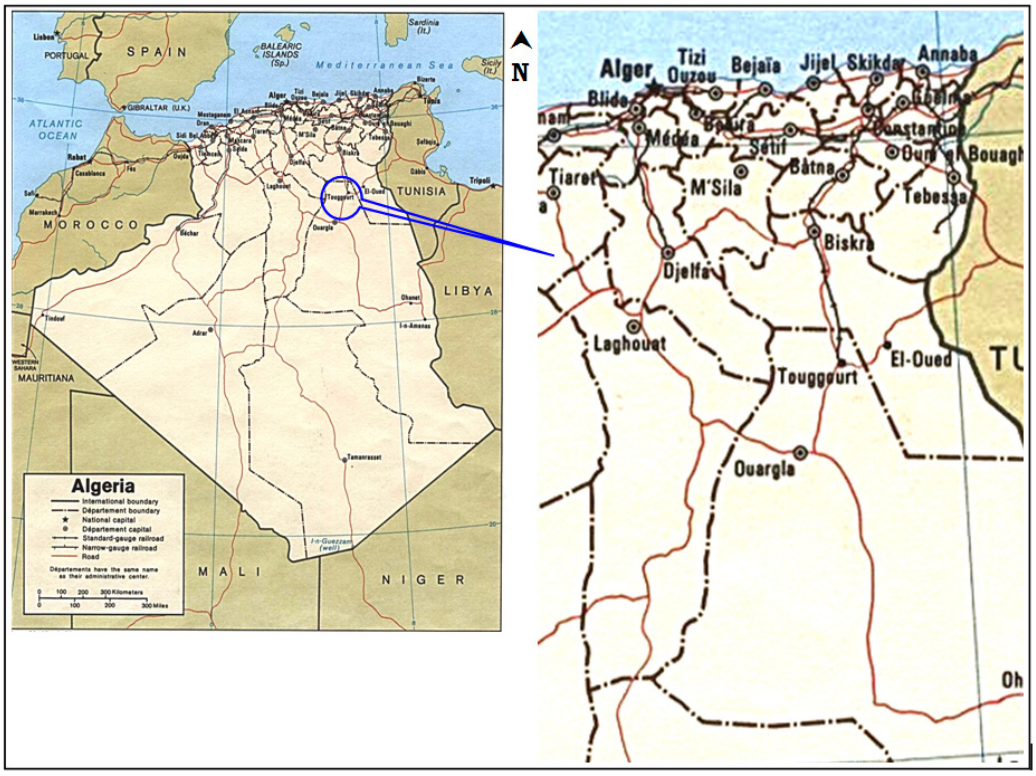


Figure 01 : Situation géographique de la région de Touggourt

des classes (Stat Soft France 1997). L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du programme Statistica 5.1.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Identification des exploitations

3.1.1. Types des exploitations

A travers les enquêtes, nous avons enregistré trois types d'exploitations à savoir : traditionnelles, traditionnelles avec extension et les exploitations de mise en valeur.

Par apport au type traditionnel, il est à signaler que dans certains cas ces exploitations sont réhabilitées ou en cours de réhabilitation par plantation de nouveaux rejets qui vont remplacer les palmiers âgés.

Le type traditionnel avec extension dit mixte, regroupe les exploitations traditionnelles qui se sont étendues par la mise en valeur des superficies avoisinantes. De même, chez cette catégorie, le rajeunissement des parcelles traditionnelles est aussi envisagé dans certaines exploitations. Ces constats justifient la dynamique que connaît les anciennes palmeraies, quoi que ralentie d'après Merrouchi (2009), et témoignent de la bonne relance de la phoeniciculture dans la région.

3.1.2. Superficie des exploitations

Les superficies des exploitations enquêtées dans les trois zones sont de petites tailles. La superficie moyenne est évaluée à 1,70 ha.

Les exploitations mixtes présentent la moyenne la plus élevée (2,22 ha). Le type traditionnel connu par ses surfaces réduites donne une valeur moyenne de 0,64 ha. La mise en valeur prend la position intermédiaire et présente une moyenne proche de celle de la région, soit 1,71 ha.

3.2. Inventaire des espèces fourragères cultivées

L'inventaire réalisé fait appel à l'évaluation de la superficie des différentes cultures fourragères pratiquées, leur diversité en espèce (diversité interspécifique) et leur composition en variétés, populations ou cultivars (diversité intra spécifique).

3.2.1. Diversité interspécifique

L'étude des espèces fourragères cultivées a révélé l'existence de six espèces réparties en trois familles botaniques (Tableau 01). Quatre espèces sont de la famille des poacées (l'orge, le mil, le sorgho et le maïs), une espèce appartienne à la famille des fabacées (la luzerne) et une espèce de la famille des Brassicacées, le chou fourrager.

Dans la reconnaissance des noms scientifiques, nous avons constaté des différences d'appellation selon les auteurs chez certaines espèces. De ce fait, il est jugé nécessaire d'insérer une colonne dans le tableau 1 pour présenter les références bibliographiques utilisées.

3.2.2. Diversité intra spécifique

A l'exception de l'orge où deux populations ou types sont signalées par l'ensemble des agriculteurs enquêtés, les autres espèces ne présentent qu'une seule population mise en culture. Des cas d'existence d'autres types chez certaines espèces fourragères sont rarement cités. En cette situation est à constater l'absence d'utilisation d'appellation variétale pour les différents types reconnus.

La nomination utilisée, fait appel à l'origine de la semence où la distinction est faite selon certaines caractéristiques de la plante ou des graines mais sans dénomination.

Chez la luzerne, certains agriculteurs ont signalé l'introduction d'autres variétés qu'elles n'étaient pas adaptées aux conditions de la région.

D'après un agriculteur, le mil existe sous 3 types selon la couleur du grain, blanc, noir ou jaune. Le dernier type donne de grains jaunes qui ressemblent à ceux du sorgho mais ils sont plus larges.

De même chez le maïs, 2 types ont été décrits par un autre agriculteur dont l'un présente des panicules larges et courtes tandis que l'autre a des épis étroits et longs.

Concernant le sorgho, deux types ont été aussi signalés. Un type appelé « Ferdi » qui donne des plants ramifiés, des panicules larges et des grains jaunes. L'autre type produit des épis étroits qui ressemblent à celle du blé, des grains blancs avec une faible ramification.

Le critère utilisé par les agriculteurs pour distinguer entre les deux types de l'orge est la présence ou l'absence de barbe sur la graine.

- Le type dit « Arbi » par la majorité des agricul-

Tableau 01 : Diversité interspécifique des espèces fourragères cultivées

Nom scientifique	Famille	Références bibliographiques	Nom vernaculaire		Appellation locale
			Français	Arabe	
Brassica oleracea L.	Brassicacées	(Rahal Bouziane 2006 ; Lakhdari et al. 2010 ; Toutain 1979)	Chou fourrager	كرنب علفي	خضرة
Hordeum vulgare L.	Poacées	(Rahal Bouziane 2006 ; Lakhdari et al. 2010 ; Toutain 1979)	Orge	شعير	شعير
Medicago sativa L.	Fabacées	(Rahal Bouziane 2006 ; Lakhdari et al. 2010)	Luzerne	فصه	فصه
Pennisetum glaucum L.	Poacées	(Rahal Bouziane 2006)	Le mil	ذرة بيضاء	بشنه
Sorghum bicolor	Poacées	(Rahal Bouziane 2006)	Sorgho		درا
Zea mays L.	Poacées	(Rahal Bouziane 2006 ; Lakhdari et al. 2010)	Maïs	الذرة / ذرة صفراء	مستورة

Tableau 02 : Classification de la superficie cultivée en fourrages par exploitation selon la méthode des nuées dynamiques

Classes	Nombre des exploitations	Surface moyenne / Classe (m²)					Test de signification
		Chou	Luzerne	Maïs	Orge	mil	
1	25	86,94	314,56	8,2	22,4	0,34	**Chou 1,41 NS** **Luzerne 123,15***** **Maïs 0,68 NS** **Orge 34,47***** **Mil 0,18 NS**
2	4	173,63	1424,75	18,75	328,5	0	
3	1	150	3105	0	705	0	

NS : la différence est non significative

***** :** la différence est très hautement significative

Tableau 03 : Classification de la surface de la culture fourragère par apport à la surface totale de l'exploitation selon la méthode des nuées dynamiques

Classes	Nombre des exploitations	Pourcentage moyen / Classe de la culture par apport à la surface totale de l'exploitation (%)					Test de signification
		Chou	Luzerne	Maïs	Orge	mil	
1	7	0,518	6,773	0,155	1,556	0	**Chou 22,07***** **Luzerne 20,95***** **Maïs 16,56***** **Orge 37,31***** **Mil 12,86*****
2	8	0,586	0,829	0,026	0,136	0,001	
3	1	15,67	16	3,33	0	0,10	
4	14	0,507	3,317	0,054	0,050	0,004	

Tableau 04 : Classification de la surface de la culture fourragère par apport à la surface totale fourragère par exploitation selon la méthode des nuées dynamiques

Classes	Nombre des exploitations	Pourcentage moyen / Classe de la culture par apport à la surface totale fourragères par exploitation (%)					Test de signification
		Chou	Luzerne	Maïs	Orge	mil	
1	10	28,65	66,05	4,03	1,22	0,06	**Chou 42,80***** **Luzerne79,57***** **Maïs1,69 NS** **Orge 32,45***** **Mil0,52 NS**
2	9	7,85	70,42	1,27	20,31	0,14	
3	2	90	0	0	10	0	
4	9	4,11	95,38	0,51	0	0	

teurs et qui signifie « arabe », présente des plants à port long avec une seule talle, des épis vigoureux et longs et des grains épais. Ce type est nommé aussi « Beldi » ou « Nsaoui ». Le mot « Beldi » veut dire qu'il est d'origine locale.

- Le type reconnu sous les noms « Amriki » possède des caractéristiques opposées à celles du premier type : plant court à plusieurs talles, des épis chétifs et des grains minces. D'autres appellations sont utilisées pour désigner ce type : « Frétissi », « Dakri » ou « Telli » qui signifie qu'il est d'origine tellienne (le nord du pays).

La culture du type « Arbi » est destinée surtout pour la production du grain alors que « Amriki » est pour la production du fourrage vert. Selon un agriculteur le deuxième type est en régression car il n'est pas sollicité.

Le travail de caractérisation des différents types rencontrés portera certainement plus de détails sur cette diversité, affirmera ou rejettera les divergences constatées.

3.2.3. Les superficies par espèce fourragère cultivée en fonction des exploitations échantillonnées

Le Tableau 02 présente un groupement des exploitations en 3 classes. La première classe se distingue par la présence des 5 cultures inventoriées et elle comporte la majorité des exploitations échantillonnées dans les trois zones. La deuxième classe est composée de 4 exploitations qui ne pratiquent pas le mil et qui présentent des surfaces importantes en luzerne comprises entre 1 059 et 1 740 m². La dernière classe est représentée par une seule exploitation dont la surface réservée à la luzerne est la plus élevée (3 105 m²) et ayant des valeurs nulles pour le maïs et le mil. Le test de signification montre une différence très hautement significative pour la luzerne et l'orge alors que pour les autres cultures (chou fourrager, maïs et mil), cette différence est non significative.

L'analyse a fait ressortir des significations différentes selon les cultures sous l'effet probablement de divers facteurs :

- Le chou fourrager, le mil et le maïs sont considérés comme cultures fourragères secondaires et

Tableau 05 : Classification de la commercialisation selon la méthode des nuées dynamiques

Classes	Espèces	Commercialisation	Fréquence d'observation (%)	Test de signification
1	Orge, sorgho, mil et maïs	faible + moyenne	13,16	**495,99*** **
2	Luzerne, orge, chou fourrager, sorgho, mil et maïs	Importante	63,16	
3	Luzerne, orge, chou fourrager, sorgho et maïs	Inconnue	23,68	

Tableau 06 : Classification de l'utilisation fourragère selon la méthode des nuées dynamiques

Classes	Espèces	Utilisation fourragère	Fréquence d'observation (%)	Test de signification
1	Luzerne, orge, chou fourrager, sorgho et maïs	En vert et foin	28,95	**699,68*** **
2	Orge et mil	En vert et grain	15,79	
3	Orge, mil et maïs	En vert, foin et grain + foin	10,53	
4	Luzerne, chou fourrager, sorgho, mil et maïs	En vert	44,73	

compte tenu de leur mode de culture (en bordure des parcelles), l'estimation de leurs superficies reste aléatoire.

- Les surfaces des cultures de mil et de maïs sont insignifiantes car la période de nos enquêtes a coïncidé avec la saison de mise en place de ces cultures.
- La luzerne et l'orge sont des principales cultures fourragères, le plus souvent en association et leurs surfaces sont très variables d'une exploitation à une autre.

3.2.4. Importance de la surface de la culture fourragère par apport à la surface totale de l'exploitation

L'importance en pourcent des superficies emblavées montre une différence interclasses très hautement significative pour les 5 cultures rencontrées (Tableau 03). En comparant le pourcentage moyen par classe, la luzerne présente les valeurs les plus élevées par rapport aux autres cultures. Le même constat a été élancé par Chaabena (2001). Il mentionne que la luzerne se distingue en premier parmi les espèces fourragères cultivées dans l'Oued Righ. La troisième classe est représentée par une seule exploitation (ZA13) dont le pourcentage par culture excepté l'orge, est plus élevé par apport aux autres classes. Ce constat s'explique par le faite que la superficie totale de cette exploitation est très faible, de l'ordre de 0,15 ha et constitue l'exemple d'une exploitation pratiquant l'agriculture intensive.

Selon Chaabena (2001), la surface allouée aux cultures fourragères est souvent inférieure à 10 % de la surface globale de l'exploitation. Une valeur nettement supérieure à la notre dont le pourcentage moyen enregistré est de 2,48 %. Les faibles pourcentages constatés montrent que les exploitations sont à vocation phoenicicole. Les autres cultures sont pratiquées en intercalaire, généralement en association dans des surfaces réduites et la production est destinée principalement à l'autoconsommation. Selon Merrouchi (2009), bien que la luzerne soit une source de revenu et d'amendement, les superficies consacrées à cette culture restent faibles par rapport à la superficie totale de l'exploitation.

3.2.5. Importance de la culture fourragère par rapport à la surface totale fourragère par exploitation

Le Tableau 04 montre un groupement des exploitations en 4 classes. Le chou fourrager, la luzerne et l'orge présentent une différence très hautement significative, par contre le maïs et le mil donnent une différence non significative. Les exploitations appartenant à la première et la deuxième classe pratiquent les 5 cultures mais la deuxième classe se distingue par le pourcentage moyen par classe important en orge, de l'ordre de 20 %. La troisième classe représentée par deux exploitations, se discrimine par le pourcentage moyen élevé en chou fourrager évalué à 90 % et par l'absence de trois cultures, la luzerne, le maïs et le mil. Dans la quatrième classe, nous constatons l'absence de culture de l'orge et le mil mais un pourcentage élevé compris entre 87,5 et 100 % de la luzerne et un pourcentage moyen par classe de 95,38 %.

Le rapport surface de la culture fourragère sur la surface totale réservée aux fourrages par exploitation s'avère le paramètre le mieux indiquant la réalité car la variabilité des pourcentages moyens enregistrés pour la luzerne, l'orge et le chou fourrager fait res-

Tableau 07 : Classification du nombre de coupes par an selon la méthode des nuées dynamiques

Classes	Espèces	Nombre moyen de coupes par an et par classe	Fréquence d'observation (%)	Test de signification
1	Luzerne, orge, chou fourrager, sorgho, mil et maïs	1,33	39,47	**404,78*** **
2	Orge, chou fourrager, sorgho et mil	3,7	26,32	
3	Luzerne et chou fourrager	15	5,26	
4	Luzerne, chou fourrager, sorgho et mil	11,45	28,95	

sortir l'importance de ces cultures au sein des classes. A titre d'exemple, les exploitants de la classe 01 se basent sur la culture du chou et la luzerne par contre ceux de la deuxième classe préfèrent l'orge et la luzerne. La quatrième classe par contre est composée des exploitations qui se basent uniquement sur la luzerne. Cette diversification des choix résulte de la différence de prise de décision de l'agriculteur qui est dictée essentiellement par les besoins de son cheptel familial et par le marché. Jarvis et al. (2000) et Campilan (2005) notent que la composition en diversité des cultures dépend surtout de la décision de l'agriculteur.

Le maïs et le mil sont en début de saison de mise en culture lors de nos prospections et présentent des pourcentages négligeables, d'où les différences non significatives observées.

3.3. Description ethnobotanique des cultures fourragères

3.3.1. Commercialisation

D'après 63,16 % des exploitants, la commercialisation de toutes les espèces fourragères rencontrées est importante. Le cas d'une commercialisation inconnue est aussi signalé chez les 6 cultures fourragères rencontrées mais avec une fréquence d'observation moindre de 23,68 % (Tableau 05). La commercialisation de l'orge, le sorgho, le mil et le maïs est jugée faible et moyenne. La distribution en classe des exploitations est faite selon les trois situations de commercialisation et la différence interclasse est très hautement significative.

La différence interclasse est très hautement significative du fait que l'appréciation des agriculteurs vis à vis de la commercialisation des espèces fourragères est différente d'une personne à une autre.

Le premier groupe où les agriculteurs jugent que les quatre espèces (orge, sorgho, mil et maïs) présentent un commerce faible et moyen sont ceux qui se basent uniquement sur l'autoconsommation, alors que le commerce est envisagé occasionnellement en cas d'un surplus.

Notons que la luzerne et le chou fourrager qui sont des principales espèces ne sont pas cités dans cette classe du faite que les quantités produites sont destinées pour le cheptel familial. Par contre la troisième classe où les agriculteurs n'ont pas d'idée sur la commercialisation des espèces fourragères, suppose que toutes les quantités produites sont justes pour subvenir leurs propres besoins. Les agriculteurs appartenant à la deuxième classe qualifient la vente de toutes les espèces importante. Leurs exploitations sont de type mise en valeur ou mixte à superficie importante avec des jeunes plantations du palmier dattier. Pour mieux valoriser leur terrain, ces exploitants occupent l'espace entre les jeunes palmiers par des cultures de rente notamment la luzerne et l'orge. En plus de l'objectif du gain de revenues, Chaabena (2001) mentionne que cette pratique permet de couvrir le sol, limiter les pertes d'eau par percolation et par évaporation et enrichir le sol.

3.3.2. Utilisation fourragère

L'utilisation fourragère en vert est constatée chez toutes les espèces fourragères rencontrées et elle est représentée dans les quatre classes engendrées par l'analyse statistique (Tableau 06). La quatrième classe se distingue par l'utilisation uniquement en vert dont la fréquence d'observation est la plus élevée, de l'ordre de 44,73 %. La discrimination entre les trois premières classes est contrôlée par les différentes combinaisons des trois utilisations fourragères en vert, en foin et en grain. La différence entre les classes est très hautement significative.

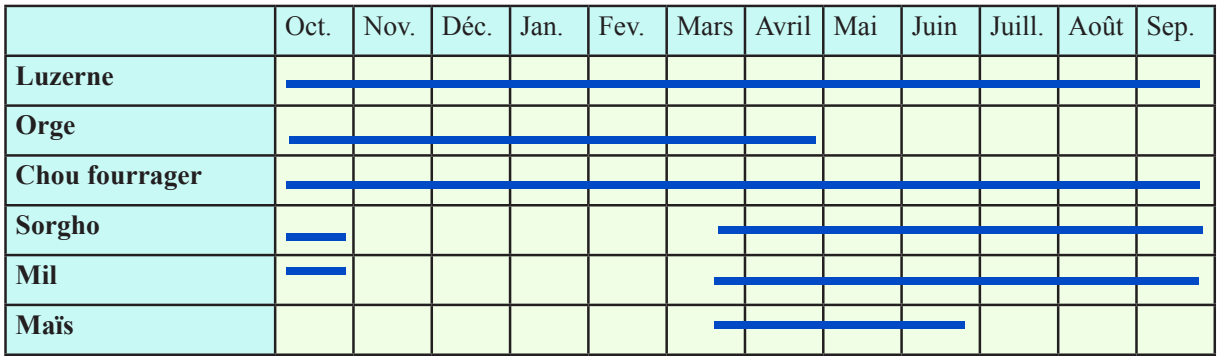


Figure 02 : Distribution des ressources fourragères en fonction des mois et selon les conditions naturelles de la région du Touggourt

L'analyse fait montrer une utilisation fourragère variable selon les agriculteurs et l'exploitation en vert est la plus dominante. Les conditions climatiques de la région permettent la culture de certaines espèces fourragères durant toute l'année, tels que le chou fourrager et la luzerne, la production du vert est continue dans le temps (Fig. 02) et la conservation du fourrage s'avère donc inutile.

La distribution des ressources fourragères en fonction des mois (Fig. 02) indique une disponibilité du fourrage en vert fauché durant toute l'année. Une période d'excès de production pourra se poser et elle s'étale sur presque trois mois, d'avril au juin.

3.3.3. Nombre de coupes par an

L'analyse statistique a révélé une signification très hautement significative entre les 4 classes constituées (Tableau 07). Le chou fourrager connaît les quatre valeurs moyennes calculées. La fréquence d'observation la plus élevée (39,47 %) correspond à la première classe dont le nombre de coupe varie de 1 à 2 coupes par an et elle concerne les 6 cultures rencontrées. La quatrième classe qui concerne la luzerne, le chou fourrager, le sorgho et le mil, présente une moyenne de 11,45 coupes par an et des valeurs comprises entre 10 et 12 coupes par an. En conditions expérimentales de la région d'Adrar, les populations oasiennes de la luzerne donnent d'après Bouaboub et al. (2008), huit à neuf coupes en moyen par an.

La variabilité constatée pour le nombre de coupe semble être à l'origine de deux facteurs :

- Les conditions climatiques : durant le printemps et l'été la croissance de la plante s'accélère sous l'effet de l'augmentation des températures, ce qui demande des fauches à intervalle de temps réduit, engendrant ainsi une augmentation du nombre de coupes. Chez la luzerne, Bouaboub et al. (2008) mentionnent qu'en conditions de fortes températures les populations oasiennes raccourcissent le cycle et atteignent le stade floraison en un temps plus court. Selon les mêmes auteurs, ces populations maintiennent leur activité végétative en période automnale et estivale, ce qui induit un nombre de coupe élevé. Ils notent que la fréquence des coupes et la vitesse de repousse des plantes dépendent de la température, de l'irrigation et de la variété.
- Le stade de coupe d'une espèce diffère d'un agriculteur à un autre, chez la luzerne par exemple, certains préfèrent la faucher avant la floraison pour coïncider avec la période des bons prix au marché, d'autres fauchent au stade optimum (début floraison) et d'autres cessent de faucher à partir du mois de mars pour la production des semences. Par contre d'après Bouaboub et al. (2008), une coupe très précoce pénalise le rendement des coupes suivantes et la pérennité de la culture, par ailleurs, le rendement augmente quand on retard le stade de récolte.

CONCLUSION

Le travail d'inventaire entrepris a pour objectif de déceler la situation des ressources phytogénétiques fourragères cultivées dans les trois zones de la région de Touggourt : Nezla, Tebesbest et Zaouia Abidia.

Concernant les exploitations échantillonnées, elles sont réparties en 3 types ; le traditionnel, la mise en valeur et le mixte. Les superficies sont très hétérogènes et les tailles moyennes sont de 0,46 ha pour le type traditionnel, de l'ordre de 1,71 ha pour la mise en valeur et de 2,22 ha pour le type mixte.

Dans les trois zones enquêtées, les cultures fourragères sont représentées par 6 espèces selon les agriculteurs : la luzerne, le chou fourrager, l'orge, le maïs, le mil et le sorgho. La diversité intra spécifique est à étudier pour décerner les différences de types qui ont été déclaré chez certaines espèces.

La classification par la méthode des nuées dynamiques a décelé différentes situations de regroupement des exploitations en classes. L'effet de zone a été masqué et la composition des classes n'a pas fait ressortir de distributions selon les zones enquêtées. Ce résultat pourrait être dû au zonage appliqué qui est fonction du découpage administratif et démontre aussi l'homogénéité des pratiques agricoles au sein des trois zones étudiées.

Selon les résultats obtenus, la diversité agricole des espèces à intérêt fourrager montre une forte dégradation où chaque culture est représentée par une seule population et dont l'urgence s'impose pour sauver ce qui reste. En premier, un travail de comportement et de caractérisation des différents phénotypes rencontrés est à envisager afin de soulever les ambiguïtés et de mettre en évidence la composition réelle en variétés ou populations des différentes spéculations. D'autre part, les actions de préservation de cette diversité menacée devront être prises à l'égard des agriculteurs qui détiennent un savoir et un savoir faire dans la gestion des ressources phytogénétiques. Un travail pourra être envisagé en collaboration avec ses

agriculteurs pour relancer les techniques de sélection paysanne en vue de renouveler cette diversité, l'évaluer et l'améliorer.

References

Beggar H. (2006). La biomasse phoenicicole ; un savoir-faire local à promouvoir « cas de la région de l'oued Righ «. Mémoire de fin d'étude. Département des sciences agronomiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie. 126 p.

BNEDER. (1998). Etude du plan directeur général de développement des régions sahariennes. Indicateurs de développement. Tome 02 : monographie régionale. Ouargla. Algérie. CDARS. 255p.

Bouaboub K., Abdelguerfi A., Mossab M. et Hifdi H. (2008). Comportement de variétés et populations de la luzerne perenne (Medicago sativa L.) dans la région d'Adrar. Actes du colloque international sur l'aridoculture : Optimisation des productions agricoles et développement durable. Tome 2 : 241-249.

Campilan D. (2005). Gestion par les agriculteurs de la diversité de la patate douce dans un système de subsistance en évolution. Exemple du centre de Luçon, Philippines. In : International Potato Center. Users' Perspectives with agricultural research and development. Conservation et utilisation durable de la biodiversité agricole, Guide de référence. Los Banos. Laguna. Philippines. Vol. 1 : 245-251.

Chaabena A. (2001). Situation des cultures fourragères dans le sud est septentrionale du Sahara algérien et caractérisation de quelques variétés introduites et populations sahariennes de luzerne cultivée. Thèse de magister, INA, El Harrache, Algérie. 139 p.

Dubost D. (2002). Ecologie, aménagement et développement agricole des Oasis Algériennes. Biskra. Algérie. Ed CRSTRA. 423p.

Fantazi K., Ababsa F.S., Ferroukhi S.A., Achour A.F., Merrouchi L. (1999). La vallée d'Oued Righ : une problématique, une approche, une tentative de diagnostic. Actes des deuxièmes journées scientifiques de l'INRAA sur l'agriculture saharienne : Quel prospective pour l'agriculture saharienne ? 91-100.

Jarvis D.I., L. Myer H. Klemick L. Guarino, M. Smale, A.H.D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit and T. Hodgkin. (2000). A Training Guide for in Situ Conservation on-farm. Version 1. Rome. Italy. International Plant Genetic Resources Institute. 190p.

Lakhdari K. et Kherfi Y. (2010). L'agrobiodiversité oasienne : un potentiel à promouvoir et à préserver. Revue des Régions Arides. 24 : 142-152.

Merrouchi L. (2009). Caractérisation d'un agro système oasien, évolution et perspectives de développement. Thèse de magister. Département des sciences agronomiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie. 86 p.

Rahal Bouziane H. (2006). Fourrages cultivés des oasis du Touat, Gourara et Tidikelt : caractéristiques ethnobotaniques, morphologiques et valeur alimentaire. Algérie. Edition INRAA. 42p.

Rahal Bouziane H et Abdelguerfi A. (2007). Caractéristiques agronomiques et morphologiques d'orges oasiennes (Hordeum vulgare L.) de la région d'Adrar (Algérie). Recherche Agronomique. 19 : 7-13.

Stat Soft France. (1997). Statistica pour windows. Manuel du programme. France.

Toutain G. (1979). Eléments d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. France. Cellule des zones arides, INRA France. Imprimerie Jouve. 277p.

RESEARCH PAPER

Essais de lutte biologique in vitro par l'utilisation de *Trichoderma harzianum* et de *Trichoderma viride* contre *Ascochyta rabiei*, agent de l'anthracnose du pois chiche en Algérie

I.E. Benzohra[1,2], B. S. Bendahmane[2], M. Youcef Benkada[2]

1. Station du Milieu Biophysique de la Saoura, Béchar - Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Campus Universitaire B.P. 1682 RP, 07000 Biskra, Algérie.
2. Laboratoire de Protection des Végétaux (LPV), Département d'Agronomie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Mostaganem, Algérie.

Received 20 May 2016; Revised 09 Jun 2016; Accepted 15 Jun 2016

Résumé

Cette étude porte sur l'évaluation de l'effet antagoniste de *T. harzianum* et *T. viride* sur la croissance mycélienne et la sporulation d'*Ascochyta rabiei*, agent causal de l'anthracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Quinze isolats d'*A. rabiei* collectés dans différentes régions du Nord-ouest algérien, sont confrontés in vitro avec l'antagoniste. Un effet inhibiteur hautement significatif variant de 20 à 68% a été observé sur la croissance mycélienne pour les deux tests effectués (confrontation directe de l'antagoniste avec le phytopathogène et confrontation à distance avec les substances volatiles émises par l'antagoniste). En ce qui concerne la sporulation (nombre de conidies et de pycnides par ml), une réduction importante arrive jusqu'à 80 % par rapport au témoin Les valeurs obtenues de la croissance mycélienne des isolats confrontés avec les deux espèces testées de *Trichoderma* sont inférieures (1,23 à 4,16 mm/j) à celles du témoin (3 à 7,5 mm/j), et les valeurs de sporulation sont aussi inférieures (10^3 conidies /ml et 82 pycnides/cm^2) à celles du témoin (10^5 conidies/ml et 200 pycnides/cm^2).

Mots-clés: *Ascochyta rabiei*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma harzianum* , antagonisme, confrontation.

In vitro biological fight by using Trichoderma harzianum and Trichoderma viride against Ascochyta rabiei, agent of the ascochyta blight of chickpea in Algeria

Abstract

This study focuses on the evaluation of antagonistic effect of T. harzianum and T. viride on mycelial growth and sporulation of Ascochyta rabiei, causal agent of ascochyta blight in chickpea (Cicer arietinum L.). Fifteen isolates of A. rabiei collected in different regions of North-west of Algeria, were confronted in vitro with antagonist. Hight significant inhibitory effect ranging from 20-68% was observed on mycelial growth for two tests (direct confrontation of the antagonist with the phytopathogen and remote confrontation with volatile substances emitted by the antagonist). Regarding sporulation (number of conidia and pycnidia), a significant reduction reaches 80% compared with the control. The obtained values of the mycelial growth for the isolates faced with the antagonists of Trichoderma are always less (1, 23 to 4.16 mm / day), than the control (3 to 7.5 mm / day), and also the sporulation values are lower (103 conidia / ml and 82 pycnidia / cm^2) than the control (105 conidia / ml and 200 pycnides/cm^2).

Keywords: Ascochyta rabiei, Trichoderma viride, Trichoderma harzianum ,antagonism, confrontation,

Corresponding author

Ibrahim E. Benzohra
Email: ibrahimelkhalil@live.fr

INTRODUCTION

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est l'une des légumineuses à graines les plus importantes du monde, elle est très riche en protéines principales pour l'alimentation des populations (Shahid et al., 2008). La production de pois chiche dans le monde a augmenté légèrement pendant les dernières décennies ; en 2009 la production a atteint 09 millions de tonnes (MT), après le haricot sec (Phaseolus vulgaris L.) à 19 MT, et le petit pois (Pisum sativum L.) à 10,3 MT (FAO, 2010). Le rendement moyen du pois chiche varie de 390 à 3600 kg/ha, selon les conditions environnementales, la gestion de la culture, l'itinéraire technique et les contraintes biotiques et abiotiques (Gan et al., 2006).

L'anthracnose, maladie provoquée par *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr., est la contrainte principale qui limite la productivité du pois chiche dans le monde (Bouznad et al., 1996 ; Khan et al., 1999 ; Kaiser et al., 2000 ; Chongo et al., 2003).

En Algérie, parmi les maladies observées sur la culture du pois chiche, l'anthracnose est la maladie la plus fréquemment rencontrée et celle qui cause le plus des dégâts (Zikara-Zine et Bouznad, 2007). Les données de plusieurs années de prospections, ont montré sa présence avec des baisses de rendement pouvant aller jusqu'à 100 % (Bouznad et al., 1996). Mabsoute et al. (1996) signalent qu'en Algérie ainsi que dans les autres pays du Maghreb, l'anthracnose reste la contrainte majeure de la culture du pois chiche.

Tous les moyens de lutte culturaux, chimiques et génétiques ont connu des limites pour diminuer les dégâts causés par ce phytopathogène (Labdi, 1995 ; Gan et al., 2006). Plusieurs recherches faites afin de trouver des lignées résistantes, n'ont donné aucun niveau stable de résistance à *A. rabiei* (Labdi, 1995 ; ICARDA, 2003).

Cependant, la lutte biologique par l'utilisation de champignons antagonistes peut être envisagée comme un autre moyen pour combattre la maladie dans le cadre d'un programme de lutte intégrée.

Dans cette étude, nous allons évaluer l'effet antagoniste in vitro de *T. harzianum* et de *T. viride* sur la croissance mycélienne et la sporulation de plusieurs isolats d'A. rabiei.

MATERIEL ET METHODES

1-Matériel fongique

1-1-L'agent phytopathogène : *Ascochyta rabiei*

Les isolats d'*Ascochyta rabiei* utilisés dans cette étude, ont été obtenus par isolement à partir des échantillons de tiges, feuilles et gousses présentant des symptômes de l'anthracnose (Tableau 01).

1-2-L'antagoniste : *T. harzianum et T. viride*

Deux souches de deux espèces de l'antagoniste *T. harzianum* et *T. viride* ont été fournies par le Laboratoire de Protection des Végétaux (LPV), de l'Université de Mostaganem.

2-Méthodes

2-1-Purification et conservation des isolats d' *A. rabiei*

Les isolats sont conservé dans des boites de Petri contenant le milieu de culture CDA (Chickpea Seed Meal Dextrose Agar) (Dolar et al., 1994). Ces isolats sont maintenus dans le milieu dans l'étuve à une température de 20±2 °C (Jamil et al., 2002).

2-2-Effet antagoniste sur la croissance mycélienne d'*A. rabiei*

2-2-1-Confrontation directe

Nous avons effectué la méthode de Howell (2003) pour évaluer l'action inhibitrice de *Trichoderma* sur la croissance mycélienne d'*A. rabiei*. Nous déposons diamétralement dans des boîtes de Pétri contenant 15 ml de milieu de CDA, deux explants opposés de 5 mm de diamètre issus de colonie d'A. rabiei et de *Trichoderma* (Fig.01). Quatre répétitions sont réalisées. Les témoins sont constitués de colonies d'*A. rabiei* dans des boites de Pétri en absence d'antagoniste. La croissance mycélienne des isolats d'A. rabiei est évaluée par la mesure du rayon des colonies pendant 7 jours.

2-2-1-1-Evaluation de la croissance mycélienne

Pour l'estimation de la croissance mycélienne, la technique utilisée est celle indiquée par Kuçuk et Kivanç (2003). Cette méthode consiste d'abord à mesurer la croissance mycélienne linéaire journalière des colonies jusqu'au septième jour, selon la formule suivante:

$L = (D - d) / 2$

L : Croissance mycélienne (mm) ; D : Diamètre de la colonie (mm) ; d : Diamètre de l'explant (5mm).

Les moyennes de la vitesse de croissance mycélienne sont calculées par la formule suivante:

$V(mm/j) = \sum (Ln - Ln\text{-}1) / n$

V : Vitesse de la croissance mycélienne (mm/j),

Ln , Ln-1 … Croissances mycéliennes pendant le jour n.

Le taux d'inhibition (%), est calculé par la formule de Kuçuk et Kivanç (2003) comme suit :

$TI (\%) = (Lt - L) \times 100 / Lt$

TI : Taux d' inhibition (%).

Lt : Diamètre de la zone de croissance mycélienne journalière du témoin en mm.

L : Diamètre de la zone de croissance mycélienne journalière des isolats d'*A. rabiei* en présence de l'antagoniste (*T. harzianum et T. viride*) en mm.

2-2-2-Confrontation indirecte (test de substances volatiles)

Cette technique consiste à déposer au centre de chaque boîte de Pétri contenant le milieu de culture CDA (Chickpea Seed-Meal Dextrose Agar) un explant de 5mm de diamètre prélevé à partir de colonies de *Trichoderma* et *A. rabiei*. La boite inférieure contenant *Trichoderma* est scellée avec une autre contenant le phytopathogène, par une bande de para film de façon à éviter toute contamination et toute perte de gaz (Fig. 2) (Camporota, 1985). Quatre répétitions sont faites avec un témoin.

2-3-Effet antagoniste sur la sporulation d'*A. rabiei*

Pour évaluer la sporulation de l'agent phytopathogène A. rabiei sous l'effet des deux antagonistes *T. harzianum* et *T. viride*, nous avons utilisé la méthode de Kuçuk et al. (2007) qui est basée sur le comptage des spores et leurs appareils sporifères (pycnides). Cette méthode consiste à compter la concentration des conidies par ml et les pycnides par cm^2. Le comptage se fait diagonalement au microscope à l'aide de la cellule de *Malassez*. Si le comptage est en dessous de 6 spores par carreau, on compte les 25 carreaux.

x : Compte moyen de 25 carreaux (comptage pour 5 carreaux multiplié par 5).

Alors pour trouver la concentration par ml de la dilution utilisée, il faudra faire :

$$x \times 10^4 = C \text{ spores / ml}$$

Si 'n' est le nombre de fois dilué, alors la concentration de spores dans la solution originale sera égale à:

$$C' \times 10^n = C \text{ spores / ml}$$

n : Nombre de dilutions ;

C' : Solution diluée ;

C : Solution originale.

En ce qui concerne les pycnides, on compte la densité des pycnides de la colonie fongique microscopiquement par cm^2 (Kuçuk et al. 2007). On dénombre ces pycnides par un prélèvement de 5 explants mesurant 5mm de diamètre chaque explant a une surface de 0.20 cm^2 estimée par la formule de la surface du cercle suivante :

$S = \pi \times R^2$

Avec :

S : surface en cm^2 ; R : Rayon de l'explant (=0.25 cm); π : 3.14

Pour obtenir la surface égale à $1cm^2$, on a :

$S = 3.14 \times 0.25^2 = 0.19625 \text{ cm}^2$

Donc, la densité des pycnides par cm^2 s'agit de leur somme dans les 5 explants, on peut compter la densité des pycnides par cm^2.

2-4-Analyse statistique

Le dispositif utilisé est une randomisation totale unifactorielle avec le test de Newman et Keuls ($P_{0,05}$ et $P_{0,01}$). L'analyse a été faite à l'aide du logiciel STAT BOX 6.0.4. (GRIMMERSOFT).

RESULTATS

1-Effet de l'antagoniste sur la croissance mycélienne d'*A. rabiei*

1-1-Confrontation directe

L'analyse statistique des résultats montre un effet hautement significatif de l'action antagoniste de *T. harzianum* et *T. viride* sur la croissance mycélienne des isolats d'*A. rabiei* ($P < 0.01$) (Tableau 2). En effet, on constate que la croissance mycélienne de l'agent phytopathogène chez le témoin est toujours plus im-

Tableau 1: Isolats d'Ascochyta rabiei avec leur origine et date d'isolement.

Isolats	Origines	Dates d'isolement
At0108	Ain Témouchent	Mars 2008
Sba0108	Didi Bel Abbés	Mars 2008
Sba0208	Didi Bel Abbés	Mars 2008
Msc0108	Mascara	Avril 2008
Ad0108	Ain Defla	Avril 2008
Mos0108	Mostaganem	Juin 2008
Mos0208	Mostaganem	Juin 2008
Msc0208	Mascara	Novembre 2008
Msc0308	Mascara	Novembre 2008
Msc0408	Mascara	Novembre 2008
At0208	Ain Témouchent	Novembre 2008
At0308	Ain Témouchent	Novembre 2008
Rel0109	Relizane	Septembre 2009
Rel0209	Relizane	Septembre 2009
Rel0309	Relizane	Septembre 2009

portante par rapport à celle obtenue en en présence de l'antagoniste. Nous remarquons que les moyennes de la croissance mycélienne des isolats d'*A. rabiei* sous l'effet de *Trichoderma* (avec création d'une zone d'inhibition) (Fig.03), sont toujours inférieures (1.23 et 4.16 mm/j) que celles du témoin (2.93 à 7.50 mm/j) (Fig. 04). Cette réduction est suivie par un arrêt complet de la croissance.

Selon le tableau 2, nous remarquons que le taux d'inhibition est très important pour la plupart des isolats (20 à 68%) (Fig. 4). Cela, explique l'existence d'une action inhibitrice sur la croissance mycélienne d'*A. rabiei* par *Trichoderma*.

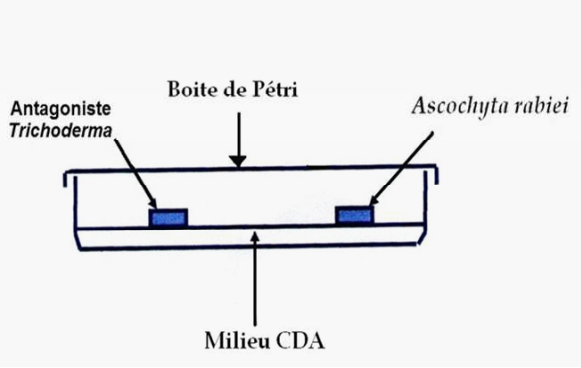


Fig. 1 : Technique de confrontation directe.

1-2-Confrontation à distance

Les résultats montrent un effet hautement significatif de l'action de *T. harzianum* et *T. viride* sur la croissance mycélienne des isolats d'*A. rabiei* (P <0.01). En effet, la croissance mycélienne (1,25 à 7,5 mm/j) des isolats d'*A. rabiei* est toujours inférieure à celle du témoin (2,93 à 7,50 mm/j) (Tableau 3).

Les valeurs des taux d'inhibition (20 à 80%) montrent qu'il existe un effet inhibiteur sur la croissance mycélienne de l'agent phytopathogène par les substances volatiles émises par *Trichoderma* (Fig. 5).

2- Effet de l'antagoniste sur la sporulation d'*A. rabiei*

Les résultats montrent aussi un effet hautement significatif (P <0.01), de l'action inhibitrice de la sporulation d'*A. rabiei* sous l'effet des antagonistes *T. harzianum* et *T. viride* (Tableau 04). Nous remarquons que la concentration des conidies et des pycnides chez les isolats d'*A. rabiei* confrontés avec les antagonistes est toujours inférieure par rapport au témoin (Tableau 04), avec un taux d'inhibition près de 100% (Fig. 06). Cette importante inhibition nous indique que l'effet antagoniste des espèces de *Trichoderma* étudiées sur l'inoculum primaire ou secondaire (sporulation), peut jouer un rôle primordial sur le potentiel de la maladie et sur le processus de l'infection et de l'épidémiologie de l'agent phytopathogène.

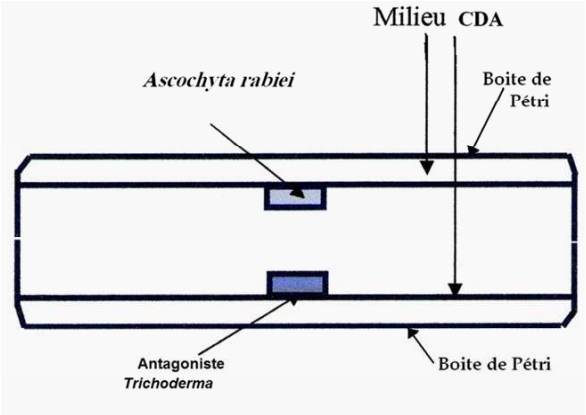


Fig. 2: Technique du test des substances volatiles (Confrontation indirecte).

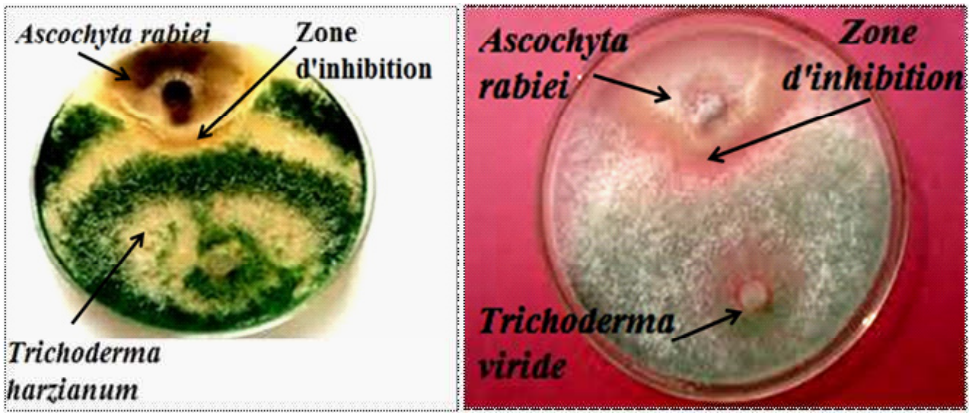


Fig. 3: Effet antagoniste de Trichoderma sur la croissance mycélienne d'*A. rabiei.*

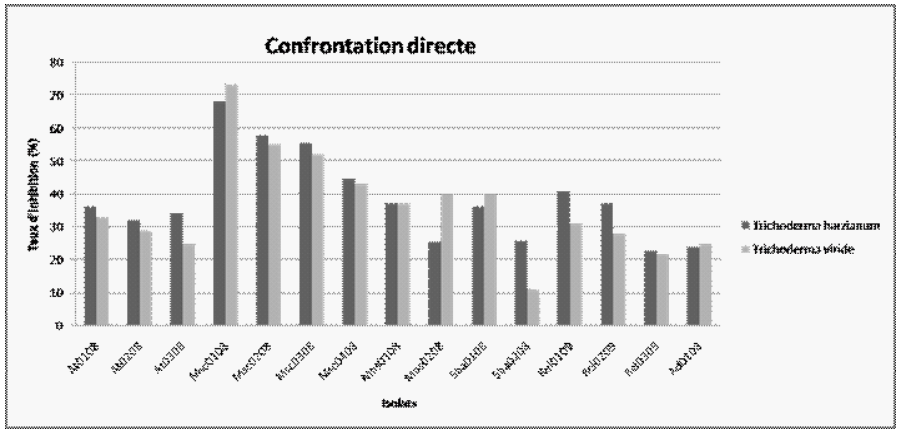


Fig. 4 : Taux d'inhibition (TI) de la croissance mycélienne de *A. rabiei* sous l'effet de T. harzianum et de *T. viride.*

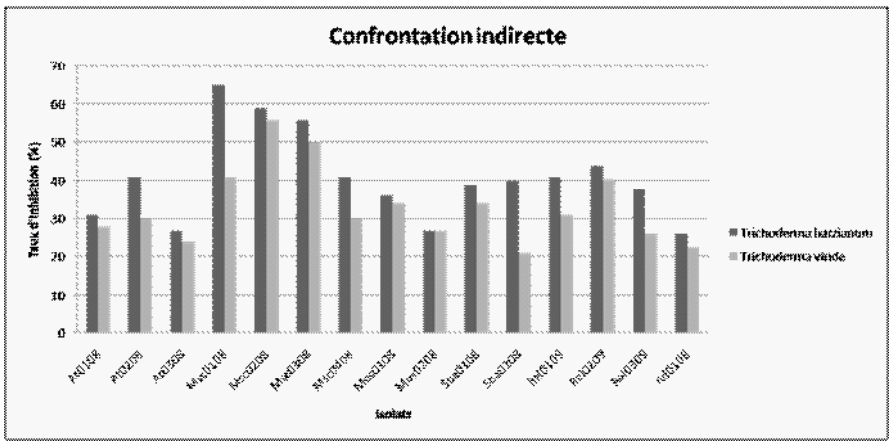


Fig. 5 : Taux d'inhibition (TI) de croissances mycéliennes d'*A. rabiei* sous l'effet des substances volatiles de *T. harzianum* et de *T. viride.*

Tableau 2 : Moyennes de croissance mycélienne (mm/j) des isolats d'*A. rabiei* confrontés avec *T. harzianum* et *T. viride.*

Croissances mycéliennes (mm/j) (Moy ± σ)			
Isolats	**Témoin (mm/j)**	***A. rabiei* confronté avec *T. harzianum* (mm/j)**	***A. rabiei* confronté avec *T. viride* (mm/j)**
At0108	$3,43^{a} \pm 0,4$	$2,2^{b} \pm 0,26$	$2,3^{b} \pm 0,2$
Sba0108	$3,1^{a} \pm 0,1$	$1,96^{b} \pm 0,15$	$1,86^{b} \pm 0,1$
Sba0208	$3,36^{a} \pm 0,15$	$2,46^{b} \pm 0,05$	$2,26^{b} \pm 0,15$
Msc0108	$3,86^{a} \pm 0,32$	$1,23^{b} \pm 0,25$	$1,03^{b} \pm 0,2$
Ad0108	$5,06^{a} \pm 0,11$	$3,83^{b} \pm 0,76$	$3,8^{b} \pm 0,76$
Mos0108	$4,06^{a} \pm 0,05$	$2,56^{b} \pm 0,4$	$2,56^{b} \pm 0,4$
Mos0208	$3,53^{a} \pm 0,25$	$2,63^{b} \pm 0,15$	$2,13^{b} \pm 0,25$
Msc0208	$3,46^{a} \pm 0,25$	$1,46^{b} \pm 0,2$	$1,56^{b} \pm 0,2$
Msc0308	$2,93^{a} \pm 0,11$	$1,3^{b} \pm 0,17$	$1,4^{b} \pm 0,1$
Msc0408	$7,5^{a} \pm 0,5$	$4,16^{b} \pm 0,76$	$4,26^{b} \pm 0,66$
At0208	$3,06^{a} \pm 0,11$	$2,06^{b} \pm 0,11$	$2,16^{b} \pm 0,21$
At0308	$3,43^{a} \pm 0, 2$	$2,26^{b} \pm 0,05$	$2,56^{b} \pm 0,15$
Rel0109	$5,06^{a} \pm 0,11$	$3^{b} \pm 0,5$	$3.5^{b} \pm 0,5$
Rel0209	$4,9^{a} \pm 0,36$	$3,1^{b} \pm 0,28$	$3,5^{b} \pm 0,2$
Rel0309	$4,06^{a} \pm 0,11$	$3,13^{b} \pm 0,11$	$3,15^{b} \pm 0,2$
F calculé		**19,55****	
C.V.		**05,3%**	

C.V. : Coefficient de variation ; * Effet Significatif (P≤0,05) ; ** Effet hautement significatif (P≤0,01) ; σ : Ecart type ; Moy : Moyenne.

Tableau 3 : Moyennes de croissance mycélienne (mm/j) des isolats d'A. rabiei confrontés indirectement avec *T. harzianum* et *T. viride* (Effet des substances volatiles).

Croissances mycéliennes (mm/j) (Moy ± σ)			
Isolats	**Témoin (mm/j)**	***A. rabiei confronté avec T. harzianum (mm/j)***	***A. rabiei confronté avec T. viride (mm/j)***
At0108	$3,33^{a} \pm 0,4$	$2,3^{b} \pm 0,26$	$2,4^{b} \pm 0,6$
Sba0108	$3,2^{a} \pm 0,1$	$1,94^{b} \pm 0,16$	$2,09^{b} \pm 0,26$
Sba0208	$3,76^{a} \pm 0,12$	$2,26^{b} \pm 0,10$	$2,96^{b} \pm 0,11$
Msc0108	$3,56^{a} \pm 0,32$	$1,25^{b} \pm 0,24$	$2.1^{b} \pm 0,1$
Ad0108	$5,17^{a} \pm 0,13$	$3,84^{b} \pm 0,74$	$4^{b} \pm 0,5$
Mos0108	$4,11^{a} \pm 0,06$	$2,61^{b} \pm 0,42$	$2,7^{b} \pm 0,45$
Mos0208	$3,63^{a} \pm 0,25$	$2,63^{b} \pm 0,20$	$2,65^{b} \pm 0,25$
Msc0208	$3,36^{a} \pm 0,25$	$1,36^{b} \pm 0,2$	$1,45^{b} \pm 0,25$
Msc0308	$3,0^{a} \pm 0,11$	$1,31^{b} \pm 0,16$	$1,5^{b} \pm 0,5$
Msc0408	$7,15^{a} \pm 0,5$	$4,19^{b} \pm 0,86$	$5^{b} \pm 0,5$
At0208	$3,16^{a} \pm 0,11$	$2,04^{b} \pm 0,12$	$2,4^{b} \pm 0,1$
At0308	$3,23^{a} \pm 0, 2$	$2,36^{b} \pm 0,15$	$2,46^{b} \pm 0,15$
Rel0109	$5,06^{a} \pm 0,11$	$3^{b} \pm 0,5$	$3.5^{b} \pm 0,5$
Rel0209	$5,9^{a} \pm 0,66$	$03,3^{b} \pm 0,28$	$03,5^{b} \pm 0,25$
Rel0309	$4,06^{a} \pm 0,11$	$2,50^{b} \pm 0,11$	$3^{b} \pm 0,5$
F calculé		**22,03****	
C.V.		**09,36%**	

C.V. : Coefficient de variation ; * Effet Significatif (P≤0,05) ; ** Effet hautement significatif (P≤0,01) ; σ : Ecart type ; Moy : Moyenne.

Tableau 04 : Effet antagoniste de *T. harzianum* et de *T. viride* sur la sporulation des isolats d'*A. rabiei.*

	Sporulation (Conidies/ml)			Sporulation Pycnides/cm^2		
	T. harzianum	*T. viride*	Témoin	*T. harzianum*	*T. viride*	Témoin
Concentration	8×10^2	10^3	10^5	79	82	200
F calculé	18,01**			15,8**		
C. V.	19,71%			16,17%		

C.V. : Coefficient de variation (%) ; ** Effet hautement significatif à 1% (P≤0,01).

DISCUSSION

Le potentiel des espèces de *Trichoderma* comme agent de lutte biologique contre les maladies des plantes a été identifié la première fois pendant les années 1930 (Howell, 2003). Pendant des années, l'antagonisme de *T. harzianum* a été étudié contre plusieurs maladies des plantes (Wells et al., 1972 ; Schirmbock et al., 1994 ; Elad et kapat, 1999 ; Yedidia et al., 1999 ; Harman, 2000 ; Sharon et al., 2001 ; Yedidia et al., 2001 ; Roco et Péres, 2001 ; Ozbay et Newman, 2004).

L'antagonisme qui existe entre les microoganismes peut être utilisé pour lutter contre les parasites phytopathogènes. Navas - Cortés (1992) et Naseby et al. (2000), ont rapporté que lorsqu'il ont enfouis le champignon *A. rabiei* dans un sol stérile il y a une production énorme de pycnides et de pseudothèces (forme sexuée) que dans un sol naturel ; il a conclu que le champignon est affecté par d'autres microorganismes saprophytes.

Wang et al. (2003) ont rapporté que le champignon antagoniste, *Trichoderma* viride influence le développement et la survie d'A. rabiei. La bactérie Rhizobium native produit un acide antifongique, qui limite le développement d'*A. rabiei* dans le sol (Khokhar et al., 2001). Au laboratoire, Dugan et al. (2005) ont trouvé que les deux formes, Ascochyta rabiei et Didymella rabiei sont inhibés par Aureobasidium pullulans et Clonostachys rosea. Ils ont signalé que l'antagoniste Trichoderma viride a la capacité d'inhiber la sporulation d'Ascochyta rabiei et les deux groupes de compatibilité du stade sexuel Didymella rabiei, MATI-1 et MATI-2.

Elad (2000) a signalé que *T. harzianum* attaque les champignons phytopathogènes par mycoparasitisme et production d'antibiotiques. Ce mycoparasitisme se fait à l'aide des appressoria qui se fixent à la surface des cellules des champignons parasites et sucrètent des enzymes spécifiques qui lysent les parois cellulaires des parasites (Harman et al., 2004 ; Almeida et al. 2007 ; De Jaeger et al. 2011). Kuçuk et al. (2007) ont démontré que les enzymes β1,3 glucanase et chitinase sont capables d'hydrolyser les parois cellulaires des champignons parasites.

L'antibiose est un autre mode d'antagonisme effectué par *T. harzianum* et *T. viride* par la sécrétion de substances volatiles comme les glio-viridines et les glio-toxines, substances qui jouent des rôles d'antibiotiques, capables d'inhiber le développement de plusieurs deutéromycètes phytopathogènes (Howell, 2003 ; Harman et al., 2004).

Strobel et al. (2011) ont rapporté que les deux antagonistes *T. harzianum* et *T. viride* libèrent plusieurs substances volatiles comme Benzene-Ethanol, acide butanoique, acide propanoique et acide hexadecanoique, qui ont un pouvoir inhibiteur important sur le développement de *Cercospora beticola*, agent responsable de la cercosporiose de la betterave (*Beta vulgaris*), de *Sclerotinia sclerotiorum*, agent de la pourriture blanche de la carotte (*Daucus carota*), et Colletotrichum lagenarum, agent de l'anthracnose du melon (*Cucumis melo*), et du concombre (*Cucumis sativus*).

CONCLUSION

Ce présent travail qui consiste à étudier l'effet antagoniste in vitro de *T. harzianum* et *T. viride* sur la croissance mycélienne et la sporulation des isolats d'*A. rabiei* a démontré un effet hautement significatif aussi bien pour la méthode dite de confrontation directe que pour celle des substances volatiles. En ce qui concerne les isolats confrontés directement, il y a un arrêt complet de la croissance mycélienne sous l'effet de ces deux antagonistes, cet arrêt est suivi par la création d'une zone d'inhibition dès le septième jour. Ces résultats indiquent qu'il y a un effet antagoniste effectué par les espèces des *Trichoderma* étudiées sur le développement mycélien d'*A. rabiei*. Pour la sporulation de l'agent phytopathogène, un taux d'inhibition remarquable a été observé (99%),

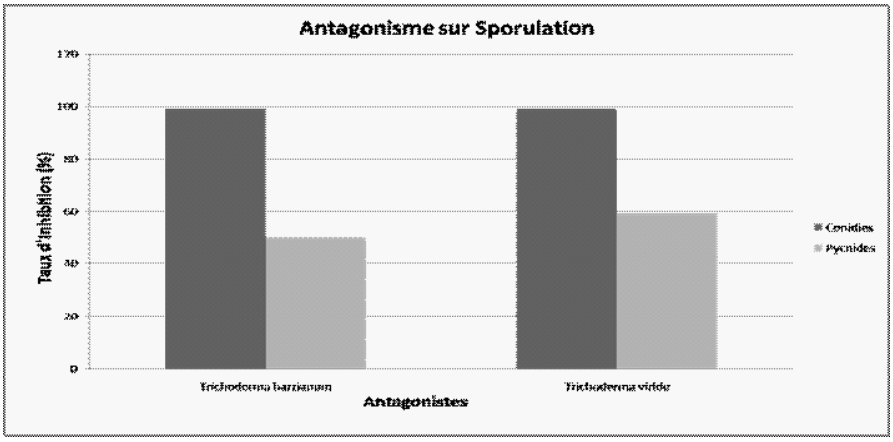


Fig.6: Taux d'inhibition (TI) de la sporulation d'A. rabiei sous l'effet des antagonistes *T. harzianum et T. viride.*

D'après ces travaux, il serait intéressant de mesurer l'effet antagoniste in situ de *T. harzianum* et de *T. viride* contre l'anthracnose sur les plantes de pois chiche ou sur semences comme traitement préventif à l'égard de l'inoculum primaire en vue d'inhiber la maladie.

Cette étude a montré l'importance des champignons antagonistes *T. harzianum* et *T. viride* contre *Ascochyta rabiei*. Ces résultats méritent d'être suivis afin d'avoir une réduction de l'incidence de l'anthracnose du pois chiche sur terrain, surtout pour le cas de notre pays où les cultivars les plus importants du pois chiche (ILC 482 (Chetoui), Flip 88-85 et ICC12-004) (Labdi, 1995), sont sensibles à l'anthracnose.

References

Almeida, F. B. D. R., Cerquiera, F. M., Silva, R. D. N., Ulhoa, C. J. et A.L. Lima. 2007. Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* strains against *Rhizoctonia solani*: evaluation of coiling and hydrolytic enzyme production. Biotechnoloy Letters 29 : 1189-1193.

Bouznad, Z., Maatougui, M E H. et M. Labdi. 1996. Importance et distribution géographique des maladies fongiques des légumineuses alimentaires en Algérie. In : Proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires, 11-14 Novembre 1996, Rabat (Maroc). Projet Mghrébin PNUD/RAB/91/007.

Chongo, G., Buchwaldt, L., Gossen, B. D., Lafon, G. P., May, W. E., Johnson, E. N. et T. Hogg. 2003. Foliar fungicides to manage ascochyta blight (Ascochyta rabiei) of chickpea in Canada. Canadian Journal of Plant Pathology 25 : 135-142.

Camporota, P. 1985. Antagonisme in vitro de *Trichoderma spp*. Vis-à-vis de *Rhizoctonia solani* Kühn. Agronomie : 05 (7), 613-620.

De Jaeger, N., Providencia, I.E., Rouhier, H.et Declerck S. 2011. Co-entrapment of *Trichoderma harzianum* and *Glomus sp*. within alginate beads: impact on the arbuscular mycorrhizal fungi life cycle. Journal of Applied Microbiology 111 : 125-135.

Dolar, F. S., Tenuta, A. et V. J. Higgins. 1994. Detached leaf assay for screening chickpea for resistance to Ascochyta blight. Canadian Journal of Plant Pathology 16: 215 – 220.

Dugan, F. M., Lupien, S. L., Hernandez-Bello, M., Peever, T. L. et W. Chen. 2005. Fungi resident in chickpea debris and their suppression of growth and reproduction of Didymelle rabiei under laboratory conditions. Journal of Phytopathology (Berlin) 153 : 431-439.

Elad, Y. et A. Kapat. 1999. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of Botrytis cinerea. European Journal of Plant pathology 105 : 177-189.

Elad, Y. 2000. Biological control of foliar pathogens by means of *Trichoderma harzianum* and potential modes of action. Plant Protection 19 : 709-714.

FAO. 2010. Production Yearbook 2009, vol.64. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Gan, Y. T., Siddique, K. H. M., Mcleod, W. J. et P. Jayakumar. 2006. Management options for minimizing the damage by *Ascochyta blight* (*Ascochyta rabiei*) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Res. 97 : 121-134.

Harman, G. E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol : changes in perceptions derived from research on Trichoderma harzianum T-22. Plant Disease 84 : 377-393.

Harman, G. E., Howell. C. R., viterbo, A., Chet, I. et M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature reviews – Microbiology 02 : 43-66.

Howell. C. R. 2003. Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases : the history and evolution of current concepts. Plant Disease 87 : 04-10.

ICARDA. 2003. Annual report of ICARDA 2003. International Center for the Agricultural research in the Dry Areas (ICARDA). pp. 33-36.

Jamil, F. F., Haq, I., Sarwar, N., Alam, S. S., Khan, J. A., Hanif, M., Khan, I. A., Sarwahr, M. et M. A. Haq. 2002. Screening of ten advanced chickpea lines for blight and wilt resistance. The Nucleus 39 (1-2): 95-100.

Kaiser, W. J., Ramsey, M. D., Makouk, K. M., Bretag, T. W., Acikgog, N., Kumar, J. et F. W. Jr. Nutter. 2000. Foliar diseases of cool season food legumes and their control. In : Knight, R. (ed.), Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21 st century. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. P. 437-455.

Khan, M. S. A., Ramsey, M. D., Corbière, R., Infantino, A., Porta – Puglia, A., Bouznad, Z. et E. S. Scott. 1999. Ascochyta blight of chickpea in Australia : Identification, pathogenicity and mating – type. Plant Pathology 48 : 230-234.

Khokhar, S. N., Khan, M. A. et M. F. Chaudri. 2001. Some characters of chickpea – nodulating Rhizobia native to thal soil. Pakistan Journal of Biological Sciences 04 : 1016-1019.

Küçük Ç. et Kivanç M. 2003. Isolation of *Trichoderma spp*. and their antifungal, biochemical and physiological features. Turk. J. Biol. 27: 247-253.

Kuçuk, Ç., Kivanç, M., Kinaci, E. et G. Kinaci. 2007. Efficacy of *Trichoderma harzianum* (Rifaii) on inhibition of ascochyta blight disease of chickpea. Annals of Microbiology 57 : 665-668.

Labdi, M. 1995. Etude de la résistance à l'anthracnose (*Ascochyta rabiei*) chez le pois chiche (Cicer arietinum L.). Thèse de Doctorat, ENSA de Montpellier, France. 143p.

Mabsoute, L., Meskine, M., Bouznad, Z. et M. Kharrat. 1996. Résultats des surveillances sur les maladies cryptogamiques des principales légumineuses alimentaires dans le Maghreb. pp : 43-50. In : Proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires, 11-14 Novembre 1996, Rabat (Maroc). Projet Mghrébin PNUD/RAB/91/007.

Naseby, D. C., Pascual, J.A. et Lynch, J.M. 2000. Effect of biocontrol strains of Trichoderma on plant growth, Pythium ultimum populations, soil microbial communities and soil enzyme activities. Journal of Applied Microbiology 88 : 161–169.

Navas-Cortés, J. A. 1992. El teleomorfo de Ascochyta rabiei en Espana ; Detection desarrollo y papel en la epidemiologia de la rabia del garbonzo (*Cicer arietinum* L.). Thèse de Ph. D. , Université de Cordoba, Cordoba, Espagne.

Ozbay, N. et S.E. Newman. 2004. The effect of the *Trichoderma harzianum* strains on the growth of tomato seedlings. Acta Horticulture 635 :131-135.

Roco, A. et L.M. Péres. 2001. In vitro biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* on *Alternaria alternata* in the presence of growth regulators. EJB Electronic Journal of Biotechnology 04 :68-73.

Schirmbock, M., Lorito, M., wang, Y. L., Hayes, C. K., Arisan-Atlac, I., Scala, F., Harman, G. E. et C. P. Kubicek. 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonistic action of Trichoderma harzianum against phytopathogenic fungi. Appl. Environ. Microbiol. 60 : 4364-4370.

Shahid, A. A., Husnain, T. et S. Riazuddin. 2008. Ascochyta blight of chickpea: Production of phytoalexins and disease management. Biotechnology Advances 26: 511-515.

Sharon, E., Bar-Eyal, M., chet, I., Herra-Estrella, A., Kleifeld, O. and Y. Spiegel. 2001. Biological control of the root-knot nematode Meloidogyne javanica by *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 91 : 687-693.

Strobel, G., Singh, S. K., Riyaz-Ul-Hassan, S., Mitchell A.M., Geary B. et Sears, J. 2011. An endophytic/pathogenicPhoma sp. fromcreosote bush producing biologically active volatile compounds having fuel potential. FEMS Microbiol. Letters 320 : 87–94.

Wang, H., Hwang, S. F., Chang, K. F., Turnbull, G. D. et R. J. Howard. 2003. Suppression of impor-

tant pea diseases by bacterial antagonists. Biocontrol Dordrecht 04 : 447-460.

Wells, H. D., Bell, D. K. et C. A. Jaworski. 1972. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol for Sclerotium rolfsii. Phytopathology 62 : 442-447.

Yedidia, I., Benhamou, N. et I. Chet. 1999. Induction of defense reponses in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent Trichoderma harzianum. Appl. Environ. Microbiol. 65 : 1061-1070.

Yedidia, I., Srivastva, A. K., Kapulnik, Y. et I. Chet. 2001. Effect of Trichoderma harzianum on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. Plant Soil 235 : 235-242.

Zikara-Zine, F. et Z. Bouznad. 2007. Virulence et groupes de compatibilité dans les isolats d'Ascochyta rabiei en Algérie. INRAAlgérie - Recherche Agronomique N° 19 : 48 – 55.

RESEARCH PAPER

La végétation steppique au profit de la phytothérapie dans la région d'El Bayadh

H. Boukerker[1], N. Salemkour[1], D. Nouasria[1], B. Benyakhlef[1], S. Nacereddine[1], K. Chalabi[1], Y. Nouidjem[1], M. Belhamra[2]

1. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSTRA - -Biskra –Algérie
2. Universié Mohamed Khider Biskra

Received 26 May 2016; Revised 07 Jun 2016; Accepted 27 Jun 2016

Résumé

Une grande diversité de plantes médicinales pousse dans les zones steppiques d'El Bayadh (Sud-ouest Algérien). Cette flore, est traditionnellement utilisée par les populations locales et surtout riveraine pour le traitement des infections génitales, diabète, maux de ventre, piqûre de scorpion et surtout contre les troubles gastro-intestinaux et le rhumatisme. Dans cet article, nous décrivons 76 espèces végétales inventoriées réparties en 25 familles. Parmi celles-ces 49 espèces médicinales (24 familles botaniques), sélectionnées après une enquête auprès de la population locale et une étude ethnopharmacologique dans la région d'El Bayadh et enfin confirmée par une recherche bibliographique. La richesse spécifique est relativement faible en ces plantes à usages thérapeutiques semble due d'une part à la méconnaissance de l'usage médicinale du reste des plantes identifiées durant la prospection, l'absence des plantes annuelles due à la sécheresse ou sans doute à la forte dégradation de nos régions steppiques de l'autre part.

Mots-clés: Plante, médicinales, steppique, traditionnelle, ethnopharmacologie, richesse, dégradation

Step vegetation in the profile of phototherapy in the region of El Bayadh

Abstract

A large diversity of medicinal plants pushes in the steppe zones of El Bayadh (Algerian South-western). This flora is traditionally used by the local populations and especially bordering for the treatment of the genital Infections, diabetes, stomach ache, scorpion stings and especially against the gastro-intestinal disorders and rheumatism. In this study, we describe 75 inventoried vegetable species divided into 25 families. Among these 49 medicinal species (24 botanical families), selected after an investigation near the local population and an ethnopharmacological study in the area of El Baydh and finally confirmed by a library research. The relatively low wealth specific of these plants to therapeutic using seems due on the one hand to the ignorance of the medicinal using of the remainder plants identified during the prospection, the absence of annual plants due to the dryness or undoubtedly to the strong degradation of our steppe areas on the other hand.

Keywords: *Plant, medicinal, steppe, traditional, ethnopharmacology, richness, degradation*

Corresponding author

Hassen Boukerker
E-mail: hboukerker@yahoo.fr

1. INTRODUCTION:

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans tous les secteurs du monde, l'histoire du peuple prouve que ces plantes ont toujours occupé une place significative dans la médecine traditionnelle, dans la composition des parfums et des préparations culinaires (UNESCO 1960). Les traditions herboristes sont, en Afrique, plus nombreuses que dans n'importe quel autre continent. Aujourd'hui des médecins travaillent souvent en étroite symbiose avec les guérisseurs (Babulka 2007).

L'utilisation des plantes dans la médecine est très ancienne et vient habituellement de la croyance qu'elles présentent une très faible toxicité du fait de leur origine naturelle. Même les animaux sauvages emploient instinctivement certaines plantes. Selon l'organisation mondiale de la santé, autour de 80 % de la population du monde emploie la médecine traditionnelle pour le soin de santé (Gomes et al. 2012). Étant donné que dans le bassin méditerranéen avec ces grandes variations climatiques du nord au sud, la steppe algérienne présente qui couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares (Nedjraoui et Bedrani 2008); forme une terre de prédilection au développement de ces plantes. L'inventaire des plantes médicinales spontanées, sub – spontanées et cultivées a été élaboré d'après les nombreux travaux de recherche de Yamani (1997) ; Felidj (1998) ; Zamri (2000) ; Small (2000) ; Izouine (2001) ; Mebarki (2002) ; Ait Oumessaoud (2002) qui ont porté sur la production d'huiles essentielles, sur le potentiel de production des métabolites secondaires et enfin sur les propriétés médicinales des plantes, en caractérisant les composés fonctionnels de végétaux méconnus (Anonyme 2003).

La biodiversité Algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces, mais l'économie algérienne n'utilise que moins de 1% de ce total. - Environ 1000 espèces présentent des vertus médicinales (60 autres espèces seraient encore inconnues) Mediouni (2000a) in (Beloued 2001).

C'est dans cette optique que notre projet de recherche se propose de développer des procédures d'évaluation fonctionnelle des écosystèmes pastoraux steppiques pour une meilleure gestion de ses ressources. Dans sa phase initiale, cette approche se limite à un diagnostic descriptif du milieu et de la végétation.

Cette étude des plantes spontanées steppique à vocation médicinale est menée dans la région d'El Bayadh. Elle s'articule auteur de trois points: dans une première phase, des relevés exhaustifs des plantes au niveau des formations steppiques les plus dominantes de la région ont été effectués (Tableau 1); par la suite une enquête est entreprise auprès de la population ayant connaissance de l'usage des plantes spontanées médicinales, et enfin les plantes inventoriées sont identifiées et classées par famille et par usage thérapeutique (tableau 02).

2. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL:

2.1 Présentation de la région d'étude:

2.1.1 Contexte physique et spécificités écologiques du terrain d'étude

Le terrain d'expérimentation, est localisé dans le territoire de la wilaya d'El Bayadh cadre dans un espace délimité en longitude par 0° (méridien de Greenwich) à 2° E et en latitude par 31°à 34°N. (Figure 01). D'après (18, 20) ce territoire est inscrit dans trois entités physiques hétérogènes dont les caractéristiques géomorphologiques et bio climatologiques ont fortement influencées la répartition de la population, il s'agit :

-Des hautes plaines steppiques au Nord qui représentent 22 % de la surface totale de la wilaya soit 877 810 ha et de 7,07 hab.\km²: c'est le domaine des grandes étendues de steppe à alfa où seuls les dayas, lits d'Oueds et piémonts enrichis d'alluvions y seraient propices aux cultures.

-De l'Atlas saharien qui ne représente que 18 % de la surface totale soit 1184 590 ha et de 11,52 hab/km². Cette entité physique la plus peuplée (50 % de la population totale).

-De la plate forme pré saharienne qui occupe la plus grande surface (environ 58 % de la superficie de la wilaya) soit 5107270 ha et de 0,91 hab.\km²) et où l'activité agricole est limitée à la partie Nord (piémonts Sud de l'Atlas Saharien au niveau des oasis).

Pour une superficie totale de 7 169 670 hectares que couvre la wilaya d'El Bayadh, 1.272 223 ha sont classés désertiques, 5.703 534 ha de parcours steppiques, 122 211 ha de forêts et maquis dont 28 400 ha de reboisement du barrage vert et 71 702 ha de superficie agricole utile (SAU) représentant un ratio de 0,29 ha\habitant ; globalement, les meilleures terres sont situées dans les oasis et les dhayas et la mise en culture des terres marginales expose les sols à une érosion accélérée accentuant la dégradation du milieu (Wael et al. 2009).

Vue la morphologie de son relief, la région d'El Bayadh présente un bioclimat du type semi aride au Nord à aride au sud, variante fraiche à froide (*sensu* Emberger) avec une pluviométrie annuelle moyenne relativement faible variant de 250 à moins de 100 mm/an (Sud) (Wael et al. 2009).

Le nord des hautes plaines sud Oranaises est plus arrosé par rapport au sud. De même la pluviosité augmente d'ouest en est (gradient longitudinal : de plus de 300 mm par ans à El Bayadh) (Ozenda 1991).

L'espace d'étude appartient à la région des hautes plaines, il fait partie de la zone steppique dans les communes de Rouggassa et commune de Stiten (Figure 03)

Par conséquent, la zone d'étude (figure 02.), retenue dans le cadre de ce travail, présente les principales caractéristiques suivantes :

- La région est classée comme zone très sensible à la désertification à cause de l'importance de l'aridité climatique, la répartition inégale de l'eau, une forte sensibilité des sols à la désertification et des contraintes liées à la situation socio-économique des populations (Surpâturage).

La surexploitation non contrôlée entraîne actuellement une dégradation rapide de ces habitats sensible (Djebaili et al. 1989), l'action anthropique a fait subir à la physionomie de la steppe depuis quelques années d'importants changements qui semblent indiquer une tendance régressive de la végétation (Aidoud 1989).

Ainsi, la sédentarisation des populations steppiques proches des points d'eau et des terrains de parcours a exercé une incidence sérieuse sur les ressources naturelles de la région. Un défrichement massif s'est produit, principalement par suite de la conversion de la steppe en terres d'agriculture et de l'exploitation non soutenable des ses produits (plantes médicinales, gibier.etc). Le surpâturage incontrôlé, le manque de sensibilisation et de vulgarisation sont aussi parmi les causes de cette régression de la biodiversité. La combinaison de ces facteurs a abouti à l'érosion des sols, la perte de leur fertilité, la désertification et une perte générale de la biodiversité spécifique de la région.

La surexploitation non contrôlée entraîne actuellement une dégradation rapide de ces groupements. Or, les éleveurs, dont une partie est encore nomadisante, ont un rôle majeur dans l'approvisionnement carné du pays. (Djebaili et al. 1989).

2.2 Enquête et échantillonnage

Pour mettre en évidence l'importance de la richesse floristique en plantes médicinales des écosystèmes steppiques et leur sens d'évolution ainsi que les principaux facteurs discriminants, nous avons entamé, un diagnostic phytoécologique, suivie de mesures sur terrain. En effet cette approche simple mais efficace s'avère très nécessaire pour atteindre nos objectifs.

Dans un premier temps, nous avons rassemblé toutes les données cartographiques nécessaires pour la réalisation des relevés de végétation dans la région étudiée. Plusieurs sorties de prospection ont été ef-

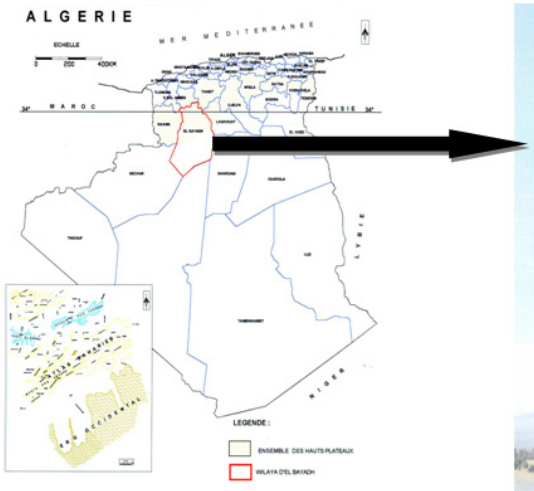


Figure 01 : Situation géographique de La wilaya d'El Bayadh

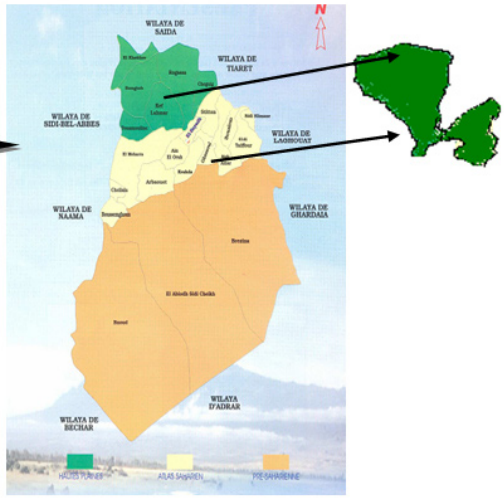


Figure 02 : Localisation de la zone d'étude wilaya d'El Bayadh

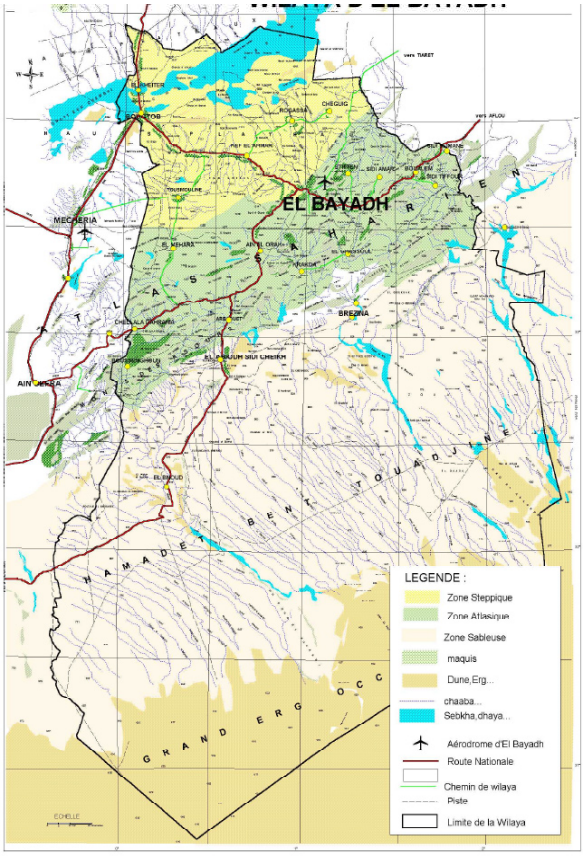


Figure 03 : Occupation des sols- wilaya d'El Bayadh

fectuées afin de préciser la valeur du plan d'échantillonnage et localiser concrètement les transects à considérer. Dans cette phase nous avons exécuté des relevés préliminaires au niveau de quelques stations représentatives situées dans les communes de (Rouggassa) et (Stiten) correspondant respectivement au trois formations végétales les plus dominantes à (*Stippa tenacissima et Artemisia herba alba*) et à (*Lygeum spartum*). Le choix de ces sites à été déterminé en superposant trois types d'informations à savoir géomorphologique, phytoécologique et pédologique. Le nombre de station est fonction du changement du couvert végétal.

Dans cette étude nous avons adopté la méthode de relevé mixte (relevé linéaire et parcelle) . Elle s'avère la méthode la plus appropriée à un inventaire biologique rapide, permettant à la fois d'avoir des données sur la composition floristique et la structure de la végétation.

L'emplacement des relevés a été déterminé après une prospection. Ils sont effectués dans des endroits jugés représentatifs, c'est-à-dire des endroits peu perturbés, floristiquement et physionomiquement homogène, et suivant la topographie.

Dans un deuxième temps, nous avons entamé une enquête ethnobotanique qui consiste en :

-Une petite enquête auprès des herboristes et les personnes âgées généralement connaisseuses de l'usage des plantes en médecine traditionnelle dans la région d'El Bayadh

-Collecte de toutes les plantes du cortège floristique des principales formations steppiques rencontrées

-Classification botanique et confirmation de l'usage des plantes en pharmacologie en utilisant des guides comme (Annonyme 1997; Direction De L'environnement 2003; Annonyme 2005; Babulka 2007, Bensaid 2006).

3. RESULTATS ET DISCUSSION :

Grâce à l'identification réalisée à l'aide de la flore et végétation du Sahara d'Ozenda (1991), les espèces spontanées à caractère médicinal de la région d'El Bayadh ont été inventoriées, classées et décrites. Cet inventaire associé à l'enquête menée auprès de la population connaissant leur usage, fait ressortir une richesse floristique de quarante neuf (49) espèces médicinales appartenant à vingt quatre familles (Tableau 2). Les familles les plus importantes sont les Composées (20.40 % des espèces recensées), les légumineuses (12.24 %), les Chénopodiacées (10.20 %), les Graminées (06.12 %), les Ombellifères avec les Borraginacées, les Caryophyllacées, les Crucifère, les Verbénacées (04.08 %) et le reste des familles chacune (02.04 %) (Figure 4).

Si on considère le nombre d'espèces utilisées en fonction des pathologies (fig. 5), avec (45) quarante-cinq espèces utilisées, les algies diverses (myalgies, arthralgies, rhumatismes) sont les indications thérapeutiques majeures. La pathologie digestive (indigestion, constipation, maux d'estomac) arrive en seconde position avec (41) quarante et une espèces. Les affection de la peau arrivent en troisième position et sont traitées par (31) trente et une espèce. Les affections internes (rein, foie, cœur, bile) et la pathologie broncho-pulmonaire (refroidissement, toux, rhume) occupent respectivement la quatrième et la cinquième position avec (27) vingt sept et (24) vingt quatre espèces.

Les indications «Affections oculaires et soins des cheveux) sont traitées par six espèces

Pathologie féminine» (stérilité, dysménorrhée, suite d'accouchement, agalactie, infections génitales) et les piqûres de (scorpion, serpent, insectes) arrivent en sixième place avec deuze espèces.

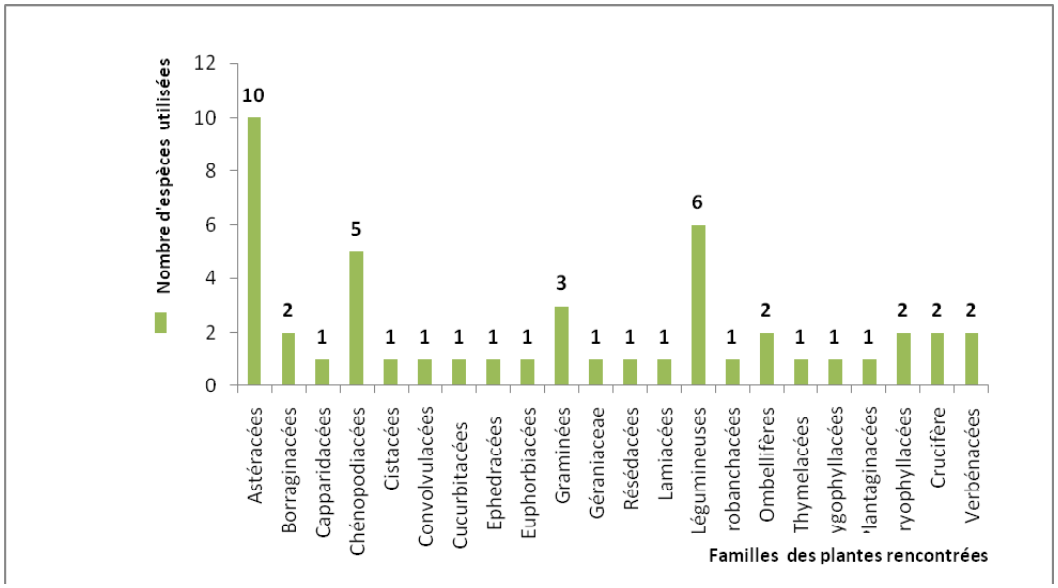


Figure 4 : Nombre d'espèces utilisées selon les familles rencontrées

Le reste des pathologies à savoir l'infections microbiennes, l'hypertension, les allergies sont soignées respectivement avec quatre, trois et deux espèces chacune.

Les algies diverses (myalgies, arthralgies, rhumatismes) apparaissent comme les affections les plus courantes dans la population d'El Bayadh. La résidence dans ce milieu caractérise par des froids prolonges, les efforts physiques importants, les modifications de la constitution du sang, mais aussi les mauvais modes alimentaires sont perçus comme causes responsables des affections surtout rhumatologiques (Lamya et Jowhhar 2006).

Pour les troubles digestifs (acidités de l'estomac, balonnement.etc), apparemment sont dus à la nature de l'alimentation de la population d'El Bayadh. C'est la conséquence d'un repas trop riche en viande. Il peut également s'agir d'un reflux œsophagien, c'est-à-dire de la remontée d'aliments en voie de digestion chargés d'acidité. Le tabac, l'excès d'épices, de viande, de graisses animales ou encore certains anti-inflammatoires sont les principaux facteurs déclencheurs.

D'autre part au vu du tableau 2 ; cette population ne semble pas affectée par les troubles nerveux et elle utilise rarement des plantes contre l'hypertension artérielle et les affections oculaires.

Cette utilisation préférentielles de certains plantes pour certains pathologies est fonction de :

- Qu'elle demeure la plus abordable, n'est pas chère et qu'elle semble efficace.

- L'indication thérapeutique majeure et commune que présentent plusieurs plantes.

- L'utilisation de la majeure partie des plantes citées par les ancêtres

- La propagation des herboristes et du savoir faire, ainsi la progression de la phytothérapie qu'a prouvée ces dernières années son efficacité pour le traitement de beaucoup de maladies

Concernant le mode d'utilisation, l'observation du tableau 2, fait ressortir l'importance des modes de préparations (Décoction, Tisane, Macération, Infusion. etc) par rapport aux autres. Cette administration orale parait une règle qui répond au mode de traitement des pathologies les plus fréquentes et semble la plus efficace. Sauf exception faite pour le traitement des affections dermiques et rhumatismales, la thérapeute traditionnelle dans la région steppique d'El Bayadh en utilisant les drogues végétales préconise la voie orale.

Donc selon la nature de la plante, de l'organe ou suivant les composés qu'elle renferme, la population sera amenée à choisir le mode de préparation qui convient.

Pour l'infusion par exemple Cette préparation ne convient qu'aux parties tendres des végétaux (feuilles, fleurs, certaines semences), par contre pour les végétaux de textures denses (bois, tiges, racines, écorce) la décoction est la préparation qui convient le mieux. La macération est se fait avec certaines graines mucilagineuses qu'on laisse macérer pendant plusieurs heures voire plusieurs jours, dans l'eau froide

Tableau 1: Les espèces spontanées steppiques recensées dans la région d' El Bayadh

N°	Nom scientifique	Famille
01	Artemisia herba alba L	Astéracées
02	Artemisia campestris L	
03	Atractylis humilis L	
04	Atractylis falva L.	
05	Atractylis serratuloides Sieber	
06	Atractylis cruciatus L	
07	Echinops spinosus L	
08	Koelpinia linearis Pallas.	
09	Launaea acanthoclada Maire.	
10	Launaea nudicaulis (L.) Hook	
11	Launaea arborescens (Batt.)	
12	Launaea resedifolia L	
13	Launaea mucronata (Forsk.)	
14	Matricaria pubescens (Desf.)	
15	Scorzonira undulata Vahl.	
16	Senecio sp.	
17	Calendula aegyptiaca (Persoon)	
18	Scabiosa sp.	Dipsacaceae
19	Trigonilla stellata (Forsk.)	Fabacées
20	Trigonilla anguina (Del.)	
21	Retama retam Webb.	
22	Ononis serrata (Forsk.)	
23	Onopordon acanthium L	
24	Melilotus indica All.	
25	Medicago laciniata Mill.	
26	Hedysarum sp.	
27	Astragalus gombiformis (Pomel)	
28	Astragalus cruciatus L	
29	Astragalus gyzensis Del.	
30	Astragalus gombo (Coss etDur)	
31	Astragalus tenuifolius (Desf)	
32	Astragalus armatus (L)	
33	Argyrolobium uniflorum Jaub. Et Spach.	
34	Aristida pungens (Desf.)	Graminées
35	Bromus rubens L	
36	Cutandia dichotoma (Forsk.)	
37	Schismus barbatus L	
38	Stipa parviflora (Desf.)	
39	Stipa tenacissima L	
40	Arnebia decumbens Vent.	Borraginacées
41	Echium humile (Desf.)	
42	Megastoma echinospermum Coss. et Durieu	
43	Anabasis articulata Moq.	Chénopodiacées
44	Atriplex halimus L.	
45	Atriplex canescens (Pursh) Nutt.	
46	Haloxylon articulatum Boiss.	
47	Noaea mucronata Forssk.	
48	Salsola vermiculata L.	
49	Cistanche tinctoria (Desf.)Beck.	Orobanchacées
50	Convolvulus supinus Coss. Et Kral.	Convolvulacées
51	Cleome arabica (L.)	Capparidacées
52	Erodium sp.	Géraniacées
53	Monsonia heliotropioides Boiss.	
54	Euphorbia sp.	Euphorbiacées
55	Euphorbia guyoniana (Boiss. et Reut)	
56	Eruca vesicaria (L.)	Brassicacées
57	Matthiola sp.	
58	Malcomia aegyptiaca Spr.	
59	Enarthrocarpus clavatus Del.	
60	Glaucium corniculatum (L) Curtis.	Papvéracées
61	Helianthemum apertum Pomel.	Cistacées
62	Helianthemum lippii (L.)	
63	Hernaria fontanesii J. Gay	Caryophyllacées
64	Paronychia mauritanica (Schult.)	
65	Hordeum murinum L	Salicacées
66	Malva aegyptiaca L	Malvacées
67	Ephedra alata Dec.	Ephédracées
68	Peganum harmala L.	Zygophyllacées
69	Marrubium deserti (De Noe)	Lamiacées
70	Plantago albicans L.	Plantaginacées
71	Reseda sp.	Résédacées
72	Salvia verbinaca (L)	Verbénacées
73	Thymelea microphylla (Coss et DR)	Thymelacées
74	Eryngium illicifolium (Lam)	Ombellifères
75	Ammodaucus leucotrichus (Coss et Dur)	

Tableau 2: Les espèces spontanées médicinales recensées dans la région d'El Bayadh et leurs usages thérapeutiques

N°	Famille	Nom scientifique	Indication	Partie utilisée	Mode d'utilisation
01	Astéracées	*Artemisia herba alba L*	Troubles digestif et respiratoire, rhumatisme, obésité, refroidissement	Feuilles, rameaux, fleurs	Macération, infusion, tisane
02		*Artemisia campestris L*	Emménagogue, vermifuge, vulnéraire, règles douloureuses, Cicatrisant, maux d'estomac	Feuilles et les sommités	Macération, infusion, décoction, cataplasme
03		*Atractylis flava L. A.babelii Hochr.*	Diurétique	Tige	Décoction
04		*Atractylis serratuloides, Sieber. A. delicatula (Batt)*	Lithiase biliaire, Désordres circulatoire	Racines	Décoction
05		*Echinops spinosus L.*	Antihémorroidaire,Circulation du sang, Diurétique, lithiase rénale	Racines et partie aérienne fleurie	Décoction
06		*Calendula aegyptiaca (Persoon)*	Blessures, Vers intestinaux, infection microbienne	Racines et partie aérienne, Fleure, Capitule, Ambelle	Macération, Tisane
07		*Matricaria pubescens (Desf.)*	Dysménorrhée, toux, affections oculaires, maux de rein, Ulcer gastrique,Gaz , Indigestion, Asthme	Feuilles et racines Fleure, Capitule, Ambelle	Macération, décoction, infusion, Tisane
08		*Launaea arborescens (Batt.)*	Purgatif, Vermifuge Diabètes, nausée et maux de gorge, le miel des fleurs est considéré fortifiant	Tige, Feuilles Racines	Infusion, Pommade
09		*Launaea nudicaulis (L.) Hook*	Désordre digestif, Fatigue, Anorexie	Feuilles	Tisane
10		*Launaea residifolia (L)*	Désordre digestif, Fatigue, Anorexie	Feuilles	Tisane
11	Borraginacées	*Arnebia decumbens (Vent)*	Antimicrobienne, Maquillages des femmes	Racines	Poudre
12		*Echium humile (Desf.)*	Tonic, calmant, toux, troubles respiratoires	Pétales	
13	Capparidacées	*Cleome arabica (L)*	Rhumatisme, Toux diurétique, Fièvre, Soins des cheveux, Arthrite rhumatoïdes	Feuille, Fruits, Partie aérienne fleurie, Plante entière, Ecorce	Infusion, Macération Décoction, Mélange, Poudre dans huile Broyer frais
14	Chénopodiacées	*Anabasis articulata Moq.*	Antidiabétique	Partie aérienne	Décoction
15		*Atriplex halimus L.,*	Blessures, Vers intestinaux, Arythmie, Froid et rhume	Feuilles, Tige feuillée	Cataplasme Décoction
16		*Haloxylon articulatum Boiss.*	Indigestion, piqûres de scorpion, dermatoses,dorsalgie.	Feuilles, rameaux, fleurs	Décoction, macération, cataplasme,pommade
17		*Hammada scoparia (Pomel)*	Arthrite Rhumatoïde, Osteoarthrite	Feuilles, Tige feuillée	Décoction
18		*Salsola vermiculata (L)*	Dermatose, Hypertension, Arythmie, Soin des cheveux, Maux d'estomac, Gastrite, Vers intestinaux, Infection microbienne	Feuilles, Partie aérienne, Fruit	Cataplasme, Décoction Poudre dans huile

Tableau 2: suite

N°	Famille	Nom scientifique	Indication	Partie utilisée	Mode d'utilisation
30		*Astragalus gyzensis Del.*	Morsure de serpent	Partie aérienne	
31		*Astragalus gombiformis (Pomel)*	Morsures de serpents et de scorpions	Partie aérienne	Décoction
32	Légumineuses	*Astragalus gombo (Coss et Dr)*	Pityriasis	Racines	Mélange
33		*Astragalus armatus (Lam)*	Morsures de serpents et de scorpions	Partie aérienne	Broyer frais
34		*Astragalus tenuifolius (Desf)*	Fatigue	Tige fleurie, Feuilles-racines	Décoction, Helminthiase
35		*Retama retam Webb.*	Rhumatisme, piqûre de scorpion, blessure, Vers intestinaux	Partie aérienne, Tige fleurie	Infusion, Poudre, Tisane, Compresse
36	Orobanchacées	*Cistanche tinctora (Desf.) Beck.*	Agalactie, maux d'estomac	Partie aérienne	Macération et décoction
37	Ombellifères	*Ammodaucus leucotrichus Coss.et Dur*	Indigestion, anorexie, allergies, palpitation, diarrhée, Fatigue, vomissement	Fruits, Graines	Décoction
38		*Eryngium illicifolium Lam.*	Désordres digestifs, Gastrites, Diurétique, Refroidissement, Arthrites rhumatoïde,Aphrodisiaque, Cat: Froid et rhume, Arthrite rhumatoïde, Gar: Laryngite, Pharyngite, Diurétique, Parasites cutanés	Racines, Tige feuillée	Décoction
39	Thymelacées	*Thymelea microphylla Coss et DR.*	Dermatose, Soin des cheveux, Alopécie, Helminthiase	Feuilles, Partie aérienne	Cataplasme,Décoction, Broyer frais
40	Zygophyllacées	*Peganum harmala L.*	Fièvre, rhumatisme	Graines et racines	Décoction, Tisane, pommade
41	Plantaginacées	*Plantago albicans L.*	Maux des reins	Fruit	
42	Caryophyllacées	*Paronychia sp.*	Affections oculaire	Partie aérienne	
43		*Herniaria fontanesii J.Gay,*	Eczema, Psoriasis	Plante entière	Cataplasme
44	Crucifère	*Eruca vesicaria (L.) Thell.*	Diurétique, vers intestinaux	Feuilles, graines	Brut, Bandage, Brut dans mets
45		*Oudneya africana R. Br.*	Désordres digestifs	Plante entière	Décoction

Tableau 2: suite

N°	Famille	Nom scientifique	Indication	Partie utilisée	Mode d'utilisation
19	Cistacées	*Helianthemum lippi (L)*	Lésions cutanées, lactation, Goutte, Arthrite rhumatoïde, Infection microbienne, Cycle irrégulier	Feuilles, Racines	Tisane, Décoction, Poudre ou compresse
20	Convolvulacées	*Convolvulus supinus (Coss. et Kral)*	Piqûre scorpion, indigestion, dermatose et infection génitale Toux, Coqueluche, Désordres digestifs, Hypertension, Cicatrisation des blessures, Hémorragie, Infection microbienne, Constipation, Hépatite, Vers intestinaux, Soin des cheveux	Racines, Feuilles, Partie aérienne, Partie aérienne nouvelle-ment fleurie, Branches fleuries	Infusion, cataplasme, Pommade, Compresse, Tisane, Décoction, Broyer frais,
21	Cucurbitacées	*Colocyntis vulgaris (L.) Schrad.*	Diabète et maux de ventre, dermatoses, piqûre de scorpion, algies rhumatoïdes, infection génitales	Fruits	Décoction, cataplasme, pommade, compresse.
22	Ephedracées	Ephedra alata Dec.	Rhume, grippe, troubles respiratoires Diabète, Asthme, Hypertension, Mas: Arthrite rhumatoïde	Feuilles et rameaux	Macération, inhalation Décoction
23	Euphorbiacées	Euphorbia guyoniania (Boiss. et Reut.)	Morsure de serpent, Vers intestinaux, Trachôme, Névralgie	Partie aérienne	Décoction, Jus
24	Graminées	*Aristida pungens (Desf)*	Constipation, maux d'estomac, indigestion, Cicatrisation des blessures; Arthrite rhumatoïde, Douleurs musculaire	Partie aérienne, Tige	Macération, tisane, Broyer frais, Poudre, Poudre dans huile
25		Lygum spartum (L)	Névralgie, Eczéma	Tige, Graines	Tisane, Décoction, Poudre, Poudre dans huile, Broyer frais
26		*Stippa parviflora (Desf)*	Vers intestinaux, Mélancolie, Fatigue, Hypercholestérolémie, Eczéma	Graines, Tige fleurie, Plante entière	Poudre dans huile, Poudre
27	Géraniaceae	*Erodium sp.*	Morsure de serpent		/
28	Résédacées	*Reseda villosa (Coss)*	Diarrhée, Spasmes et coliques, Intoxication alimentaire, Soin des cheveux, Soin du visage, Brûlure du soleil	Feuilles	Tisane, Décoction, Broyer frais
29	Lamiacées	*Marrubium deserti (De Noe)*	Toux, dysménorrhée piqûre de scorpion, allergies, Hémorroïdes Maux d'estomac, Spasmes et coliques, Vers intestinaux, Froid et rhume, Migraine et maux de tête, Asthme, Diabète, Soin des yeux	Feuilles et Rameaux, Partie aérienne fleurie, Sommité fleurie	Infusion, macération, poudre interne Tisane, Décoction, Mélange, Poudre

Tableau 2: suite

N°	Famille	Nom scientifique	Indication	Partie utilisée	Mode d'utilisation
46	Verbénacées	*Salvia verbinaca (L)*	Cicatrisation des blessures, Abcès, Brûlures de Feu, Fatigue, surmenage, Frigidité, Stérilité féminine, Grippe, Pharyngite, Angines, Douleurs dentaires, Gingivite	Feuille,Branches fleuries,	Décoction, Tisane, Infusion, Poudre, Broyer frais, Poudre dans huile
47		*Teucrium polium (L)*	Hémorragie, Cicatrisation des blessures, Maux d'estomac, Fermentation, Froid et rhume, Tumeurs cutanées	Partie aérienne	Tisane, Poudre, Broyer frais
	Malvacées	*Malva aegyptiaca (L)*	Toux, Odontalgies, Piqûre d'insectes, Brûlures de soleil, Hémorroides, Abcès, Conjonctivite, Gastralgies	Feuilles	Masque, Mélange, Infusion, Brut, Bandage, Broyer frais, Dans des mets
	Papavéracées	*Glaucium corniculatum (L) Curtis.*	Toux, Coqueluche, Hémorragie, Sédatif, Arthrite rhumatoïde; Conjonctivite	Graines, Pétales	Infusion
Total	24	49			

Les parties utilisées par ordre décroissant (tableau 2) sont respectivement les feuilles, les tiges, les racines, les graines, les fleures, les fruits, la plante entière et en fin l'écorce.

Cela peut dépend du mode d'obtention et la récolte de l'organe concerné.

Comparativement à nos résultats, une étude menée sur le Harmel wilaya de M'sila, a permis de constater que les parties végétales utilisées sont classées par ordre d'importance décroissante : les graines (38,10%), les feuilles (22,86%), les racines (18,10%), les tiges (7,62%), l'inflorescence (4,76%), la plante entière (4,76 %), et les fruits (3,8%) (Bakiri et al. 2016).

Certaines études scientifiques, en rapport avec des notions de chronobiologie, ont permis de définir le moment optimal de la récolte, afin de garantir la qualité de la matière première (Djebaili et al. 1989). Ainsi, on préfère récolter ; les racines durant le repos végétatif (automne, hiver) ; les parties aériennes, le plus souvent au moment de la floraison ; les feuilles, juste avant la floraison ; les fleurs à leur plein épanouissement, voire en bouton et en fin les graines, lorsqu'elles ont perdu la majeure partie de leur humidité naturelle.

La répartition des espèces spontanées à caractère médicinales dans la région d'El Bayadh est très irrégulière et dépend surtout de la formation dominante et de l'état de mise en défens. Ainsi les espèces indicatrices de la dégradation comme *Peganum harmala, Astragalus sp*, *Atractylis sp* .etc ; ont un spectre de distribution très large, et cela est du sans doute aux différentes formes d'adaptation que présentent ces plantes envers les différents biotopes steppiques.

Ainsi certaines espèces dites psammophytes ne se présentent que au niveau des accumulations sablonneuses tel que les steppes graminéennes à *Aristida punjens* et *Thymellaea microphyla*.

CONCLUSION

En zones steppiques algériennes ; les riveraines utilisent avant tout et parfois exclusivement la médecine traditionnelle, parce qu'elle demeure la plus abordable, n'est pas chère et qu'elle semble efficace.

Le diagnostic de la végétation a permis d'avoir d'une part des informations préliminaires sur la richesse et la diversité en plantes spontanées de ces régions (76 espèces répartis en 25 familles) et de l'autre part cette investigation nous à éclairé un aspect socioéconomique important en matière de biodiversité en plantes à usage médicinale (49 espèces répartis en 24 familles).

Ces 49 plantes médicinales non toxiques recensées dans la région d'El Bayadh, méritent d'êtres protégées, étudiées et peuvent faire l'objet de cultures intensives. Ces espèces comme elles sont utilisées en médecine traditionnelle ou en thérapie (principes actifs), elles peuvent êtres exploitées dans l'alimen-

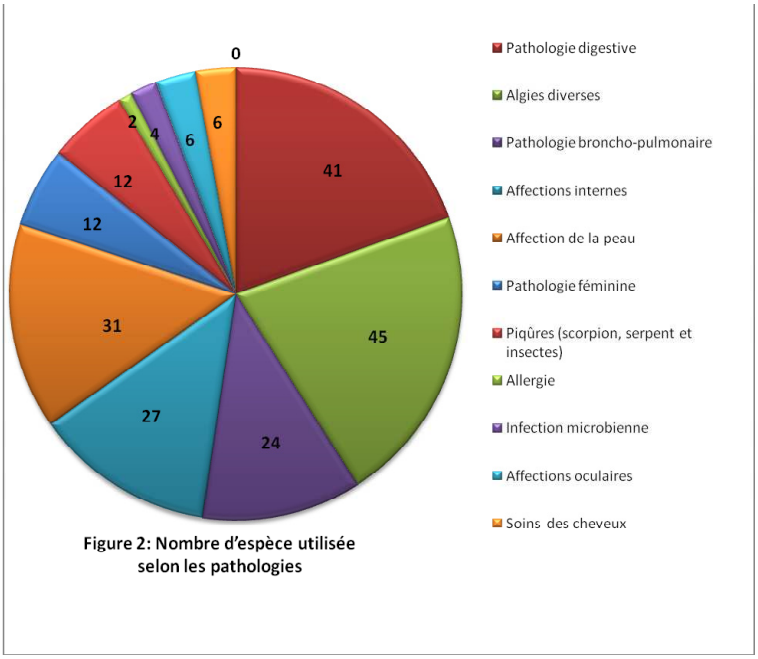


Figure 2: Nombre d'espèce utilisée selon les pathologies

Figure 5 : Nombre d'espèces utilisées selon les pathologies

tation humaine, ainsi qu'à des fins industrielles (agro – alimentaire, parfumerie, cosmétique, pharmaceutique). Ces plantes renferment des huiles essentielles et d'autres substances pouvant être utilisées en alimentation (arômes), en parfumerie (molécules odorantes) ou en cosmétique (substances traitant la peau et les cheveux).

Il est donc très important que médecine moderne et médecine traditionnelle collaborent ; afin de permettre la validation et l'amélioration des remèdes traditionnels et de pouvoir apprendre l'une de l'autre et se compléter, en faisant évoluer la recherche.

En revanche, les plantes médicinales xérophiles des zones steppiques peuvent jouer un rôle dans la mise en valeur des zones arides. Le premier effort devrait porter sur l'exploitation rationnelle des espèces steppiques, *Artemisia herba alba, Plantago albicans, Matricaria pubescens, Haloxylon articulatum* etc., en particulier sur l'amélioration des récoltes et du conditionnement, sans oublier les mesures propres à la conservation de l'espèce (protection contre le pacage abusif et la récolte destructive).

On pourrait ensuite s'intéresser aux plantes d'origine xérophytique qui sont généralement cultivées ou existantes à l'état spontané dans des régions relativement arrosées et essayer d'étendre ses dernières à des régions de climat plus aride.

Cette étude nous a montré aussi que l'écosystème steppique de la région d'El Bayadh ; reste caractérisé par un équilibre sous des influences des rapports entre organismes et populations dictés par l'aridité du climat et des ressources naturelles limitées.

Ces changements dictés par l'aridité du climat et l'action humaine s'accompagne par des grandes modifications qualitatives et quantitatives de la biodiversité surtout spécifique. Cette évolution régressive de l'écosystème steppique peut être due soit à la méconnaissance de l'utilisation pharmacologique des espèces inventoriées (Tableau n° 1), à l'absence quasi-totale des plantes médicinales annuelle due à la sécheresse qui caractérise la région d'étude ou à la dégradation parfois irréversible que subi nos zones steppiques et leur appauvrissement en biodiversité floristique.

Références

Aidoud A., 1989. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro-Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse Doct.; USTHB. Alger, 253 p

Annonyme 1997 Dictionnaire des plantes médicinales. Les éditions Quebecor Edité par Québecor, Montréal.

Annonyme 2005 Plantes médicinales. Notions essentielles http://floranet.pagesperso-orange.fr/gene/med/med2.htm

Anonyme 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Bilans des expertises. FEM/PNUD, Projet ALG/97/G31. Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité, TOME XI.

Babulka P, 2007. Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales : de la médecine traditionnelle à la phytothérapie moderne. Phytothérapie (2007) 5 : 137-145 springer 2007 DOI 10.1007/s10298-007-0240-8

Bakiri N., Bezzi M., Khelifi L. eT Khelifi-Slaoui M (2016) Enquête ethnobotanique d'une plante médicinale Peganum harmala l. dans la région de M'sila. Revue Agriculture. Numéro spécial 1) 38 – 42

Beloued A. 2001 Plantes médicinales d'Algérie. 5ème Edition. Office des publications universitaires –Alger-

Bensaid A (2006) SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie). Thèse Doctorat de l'Université Joseph Fourier-Grenoble, Discipline : Géographie

Direction de L'Environnement, (2003) Etude du schéma directeur de collecte et de gestion des déchets solides à travers la wilaya d'El Bayadh. Agence national d'aménagement du territoire, Rapport final.

Djebaili S., Djellouli Y et Daget P.(1989) Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens. Fourrages 120, 393-400

Gomes C., Lourenc E.L.B., Liuti E. B., Duque A.O., Nihi F., Lourenc A.C., Mendes T.C., Junior A.G., Dalsenter P. R. (2012) Evaluation of subchronic toxicity of the hydroethanolic extract of Tropaeolum majus in Wistar rats. Journal of Ethnopharmacology 142, 481-487.

Nedjraoui Dalila et Bedrani Slimane (2008) « La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement. Volume 8 Numéro 1. URL : http://vertigo.revues.org/5375 ;

DOI : 10.4000/vertigo.5375.

Ozenda P, (1991) Flore et végétation du Sahara (mise à jour et augmentée). Troisième Edition CNRS. Paris.

Schauenberg P., Paris F. (2006) Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Edition Delachaux et Niestle, Paris, pp 33-34.

UNESCO 1960. Les plantes médicinales des régions arides. Imprimeries Oberthur, Rennes © Unesco 1960 NS.59/III.17/F

Wael Z, Bouiadjra B, Benslimane M et Mederbal K. 2009 L'ECOSYSTEME STEPPIQUE FACE A LA DESERTIFICATION : Cas de la région d'El Bayadh, Algérie. VertigO – La revue en sciences de l'environnement, Volume 9.

SHORT COMMUNICATION

First resurgence of *Rhopalomia navasi*, gall midge (Dip: Cecidomyiidae) on *Artemisia herba alba* in Algeria

S. Tahar Chaouche, N. Salemkour

Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas (CRSTRA), Biskra, Algeria

Received 17 May 2016; Revised 09 Jun 2016; Accepted 22 Jun 2016

Abstract

In the course of investigations at steppes in Algeria, Galls on *Artemisia herba alba* were recorded accidentally for the first time in 2015 at the region of Saida and Sidi Bel Abbes in the Northwest of the country. The associated host plants and midge-induced galls were collected and kept in glass boxes until the emergence of adult midges for the determination of specie.The identification of *Rhopalomia navasi* (Tavares,1904) was done by the Dr Marcela Skuhravá. Tavares is the first who signaled the presence of this specie in Algeria and described it with other gall midges species. Without access to Tavares's either large collection of galls and adults or lost of most Algerian samples. This collection is the first resurgence of *Rhopalomia navasi* in Algeria ; we aim to present it through its data.

Keywords: *Artemisia herba alba*, Cecidomyiidae, gall midges, *Rhopalomia navasi*, Algeria

La première résurgence de Rhopalomia navasi, mouche à galle (Dip:Cecidomyiidae) sur Artemisia herba alba en Algérie

Résumé

Au cours des enquêtes menées dans les steppes Algériennes, des galles sur Artemisia herba alba ont été enregistrées au hasard et pour la première fois en 2015 à Saida et Sidi Bel Abbes situées dans le Nord-ouest du pays. La plante hôte associé aux galles a été collectée et préservée dans des boîtes en verre jusqu'à l'apparition de moucherons adultes pour la détermination de l'espèce. L'identification de Rhopalomia navasi (Tavares, 1904) a été réalisée par le Dr Marcela Skuhravá. En Algérie, Tavares est le premier spécialiste qui a signalé la présence de cette espèce et il l'a décrit avec d'autres espèces de moucherons gallicoles. Sans accès à la collection de Tavares, l'un des plus larges collections de galles et adultes de Cecidomyiidae et/ou avec la perte de la plupart des échantillons algériens ; cette collection représente la première résurgence de Rhopalomia navasi en Algérie, nous voulons la présenter à travers ses données.

Mots-clés: *Artemisia herba alba, Cecidomyiidae, moucherons gallicoles, Rhopalomia navasi, Algérie*

Corresponding author

Soua Tahar Chaouch
E-mail: souadhouda@gmail.com

Introduction

Belonging to the Asteraceae family, *Artemisia herba -alba* Asso., is a perennial chamephyte, growing in large tufts (Fig.1. A), with several woody stems, very leafy and with tomentose young branches. The leaves are hairy, silvery, small, and deeply bi-pennated, with linear strips (Fig.1. B). The flowers (Fig.1. C) are all hermaphrodite, packed together in very small capitula, sessile and in bunch. The outside bracts of the involucre are orbicular, hairy and shorter than the inside bracts, which are green on the back, very scarious and glandulous. The fruits are achenes (Quezel & Santa, 1962; 1963). The vegetative growth of the *Artemisia herba-alba* takes place in the autumn; the flowering starts from September to December and basically develops at the end of the summer. It grows on steppe of north Africa (Algeria..) in different bioclimatic stages which range from upper semi-arid to the lower Saharian prevailing on salt soils and poorly drained areas (Wengler et al., 1994). It is host to specialized herbivous insects including gall-forming midges.

Cecidomyiid are among the most common and spesiose of the gall-forming insects.They are an ancient group found world-wide. (Gagné, 1989)

Cecidomyiidae are a large family of Diptera. The family contains 6,203 known species and 736 genera. The largest subfamily, the Cecidomyiinae, best known as herbivores and plant gall makers .It includes some of the most destructive pests of grains, fruits and vegetables and also many fungivores and predators of plant-feeding arthropods such as aphids.

This subfamily comprises the largest gall-making group among arthropods. Its great diversity and all published generic and specific names of Cecidomyiidae, recent and fossil, are listed in a Catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the World. (Gagné and Jaschhof., 2014)

Until now the Algerian data on gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) known betwen 1850-1971 were encountered in some papers of foreign researchers. The first 2 authors, keiffer and Tavares, conducted the main faunistic survey on gall midge species associated with different plants including field crops, trees, and wild vegetation like Artemisia.

The level of gall midge species knowledge in Algeria is not satisfactory enough in comparison with the knowledge of some adjacent European countries such as France (668sp) and Italy (508), but it is much higher in comparison with the knowledge of this family in adjacent North-African countries, such asTunisia and Moroccoo .

At present time and based on this data, we believe that a big effort is necessary to put together all data on gall midge species occurring in Algeria and ask for help from the experts for identification and the conservation of these native species because the majority of the samples signaled is lost. This article aimed to present the first simple of gall midge specie found randomly in Algeria on *Artemisia herba alba*.

Material and Methods

With a great ecological importance, *Artemisia herba alba* has à vegetative growth in autumn (large leaves) and then at the end of winter to spring (small leaves). (Mohsen H, 2008)

It is found in Algeria from the semi arid climatic stage to the Saharian stage (between 400 and 90 mm of annual precipitations). The collections of galls were conducted during the investigation including two provinces of Northwest Algeria steppe on the 15th and 17th april 2015. (Table 1)

One part of the collected plants with galls was prepared as a herbarium collection for determination of host plant species. Another part was put into emergence cages to obtain adults. Some galls were dissected to obtain the immature stages. Low level of knowledge was the reason why we decided to ask help for species identification through the larvae and pupae stages which are present inside the galls in absence of the emergence of adults. Some of these specimens, together with larvae, pupae and exuviae were sent to the Dr Marcela Skuhravá for identification and the rest were in the collection of the author.

Results and Discussion

Taxonomy of the gall midges

Subfamily: Cecidomyiinae

By tradition, for description of new species, adults are needed and this requires knowledge of specific pupation modes. Depending on species, Cecidomyiinae pupate either on a plant or in the soil. Species within most genera share pupation mode (e.g. *Asphondylia*, *Trigonomyia Kolesik* and *Rhopalomyia Rübsaamen*) in the gall. (Kolesik P, 2014)

Tribe: Rhopalomyiini

This tribe is made up of one large cosmopolitan genus of 293 species and a smaller Palearctic genus. Nearly

Table 1: Geographical coordinates of sample location, and elevation.

Location (Province)	Latitude -Altitude	Elevation (m)
Mesbah (Sidi Bel Abbes)	Lt : 34°20'57.590'' Lg : 0° 04'22.037''	1058
Sfid (Saida)	Lt : 34°28'43.564'' Lg : 0°00'32.099''	1094

all *Rhopalomyia* occur on Asteraceae and *Psectrosema* is restricted to *Tamarix* (Tamaricaceae).

Material examined

Rhopalomia navasi (Tavares,1904)

It is a typical Mediterranean specie which also associated in northern Africa with *Artemisia herba-alba*. The identification based on the immature stages offer sometimes useful taxonomic characters for distinguishing among species (Hawkins et al. 1986, Gagne & Waring 1990).

Gall

The development of gall is a complex phenomenon that involves subtle alterations initiated at critical points of time during plant differentiation. Galls are situated on stem sides of *Artemisia herba alba* (Asteraceae) with 8–10mm in diameter, composed of woolen fibers and several chambers occur inside one gall (Fig.2: a).

Figure1: View of Artemisia herba-alba Asso. Species. (A) Tuft; (B) Leave; (C) Flower.

They are induced by the activity of the first instar larvae. Determination of galls is based on Houard (1908-1909) and Buhr (1964-1965) ; Skuhravá M. and Skuhravý V. (2004) and the nomenclature of gall midge species is based on Skuhravá (1986,1989) ; Skuhravá M. and Skuhravý V. (2004). Galls are also hypothesized to provide protection from predators (Hufbauer R.A., 2004). The galls found support a rich community of Hymenoptera parasitoids.

Larvae

A solitary, yellow larvae,occurs inside a separate chamber where it develops, pupates and produces densely white pubescent galls on the stems of A*rtemisia herba alba*. (Fig.2: b,c)

Pupae

Pupae is the third stadium in gall midge development (Fig.2: d,e). The pupa is reddish-brown in color. The galls containing pupae usually remain on plants during the whole winter. Mature pupae shortly before the emergence of adult become black. (Fig.2: e)

The adult gall midge emerges from the pupal exuvia after it causes the sutura on the dorsal surface of the thorax to crack lengthwise. Adults after emergence remain for a short period stationary while their bodies harden. After several hours the adults are ready to fly. In spring the pupae start to cut their way out of the galls. Pupae perform characteristic movements with their abdomen and use their antennal horns, upper frontal horns and lower frontal horns to cut an opening in the wall of the gall. (Fig.2:f, g)

Distribution: Euro-Asian and Mediterranean, known to occur in Spain, Romania, Morocco, Algeria, Tunisia, Libya, Egypt, Syria and Iran.

The negative effect of developing galls and intensive attacks of *Rhopalomia navasi* on *Artemisia herba-alba* plants can limited the propagation and the area occupied by white wormwood. The reduction in abundance of Artemisia herba-alba on the steppes in the last decades years is obvious but cannot be attri-

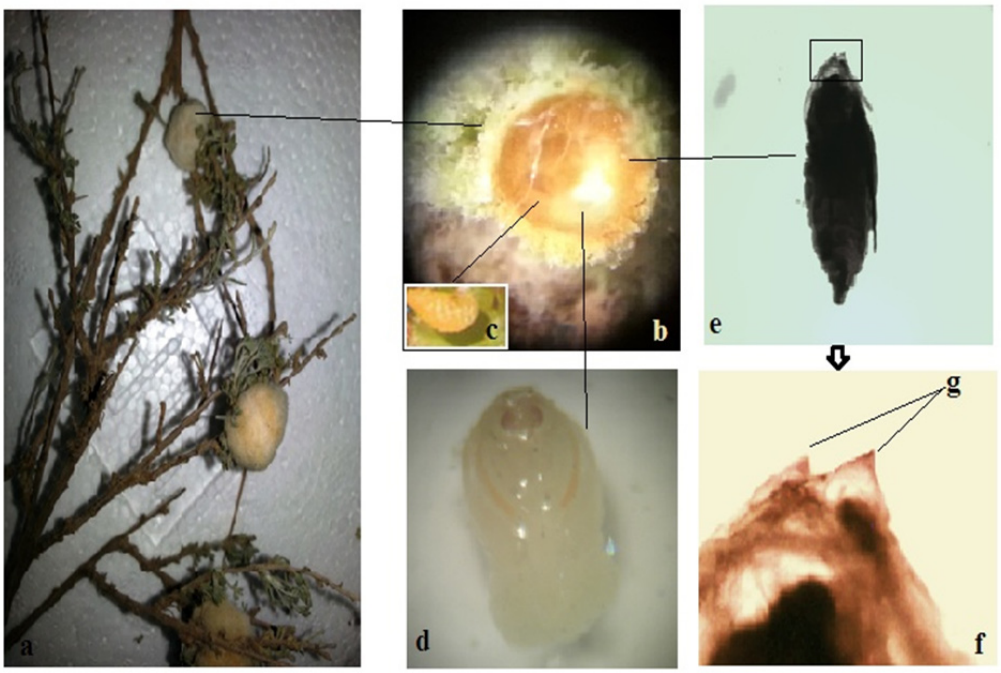


Figure 2: a. Galls on Artemisia herba alba; b, c. gall opened and larva; d, e. stages of pupae found on galls from which midges emerged ; f. pupal head, lateral ; g. antennal horns, exuviae, head.

buted only to phytophagous insect like gall midges, but also to human activity particular ingazing sheep and agricultural activities.

Conclusions

The species richness of gall midge species in a country is influenced by several factors, including geographic position, climatic factors, size of the country, floral composition, and anthropic factors, and also by the intensity of investigations and the ability and experience of researchers. (Skuhrava and Skuhravy, 2009).

In Algeria about 92 gall midge species have been found in various part of the country according to the data in the literature,with an area of 2,376,400 km^2 ,varying natural conditions and no systematic investigation known of the gall midge fauna has been carried out so far, it is obvious that the fauna of gall midges of Algeria is far from complete.Thus, it can be expected that with further research in different parts of the country, the recorded Algerian gall midge fauna will be considerably increased.

Acknowledgements

The authors wish to thanks Dr. Marcella Skuhrava (Czech Republic) for invaluable help and time in identification of the gall midge samples. I am grateful to Salemkour Nora for collect plants with galls.

Reference

Gagné, R. J.and J. H. Hatchett. 1989. Larval instars of Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 82: 73-79.

Gagne, R.J. & Waring G.L. (1990). The Asphondylia (Cecidomyiidae: Diptera) of creosote bush (Larrea tridentata), North America Proceedings of the Entomological Society of Washington, 92, 649–671.

Gagné, R.J. and M. Jaschhof. 2014. A Catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the World. 3rd Edition.Washington, USA, 493p.

Haouari M. and Ferchichi A .2008. Study of genetic polymorphism of *Artemisia herba-alba* from Tunisia using ISSR markers. African Journal of Biotechnology Vol. 7 (1), pp. 044-050

Hawkins B.A., Goeden R.D. & Gagne R.J. 1986. Ecology and taxonomy of the Asphondylia spp. (Diptera: Cecidomyiidae) forming galls on Atriplex spp. (Chenopodiaceae) in southern California. Entomography, 4, 55–107

Hufbauer R.A. 2004. Observations of sagebrush gall morphology and emergence of Rhopalomyia pomum (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasitoids.Western North American Naturalist 64(3), pp : 324-330.

Kolesik P.2014. A review of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae: Cecidomyiinae) of Australia and Papua New Guinea: Morphology, biology, classification and key to adults. Austral Entomology, pp.01-022. DOI: 10.1111/aen.12100

Quezel, P. & Santa, S. (1962; 1963). New flora of Algeria and meridional desertic regions (in French). Vol. I & Vol. II, CNRS: Paris, France, 1170p.

Skuhravá M. and Skuhravý V. 2004. Gall midges (Cecidomyiidae, Diptera) of Mallorca (Balearic Islands, Spain). Boln. Asoc. Esp. Ent., 28 (1-2): 105-119.

Skuhravá M. and Skuhravý V. 1997. Gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) of Greece. Entomologica, Bari, 31: 13-75.

Skuhravá M. and Skuhravý. V. 2009. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Calabria, southern Italy. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae 73:65-76

Skuhravá M., Blasco-Zumeta J.and Skuhravý. V. 1993. Gall midges(Diptera, Cecidomyiidae) of Aragon(Spain).A review species found in period 1891-1990 with new records for the Monegros region. ZAPATERI Revta.aragon.ent ; pp : 27-39

Wengler L. and Vernet J.L.1992. Vegetation, sedimentary deposits and climats during the Late Pleistocene and Holocene in eastern Morocco.Palaeogeogr.Palaeoclimatol.Palaeoecol., 94 :141-167.

RESEARCH PAPER

Study of parameters of osmotic adjustment of some genotypes of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under water deficit

Amina Labdelli[1,2], Youcef Halis[2], Ahmed Adda[1], Samira Soualem[1], Samir Boudibi[2]

1 Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-Arid Areas, Faculty of Natural Sciences and Life, University Ibn Khaldoun, BP 78, 14000 Tiaret, Algeria

2 Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas (CRSTRA), BP 1682 RP, 07000 Biskra, Algeria.

Received 12 February 2016; Revised 22 May 2016; Accepted 06 Jun 2016

Abstract

The drought tolerance with a low water potential require a thorough understanding of the mechanisms involved in osmotic adjustment. This paper discusses the various biochemical parameters of ten durum wheat genotypes, conducted under three water regimes (SDH, ADH1et ADH2). The aim of the present study was to explain these processes in the genetic variability offered by the durum wheat subjected to different intensities of water deficit. The obtained data showed that the water deficit caused a decrease in the osmotic potential. The synthesis and accumulation of sugars were determined by the physiological state of the plant and the level of water stress.

Keywords: Durum wheat, drought tolerance, biochemical parameters.

Etude des paramètresd'ajustement osmotique de quelques Génotypes de Blé dur sous le déficit hydrique

Résumé

La tolérance à la sécheresse avec un faible potentiel hydrique nécessite une connaissance approfondie des mécanismes impliqués dans lajustement osmotique. Le présent travail traite les différents paramètres biochimiques des dix génotypes de blé dur, menés sous trois régimes hydriques (SDH, ADH1et ADH2). A travers cette recherche, on tente d'expliquer ces processus chez la variabilité génétique qu'offre l'espèce blé dur, soumis à différentes intensités de déficit hydrique. Les données obtenues montrent que le déficit hydrique a entraîné une décroissance du potentiel osmotique. La synthèse et l'accumulation des sucres sont conditionnées par l'état physiologique de la plante ainsi que le degré de la contrainte hydrique.

Mots-clés: *Blé dur, sécheresse, tolérance, paramètres biochimiques.*

Corresponding author

Amina Labdelli
E-mail: aminalabdelli@yahoo.fr

INTRODUCTION

Cereals are an important part of the food resources of the human and animals (Karakas and al., 2011). Among these cereals, the durum wheat (*Triticum durum* Desf.) is the most old species and constitutes a large part of the power of humanity and its economic importance. In Algeria, the wheat is grown in rainfall conditions in the interior plains and more particularly in the highlands, belonging to the bioclimatic floors semi-arid. These areas are often subjected to the effects of climatic fluctuations (temperature increase coupled to the lower rainfall), that will have repercussions on the growth and development of grain and therefore on their productivity (Bouzerzour and al., 2000; Chair and al., 2005).

The improvement of the productivity of these species must be based on the availability and the effectiveness of the use of water resources. The various programs for the selection made in the different centers of improvement in our country are based essentially on the criterion of the performance, a character which is strongly influenced by the environment and little inheritable (Kara and al., 2000).

Water stress causes the establishment of a state of water regulation of the plant that is manifested by the stomatal closure and by a regulation of the osmotic potential (Anjum and al., 2011). This regulation is achieved by the accumulation of compoundsosmoregulators leading to a reduction of the osmotic potential, allowing the maintenance of the potential of turgidity. The accumulation of these organic compounds has been highlighted in several plant species subject to the constraint of water stress such as rice, wheat and potato (Farhad and al., 2011; Xiong and al., 2012). The connection between the ability of accumulation of these solutes and the tolerance of plants to water stress has been the subject of many discussions (Tahri and al., 1998; Qayyum and al., 2011). The sugars and free amino acids are the solutes more important which are accumulating in cereals in conditions of water deficit (Zerrad and al., 2008).

The present study attempts to explain the biochemical functioning adaptive among the durum wheat subjected to different acuities of water deficit. This work also attempts to assess thestate involvement of this parameter in the tolerance to drought in this species.

2. Materials and methods

2. 1. Plant material and stress conditions

Ten Algerian cultivars of durm wheat (*Triticum durum* Desf.) (Table 01) were supplied by ITGC, Institut Technique des Grandes Cultures (Station SebaineTiaret Algeria) and used in our experimentations. The experiment was conducted at the university of Ibn Khaldoun Tiaret Algeria.

The sprouted seeds were replanted in the cylinders in PVC, filled with a substrate consisting of a mixture of sand, soil and organic matter to the respective proportions of 8:3:1. The trials were conducted in a greenhouse within controlled conditions in the Institution of Agronomic Sciences and Biology of the University of Tiaret. The cylinders were arranged in three batches. All cylinders were irrigated continuously until the end of the experiment (SDH). The two others were preceded by a judgment of progressive watering of 38 and 49 days corresponding to the lots ADH1 and ADH2. At the level of each treatment, the ten genotypes were repeated 05 times willing to randomly. The dose of irrigation practiced was determined by daily weighing of the cylinders. The irrigation water was substituted each three day by a nutrient solution type of commercial ACTIVEG.

Table 01: The main features of genotypes used in the study

Genotype	Origin	Genotype	Origin
OUED ZENATI	Algeria	OFANTO	IEC (Italy)
GLOIRE DE MONGOLFIER	Algeria	SIMETO	IEC (Italy)
MOHAMED BEN BACHIR	Algeria	GTA DUR	CYMMYT/ICARDA
HEDBA3	Algeria	WAHA (CHAM1)	ICARDA (Syria)
VITRON (HOGGAR)	Spain	CHEN'S	ICARDA (Syria)

2. 2.Measurements

Biochemical analysis

The soil was separated from the roots by a jet moderate of tap water. The roots were then washed in a tray before proceeding to the measures. The various parameters are estimated during the jointing stage.

The osmotic adjustment was defined as a lowering of the osmotic potential by the accumulation of solutes in the cells in response to the stress or salt water. It can intervene at all stages of development (Bajji and al., 2001; Martinez and al., 2007) and plays a crucial role in the resistance or tolerance of the plant to the constraint (Munns and al., 2006).

Determination of the osmotic potential

The osmotic potential (OP) is determined by a micro-osmometre automatic voltage to steam WESCORVA-PRO type 5520. The measures have focused on 10µl of juice extracted from each sample.

Determination of soluble sugars

The simple sugars (glucose, fructose, and sucrose) were extracted by a solvent capable of solubilize and to block the enzyme activities likely to degrade. They are doses by the method of Schields and Burnett (1960).

The principle of the reaction is based on the condensation of the degradation products of risque neutral by the sulfuric acid. This last was very concentrated, transformed to warm the raunchy in derivatives of furfur aldehyde which give a coloring blue green with the anthrone. This same method is described by Gomez and al., 2003.

The plant material collected (100 mg) on the middle third of the sheet was left 24 h in 5.25 ml of ethanol at 80 %. The extract obtained is diluted 10 times with ethanol to 80 %. A volume of 2 ml of the obtained solution was mixed with 4 ml of reagent consisting of 2 g of pure anthrone added to 1000 ml of sulfuric acid (H_2SO_4). The reagent was prepared 4 hours in advance. The mixture extracted-reagent must be maintained in melting ice. After agitation, the tubeswere placed in the water bath at 92°C for 8 min, and then cooled for 30 min in the dark. The absorbance is read at the spectrometer at a wavelength of 585 Nm. The concentration of soluble sugars is expressed in mg/g MF.

The accumulation of sugars (As) was estimated by the difference between the rate of sugars of plants stresses (Ss) and witnesses (St). As = Ss – St

3. Statistical Analysis

All collected data of the biochemical parameters were subjected to the statistical analysis (ANOVA and Correlation) by STATISTICA sofware package (StatSof, Tulsa, USA).

Results

4.1. Osmotic Potential

The analysis of variance (Table 02), demonstrated highly significant effect of water treatments applied ($p \leq 0.001$). The nature of the genotypes tested exercise no significant effect on this parameter ($p>0.05$). It should also be noted that the distinctions of the genotypes used in reaction the water deficit were of low order ($p \leq 0.05$).

According to theobtained results (Table 03, Fig 02), the increase of water stress of the substrate wasaccompanied by a net decrease in the osmotic potential of sheets and this among the whole of the genotypes.

At the level of treatment ADH1, the reading of the data showedthat the decay of the osmotic potential varies between 27.06 % (Chen'S) and 72.38 percent (Vitron). At the processing level ADH2, the lowest regression is included among the genotype Waha, or this potential has a value of 61.34 %. By contrast, the most important developments were recorded by the genotype Gloire of Mongolfier which showed a rate of 140.33 %.

Table 02: Analysis of variance of biochemical parameters of the ten studied genotypes

Trait	Genotype	Water	Interaction Genotype × water
PO	1,39ns	222,725***	1,975*
Sugar	0,80ns	0,132ns	1,66ns
As	4,03***	0,001ns	0,17ns

Values are mean square. *($P \leq 0.05$); **($P \leq 0.01$); ***($P \leq 0.001$); ns: not significant.

Table 03: the medium results of evolution of PO and rates of sugars at the level of leaves, inscribed to different genotypes and under three water treatments

Variety	As (mg/gMF)		Sugar (mg/gMF)		PO (Kpa)	
	ADH2	ADH 1	Evolution 2%	Evolution 1%	Evolution 2%	Evolution 1%
OZ	-0,54	0,07	-18,58	2,36	90,32	50,96
G-Mong	0,87	1,23	46,56	65,08	140,33	43,23
MBB	-1,37	-1,78	-40,77	-52,98	110,94	51,40
H3	-3,24	-3,31	-67,50	-68,96	111,60	32,48
OFANTO	1,06	-0,16	47,14	-7,05	103,27	68,99
SIMETO	0,89	0,43	58,17	28,10	137,78	63,58
Gta-Dur	1,52	1,51	96,82	96,18	122,57	41,58
WAHA	0,18	0,12	7,29	5,26	61,34	64,06
VITRON	-0,09	1,06	-3,96	46,70	137,21	72,38
CHEN' S	2,1	2,4	104,98	119,90	93,70	27,06

4.2. The rate of Sugars

The statistical study of the obtained results (Table 02) showedthat the synthesis and accumulation of simple sugars were heavily conditioned by the nature of the genotypes ($p \leq 0.001$). The action of the nutrition water on these parameters remains variable and depends on its intensity and the nature of the genotype affects.

According to these results (Table 03, Fig.01), notes between the batches SDH and ADH1, genotypes ducts were distinguished in two groups. A first group included those with accumulated sugars were represented by OuedZenati, Gloire of Mongolfier, Simeto, GTA Hard, Waha, Vitron and Chen'S. The second category of genotypes encompasses those characterized by an absence of this accumulation and were Mohamed Ben Bachir, Hedba3 and into via Ofanto.

At the batch level ADH2, genotypes were also distinguished into two types. Gloire of Mongolfier, into Ofanto, Simeto, GTA Hard, Waha and Chen'S have accumulated sugars with values ranging between 0.18 and 2.1mg/gmf. On the contrary, the genotypes OuedZenati, Mohamed Ben Bachir, Hedba3 and Vitron have shown no capacity for accumulation of simple sugars.

5. Discussion and General Conclusion

Research and study of parameters of adaptation to water deficit constitute an indispensable work in any attempt aimed at the improvement of the tolerance and the productivity of the durum wheat in areas governed by the moisture deficits. The in-depth study of the involvement of the different strategies in the function of tolerance and the modalities of their transfers offer significant opportunities for the success of the work of creation of genotypes more tolerant and productive in drought conditions. The variability represented by ten genotypes investigated in this study confirms this synthesis. The osmotic adjustment appears today as a major mechanism of adaptation to drought. This trends could be linked to different factors because he maintenance of the turgidity and growth (Munns, 2002; Grennan, 2006; Martinez and al., 2007), delaying the winding and the foliar senescence, stomatal regulation (Ottow and al., 2005). Kameli and Lösel (1995) showed that the soluble sugars contribute to them only for almost 95% of osmotic adjustment among the durum wheat subjected to a water regime limiting.

The obtained results indicatedthat the severity of the water deficit is accompanied by a gradual decay of the osmotic potential ($r=-0.9$ **). The accumulation of sugars and its involvement in the osmotic adjustment depends on the intensity of the water deficit and remains a special feature genotypic. The results showedthat the accumulation of sugars by certain genotypes, among the conduct variability, is expressed particularly at the batch level to water stress moderate (ADH1). This indicated that the synthesis and accumulation of organic osmoticums were conditioned by the physiological status of the plant and the acuteness of the water stress. At the batch level ADH1, genotypes, Chen'S, hard GTA and Gloire of Mongolfier were distinguished by their strong capacity for accumulation of sugars. According to the lowering of water potential which is expressed by maintenance of the turgidity is made possible thanks to the phe-

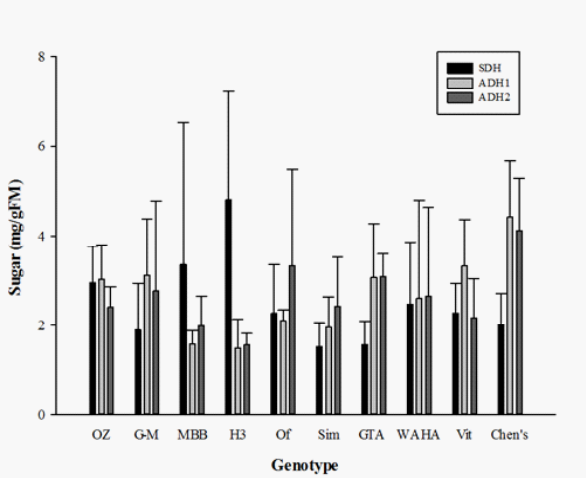


Fig 01. Effect of water trait (SDH, ADH1 and ADH2) on sugar of leaves of ten durum wheat lines cultivars

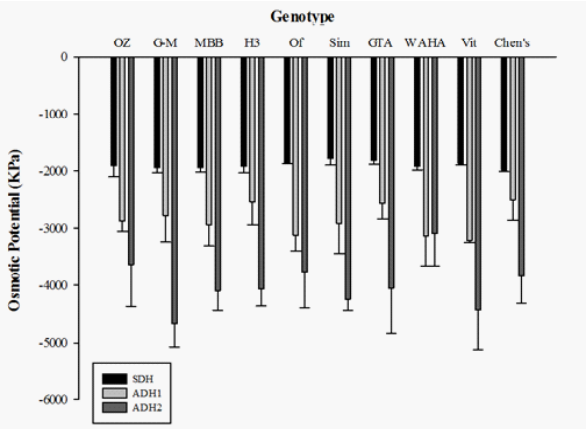


Fig02. Effect of water trait(SDH, ADH1 and ADH2) on osmotic potential of leaves often durum wheat lines cultivars

nomenon of osmotic adjustment, misled by an accumulation of osmoticums (Munns, 2002; Moinuddin and al., 2005). Among the latter, the soluble sugars in occupy an important share (Loretti and al., 2001 ; Zerrad and al., 2008 ; Mouellef, 2010). This importance is justified by their hydrophilic degree high and by their availability.

The study showed that the accumulation of osmoticums such as sugars would not the alone dominance of the tolerance to low water potential, to drought applied. The genotypes cites reprise rather a tolerance to a potential high water.

References

Anjum SA., Xie X., Wang L., Saleem Lei W. 2011. Morphological, physiological and biochemical response of plants to drought stress. African Journal of Research 6: 2026-2032.

Karakas O, Gurel F. and Uncuoglu AA: 2011. Assessment of genetic diversity of wheat genotypes by resistance gene analog –Est markers. Genetics and Molecular Research10:1098-1110.

Bajji M., Lutts S. and Kinet J-M., 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (Triticum durum Desf.) cultivars performing differently in arid conditions.Plant Sci. 160 : 669 -681p.

Boufenar-ZaghouanE F., Zaghouane O., 2006. Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine).Ed.ITGC, 154P.

Bouzerzour H.,Benmahammed A., Benbelkacem A., Hazmoune T.,Mimoun H., Bourmel S., Mekhlouf A. 2000. Stabilités des performances et caractéristiques phéno– morphologiques de quelque variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) issues d'une sélection multilocale.Proc.du Premier Symposium International sur la Filière Blé – Enjeux et stratégies, Alger , 7-9 Février ,2000 . Pages 178-184.

Chaise L., Ferla A. J., Honore A., Moukhli R. 2005. L'impact du changement climatique sur l'agriculture en Afrique. Atelier ChangementClimatique.ENPC.

Farhad MS, Babak AM, Reza ZM Mir Hassan RS.andAfshin T. 2011. Response of proline soluble, sugars, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.) to different irrigation regimes in green house condition. Australian Journal of Crop Science 5: 55-60.

Grennan A.K., 2006. High Impact Abiotic Stress in Rice. An "Omic" Approach; Plant Physiol, April 2006, Vol. 140, pp. 1139–1141.

Gomez L., Jordan M.O., Adamowicz S., Leiser H., Pages L., 2003. Du prélèvement au dosage : réflexions sur les problèmes posés par la mesure des glucides non structuraux chez les végétaux ligneux. Agricultures 12, (6) ,p. 369-386.

Kameli A. and Lösel D.M., 1995. Contribution of carhydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. J. Plant Physiol. 145 : 363-366.

Kara Y., Martin A., Souyris I., Rekika D., Monneveux P., 2000. Root characteristics in durum wheat (T.turgidum conv. Durum) and some wild TriticeaeSpesies. Genetic variation and relashionship with plant

architecture.Cereal Research and Communication, 28 (3), 147-254.

Karakas O., Gurel F. and Uncuoglu AA. 2011. Assessment of genetic diversity of wheat genotypes by resistance gene analog –Est markers. Genetics and Molecular Research 10:1098-1110.

Loretti e., DE Bellis L., Alpi A. &Perata P., 2001. Why and how do plant cells sense sugars? Ann Bot 88 :803 - 812 p.

Martinez JP., Silva H., Ledentjf. and Pinto M., 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (PhaseolusvulgarisL.)European journal of agronomy.Jan.,Vol. 26,1,p. 30-38.

Moinuddin A., Fischer R., Sayre K. and Reynolds M.P. 2005. Osmotic adjustement wheat in relation to Grain Yield under Water Deficit Environments.Agro, J, 97; 1062-1071.

Mouellef A., 2010. Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (Triticumdurum Desf.) au stress hydrique.Mémoire magister Constantine 118P.

Munns R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress; Plant Cell and Environment.25, 239-250.

Munns R., Richard A.J. and Lauchli A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheatand other cereals.Journal of Experimental Botany, Vol. 57, No. 5, pp. 1025–1043.

Ottow E., Brinker M. E., Fritz E., Teichmann T., Kaiser W., Brosche M., Kangasjarvi J., Jiang X., and A.Polle A., 2005. Populuseuphratica Displays Apoplastic Sodium Accumulation, Osmotic Adjustment by Decreases in Calcium and Soluble Carbohydrates, and Develops Leaf Succulence under Salt Stress 1. Plant Physiology, Vol. 139, pp. 1762–1772.

Qayyum A, Razzaq A, Ahmad M. and Jenks MA: 2011. Water stress causes differential effects on germination indices, total soluble sugar and proline content in wheat (Triticumaestivum L.) genotypes. African Journal of Biotechnology 10 : 14038-14045.

Schields R., Burnett W., 1960. Determination of protein- bound carbohydrate in serum by a modified anthrone method. Anal. Chem., 32: 885- 886.

Tahri H., Belabed A. and Sadki K. 1998. Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (Triticumdurum). Bulletin de l'Institut Scientifique Rabat 21 : 81-87.

Xiong J., Zhang L., Fu G., Yang Y., Zhu C. and Tao L. 2012. Drought- induced proline accumulation is uninvolved with increased nitric oxide, which alleviates drought stress by decreasing transpiration in rice. Journal of Plant Research 125 : 155-164.

Zerrad W., Maataoui BS., Hilali S., El Antri S. and Hmyene A. 2008. Étude comparative des mécanismes biochimiques de résistances au stress hydrique de deux variétés de blé dur.

Lebanese Science Journal 9 : 27-36.

RESEARCH PAPER

Biocontrol test against the leaf minerof tomato *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) by using entomopathogenic fungi in the Algerian Sahara

W. Lakhdari[1], A. Dehliz [1], F. Acheuk [2], R. Mlik [1,3], H. Hammi[1], S. Matallah[4], B. Doumandji-Mitiche[5]

1: National Institute of Agronomic research, Station of Sidi Mehdi, Touggourt, Algeria.
2: Biology department, Faculty of sciences, University of Boumerdes, Algeria.
3: Agronomy department, Faculty of Life and Natural Sciences, University of Ouargla, Algeria.
4: National Institute of Agronomic research, Station of Biskra, Algeria.
5: National Superior School of Agronomy, El-Harrach, Algeria

Received 02 January 2016; Revised 13 March 2016; Accepted 18 March 2016

Abstract

Devastating insects constitute one of strains for cultivate tomato. Among these insects, tomato leafminer (*T. absoluta*) has been recently introduced in Algeria (2008), it constitute a challenge for both agricultures and scientists. Firstly, this insect is introduced without their natural enemies which may reduce their damage. Secondly, this species has developed insecticide resistance to many active matters. To contribute to establish a control strategy for *T. absoluta* we have made an inventory of their enthomopathogenic fungi. Two fungi were identified among others taken from adults and pupae. These fungi are *Aspergillus flavus* and *Fusarium sp.* A study was conducted in laboratory of plant pathology to recognize the efficiency of these antagonists. These species had unregistered a mortality mounts of 100 % in 6 days.

Keywords: *Tuta absoluta*; Tomato; Enthomopathogenic fungi; *Aspergillus flavus*; *Fusarium sp.*; control strategy.

Essai de lutte biologique contre la mineuse des feuilles de la tomateTuta absoluta (Meyrick) (Lep: Gelechiidae) par l'utilisation des champignons entomopathogènes dans le Sahara algérien

Résumé

Les insectes ravageurs constituent lune des contraintes de la culture de la tomate. Parmi ces derniers, la mineuse de la tomate (T. absoluta) qui a été signalée récemment en Algérie (2008), constitue un défi pour les agriculteurs et les chercheurs ; parce que cet insecte a été introduit sans son cortège d'ennemis naturels. En plus, cette espèce a développé une forme de résistance contre certaines molécules insecticides. Dans le but de contribuer à létablissement dune stratégie de lutte contre T. absoluta, un inventaire des champignons entomopathogènes de celle-ci a été réalisé. Deux souches fongiques ont été isolées et identifiées à partir des adultes et des nymphes de ce déprédateur. Il s'agit d'Aspergillus flavus et Fusarium sp. L'essai a été conduit au laboratoire de la phytopathologie de l'INRAA(Station Sidi Mehdi, Touggourt). Les résultats obtenus montrent l'importance de ces micro-organismes car un taux de mortalité de 100 % a été enregistré par ceux-ci.

Mots-clés: *Tuta absoluta; Culture de la tomate ; Champignonentomopathogène; Aspergillus flavus; Fusarium sp.; Stratégie de lutte.*

Corresponding author

LAkhdari Wassima
E-mail: lakhdariwassima@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

Among all agricultural productions in Algeria, tomato takes up a great place and constitutes an important economic interest. However, this production is confronted, like all agricultural productions, with certain constraints in particular biotic ones. Tomato leafminer (*Tuta absoluta*) is the second devastating insect introduced in Algeria in the last twenty years. The first insect was Phyllocnistis citrella(Guénaoui &Dahliz 1996). T. absoluta was observed in Algeria firstly in the west regions, in 2008 (Guénaoui 2008). Controlling this insect makes a new challenge to rise. Biological control may be used with predators, parasitoids and microbiologic agents (fungi and bacteria).

A good result was obtained with entomopathogenic fungi in laboratory conditions against a Lepidoptera P. citrella (Lakhdari, 2009) and an Orthoptera Brachytrupes megacephalus(Lakhdari et al., 2015). The aim of this work is to conduct an experiment control T. absoluta with entomopathogenic fungi.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Study Area

This study was conducted in the region of Oued Righ. This area is located in the Southeastern part of Algeria (Fig. 1). It is a saharian region with a temperate winter and a hot summer. It covers a South-North axis whose latitude is 32°54' to 39°9' north and longitude 05°50' to 05°75' east.

Figure 1: Study site

2.2. Isolation of fungi

The incubationperiod of infected larvaeis between 4 and 7 days at 27 °C. Fungi were isolated from nymphs and adults of T. absoluta. Leaves with tomato leafminer larvae were sampled at greenhouses located in the region of Touggourt (Fig. 2), in the province of Ouargla. Leaves were placed in plastic containers until emergence of adults. Dead individuals (nymphs and adults) were collected and placed in Petri dish with agar-agar. Healthy nymphs were disinfected with bleach (2 %) for two minutes, cleaned with distilled water and dried in blotting paper. Then nymphs were placed in Petri dish with agar-agar to insure the development of fungi. Four nymphs were placed in every Petri dish. Petri dishes were placed from20 to 25°C. Different breeding grounds were used.

2.3. Purification of fungi

Fungi Colonies developing around nymphs and adults of T. absoluta in Petri dish were usually made with many types of fungi. Purification was necessary. For that, pieces of colonies were taken and sub-cultivated in a new Petri dish. This operation was repeated until obtaining just one fungusspeciesper Petri dish.

2.4. Identification of fungi

The identification of purified fungi was based especially on morphological aspect. For that reason, macroscopic and microscopic aspects of fungi were examined. Two fungi were identified. It's about*Aspergillus flavus and Fusarium sp.* Other fungi are waiting for identification.In our identification of fungi, we have based on the determination key (Barnett & Hunter, 1977; George et al., 1984; Wraight & Roberts, 1987).

2.5. Effect of fungi on larvae of tomato leafminer

The aim of this test is to recognize the effect of isolated fungi on the tomato leafminer larvae.

2.5.1. Breading of *Tuta absoluta* larvae in the laboratory

Leaves containingtomato leafminer larvae were sampled at a tomato greenhouse in Sidi Mahdi INRAA station. Treated Leaves were placed in Petri dishes with cotton soaked in water in order to keep leaves cool. Larvae of L2 and L3 stages were used. Twenty Petri dishes were used. Every Petri dish contains only one larva.

Figure 2: Sampling of leaves in the greenhouse of tomato (Lakhdari et al., 2015)

2.5.2. Pathogenicity of fungi on tomato leafminer larvae

Leaves were treated by methods. The method was used in our experimentation; leaves were soaked in the spore solution. Witness test was used with twenty larvae treated by distilled water which contain a drop of Tween 80. Two concentrations (10^4 and 10^6) of *Aspergillus flavusand Fusarium sp*.were prepared and tested on T. absoluta larvae (2^{nd}& 3^{rd} instar) to study the effect of these agents on larval mortality. The test was repeated three times. Observations were recorded daily in order to recognize the effect of fungi on the behavior of tomato leafminer larvae.

Schneider and Oreilli method was used to calculate the mortality of larvae. This method allows eliminating the risk of natural mortality.

Corrected mortality (MC %) = (M2 - M1)x100/100 - M1
M1: Rate of mortality in the witness lot
M2: Rate of mortality in the treated lot

2.6. Statistical analyses

STATBOX was used in the statistical analyses. The effect of fungi on the mortality of larvae was very significant (1%) whereas, the effect of treatment method was non- significant. Mortality in the treated lots was observed since the third day of the experiment.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Isolation and identification of entomopathogenic fungi from adults of T. absoluta

3.1.1. Macroscopic and microscopic appearance of strains

The identification of isolated fungi was conducted by examining the color and shape of the biological material.

Aspergillus flavus: The fungus grows rapidly on the PDA environment. It forms colonies fluffy dusters, first white, and then yellow. The conidial head is first removed and then is divided into several yellowish colonies. The conidiophores are hyaline and subglobose vesicles. Phialides are inserted directly into the bladder. Conidia are globose and subglobose (Fig. 3).

Fusarium sp.: This species forms fluffy or cottony white colonies and become light pink. The main morphological character is the presence of *Fusarium macroconidia* fusiform and compartmentalized. Phialides are short and wide, formed on the aerial mycelium. Micro-conidia are absent (Fig. 4).

3.2. Mortality of tomato leafminer treated by entomopathogenic fungi

The table below shows that the mortality started in

Table 01: Mortality percentage of leafminer treated by entomopathogenic fungi

Days	Fusarium sp.		Aspergillus flavus		Witness
	106	104	106	104	
1st day	0%	0%	0%	0%	0%
2nd day	0%	0%	0%	10%	0%
3rd day	10%	20%	30%	40%	0%
4th day	20%	30%	40%	30%	0%
5th day	30%	30%	20%	20%	0%
6th day	20%	10%	10%	0%	0%
7th day	20%	10%	0%	0%	5%
Total	100%	100%	100%	100%	5%

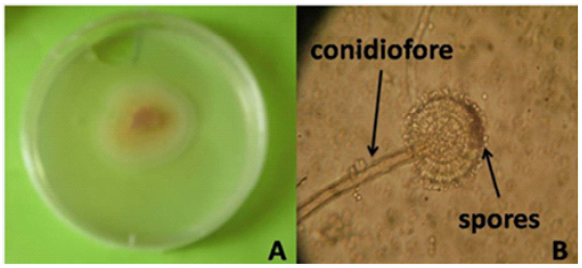


Figure 3: Macroscopic aspect (A) and microscopic (B) of *Aspergillus flavus sp*. (G X 40)(Lakhdari et al., 2015)

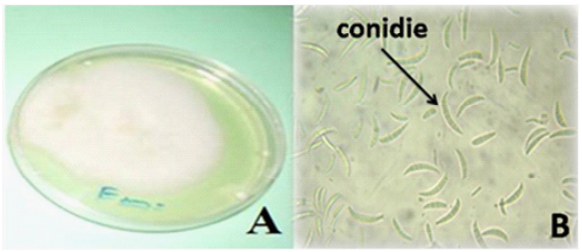


Figure 4: Macroscopic (A) and microscopic aspect (B) of *Fusarium sp*. (G X 40) (Lakhdari et al., 2015)

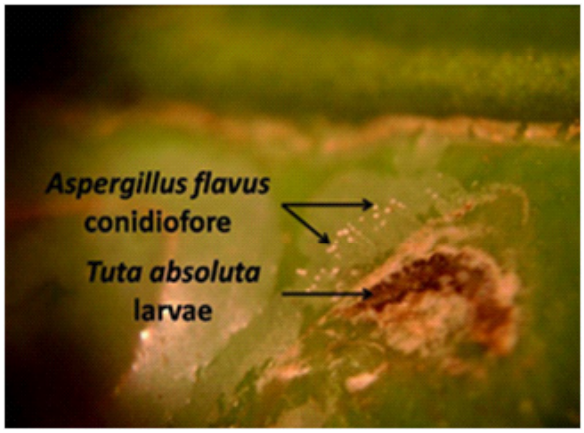


Figure 5: Action of *Aspergillus flavus* on the larvae of Tuta absoluta after 6 days of treatmen (Lakhdari et al., 2015)

the 2nd day to reach 100% in the 5th day observed in the leafminers of *Tuta absoluta* treated by *Fusarium sp.* with a concentration of 10^6 and the larvae treated by the 2nd concentration (10^4) reached 100 % in the 6th day. Unlike the other fungus which is the *Aspergillus flavus* have attained 100 % of mortality in the 7th day with two concentrations.

Thus, it was evident that the highest effective concentration of *Fusarium sp.*on the second instar larvae of T. absoluta was 10^4 & 10^6 conidia/ml where these concentrations gave 100% reduction rapidly in the 5th day of the evaluation.

According to the statistical analysis, we note that both fungi (*Aspergillus flavus and Fusarium sp.*) have a highly significant effect for larvae mortality of T. absoluta in comparison with the witness (F= 18% and F= 19%) respectively. As against there is no significant difference between the two doses used.

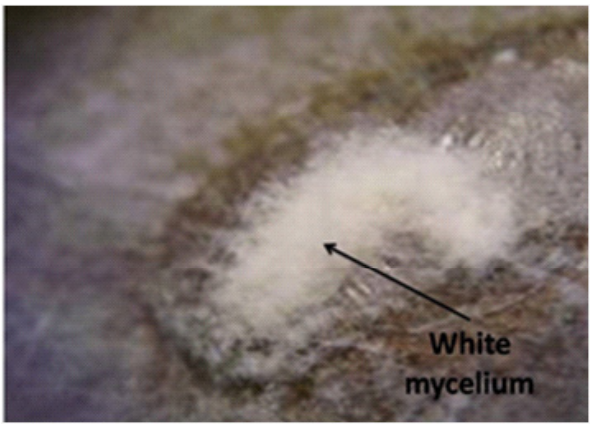


Figure 6: White mycelium covers the larvae of *Tuta absoluta* after 5 days of treatment by *Fusarium sp*. (Lakhdari et al., 2015)

According to recent searches, in a biological control test against larvae Phyllocnistis citrella by several fungi, the most striking effect was that of *Fusarium sp.* which caused the highest mortality rate with 75% (Lakhdari et al., 2015).

Several studies of biological control against Orthoptera by the use of insect pathogenic fungi were made (Doumandji-Mitiche et al., 1999; Kaidi, 2006; Chaouch, 2009; Saiah et al., 2010; Outtar et al., 2014) interesting results were strong obtained.

Our results are similar to those obtained by (Lakhdari 2015), has tested *Fusarium sp.* against an orthoptera Brachytrupes megacephalus which has found a mortality rate 100% in the 11th day from the treatment.

Also Saiah (2010), found that the mortality rate in its biological control by *Fusarium sp.* against a lepidoptera (Phyllocnistis citrella) was superior to 55%.

Several studies of biological control against *Tuta absoluta* by the use of different insect pathogenic fungi like Metarhizium sp., Alternaria sp., Penicillium sp., *Aspergillus niger,* Verticillium lecaniiet Beauveria bassiana(Saiah 2010; Abdel-Raheem et al., 2015).

3.3. Treatment effect on *Tuta absoluta* larvae

A. flavus either by penetration of the hyphae in the body of the larvae giving the appearance of needle sticks, which causes destruction of the tissues of larvae (Fig. 5).

Fusarium sp. wraps with mycelium whitish over the entire surface of the larva, leaving only appear not even one millimeter. Shortly after, one notices the disintegration of the larva (Fig. 6).

CONCLUSION

At this stage, the tests demonstrated the possibility of biological control on the populations of *Tuta absoluta* with the use of the fungi (*Aspergillus flavus and Fusarium sp.*) but before considering a field use of this entomopathogenic, it would be desirable to extensive experiments in terms controlled.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Algerian National Institute for Agricultural research (INRAA), Sidi Mehdi Station, for which we are grateful. Additional grateful to the farmers of Megarine region: Mr. Seddiki Halim,Ghougali Abdelwahab, Chafou Rettmi and Miss Soltani Souadfor their helpful in this experiment.

References

Abdel-Raheem M A, Ismail I A, Abdel-Rahman R S, Abdel-rhman I E and Reyad N F (2015) Efficacy of three entomopathogenic fungi on tomato leaf miner, *Tuta absoluta* in tomato crop in Egypt. Swift Journal of Agricultural Research 1(2): 015-020.

Barnett H L and Hunter B (1977) Illustrated genera of imperfect fungi. Second edition. Burgess PublishingCo. 180p.

Chaouch A (2009) Etats phasaires de Dociostaurus maroccanus Thunb, 1815 (Acrididae, Gomphocerinae) - Effets de deux champignons entomopathogènes, *Beauveria bassiana* (Balsamo)et Metarhizium anisopliae var. Acridum sur quelques paramètres biophysiologiques. Thèse magister. Inst. Nat. Sci. Agr. El-Harrach 114 p.

Doumandji-Mitiche B, Halouane F, Bensaad H, Bissaad F Z et Cherief A (1999) The efficiency of Beauveria bassiana (Bals.) against *Locusta migratoria and Schistocerca gregaria (*Orthoptera, Acrididae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent., 64/3a205 – 209.

George O, Poinar J R and Thomas G M (1984) Laboratory Guide to insect Pathogens and Parasites Plenum Press.New York 392 p.

Guénaoui Y, Dahliz A (1996) A new serious pest of citrus in Algeria, *Phyllocnistis citrella stainton* (Lepidoptera: Gracillariidae). XX International Congress of Entomology, Firenze, Italy, August 25 - 31, 1996. Agricultural Entomology. 15- 153.

Guénaoui Y (2008) Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Phytoma, la défense des végétaux. 617: 18-19.

Kaidi N (2006) Bioécologie de *Schistocerca gregaria* Forskål,1775 (Othoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région de l'Ahaggar. essais de lutte biologique au moyen de champignons entomopathogènes : Beauveria bassiana et Metarhizium anisopliae var Acridum. Thèse magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach 145 p.

Lakhdari W, Doumandji-Mitich B, Dahliz A, Doumandji S, Bouchikh Y, M'lik R, Soud A et Hammi H (2015) Essai de lutte biologique contre Brachytrupes megacephalus, Lefebvre, 1827 (Orthoptera, Gryllinae) par l'utilisation des champignons entomopathogenes. Revue des Bioressources,5; 37- 49.

Lakhdari W (2009) Lutte biologique contre *Phyllocnistis citrella Stainton* (Lepidoptera: Gracillariidae) par l'utilisation de champignons entomopathogènes. Mémoire de Magister, Univ. de Mostaganem (Algérie) 73 p.

Lakhdari W (2015) Bioécologie de Brachytrupes megacephalus Lefèbvre, 1827(Orthoptera,Gryllidae) et lutte biologique par l'utilisation de champignons entomopathogènes. Thèse doctorat. Univ. Ouargla, 150 p.

Outtar F, Mahdjoubi D, Bissad F, Mouhouch F, et Doumandji-Mitiche B (2014) The interaction of l5 larvae of *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) (Oedipodinae, Acrididae) with biopesticides, Int. Jour. Agr. Sci. Res. 4 (3); 11 p.

Saiah F, Bendahmane B S, Benkadda M Y, Berkani A, Lakhdari W et Kolai N (2010) Isolement de champignons entomopathogènes à partir de *Phyllocnistis citrella Stainton* (Lepidoptera: Gracillariidae), Faunistic Entomology,63 (3) ; 199-202.

Wraight R J et Roberts D (1987) Insect control effort with fungi. Devel. Industr. Microbiol. 28; 77-87.

RESEARCH PAPER

L'élevage ovin dans les zones oasiennes; cas de la wilaya de Biskra(Algérie)

S Meradi; Z Benguigua; F Chekkal; M Aouachria; MS Ziad; F Mansori et Y Halis

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides. Campus universitaire BP n°1682 R.P Biskra 07000Algérie

Received 15 February 2016; Revised 29 May 2016; Accepted 06 Jun 2016

Résumé

L'objectif de ce travail est de faire le point sur les ressources alimentaires exploitées au niveau des oasis par les ovins, et d'analyser les évolutions dans les systèmes d'élevage pastoral face au changement climatique. Le but est aussi de présenter les caractéristiques et les spécificités des élevages qui peuvent en faire des éléments de résilience des systèmes de production au changement climatique. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé une étude comparative sur la conduite des animaux d'élevage avant les années 80 et actuellement, au moyen des enquêtes auprès des éleveurs. et nous avons calculé aussi les différentes sources alimentaires exploitées en milieux oasiens par les ovins (rebut et déchet de dattes) fourni par an. Les résultats ont mis en évidence des modifications, sous l'effet climatique, du système d'élevage dans les oasis, à travers l'état de dégradation des parcours péri oasiens. Plusieurs catégories d'élevage ont été distinguées en fonction de la part relative des parcours et de la complémentation alimentaire. Ainsi, aujourd'hui, le pastoralisme, qui a été l'appui principal de l'élevage ovin avant les années 1980, demeure une pratique même s'il ne couvre pas toujours les besoins des animaux. La complémentation alimentaire par des concentrés s'impose. Son ampleur est aussi dépendantes des moyens de l'éleveur. Les ressources génétiques animales et végétales des régions arides et oasiennes, par leur faculté d'adaptation et de production, peuvent constituer des éléments incontournables pour lutter contre les aléas climatiques.

Mots-clés: Alimentation ; changement climatique ; oasis ; ovin ; résilience.

Breeding of the small ruminants in the zones oasiennes: case of the wilaya of Biskra (Algeria)

Abstract

The objective of this work is to review the food resources exploited at the level of oases by the sheep, and to analyze the evolutions in the systems of pastoral breeding in front of climate change. The purpose also is to present the characteristics and the specificities of the breedings which can make it elements of impact strength of the systems of production for the climate change. For to achieve this objective, we realized a comparative study of the livestock before the eighties and at present, by means of the investigations near the stockbreeders, and we also calculated the various food-elements exploited in oasis by sheep (waste of date, scarp..) provided by year. The results highlighted modifications, under the climatic effect, of the system of breeding in the oasis, through the state of degradation of the course nears to the oasis. Several categories of breeding were distinguished according to the relative part from the courses and the food complementation. So to day, the pastoralism, which was the principal support of the sheep breeding before 1980, is only a practice which can never cover the needs for animals. The food complementation by concentrates is essential, its width is relating to the stockbreeder. It was concluded that the animal and vegetal genetic ressources of arid regions and oasiennes, by their adaptation and production, can constitute elements impossible to circumvent to fight against the climatic risks.

Keywords: *Food; climate change; oasis; Sheep; résilience.*

Corresponding author

Meradi Samira
E-mail: meradisamira@yahoo.fr

Introduction

Les ressources génétiques animales, des régions arides en général et des oasis en particulier, ont assuré la sécurité alimentaire des populations autochtones, du fait que la viande des petits ruminants est la source principale de protéines d'origine animale pour les oasiens. Au niveau de ces zones, qui se caractérisent par un climat semi-aride à désertique, le changement climatique menace la situation déjà fragile des éleveurs, par les bouleversements éventuels dans les écosystèmes du fait que les systèmes d'élevages sont toujours plus contraints par leur environnement. En effet, les changements climatiques présentent des défis pour le maintien durable de la diversité génétique en bonne santé et l'exploitation maximale des aptitudes génétique de l'animal (FAO, 2015). Face à cette situation, les animaux peuvent s'adapter comme ils peuvent au contraire décliner et laisser la place à d'autre mode de vie (Alary, 2015).

L'élevage au niveau des oasis est dominé par les petits ruminants, qui exploitent généralement des parcours péri oasiens et utilisent aussi des ressources fourragères produites à l'intérieur de l'oasis. L'effet du changement climatique sur cet élevage peut être lu à travers la problématique de l'alimentation des animaux d'élevage, par l'état des parcours dégradés et la diminution de la production de la céréaliculture et de la culture fourragère, en raison de la sècheresse et de l'ensablement. Malgré la situation critique, l'élevage ovin persiste, ce qui implique l'adaptation des animaux aux conditions rudes de l'environnement. Alors, la caractérisation phénotypique et génétique est nécessaire (Yakubu et al, 2010). Ainsi, la préservation in situ et ex situ de ces ressources génétiques est indispensable pour la conservation du patrimoine génétique et la sécurité alimentaire des paysans. Nous avons mis le point sur les principales races des petits ruminants ayant des aptitudes adaptatives aux aléas climatiques.

L'Algérie accuse un déficit considérable, de 04 milliards d'UF en moyenne (MADR, 2007), ce qui entrave sérieusement la production animale. Le cheptel des zones sahariennes souffrent le plus de ces conditions, avec un milieu climatique très sévère et une rareté de pâturage. Dans de telles circonstances le recours aux importations des produits alimentaires est une réalité de notre économie. Face à cette situation, la mobilisation de toutes les disponibilités alimentaires locales s'impose pour palier au déficit alimentaire du bétail, et diminuer les importations, dans cet article de synthèse nous rapporterons l'essentiel de nos résultats de recherche obtenus sur la conduite alimentaire, la disponibilité des rebuts et des déchets des palmeraies et de leurs effets sur les performances zootechniques des ovins.

Matériel et méthode

Site d'étude

L'étude a été menée dans cinq communes : Sidi Okba, Sidi Khaled, Ouled Djellel, Tolga et Ourlal, situées dans la wilaya de Biskra en Algérie. La wilaya est située entre les latitudes 33,35° N et 35,28 N et les longitudes 4,13Est et 6,77 Est. Elle couvre une superficie de 21500 Km^2.

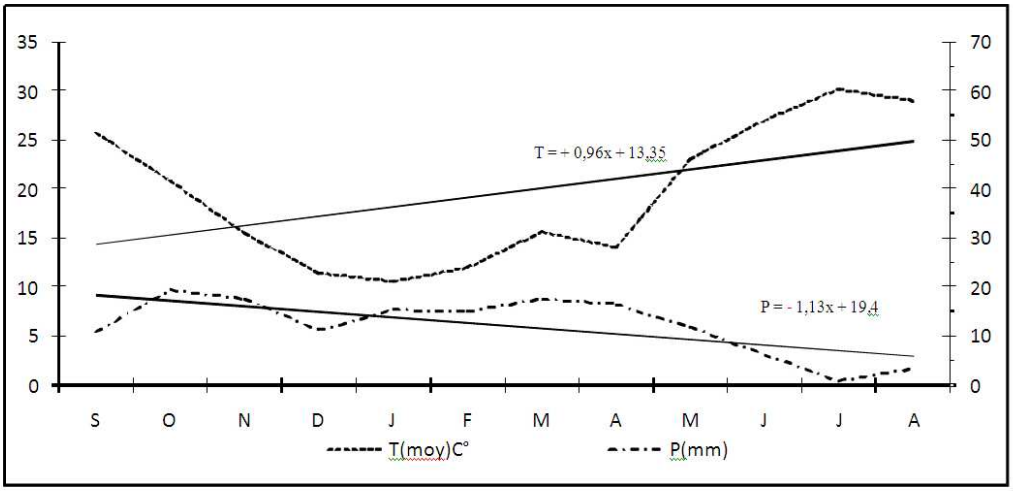


Figure 1. Diagramme Ombro-thermique de la willaya de Biskra, période 1977/2013.

Le climat de la Wilaya de Biskra

L'étude du climat s'étend sur une durée de 36 ans, du 1977 au 2013, de la station météorologique de Biskra. La température moyenne minimale a été enregistrée en janvier (9,50 °C) et la moyenne maximale en mois de juillet (33,98°C), cependant la température moyenne annuelle est de 20,09°C. Des fortes variations sont enregistrées entre le mois le plus chaud en juillet (40,56 °C) et le mois le plus froid du janvier (6,7 °C). Le régime des pluies est irrégulié au cours de l'année, la quantité de pluie moyenne annuelle relevée sur une période de 36 ans est de 149,4 mm, elle reflète la faiblesse de la pluviométrie au niveau de la région d'étude, elles varié entre 0,8 mm en juillet et 19,4mm en octobre. La figure n 1 montre que la zone d'étude est d'un climat désertiques.

Méthodologie

Pour déterminer le système d'élevage, l'importance de pastoralisme, la conduite alimentaire et la méthodologie adoptée repose principalement sur les informations recueillies, grâce aux investigations qui ont été faite, pendant deux ans, durant les différentes saisons, auprès 128 éleveurs, les unités de conditionnement des dattes et les personnes ressources.

Calcul quantitatif des sous produit du palmier dattier

Le calcul du tonnage de chaque sous-produit est basé sur les mensurations effectuées par Chahma et al (2000)

- Palmes sèches : On se basant sur le fait que : Une foliole pèse en moyenne 5 g,

Une palme comporte en moyenne 180 folioles, Un palmier dattier donne moyennement

15 palmes par an, le tonnage de la partie consommable des palmes sèches de la façon suivante 5 x 180 = 900 g ; soit 0,9 kg /palme 0,9 x 15 = I3, 5 kg / Palmier / an

- Pédicelles de dattes : De la même façon et on se basant sur le fait que :

Un épillet (pédicelle) porte en moyenne 35 dattes, Une datte pèse en moyenne 7 g donc un pédicelle porte 7 x 35 = 245 g, Un pédicelle pèse en moyenne 4,5 g. Le poids du pédicelle de 4,5 g, par rapport au poids de dattes qu'il porte, de 245g représente 1.84%; de pédicelles pour un 1kg de dattes.

- Rebuts de dattes : Les rebuts de dattes ou écarts de tri de dattes représentent les fruits du palmier dattier non consommables par l'homme et qui sont destinés, traditionnellement, à l'alimentation du bétail, les écarts de tri représentent une moyenne de 25 % de la production dattier annuelle (Chehma A et al, 2000)..

Résultats et discussion

Les principales mutations dans le système d'élevage oasien. Cas de la Wilaya de Biskra en Algérie.

D'après nos investigations, la population a été composée essentiellement des agro- pasteurs et des éleveurs. Ces derniers sont des nomades pour la plupart, avec une forte tendance à la sédentarisation, ce qui en accord avec les résultats de Nedjraoui d; 2008. L'élevage ovin dans les oasis est accompagné par le caprin. Le troupeau est composé majoritairement de races locales, bien adaptées aux conditions locales, ce qui a permis jusqu'a maintenant une certaine stabilité et continuité. Le pâturage pour l'ensemble des agro-pasteurs est l'appui de la conduite alimentaire, quelque soit l'état des parcours et l'état physiologique de l'animal, exclusivement les agneaux de moins de 2 mois d'âge sont laissés dans l'enclos, abreuvés ad libitum et reçoivent en moyenne 300 g de son de céréales par jour. L'enquête menée par nos soins en 2013/2014 a révélé que 92,6% des éleveurs pratiquent un système d'élevage basé exclusivement sur le pâturage dans les régions oasiennes, et ce avant les années 1980. Ces éleveurs pratiquaient de la transhumance des régions présahariennes vers les Hauts plateaux et les Hautes Plaines donnant aux parcours la possibilité de régénération naturelle. Il est généralement admis que les systèmes d'élevage basés sur la mobilité (transhumants ou nomades) sont les plus efficients et surtout les seuls permettant de valoriser durablement les vastes espaces de parcours, peu fertiles et pauvres en eau (Dugué, 2012). En effet, le coût de la conduite alimentaire des brebis en fin de gestation est divisé par un peu plus de 2, grâce aux apports considérables du pâturage des parcours par rapport à une distribution de foin (Demarquet, 2010). Aujourd'hui les conditions naturelles du climat et des parcours engendrent l'apparition de plusieurs procédés d'adaptation, la sédentarisation des éleveurs, au niveau des zones agricoles, pour assurer la satisfaction des besoins des animaux à partir des produits locaux, où l'association de la céréaliculture est la méthode la plus adoptée (Daoudi A et al, 2013). Face à la cherté des aliments concentrés, la valorisation de tout type de sous produit de la palmeraie a été aussi une pratique fréquente afin de diminuer l'ampleur de la problématique, ainsi que

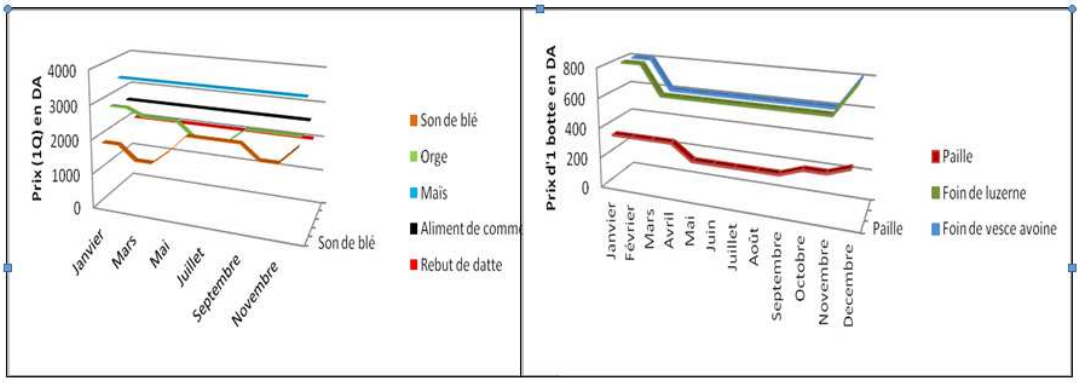


Figure 2. Fluctuation du prix d'une botte de fourrage en DA. Dans la wilaya de Biskra (2014/2015).

Figure 3. Fluctuation du prix d'un Quintal des aliments concentrés en DA. Dans la wilaya de Biskra (2014/2015).

le développement de la culture fourragère irriguée, au sein des oasis. Economiquement, l'éleveur se soucie en permanence de la productivité de son cheptel, malgré les conditions difficiles qui s'amplifient sous l'effet des changements climatiques. Le recours aux aliments concentrés est limité en raison de leur coût très élevé (figure 2et 3). De plus les aliments concentrés importés sont plus chers (2 fois) que ceux qui sont produits localement. En général, les prix des aliments concentrés sont fluctuants tout au long de l'année : ils sont relativement moins chers pendant la saison de récolte et augmentent en hors saison. Aussi les sécheresses successives accentuent le phénomène par un manque chronique de stocks. Alors, en régions arides, la résilience du système d'élevage demeure tributaire de la valorisation des déchets et rebuts de dattes d'une part et le développement de la filière fourragère, à travers la valorisation des produits de terroir.

Par ailleurs, l'augmentation des températures engendre l'augmentation des besoins en eau, la diminution de l'appétibilité, des problèmes de fertilité, et la mortalité des animaux .En conséquence la filière a été industrialisée, par l'intégration des systèmes de ventilation électrique, l'introduction de la biotechnologie comme l'insémination artificielle, qui favorise l'exploitation maximale de l'aptitude génétique de l'animale (FAO, 2015).

Figure 4. Photo d'une brebis de race Ouled-Djellal (Source : CRSTRA).

La classification de la population enquêtée est comme suit (tableau n°1)

- Première catégorie : Les agro-pasteurs font la céréaliculture, ils pâturent dans les palmeraies librement, et ils pratiquent la complémentation alimentaire par l'orge sur toute l'année.

- Deuxième catégorie : Les éleveurs pâturent dans les palmeraies, avec une complémentation par les déchets et le rebut de datte (hchef, mech déglats déclassé) sur toute l'année.

- Troisième catégorie : Les éleveurs pâturent au sein de la palmeraie et sur les parcours aux alentours. La complémentation alimentaire s'effectuée que pendant les périodes de récolte des dattes (fin d'autonome et en hiver) par les rebuts et les déchets des dattes.

L'objectif des éleveurs des trois premières catégories est la valorisation des produits locaux, pour assurer l'autonomie alimentaire familiale et à une échelle moindre communale.

- Quatrième catégorie: Les éleveurs cherchent à assurer un produit économique élevé par brebis et une bonne valorisation des agneaux. Ils font de l'élevage en parallèle avec la céréaliculture et la culture fourragère (luzerne, sorgho). Les semences et le fourrage produit sont conservés et ils sont stockés pour les périodes de forts besoins.

- Cinquième catégorie: Se sont les nomades qui sui-

Tableau 1: Conduite de l'élevage au niveau des oasis de la wilayat de Biskra (Algérie).

Catégorie	Objectif de l'élevage	Pâturage	Complémentation alimentaire	Culture fourragère	Stockage de l'aliment
1	L'autonomie alimentaire familiale et communale, par la valorisation des potentialités	Libre dans les palmeraies	Orge pendant toute l'année	Orge	Orge
2		Libre dans les palmeraies	Déchet du palmier dattier pendant toute l'année		Déchet et rebut de datte
3		Parcours Et Palmeraies	Déchet du palmier dattier pendant. l'automne et l'hiver		Déchet et rebut de datte
4	commercial	Parcours aux alentours des palmeraies	Son des céréales et orge et les fourrages verts pendant toute l'année	LuzerneOrge Sorgho	Foin de Luzerne, de sorgho et l'orge
5	commercial	Les parcours libres et de mise en défend	Son des céréales et orge pendant toute 'année		

vent les systèmes anciens dits Achaba et Azaba. En automne et en hiver, les troupeaux pâturent sur les régions arides sahariennes. Au printemps et en début de l'été, ils se déplacent vers la steppe et les régions des Hautes Plaines/ Hauts Plateaux . La complémentation alimentaire se fait par l'orge ou le son de céréales quand les parcours ne couvrent plus les besoins des animaux.

Quantités des sous produits du palmier dattier fournis de 2007 à 2013 en Tonnes *10^4/ an.

Sur le plan quantitatif, les rebuts de dattes constituent un tonnage non négligeable, qui représente 25% de la production annuelle en Algérie (Chehma A et al, 2000), et 20% en Tunisie (Lassoued N et al, 2011). Au niveau de la wilaya de Biskra, de 2007 à 2013(tableau 2) il y a, en moyenne, 867*10^4 tonnes de palmes sèches/an, 64*10^4 tonnes de rebuts de dattes/an et 12.71*10^4 tonnes/an de pédicelles/an.

Les élevages en régions arides, en particulier, ne peuvent pas disposer de fourrages de qualité et de concentré, sur toute l'année. Le manque de pâturage autour des oasis contraint les éleveurs à recourir aux produits de la palmeraier. Ces ressources et notamment les noyaux ont fait l'objet de certains travaux, dont leur complémentation après le pâturage s'avère utile en permettant de palier à la sécheresse. Les déchets du palmier dattier sont considérés à la fois comme fourrage, dont la composition chimique des pédicelles est similaire à celle de la paille avec 4,30% de matière azotée totale et 34% de cellulose (Arbouche et al 2008). Et comme concentré énergétique, dont ils sont plus riches en sucres cytoplasmiques qu'en glucides pariétaux, ce qui par ailleurs leur confère une bonne valeur énergétique (0,94 UF/kg MS) (Chehma et al 200), mais ils sont moins riches en matière azotée totale (5.2 %MAT) (Boudechiche L et al, 2009 , Bousdira K, 2007 et Chehma A et al 2002). En conséquence, leur incorporation est intéressante, la formulation d'aliment à un taux protéique réduit présente d'une part un intérêt économique (réduction de l'incorporation de matières premières riches en protéines) et d'autre part un intérêt sanitaire (réduction en l'occurrence de troubles digestifs et de l'humidité des litières) à condition que les niveaux en méthionine, lysine et thréonine sont ajustés par une supplémentation en acides aminés industriels pour les volailles et un ajustement protéique général pour les ruminants (Genin D et al, 2004). Plusieurs auteurs suggèrent que les déchets des dattes constituent une bonne source de complémentation pour le foin de luzerne pour l'engraissement de l'agneau. Aussi, dans les régions oasiennes phoenicicoles, le problème d'alimentation de bétail peut se résorber, à une échelle régionale, par la récupération des déchets de la palmeraie. L'intégration des méthodes nutritionnelles, telles que le traitement par l'urée et la fabrication d'un aliment équilibré sous forme de bouchons, spécifique à chaque stade physiologique, augmente l'échelle de recouvrement des besoins des petits ru-

Tableau 2 : Estimation quantitative des sous produits du palmier dattier fournis de 2007 à 2013 en Tonnes *10^4

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Moy
Production totale des dattes (Tonnes *104)	173	1 86	220	220	291	321	377	267
Nombre total de palmiers dattiers	4 12	4 13	4 13	414	4 213	424	4 21	1684
Palmes sèches (Tonnes *104)	55	55	55	55	56	5736	56	867
Pédicelles de dattes (Tonnes *104)	31	34	4	4	5	5	6	13
Rebuts de datte (Tonnes *104)	43	46	55	55	72	80	94	64

minants, ainsi que, le soutien à l'éleveur face aux perturbations physiologiques de l'animal. De plus, une bonne ration améliore l'état sanitaire, la fertilité, la prolificité et la production laitière, ensemble de facteurs vulnérables aux changements climatiques. Malheureusement à ce jour, l'absence quasi-totale d'une structure organisée chargée de la collecte, du traitement et de la distribution de ces déchets constitue un véritable obstacle qu'il faut à tout prix lever par l'industrialisation des nouvelles formules alimentaires.

La diversité génétique des petits ruminants au niveau des zones oasiennes

Au niveau des oasis, les races ovines et caprines ont des caractéristiques d'adaptation et de production distinctives. En effet, ces ressources génétiques animales, par leur niveau de tolérance différent aux conditions climatiques extrêmes, peuvent jouer leur rôle dans la lutte contre le changement climatique (FAO, 2015).

Par ailleurs la gestion de manière traditionnelle, voire archaïque conduit à des croisements anarchiques qui s'expriment par l'existence de troupeaux très hétérogènes avec la présence de sujets métissés, difficiles à classer, même phénotypiquement dans une race donnée. La conséquence de ce mode de conduite s'est traduite par une dispersion et une érosion du capital génétique des races, l'augmentation de la consanguinité dans les troupeaux et une baisse des rendements des élevages. Le risque à moyen terme est l'absorption de certaines races au profit d'autres, et la perte de certains caractères qui font la spécificité des races locales (Dehimi M.L., 2015). La principale race oasienne est la race Ouled-Djellel, c'est la race la plus adapté au nomadisme (figure 4), dans les régions arides et même au Sud (Dekhili, 2007 et Chellig, 1992), elle est composée de trois types : Chellalia, Hodnia et Djellalia qu'on peut rencontrer en allant du Nord au Sud algérien, elle a envahi les régions arides et semi-arides algériennes (Meradi et al, 2013).Vers le Sud, les brebis sont plus prolifiques (+14%), produisent plus d'agneaux (+27%) et sèvrent plus d'agneaux à trois mois (+18%) que les brebis du Nord, la variation observée a été essentiellement d'origine environnementale (Dekhili., 2007) et elle témoigne d'une grande adaptation de la race aux différents écosystèmes.

Conclusion

Le climat a une grande influence sur la production agricole partout dans le monde et dans les oasis en particulier. Le système d'élevage a subi des mutations profondes, à travers la dégradation des parcours, la tendance à la sédentarisation, l'association de la céréaliculture, le développement de la filière des fourrages irrigués et le recours à la complémentation alimentaire par les concentrés et les déchets agricoles. L'amélioration de l'écosystème oasien doit être basée sur i) Le choix judicieux des races locales algériennes adaptées au potentiel de production végétale locale, ii) l'agriculture familiale est le mode de mise en valeur agricole le plus résilient iii) Aussi , l'amélioration de la résilience générale des systèmes, par la valorisation optimale des produit locaux (déchet, sous produit et semences locales) et la mise en place des unités d'exploitation de la diversité locale (unités de compostage de déchets de palmiers, unités de fabrication d'aliments de bétail par les coproduits et les sous produits du palmier, unités de préservation des semences (végétales et animales).

Références bibliographiques

Alary V, 2015. Changement climatique: impacts et adaptations.. Agropolis International . Numéro 20. Cirad. 75p.

Arbouche F et Arbouche H S, 2008. Pédicelles de dattes du sud Est Algérien: effets du traitement à l'urée et du mode de stockage sur leur composition chimique et leur digestibilité . Livestock Research for Rural Development 20 (6).

Boudechiche L, Araba A ,Tahar A et Ouzrout R, 2009. Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. Livestock Research for Rural Development . 20 (6).

Boudechiche L, Araba A et Ouzrout R, 2010: Influence d'une complémentation de brebis en fin de gestation par des rebuts de dattes sur les performances d'allaitement. Livestock Research for Rural Development. Volume 22, Article #51.).

Bousdira K, 2006. Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mzab, classification et évaluation de la qualité..Mémoire de Magistère .Département de technologie alimentaire. université Boumerdès. Algérie. pp146

Chehma A, Longo HF et Siboukeur A, 2000. Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous produits du palmier dattier chez les ovins. Recherche agronomique .Revue Recherche Agronomique. INRAA. N°7: 7– 15

Chehma A, Longo H. F, Bada A et Mosbah M, 2002. Valeur alimentaire des sous produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du Drinn chez le dromadaire. Journal Algérien des Régions Arides. pp. 33-44.

Chehma A, Longo H.F et Belbey A, 2003 : Utilisation digestive de régimes à base de rebuts de dattes chez le dromadaire et le mouton. Revue Courrier du Savoir. Université Med Khider, Biskra N° 3.

Chellig R, 1992. Les races ovines algériennes. Office des publications universitaires. Alger, p 80.

Daoudi A, Terranti S, Hammouda RF, Bédrani S, 2013. Adaptation à la sécheresse en steppe algérienne : le cas des stratégies productives des agropasteurs de Hadj Mechri. Cahier Agricultur 22 : 303-10. doi : 10.1684/agr.2013.0629

Dehimi M.L, Zaiter S, Zerrougui S, Joija N, Benmakhlouf H, 2015. La production et la ventilation de géniteurs performants dans l'amélioration de la productivité des troupeaux de la race ovine Ouled Djellel à la station ITELV de Ain M'lila. . Workshop national sur La valorisation des races locales ovines et caprines à faible effectifs : un réservoir de diversité génétique pour le développement local.les 2 et 3 mars 2015. A l'INRA Algérie.

Dekhili M, Aggoun A, 2007. Performances reproductives de brebis de race ouled-djellal, dans deux milieux contrastés. Archivos Zootechnia. 56 (216): 963-966.

Demarquet F, 2010. Conduite de la fin de gestation sur parcours en hiver. Ferme Expérimentale de Carmejane. Institut de l'Elevage. France.

Dugué M.J, 2012. Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne. Agronome et vétérinaires sans frontier.

FAO, 2015. Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture. Rome. Animal genetic resources For food and agriculture and climate change. Dafydd Pilling and Irene Hoffmann. Rome, Italy. 130 pages.

Genin D, Kadri A, Khorchani T, Sakkal K, Belgacem F, and Hamadi M, 2004. Valorisation of date-palm by-products (DPBP) for livestock feeding in Southern Tunisia. I – Potentialities and traditional utilisation. Option meditiranean. Série A: 221-226.

Lassoued N, Rekik M,Ben Salem H, Mahouachi M, 2011. Utilisation des ressources alimentaires alternatives et performances de reproduction des ovins en Tunisie. Options Méditerranéennes, Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité.

Ministère d'agriculture et du développement rural (MADR), 2007. Rapport de la situation agricole. 78p. Algérie.

Nedjraoui D, Bédrani S, 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Revue électronique en sciences de l'environnement , Volume 8 Numéro; doi : 10.4000/vertigo.5375.

Yakubu A, Kingsley O I, Hadiza SH, Matthew W, Samuel A, 2010. Multivariate analysis phenottpic differentiation in bunaji and sokoto gudali cattle. Acta agriculturae slovenica, 96/2, 75-80(v 10014-010-0018-9).

SHORT COMMUNICATION

Effects of water quality on wheat (*Triticum durum* L. var Boussalem) irrigated with drainage water in a saline environment under palm grove conditions, southern Algeria

A. MIHOUB[1,2] and S. MOKHTARI[1]

1. Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas (C.R.S.T.R.A), Division of Soil, Biophysical Station, Nezla, 3240 Touggourt, Algeria.
2. Laboratory of Ecosystem Protection in Arid and Semi-arid Areas, University of Kasdi Merbah, Ouargla, 30000 Ouargla, Algeria.

Received 11 January 2016; Revised 11 March 2016; Accepted 21 April 2016

Abstract

The main objective of this study was to find the performance of durum wheat (*Triticum durum* L. var Boussalem) irrigated with drainage water in a saline environment under palm grove conditions. A field trail on a saline sandy soil was carried out at agricultural farm of Technical Institute of Saharan Agriculture Development (ITDAS) in El-Arfiane during winter 2012. Throughout the cycle of wheat fourteen irrigations was applied. The drainage water was imposed with two irrigation frequencies (1 and 2 week intervals). In addition, nitrogen and phosphorus fertilizers were applied in 240 and 180 kg ha^{-1} respectively. The results showed that the wheat responded positively in this saline condition, the drainage water (EC 14.8 dS m^{-1}) produced high seedling emergence and good vegetative growth, which was followed by an acceptable grain yield (5.56 t ha^{-1}).These yields were not significantly different from those obtained with fresh irrigation water, thus water could be another alternative for irrigation under similar experimental conditions, especially with appropriate nitrogen and phosphorus fertilization at weekly irrigations intervals.

Keywords: Saline environment, Palm grove, Drainage water, Wheat, Triticum durum L, Grain yield, Southern Algeria.

Effets de la qualité de l'eau sur le blé (Triticum durum L. var Boussalem) irrigue par l'eau de drainage dans un environnement salin sous palmiers, sud Algérien

Résumé

L'objectif principal de cette étude était d'apprécier la performance d'une culture de blé dur (Triticum durum L. var Boussalem) cultivé sous palmeraie et irriguée par de l'eau de drainage. Une expérimentation sur un sol sablonneux salin a été effectuée dans la ferme agricole de linstitut technique de développent de lagriculture saharienne (ITDAS) à El-Arfiane au cours de l'hiver 2012. Durant tou le cycle un nombre de quatorze irrigations a été appliqué. L'eau de drainage a été apportée à deux fréquences d'irrigation (1 à 2 semaines d'intervalle). En outre, la fertilisation azoto-phosphatée a été assurée en appliquant 240 kg N ha^{-1} et 180 kg P2O5 ha-1. Les résultats ont montré que le blé a répondu favorablement dans ces conditions salines, l'eau de drainage (EC=14.8 dS m^{-1}) a permet de produire un fort taux d'émergence des semences et une bonne croissance végétative des plants, qui a donné par conséquent un rendement en grain acceptable (5.56 t ha^{-1}). Ces rendements ne différaient pas largement de ceux obtenus avec de leau peu salée. De ce fait, leau de drainage pourrait être une autre solution alternative pour lirrigation dans des conditions expérimentales similaires, surtout avec une bonne fertilisation azotée et phosphorée conjuguée avec des fréquences d'irrigation très proches.

Mots-clés: *Salinité, Palmeraie, Eau de drainage, Blé, Triticum durum L, Rendement en grain, Sud Algérien.*

Corresponding author

Mihoub Adil
E-mail: adil_mhb@yahoo.com

1. INTRODUCTION

One of the most important factors limiting crops yields is the quality of irrigation water; there is an increasing tendency to use more quality of irrigation water in arid and semi-arid regions, where supplemental water is needed to intensify agriculture.

In Algeria, the arid zone covers an incontestable area whose occupies nearly 90 % of the national territory. In southern of Algeria, the limited availability of water associated with arid and hostile environment are the main factors to practice the agriculture activities. The use of groundwater remains at present the most efficient solution for agriculture in these regions. The abuse and irrational groundwater pumping has caused a decline in the piezometric level of the terminal complex water (CT), the disappearance of artesian, the rise of groundwater and salinisation of CT. Drainage waters are source of undeniable water in the palm groves of the region of Oued Righ, availability all the time in the ecosystem and its easier accessibility for farmers. Using this water may be an alternative solution which helps to fight against exhaustion and preserve non-renewable groundwater resources. But this is possible with an intelligent and reasoned irrigation especially with monitoring the chemical environment of the soil.

Wheat is the most important and widely cultivated crop of the entire world. It is principal food of human beings. Algeria is one of the important wheat importing countries in the world.

Considerable research has been directed towards defining the effects of salts upon crop growth (Shalhevet & Bernstein 1968; Hira & Singh 1973; Mass 1990; Osman et al. 1997).

The present study aimed to analyze the effects of drainage water on durum wheat productivity. This analysis was based on observations made in yield, and yield components.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Study area

The experiment was conducted on an agriculture farm of Technical Institute of Saharan Agriculture Development (ITDAS) in El-Arfiane, southern Algeria (33◦63N, 5◦98E, 25 m above sea level). The regional climate is characterized by warm dry summers, with maximum air temperature some times higher than 40◦C. Therefore very low and erratic rainfall.

2.2. Soil analysis

The bulk sample of used soil was collected after crop harvest (winter wheat) from the upper layer of an Arenosol (IUSS Working Group WRB 2006) at depth of 0–30 cm sampled at five sampling points randomly selected along agricultural farm of Technical Institute of Saharan Agriculture Development (ITDAS) in El-Arfiane, southern Algeria.

Before analysis, the collected samples were air dried, crushed, sieved through a 2mm sieve and stored for chemical characteristics determination.

Soil pH and electrical conductivity were measured in deionized water (1:5 soil to solution ratio). The total $CaCO_3$ was measured by the gasometric method by using the calcimeter of Bernard. The total soil organic carbon was quantified by the Walkley–Black method modified (Yeomans & Bremner 1998), and total nitrogen was determined by digestion with sulphuric acid and Kjeldahl distillation (Bremner 1996).

2.3. Field experiment

A field experiments were conducted in 2012-2013 harvesting seasons on wheat. In the experimental area the land was cleared, ploughed, harrowed and leveled and the water channels were constructed. The set-up consisted of two rectangular plots and the gross plot size was 1.5m × 40m (60m^2). One meter (1m) lee-way was left between plots. Wheat variety "Boussalem" with seed rate of 180 kg ha^{-1} was sown in a sandy saline soil, the properties of this soil are presented in Table 1. Nitrogen as urea at the rate of 240 kg ha^{-1} applied in three fractions (40 kg ha^{-1} in Tillering start, 100 kg ha^{-1} in Stem elongation start and 100 Stem 100 kg ha^{-1} in Stem elongation end). A basal dose of phosphorus as Triple superphosphate (TSP 46%) at the rate of 180 kg ha^{-1}. All the other management practices were carried out as and when required.

The following plant parameters were recorded during the course of study:

i. Number of ears per m^2

ii. Number of grains per ear

Ten ears were selected randomly from each plot and grains per ear were counted at the time of harvesting. The values were averaged to obtain the mean value.

iii. 1000 grain weight (g)

A sample of 1000 seeds was taken randomly from the total seed lot of each plot and then weighed.

iv. Grain and straw yield (kg ha^{-1})

The data of grain and straw yields was recorded by harvesting 1 m^2 per plot. Grains and straw were threshed and weighed manually and the obtained data was then converted to get the final yield in kg ha^{-1}.

2.4. Irrigation conduit

To prepare the seed-bed one irrigation was given after land preparations. The second irrigation using a groundwater was given immediately after sowing. The drainage water was imposed with two irrigation frequencies (1 and 2 week intervals). Table 2 presents the chemical composition of the irrigation water. Throughout the cycle of wheat fourteen irrigations was applied using border irrigation method. Every time we irrigate the quantity of applied drainage water by a border irrigation system are estimated using a volumetric meter placed at the head of the experimental plots. Table 3 presents the irrigation frequencies and the quantity of applied drainage water.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Physicochemical properties of Soil

Basic parameters of selected physical and chemical properties of soil samples are given in Table 01. The soil was sandy saline (EC= 4.18 dSm^{-1}), alkaline, low in organic matter content, and high in gypsum content.

3.2. Characteristics of irrigation water

They are classified as C4S1 class classification by the U.S. in 1954 and their use would present severe problems according to FAO classification (Durand 1983) (Table 2).

3.3. Short-term monitoring soil salinity

To monitor the effect of irrigation with drainage water on the soil salinity, the variation of electrical conductivity values was followed during different growth stage of wheat. The mean of all the results is mention in table 4.

Table 1: Some important proprieties of soil

a). Particle size (% of mineral parts)	
Sand	91
Silt	5
Clay	4
Textural class	Sandy soil
b). Physico-chemical properties	
Soil reaction (pH) (1:5 soil water extract)	7.6
EC (dS m-1) (1:5 soil water extract)	4.18
Lime content (%)	4.2
Gypsum content (%)	14.8
Organic matter (%)	1.08
c). Bulk density (kg dm-3)	1.25

According to these results, the drainage water has not a significant effect on the soil salinity; and the salinity remained stable during the growing season, this can be explained by the leaching fraction applied during irrigation, especially in the case of border irrigation method.

3.4. Effect of drainage water on wheat yield and yield components

Table 5 indicated that the obtained yields components were encouraging; the results showed that the wheat (Triticum durum L. var Boussalem) responded positively in these saline environments, the drainage water (EC 14,8 dS.m^{-1}) produced an acceptable grain yield (5,56 t.ha^{-1}) and a high straw yield (90 t.ha^{-1}). These yields were not significantly different from those obtained with fresh irrigation water.

3.5. Financial performance of drainage water

Using drainage water to produce durum wheat under palm grove system has an important benefit for the farmers who wish to cultivate wheat crops. A profit of about 1298,61 USD per hectare can be obtained. An economic analysis has been established to demonstrate this beneficial effect (Table 6).

Table 2: Chemical composition of drainage water (mmol L−1) and electrical conductivity (dS m−1)

pH 1:5	**EC 1:5 (dS m-1)**	**Ca+2**	**Mg+2**	**k+**	**Na+**	**Cl-**	**SO4-2**	**HCO3-**
7.9	14.8	631	832	35	2150	3900	4050	324

Table 3: Quantity of applied drainage water

Irrigations dates	Drainage water quantity (m3 ha-1)
04-11-2012	312.5
08-11-2012	312.5
18-11-2012	312.5
25-11-2012	312.5
11-12-2012	239.2
23-12-2012	258.3
03-01-2013	260.0
28-01-2013	300.0
07-02-2013	325.0
04-03-2013	208.3
12-03-2013	350.0
19-03-2013	327.5
02-04-2013	391.7
09-04-2013	366.7
Total	**4276.7**

Table 5: Mean value of yield and yield components

No. of plants per m2	550
No. of ears per m-2	513
No. of grains per ears	27.17
(grain weight (g 1000	39.94
(Grain yield (t.ha-1	5.56
(Straw yield (t.ha-1	9
harvest index	1.61

Table 6: Economic analysis

		Units
Obtained Yield	55.6	Quintal
Total charges per hectare	1944.39	USD
Cost (1 quintal)	34.93	
Sale price (1 quintal)	58.25	
Profit (1 hectare)	1298.61	

Table 4: Average soil salinity (EC, dS m-1) according to growth stage of wheat

Growth stages	Seeding emergence	Tillering	Stem elongation	Ear emergence	Ripening
EC1:5 (dSm-1)	4.25	4.05	3.2	3.74	4.33

CONCLUSION

In Algerian Saharan conditions, using drainage water in these conditions could be another alternative for irrigation, which could eventually save more fresh water for a sustainable development. Application of this quality of water in these sandy saline soils has introduced some beneficial effects on wheat crop grown under palm grove systems. With high rates of nitrogen (210-240 kg.ha^{-1}) and phosphorus (180 kg.ha^{-1}), especially using a border irrigation method at weekly irrigations intervals.

References

Bremner JM (1996) Nitrogen-total. In: Sparks, D.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 3.Chemical Methods. SSSA-ASA, Madison, WI, pp. 1085–1121.

Durand JH (1983) The irrigable soils agency Cultural and Technical Cooperation, Academic Press France.

FAO/IUSS Working Group WRB (2006) World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Reports 103. FAO, Rome.

Hira GS, Singh NT (1973) Effect of soil salinity and water table depth on yield, salt uptake and transpiration rate in wheat, Indian J. Agric. Sci. 143 (2), 126-128.

Maas EV (1990) Crop salt tolerance. In: Tanji, K.K. (Ed.), Agricultural salinity assessment and management. ASCE Manuals and reports on Engineering Practice No. 71. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 262-304.

Osman OA. Al-Nabulsi YA, Helalia AM (1997) Effect of water quality and frequency of irrigation on growth and yield of barley (Hordium vulgar L.). Agricultural Water management. 34, 17-24.

Shalhevet MC, Bernstein L (1968) Effects of vertically heterogeneous soil salinity on plant growth and water uptake. Soil Sci. 106, 85-93.

Yeomans JC, Bremner JM (1998) A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 19, 1467–1476.

SHORT COMMUNICATION

Suivi de l'évolution de la mineuse de la tomate « *Tuta absoluta* meyrick, 1917 » sur plants de tomate sous serre au niveau de la station experimentale d'El-Outaya

D. Berredjouh[1], A. Belhadi[1], M. Rahmouni[1], K. Baaziz[1] et M. Belhamra[2]

1 Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Biskra Algérie

2 Université Mohamed Khaider - Biskra, Algérie

Received 12 February 2016; Revised 11 May 2016; Accepted 25 Jun 2016

Résumé

Les cultures sous serres sont sujettes à des attaques de plusieurs ravageurs, malheureusement le recours aux traitements chimiques a révélé des incidences néfastes sur l'environnement, la santé humaine et sur le développement de la résistance chez certains ravageurs, parmi eux on cite la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* qui a acquis la susceptibilité réduite et la résistance aux insecticides chimiques qui ont été précédemment efficaces et à l'échec des insecticides synthétiques. Pour faire face à ce redoutable ravageur, nous avons jugé utile de suivre les populations de la mineuse avec des pièges à phéromone sexuelle dans deux situations différentes (serre avec insecte proof et serre sans insecte proof) afin de contribuer à répondre aux préoccupations des agriculteurs de la région des Ziban en proposant un programme de lutte intégrée. Le suivi durant une campagne nous a permis de conclure que la serre protégée par l'insecte-proof a présentée moins d'attaques par la mineuse que la serre non protégée par l'insecte-proof.

Mots-clés: *tomate, mineuse de la tomate, suivi, piège à phéromone, insecte-proof.*

متابعة تطور حشرة حفارة الطماطم في الزراعات المحمية على مستوى المحطة التجريبية بالوطاية

ملخص

إن الزراعات المحمية معرضة للأصابة بالعديد من الممرضات الحشرية، ولسوء الحض فإن المعالجة الكيماوية لها تأثيرات سلبية على البيئة وصحة الانسان، كما أنها تحفز المقاومة لدى العديد من الممرضات. من بين هذه الآفات نجد حفارة الطماطم والتي تمتلك قابلية المقاومة تجاه المبيدات الكيماوية. من أجل متابعة ومواجهة هذه الحشر الخطيرة، قمنا بمتابعة مجموعات حفارة الطماطم بواسطة المصائد المعتمدة على الفيرومونات الحشرية وذلك في حالتين مختلفتين (بيوت محمية بالشبكة الواقية من الحشرات وأخرى غير محمية)، وهذا من أجل المساهمة في مساعدة الفلاحين في منطقة الزيبان على وضع برنامج للمكافحة المدمجة. لقد سمحت لنا هذه المتابعة بتحديد أن البيوت المحمية بواسطة الشبكة الواقية من الحشرات أظهرت نسبة إصابة أقل بحفارة الطماطم مقارنة بالبيوت غير المحمية والتي أظهرت نسبة أعلى.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، حفارة الطماطم، متابعة، مصائد الفيرومونات، الشبكة الواقية من الحشرات

Corresponding author

Berredjouh Djamel
E-mail: Dj_CRSTRA@yahoo.fr

INTRODUCTION

Tuta absoluta ou la mineuse de la tomate, est considérée comme un ravageur très dangereux qui a fait son apparition en Algérie durant l'année 2008 (Chouibani, 2008). Durant la même année elle a été agressé la région des Ziban. Les traitements chimiques, semblent inefficaces surtout en cas d'une forte attaque. Le potentiel d'impact de Tuta absoluta est très élevé en culture sous serre. La mineuse attaque, se nourrit et se développe sur toutes les parties de la plante au-dessus du sol. Au niveau des feuilles, les larves se nourrissent entre les couches de l'épiderme, causant des mines irrégulières qui deviendra plus tard nécrotique. Les fruits peuvent être attaqués au moment de leur formation. Les dégâts de ce ravageur surviennent durant tout le cycle de croissance de la tomate destinée à la transformation et au marché. Pour cette raison nous avons suivi la dynamique des populations de la mineuse de la tomate au niveau des serres de la station expérimentale d'El Outaya (CRSTRA).

I- MATERIEL ET METHODES

I-1 Site d'étude :

La station des bio-ressources (Eloutaya) se situe à 12 Km du siège de la Direction Générale du CRSTRA Biskra (sis au Campus Universitaire Med Kheider Biskra). Cette station s'étend sur une superficie de 20.50 ha et fait partie du périmètre d'irrigation « Lemkimnet » irrigué à partir des eaux du barrage « Manbaâ Elghozelan » (fontaine des gazelles). Le sol de la station à dominance argileuse, les cultures installées sont : le palmier dattier, olivier, figuier, plasticulture et en plus une pépinière arboricole et ornementale.

I-2 Echantillonnage :

Pour mener notre suivi, nous avons pris deux serres de tomate l'une protégée par un insecte- proof et l'autre non protégée (Figure1 et Figure 2).

Chacune des serres renferme 800 plants de tomate variété «SAHRA» dont 144 plants (ce qui correspond 20%) ont servi pour le suivi dans chaque serre.

Les différentes opérations utilisées sont :

• Contrôler les plants repiqués.

• Désherbage des adventices à l'intérieur et aux alentours des serres ou des parcelles cultivées, en éradiquant les plants hôtes (Solanacées).

• Protéger les ouvertures de serre par des filets insecte-proof pour empêcher toute pénétration d'insectes

I-2-1 Suivi de l'évolution de Tuta absoluta sur plants de tomate sous serre.

I-2-1-1 Suivi des adultes

Pour réaliser le suivi de la dynamique des populations de la mineuse de la tomate, nous avons utilisé des pièges delta à phéromone sexuelle placés à une hauteur d'homme (Figure 3). Chaque serre est contrôlée par un seul piège et le changement des capsules (phéromones) se fait chaque mois. Les lectures des pièges sont réalisées chaque semaine.

Des relevés journaliers des températures sont réalisés afin de voir l'effet de la température sur la fluctuation des populations.

I-2-1-2 Suivi des stades larvaires

Le suivi des différents stades larvaires est effectué une fois par semaine, sur les feuilles à partir des 144 plants de tomate dans chaque serre.

Figure 1 : Serre protégée

Figure 2 : Serre sans protection

I-3 Analyse statistique :

Une analyse de variance au seuil de signification de 5% avec le logiciel SPSS 10.0 est effectuée dans le but de faire ressortir l'effet de l'insecte-proof au niveau des serres pour la lutte contre la mineuse de la tomate.

II- RESULTATS ET DISCUSSIONS

II-1- Dynamique des populations

L'étude statistique n'a montré aucune différence significative en Janvier entre les deux serres pour les stades larvaires L1, L2, L3 et L4 de la mineuse de la tomate (F5,99 = 0,000 et P = 1,00 ; F5,99 = 0,47 et P = 0,51 ; F5,99 = 0,80 et P = 0,40 ; F5,99 = 1,34 et P = 0,29) respectivement (tableau 1). Cependant, l'analyse de variance a montré une différence significative entre les deux serres pour les adultes et les feuilles attaquées (F5,99 = 10,09 et P = 0,01; F5,99 = 10,86 et P = 0,01) respectivement (tableau 1).

Durant le mois du Février aucune différence significative à été enregistrée (P > 0,05) entre les deux serres pour les paramètres précédents (tableau 1). L'analyse de la variance concernant le mois du Mars a montré une différence significative pour le stade L2 entre les deux serres (F5,99 = 12,9 et P = 0,011) (tableau 1). Par ailleurs, une différence très significative pour tous les stades larvaires entre les deux serres en Avril pour les deux serres (P < 0,01) (tableau 1).

II-1-1 Serre protégée

(Figure 4) illustre les résultats de suivi de la dynamiques des populations des adultes de la mineuse.

D'après (Figure 4) on peut dire que l'évolution des captures des adultes de la mineuse de la tomate aug-

Figure 3 : Piège delta

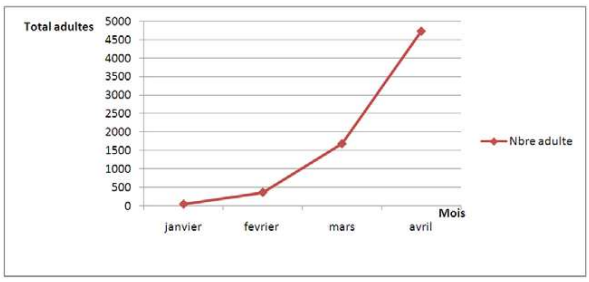


Figure 4 - Dynamique des vols des adultes de la mineuse dans la serre protégée

Figure 5 - Dynamique des vols des adultes de la mineuse dans la serre non protégée.

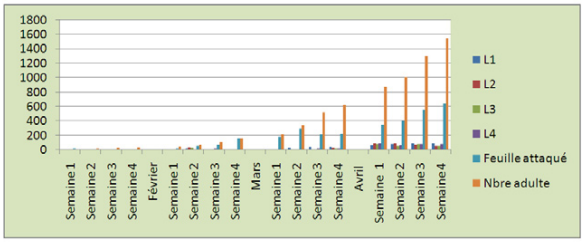


Figure 6 - Evolution des stades larvaires et les feuilles attaquées avec les nombres des adultes dans la serre protégée avec un insecte-proof.

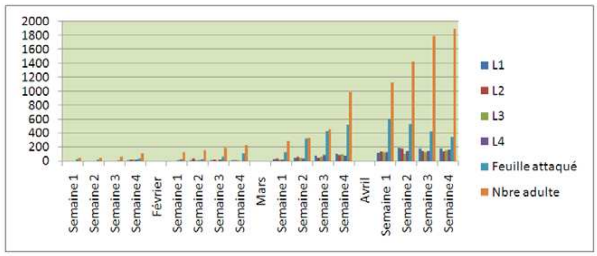
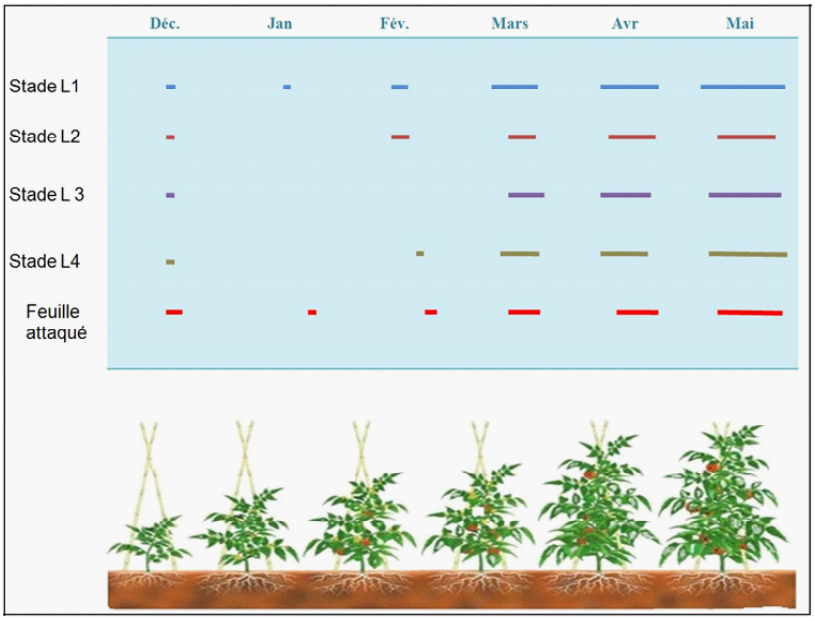


Figure 7 - Evolution des stades larvaire et les feuilles attaquées avec les nombres des adultes dans la serre non protégée

Tableau 1 : Stades larvaires L1, L2, L3, L4, imaginale et le nombre des feuilles attaquées enregistrés dans les deux serres (protégée et non protégée) (moyenne ± écart type).

Mois	Serre	L1	L2	L3	L4	Adulte	Feuilles attaquées
Janvier	SP	5,5±4,04a	3,75±3,86a	4,25±2,87a	4,5±3,78a	12,5±9,11a	5,5±5,6a
	SNP	5,5±4,35b	6,25±6,13a	8,5±9,03a	9±6,78a	64±31,11b	22,25±8,42b
P		1,00	0,51	0,40	0,29	0,01*	0,01*
F		0,000	0,47	0,80	1,34	10,09	10,86
d.d.l	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	
N	4	4	4	4	4	4	
d.d.l		1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
N		4	4	4	4	4	4
Février	SP	6,5±8,5a	11,75±12,44a	8,75±9,6a	6,25±6,44a	91,5±48,88a	75,25±59,33a
	SNP	8±4,3a	18±11,88a	9±4,9a	12,25±8,42a	171,5±44,45a	52,5±39,21a
P		0,7	0,4	0,9	0,30	0,052	0,54
F		0,09	0,5	0,02	1,28	5,8	0,4
d.d.l		1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
N		4	4	4	4	4	4
Mars	SP	30,25±14,68a	13,25±6,6a	9,75±3,40a	13,00±5,94a	421,75±183,9a	229,25±45,79a
	SNP	63,25±36,73a	55,5±22,57b	55,5±31,98b	53,25±31,22b	514,75±322,79a	345,5±169,76a
P		0,14	0,011*	0,02	0,045	0,63	0,23
F		2,78	12,9	8,09	6,4	0,25	1,77
d.d.l		1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
N		4	4	4	4	4	4
Avril	SP	82,25±11,20a	76,75±16,9a	65,75±13,64a	79,5±8,69a	1184,75±302,3a	487,75±133,95a
	SNP	165,25±30,67b	145,75±20,30b	127,5±20,61b	145,5±12,92b	1556,5±351,10a	473,5±115,3a
P		0,002**	0,002**	0,002**	0,000***	0,16	0,87
F		25,83	28,37	24,95	71,80	2,57	0,02
d.d.l		1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
N		4	4	4	4	4	4

Les moyennes suivies par lettres différentes sont significativement différentes selon le test Tukey (* P < 0,05, ** P< 0,01, *** P < 0,001). P: probabilité, F: facteur calculé, d.d.l. : degrés de liberté, v1 = 1, v2 = 6. N: nombre de répétitions.



Calendrier de suivi des différents stades larvaires de la mineuse de la tomate

mente d'un mois à un autre pour atteindre le pic pendant le mois d'Avril. Cette augmentation est influencée par l'élévation des températures dans la serre. On remarque aussi que la température influe directement sur la dynamique des populations. De même l'insecte proof représente un obstacle pour l'introduction de la mineuse.

II-1-2 Serre non protégée

La figure 5 illustre l'évolution de la dynamique des populations de la mineuse de la tomate dans la serre non protégée.

L'effectif de la population est très important par rapports à la serre protégée qui présente un effectif réduit.

L'absence de l'insecte-proof favorise l'introduction d'un important nombre de papillons à l'intérieure de la serre.

II-2- Suivi des stades larvaires et du taux d'infestation

II-2-1 Serre protégée

La figure 6 illustre l'évolution des stades larvaires et le taux d'infestation de la tomate par la mineuse de la tomate dans la serre protégée.

II-2-2 Serre non protégée

D'après le suivi des stades larvaires dans les deux serres (protégée et non protégée), on a pu remarquer que l'effectif des stades larvaires durant les mois de Janvier et Février était faible cela est du aux faibles températures et à la présence de l'insecte-proof au niveau de la serre protégée. Par contre l'effectif des stades larvaire commence à augmenter à partir du mois de Mars, cette augmentation est favorisée tout d'abord par l'absence de l'insecte-proof dans la serre non protégée ainsi par l'augmentation de la température.

Le taux d'infestation dans la serre protégée faible par rapport à la serre non protégée.

On précise que les deux serres n'ont reçu aucun traitement chimique durant toute la campagne.

CONCLUSION

Au terme de notre essai concernant le suivi de la dynamique des populations de la mineuse de la tomate dans deux serres, une protégée par l'insect-proof et l'autre non protégée ; nous a permis de déduire que pour lutter contre la mineuse de la tomate d'une manière efficace en respectant l'environnement il est impératif de pratiquer d'une manière harmonieuse un programme de lutte intégrée tenant en compte les actions suivantes :

- Lutte prophylactique (plants sains, désherbage, nettoyage des outils de travail)

- Lutte biotechnique (Insect-proof ; pièges à phéromone)

- Lutte biologique (produits biologiques et les auxiliaires)

Références

CHOUIBANI M., 2008. La mineuse de la tomate Tuta absoluta Meyrick (Lep. Gelichiidae). Communication O., Agadir 15 Novembre. DPVCTRF, 14p.

LAGIER J., Mise en œuvre de filets ¨ Insecte proof ¨ en culture sous serre incidences sur le choix des matériaux de couverture et des systèmes d'aération. Ed. INRA Alénya. pp 25-29.

Master EBE, 2009. Lutte biologique : principe, application et limites. GEPE. 34p.

Phytoma., 2008. La défense des végétaux. Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Ed. phytoma. N° : 617, pp18-19.

Phytoma., 2010. La défense des végétaux. N° 632. Tomate traquer Tuta Absoluta. Ed. Phytoma, pp 40-44.

RESEARCH PAPER

Lodging resistance and its associated traits in barley landraces (*Hordeum vulgare* L.) from arid areas in Algeria

H. Rahal-Bouziane[1], A. Abdelguerfi[2]

1. National Agronomic Research Institute of Algeria, INRAA of Baraki (Algeria).
2. National School of Agronomy of El-Harrach (ENSA), Algiers, Algeria

Received 3 Jun 2016; Revised 27 Jun 2016; Accepted 12 July 2016

Abstract

Lodging is a serious problem in cereals damaging both yields, grain and forage quality but also increasing the difficulty of the harvest. This study was conducted in order to analyze the genetic variability and to evaluate the traits that are associated with lodging resistance. The analysis of variance revealed very highly significant differences for all the studied traits which showed a great variability between genotypes. Morphological investigations generally showed that the most resistant genotypes to lodging were those with the shorter total lengths of the first four basis internodes. Those which were susceptible to lodging possess against the longer four basis internodes. The correlations studies on the stem traits as well as the agro-pheno-morphological characters indicated that the lengths of the first four basis internodes were all positively correlated with each other. Diameters and weights of the four internodes were almost all positively correlated with each other. It was also showed that lodging was negatively correlated with the awn length and the 1000 grain weight but positively correlated with the tiller spike number per plant. Correlations between lodging and the lengths of the four basic internodes were all positive and very highly significant. The existing diversity for these traits and the relationships between them could help for directing breeding works for the lodging resistance.

Keywords: Barley; Lodging; genetic variability; basis internodes

ظاهرة الرقاد والصفات المرتبطة بها لدى أنماط محلية للشعير من المناطق القاحلة في الجزائر

ملخص

إن ظاهرة الرقاد لدى الحبوب تمثل مشكلا عويصا يلحق أضرارا بالإنتاج، بنوعية الحب، كما يزيد من صعوبة عملية الحصاد. أجريت هذه الدراسة من أجل دراسة التباين و كذلك من أجل تقييم الصفات المرتبطة بظاهرة الرقاد لدى اثنين و ثلاثين نمط من الشعير. أثبتت الدراسة الإحصائية وجود تباين كبير بين أنواع الشعير من خلال اختلافات ذات دلالة جد عالية لدى كل الصفات المدروسة. دلت التحقيقات المرفولوجية بشكل عام أن معظم الأنواع المقاومة للرقاد ، تميزت بأقصر المسافات فيم بين العقد القاعدية الأربعة على عكس الأنواع القابلة للرقاد و التي تميزت بأطول المسافات فيم بين هذه العقد. من جهة أخرى، دلت دراسة الارتباط بين الصفات الخاصة بالسيقان وكذلك المعطيات الفينولوجية والزراعية والمرفولوجية، أن كل المسافات فيم بين العقد القاعدية الأربعة كانت مترابطة ترابطا موجبا وجد قوي فيم بينها. لقد كانت أقطار و أوزان مسافات ما بين العقد القاعدية الأربعة، في معظمها، مترابطة موجبا مع بعضها البعض. كما دلت النتائج أيضا أن ظاهرة الرقاد كانت مترابطة سلبا مع طول السفا ووزن الألف حبة بينما ترابطت موجبا مع عدد التفرعات السنبلية . لقد ترابطت ظاهرة الرقاد ترابطا موجبا وجد قوي مع طول مسافات ما بين العقد القاعدية الأربعة. إن هذا التنوع بين أنواع الشعير فيم يخص هذه المعطيات وكذلك مدى الترابط فيما بينها قد يساعد على توجيه أبحاث التحسين الوراثي من أجل مقاومة الرقاد لدى الشعير.

الكلمات المفتاحية: الشعير ، ظاهرة الرقاد، التنوع الوراثي، ما بين العقد القاعدية الأربعة

Corresponding author

H. Rahal-Bouziane
E-mail: bouzianehafida@yahoo.fr

Introduction

The process by which the shoots of small grained cereals are displayed from their vertical stance is known as lodging. This can reduce yield by up to 80 % and causes several knock-on effects including reduced grain quality, greater drying costs and slower harvest. It is a problem that limits cereal productivity in both developed and developing countries (Berry et al., 2004).

Barley is particularly prone to lodging because it has tall, hollow stems (Bergal and Clemencet 1962). Thus, lodging resistance has become one of the major goals in crop breeding, particularly in barley (Chen et al., 2014). Lodging can be used as prediction tool for yield and grain quality loss in barley (Caierão, 2006).

Keller et al. (1999) reported that higher seed density will enhance lodging by increasing culm length and decreasing culm diameter as well as total root mass.

However a reduction in culm length does not seem to be the correct answer to increase lodging resistance (Berbigier 1968, Konoshi 1976).

Anatomical characteristics of the culm, mostly when associated with short basal internodes, can be more important than culm length per se (Pinthus, 1973).

The objective of the study was to evaluate the genetic diversity and to investigate the relationships between the phenol-agro-morphological traits and the lodging resistance.

Materials and methods

Genotypes & planting

The germplasm consists of 29 barley genotypes coming from rural regions of Algeria (Adrar, Tamanrasset, Touggourt, Ghardaïa, Béchar, Ouargla and El bayadh) in presence of three witnesses: Pane from Spain and two improved Algerian varieties Saïda and Tichedrett.

Genotypes were evaluated in Mitidja (plain in Algiers with an average rainfall exceeding 500 mm and a subhumid climate) at the National Agronomic Research Institute of Algeria (INRAA) during 2014-2015. This study was taken without fertilization, pesticides, and fungicides and without irrigation. The texture of the soil was a sandy clay loam texture. Planting occurred on 13 November 2014. The test was done using a completely randomized design on two plots. Rows were 4 m each with spacing of 50 cm between themselves. The distance between plants was 10 cm.

Measurements

Plant height (HPL) (cm), spike length (HEP) (cm), awn length (LBA) (cm), number of fertile tillers per plant (NTE), grain number per spike (NGE), spikelet number per spike (NEE), 1000 grain weight (PMG) (g) and spike weight (PEP) (g) were the quantitative traits evaluated at maturity and also days to heading (DEP) and days to maturity (DC). The lodging grade (LOD) was scored at maturity, with the use of 9°-scale, where 1 means no lodging and 9, the highest lodging. After harvesting, measures in the first four basis internodes of stems were made for all maturing genotypes, namely: the lengths of the first four basis internodes (LEN1, LEN2, LEN3, and LEN4) measured by centimeter; their diameters (DEN1, DEN2, DEN3 and DEN4) measured by millimeter and their weights (PEN1, PEN2, PEN3 and PEN4) measured in grams.

A random selection of 10 plants was done on tow plots (five plants per plot chosen from the central parts of each row) of the test to study the following characters: HPL, HEP, LBA, NTE, NGE, NEE, PEP and also: LEN1, LEN2, LEN3, LEN4, DEN1, DEN2, DEN3, DEN4, PEN1, PEN2, PEN3 and PEN4.

Statistical analysis

One-way analysis of variance (ANOVA) was performed by Fisher's least significant difference (LSD) method to test the significance difference between means. The data was statistically analyses by the Gen Stat Discovery (Edition 3, Stat Soft Inc.) and concerned the characters: HPL, NTE, HEP, LBA, NEE, NGE and PEP (table 1) and also the following traits: LEN1, LEN2, LEN3, LEN4, DEN1, DEN2, DEN3, DEN4, PEN1, PEN2, PEN3 and PEN4 (table 2).

Correlations were obtained by STATISTICA (Data analysis Software System, version 6, Stat Soft Inc.) and were performed based on the means values of characters: LEN1, LEN2, LEN3, LEN4, DEN1, DEN2, DEN3, DEN4, PEN1, PEN2, PEN3, PEN4, PEP and lodging grade (LOD) (table 3). Correlations were also done on the characters: LEN1, LEN2, LEN3, LEN4, HPL, NTE, HEP, LBA, NEE, NGE, PMG, PEP, DEP, DC and LOD (table 4).

Results

Variance analysis showed the existence of a great genetic variability ($P < 0.001$) in the germplasm for all the agro-morphological traits (table 1) and for all the characters concerning the stems (lengths, diameters and weights of the four basis internodes) (table 2).

Genotypes (13, 16, 17, 11, 28, 8, 18, 19, 9 and 15) with very long stems and those with long stems (33, 12, 25, 27, 14, 31 and 26) were resistant to lodging. Genotypes with short stems but slightly susceptible to lodging were 21 and 22 except the genotype 20 with short stem and resisting to lodging. All the genotypes with medium stems were susceptible to lodging (1, 2, 4 and 24). Genotypes with very long stems and susceptible to lodging were: 7, 10, 23, 5 and 29. Those with long stems and also susceptible to lodging were: 30 and 32.

Morphological investigations have generally shown that most genotypes resistant to lodging whether with long, very long or short stems, were those with the shorter total lengths of the first four basis internodes. Those which were susceptible to lodging possess against the longer four basis internodes.

On the other hand, the correlations studied on these characteristics as well as the agro-pheno-morphological characters showed that the lengths of the first four internodes were all positively correlated with each other. The length of the third inter-node was positively correlated to the diameter of the second inter-node. The diameters and weights of the four internodes were almost all positively correlated with each other. The spike weight was very strongly and positively correlated with the weight of the second, third and fourth inter-node. It was positively correlated with the first basis inter-node (table 3).

It was also showed that lodging is negatively correlated with the awn length and the 1000 grain weight but positively correlated with the tiller spike number per plant (table 4). Correlations between lodging and the lengths of the four basic internodes were all positive and very highly significant (table 3). There were no significant correlations between lodging and the following characters: Diameters, weights of the four basis internodes and spike weights (table 3).

Discussion

It was showed that genotypes with long or very long stems resisted to lodging and others with short or medium stems against were however susceptible to lodging. Indeed, no significant correlation was found

Table 1. ANOVASs of agro-morphological traits in 32 barley genotypes

Source of variation	DF	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE	PEP
Genotype	31	39.74***	3.41***	46.02***	57.19***	16.49***	7.46***	25.73***
Error	288	57.68	17.83	0.64	0.76	1.58	80.18	0.54
CV %		6.9	42.4	10.8	7.7	11.8	16.9	21.9
SE		2.4	1.34	0.25	0.27	0.4	8.95	0.23
SED		3.4	1.89	0.36	0.38	0.56	4.11	0.33
LSD		6.69	3.72	0.7	0.76	1.11	8.1	0.64

***: Significant at P<0.001; SE: Standard Error; SED: Standard Errors of means; LSD: Least significant differences of means at 5 % level

Table 2. ANOVAs of lengths, diameters and weights of the four basis internodes of stems

Source of variation	DF	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	GEN1	GEN2	GEN3	GEN4	PEN1	PEN2	PEN3	PEN4
Genotype	31	8.43***	8.68***	10.0***	14.2***	3.7***	4.19***	4.37***	5***	3.67***	7.98***	11.03***	7.75***
Error	288	1.73	3.77	3.9	3.66	0.41	0.44	0.44	0.39	0.004	0.004	0.005	0.006
CV %		50	31.4	21.5	18	20.8	18.6	17.3	15.8	59.7	33.8	31	33.9
SE		1.31	1.94	1.98	1.91	0.64	0.66	0.66	0.62	0.07	0.06	0.07	0.08
SED		0.59	0.87	0.88	0.86	0.29	0.29	0.29	0.28	0.03	0.03	0.03	0.03
LSD		1.16	1.71	1.74	1.69	0.58	0.58	0.58	0.55	0.08	0.06	0.06	0.07

***: Significant at P<0.001; SE: Standard Error; SED: Standard Errors of means; LSD: Least significant differences of means at 5 % level

Table 3. Correlation matrix on lodging, spike weights, lengths, diameters and weights of the four basis internodes and 32 barley genotypes

	PEP	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	DEN1	DEN2	DEN3	DEN4	PEN1	PEN2	PEN3	PEN4
LEN1	-0.16NS												
LEN2	-0.08NS	0.93***											
LEN3	-0.13NS	0.73***	0.83***										
LEN4	-0.41*	0.61***	0.68***	0.91***									
DEN1	0.47*	0.2NS	0.25NS	0.41*	0.26NS								
DEN2	0.47*	0.2NS	0.25NS	0.41*	0.26NS	0.84***							
DEN3	0.46*	-0.19NS	-0.14NS	0.03NS	-0.06NS	0.45*	0.51**						
DEN4	0.47*	-0.09NS	-0.00NS	0.18NS	0.06NS	0.73***	0.84***	0.69***					
PEN1	0.77*	-0.13NS	0.02NS	0.03NS	-0.26NS	0.45*	0.45*	0.33NS	0.47*				
PEN2	0.74***	-0.16NS	-0.06NS	-0.01NS	-0.21NS	0.45*	0.47*	0.33NS	0.44*	0.69***			
PEN3	0.74***	-0.24NS	-0.09NS	-0.01NS	-0.19NS	0.46*	0.52**	0.42*	0.53**	0.69***	0.93***		
PEN4	0.7***	-0.12NS	-0.00NS	0.13NS	-0.03NS	0.56**	0.6***	0.46*	0.6***	0.66***	0.88***	0.95***	
LOD	-0.24NS	0.6***	0.6***	0.6***	0.63***	-0.01NS	-0.04NS	-0.32NS	-0.26NS	-0.31NS	-0.2NS	-0.27NS	-0.2NS

NS, No-significant; *P ‹ 0, 05; **P ‹ 0, 01; ***P ‹ 0,001

Tableau 4. Correlation matrix on the lengths of internodes, lodging, the pheno-agro-morphological traits and 32 barley genotypes

	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE	PMG	DEP	DC	VER
LEN2	0.93***													
LEN3	0.73***	0.83***												
LEN4	0.61***	0.68***	0.91***											
HPL	-0.01NS	0.12NS	0.3 NS	0.15 NS										
NTE	0.04NS	0.14NS	0.27 NS	0.31 NS	0.32 NS									
HEP	-0.05NS	0.1NS	0.15 NS	-0.02 NS	0.71***	0.38*								
LBA	-0.30NS	-0.26 NS	-0.25 NS	-0.48*	0.55**	-0.14 NS	0.43*							
NEE	-0.11 NS	-0.01NS	0.06NS	-0.02NS	0.53**	0.46*	0.63***	0.22 NS						
NGE	0.08 NS	0.14 NS	0.16NS	0.01 NS	0.47**	0.07 NS	0.35 NS	0.45*	0.41*					
PMG	-0.28NS	-0.19 NS	-0.16 NS	-0.42 *	0.53**	-0.01 NS	0.55***	0.77***	0.37*	0.13 NS				
DEP	-0.41*	-0.28 NS	-0.12 NS	-0.27 NS	0.71***	-0.11 NS	0.51**	0.8***	0.44*	0.5**	0.68***			
DC	-0.25NS	-0.15NS	-0.14 NS	-0.37 NS	0.5**	-0.06 NS	0.45*	0.85***	0.27 NS	0.28 NS	0.75***	0.73***		
VER	0.6***	0.6***	0.6***	0.63***	0.16 NS	0.38*	0.01 NS	-0.39*	0.14 NS	0.3 NS	-0.39*	-0.33 NS	-0.36 NS	
PEP	-0.16NS	-0.08 NS	-0.13 NS	-0.41*	0.61***	-0.11 NS	0.60***	0.85***	0.44*	0.55**	0.83***	0.77***	0.77***	-0.24 NS

NS, Non-significatif ; *P ‹ 0,05 ; **P ‹ 0,01 ; ***P ‹ 0,001

between lodging and plant height. The length of the stem does not necessarily appear as a criterion for the resistance to lodging. In fact, according to Berbigier (1968) and Konishi (1976), a reduction in culm length does not seem to be the correct answer for increasing lodging resistance. However, Matušinsky et al. (2015) found a positive and very high significant correlation between lodging and the plant height.

Morphological investigations made to study the lodging resistance demonstrated through the analysis of variance that the differences between genotypes are very highly significant regarding the lengths, diameters and weights of the first four basis internodes. The existing diversity between genotypes for these characters and the relationships between them could help to guide selection works for the lodging resistance. On the diameter of the first three basis internodes, Hasnath Karim and Jahan (2013) found very highly significant differences among wheat genotypes, only for the third inter-node. For the first two basis internodes, the differences were not significant in the same study.

On the other hand, it was found that the lengths of the first four internodes were very highly and positively correlated with lodging. These results are similar to those of Chen et al. (2014) where the lengths of the six basic internodes correlated positively with lodging. According to Jezowski (1981), lines investigations have shown that the resistance to lodging in cereals is strongly related to the physical and morphological structure of the stem. Regarding flax, Menoux et al. (1982) indicate that many works on lodging lead to the conclusion that stem stocky, with short internodes and with relatively abundant supporting tissues, will be less susceptible to lodging. The weight of the spikes is positively correlated with all diameters of the four basis internodes. This result is consistent with conclusions of Chen et al. (2014) who found significant correlations between the weight of the ears and the diameters of the six basis internodes in barley. Correlations between lodging and the diameters of the four basis internodes were all no significant. It was the same for the weight of internodes. Pinthus (1967) found no correlation between culm diameter and lodging resistance in wheat. However a greater diameter of the lower internodes and the greater weight per unit length of the stem basis of wheat was suggested as a possible reason for better lodging resistance by Zuber et al. (1999). There is no significant correlation between lodging and spike weight. According to Hasnath Karim and Jahan (2013), genotypes with heavier ears appear to reach the same level of lodging resistance compared to genotypes with lighter ears. In a study taken by Matušinsky et al. (2015), there were no significant correlation between lodging and dry weight of productive tillers but positive and significant correlation was found between lodging and fresh weight of productive tillers in the same study. The 1000 grain weight and the awn length are significantly and negatively correlated with lodging indicating that these characters may be used in selection for increased lodging resistance. No significant correlation was found between lodging and the 1000 grain weight in a study taken by Matušinsky et al. (2015).

Conclusion

Lodging is a serious problem in cereals in general and very much in barley, damaging both yields, grain quality but also increasing the difficulty of the harvest.

From the morphological investigations, it was found that the short basal internodes can be more important than the stem length for lodging resistance. The 1000 grain weight, the awn length and the tiller spike number per plant were also associated with lodging resistance.

The existing diversity found between genotypes for all the traits studied and the relationships between them could help for directing selection works for the lodging resistance in barley.

References

Berbigier A., 1968. The creation of semi-dwarf barley varieties. Euphytica 17 (Suppl. 1): 177-184.

Bergal P. and Clemmencet M., 1962. The botany of the barley plant. In: Barley and Malt. Biology, Biochemistry, Technology. (A.H. Cook. Ed.). Academic Press. New York. PP 1-23.

Berry P.M., Sterling M., Spink J.H., Baker C.J., Sylvester-Bradley R., Mooney S.J., Tams A.R. and Ennos A.R., 2004. Understanding and reducing lodging in cereals. Advances in Agronomy 84: 217-271.

Caierão E., 2006. Effect of induced lodging on grain yield and quality of brewing barley. Crop Breeding and Applied Biotechnology 6: 215-221.

Chen W.Y., Liu Z.M., Deng G.B., Pan Z.F., Liang J.J., Zeng X.Q., Tashi N.M., Long H. and Yu M.Q., 2014. Genetic Relationship between lodging and lodging components in barley (Hordeum vulgare) based on unconditional and conditional quantitative trait locus analyses. Genetics and Molecular Research 13 (1): 1909-1925.

Hasnath Karim M.D. and Jahan M., 2013. Study of lodging resistance and its associated traits in bread wheat. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. volume 8, N° 10: 683- 687.

Jeżowski S., 1981. Analysis of relationship between lodging grade and some morphological characters of spring barley varieties. Genetica Polonica 1: 45-61.

Keller M., Karutz C.H., Schmid J.E., Stamo P., Winzeler M., Keller B. and Messmer M.M., 1999. Quantitative trait loci for lodging resistance in a segregating wheat x spelt population. Theor. Appl. Genetic 98: 1171-1182.

Konishi T., 1976. The nature and characteristics of EMS-induced dwarf mutants in barley. Barley Genetics III: 181-189.

Matušinsky P., Svobodová I. and Míša P., 2015. Spring barley stand structure as an indicator of lodging risk. Zemdirbyste-Agriculture. Vol. 102, N° 3 : 273-280.

Menoux Y., Katz E., Eyssautier A., Parcevaux S., Sainte-Beuve D., Robinet L., Durand B., and LE Gleo M., 1982. Résistance à la verse du lin textile : influence du milieu et critères de sélection proposés. Agronomie 2 (2): 173-180.

Pinthus M.J., 1967. Spread of the root system as an indicator for evaluating lodging resistance of wheat. Crop Science 7: 107-110.

Pinthus M.J., 1973. Lodging in wheat, barley and oats. The phenomenon, its causes and preventative measures. Adv. Agron. 25: 210:256.

Zuber U., Winzeler H., Messmer M.M., Keller B., Schmid J.E., Stamp P., 1999. Morphological traits associated with lodging resistance of spring wheat (Triticum aestivum L.). Agronomy and Crop Science 182: 17-24.

RESEARCH PAPER

Première données sur le comportement trophique de la chouette effraie (*Tyto alba* Scopoli, 1769) dans la région de Biskra (Sahara septentrionale algérien)

Y. Farhi[1], K. Hani[1], M.L. Ahmat[2], K.E. Bambra[2], T. Radjah[2], K. Absi[1], K. Souttou[3] et M. Belhemra[2]

1 Centre de Recherche Scientifique et technique sur les Régions arides
2 Université Khider M. Biskra
3 Centre universitaire El Djelfa

Received 18 May 2016; Revised 20 Jun 2016; Accepted 25 Jun 2016

Résumé

L'étude du régime alimentaire de la chouette effraies a été réalisé à partir de l'analyse par voie humide de 78 pelotes de réjections collectées dans 05 sites à travers la région de Biskra. Le spectre alimentaire montre la présence de 41 espèces réparties entre 05 classes, dont 15 espèces de mammifères, 13 espèces d'oiseaux et 12 espèces d'insectes. En termes d'abondance les rongeurs sont les plus consommées avec une abondance relative de 42,2% et une biomasse de 52,95% suivis des oiseaux avec une abondance relative de 36% et une biomasse de 43,4%. Mais l'espèce la plus consommées est un oiseau (*Passer domesticus* X *Passer hispaniolensis*) avec une abondance relative de 25.7% des espèces consommées et une biomasse de 25.8%.

Mots-clés: *Tyto aba*, régime alimentaire, abondance relative, biomasse, Biskra.

First data on the feeding behavior of the barn owl (Tyto alba Scopoli, 1769) in the region of Biskra (Algeria northern Sahara)

Abstract

The study of the diet of the Barn Owl was carried from the analysis of 78 balls of rejections collected in 05 sites across the region of Biskra. The food spectrum shows the presence of 41 species distributed among 05 classes, including 15 species of mammals, 13 species of birds and 12 species of insects. Rodents are the most consumed, representing 42.2% of the relative abundance of and 52.95% of biomass, followed by birds with a relative 36% of abundance and 43.4% of biomass. But the species most consumed is a bird (Passer domesticus X P. hispaniolensis) with a relative abundance of 25.7% of the species consumed and 25.8% biomass.

***Keywords**: Tyto alba, diet, relative abundance, biomass, Biskra.*

Corresponding author

FARHI Yassine
E-mail: farhi_yacine@yahoo.fr

Introduction :

L'étude du contenu des pelotes de réjections des rapaces nocturnes permet d'aborder des problématiques variées en relation avec l'écologie trophiques des rapaces, les études faunistiques, la dynamique des populations des espèces proies, les relations prédateurs proies et les variations du régime alimentaire dans l'espace et dans le temps…etc. La connaissance du régime alimentaire est aussi importante pour le rôle que joue les rapaces nocturnes en agriculture, en limitant les espèces déprédatrices des cultures, notamment celles des rongeurs et des oiseaux. A titre d'exemple à Biskra, le moineaux hybride peut occasionner des pertes en datte de l'ordre de 6,6 quintaux par hectare (Ghezoul et al., 2004). Si les études sur le régime alimentaire des rapaces nocturnes sont prolifiques en Europe Cheylan (1976) en France ; Baudvin (1983) en Suisse, Amat et Soriguer (1981) en Espagne ; Mebs (1994) en Suisse, en Algérie les études consacrée à cette effet concernent surtout le Nord notamment Ochando (1983), Boukhamza (1986), Mazari (1995), Baziz (1991) ; 1996) ; Hamani (1997), Farhi et Mazari (1998), souttou et al. (2015). Mise à part des travaux de quelques auteurs (Boukhamza (1990) à Timimoun, Ouaggadi (2011) à El Meghaïer, Sekour et al. (2015) à Ouargla ; Alia et al. (2015) à Oued Souf), le comportement trophique des rapaces nocturnes restent peu connue dans les régions sahariennes.

La présente étude se veux une contribution à la l'approfondissement des connaissances sur le régime alimentaire de la chouette effraie au niveau d'une région charnière dans la transition entre le domaine semi aride et saharien.

1. Méthodologie :

L'étude a été réalisée au niveau de la région de Biskra (Ziban), située au nord-est du Sahara Algérie (fig.1), elle constitue la transition entre le domaine montagneux du nord et les grands plateaux prés sahariens du sud. Du point de vue climatique, elle constitue une zone de transition entre le milieu semi aride des hautes plaines et le domaine hyperaride du Sahara (Farhi et Belhamra, 2012).

Au total 78 pelotes de rejection de la chouette effraies ont été collectées durant la période hivernale entre 2012 et 2014, dans cinq sites différents (Tableau 1, figure 1).

Le comportement trophique de la chouette effraie a été appréhendé à travers l'analyse des pelotes de rejection. Cette méthode est considérée la plus adéquates car moins invasive par rapport à l'étude des contenus stomacaux. Le contenue des pelotes a été analysé par voie humide, qui consiste à macérer les pelotes dans de l'eau avant de séparer les fragments osseux des vertèbres et les fragments de exosquelette chitineux des invertébrés ainsi que des plumes et des poils (Souttou et al., 2015). La composante animale des différentes pelotes à été identifiée au taxon le plus bas possible. Les micromammifères, les reptiles et les oiseaux ont été généralement reconnus grâce aux crânes, aux mandibules et aux os long. Les Invertébrés ont été déterminés au niveau de l'ordre au moyen de l'exosquelette. L'identification des espèces proies invertébrées a été assurée grâce à l'emploi de collection du centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides. L'identification des vertébrés est faite grâce à plusieurs clés de détermination en citera celles de Cuisin 1989 pour leur les oiseaux, Barreau et al. (1991) pour les rongeurs, Aulagnier et Thevenot (1980) pour les insectivores.

Afin d'exploiter les résultats obtenus, pour chaque item recensé, nous avons calculé l'abondance relative (AR%) par le rapport du nombre des individus d'une espèce de proie au nombre total des individus, toutes espèces confondues (Zaime & Gautier, 1989), la biomasse (B%) par le rapport du poids des individus d'une proie déterminée (Pi) au poids total des diverses proies (P) (Vivien, 1973). La diversité du régime alimentaire de la chouette effraie à Biskra a été calculé par le biais de l'indice de diversité Shannon Weaver (Ramade, 1984).

Il est obtenu par le formule suivante:

$$H' = -\sum qi \log2\ qi \text{ (Blondel, 1979)}$$

où H' est l'indice de diversité exprimé en unités bits et qi la fréquence relative de l'espèce i prise en considération.

L'indice d'équitabilité (E) qui est le rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H'max) (Blondel, 1979).

Il est calculé par la formule suivante :

$$E = H' / H'max$$

La diversité maximale est représentée par la formule suivante : H' max. = Log2 S où S est la richesse totale (Weesie et Belemsobgo, 1997). Les valeurs de l'équitabilité varient de 0 à 1. Elles tendent vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce de peuplement. Par contre il tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1984).

Tableau n° 1: Nombres de pelotes collectées dans chaque site

Non du cite	Nbr de pelotes	Longitude	Latitude
Oued sidi Zerzour (Feliache)	40	5°45'23.02"E	34°49'8.39"N
Jardi London (Biskra)	06	5°44'0.14"E	34°50'46.03"N
Lioua	05	5°21'41.29"E	34°40'2.04"N
Université Khider M (Biskra)	10	5°44'54.14"E	34°50'45.46"N
Guertta	10	5°59'1.60"E	34°45'46.48"N

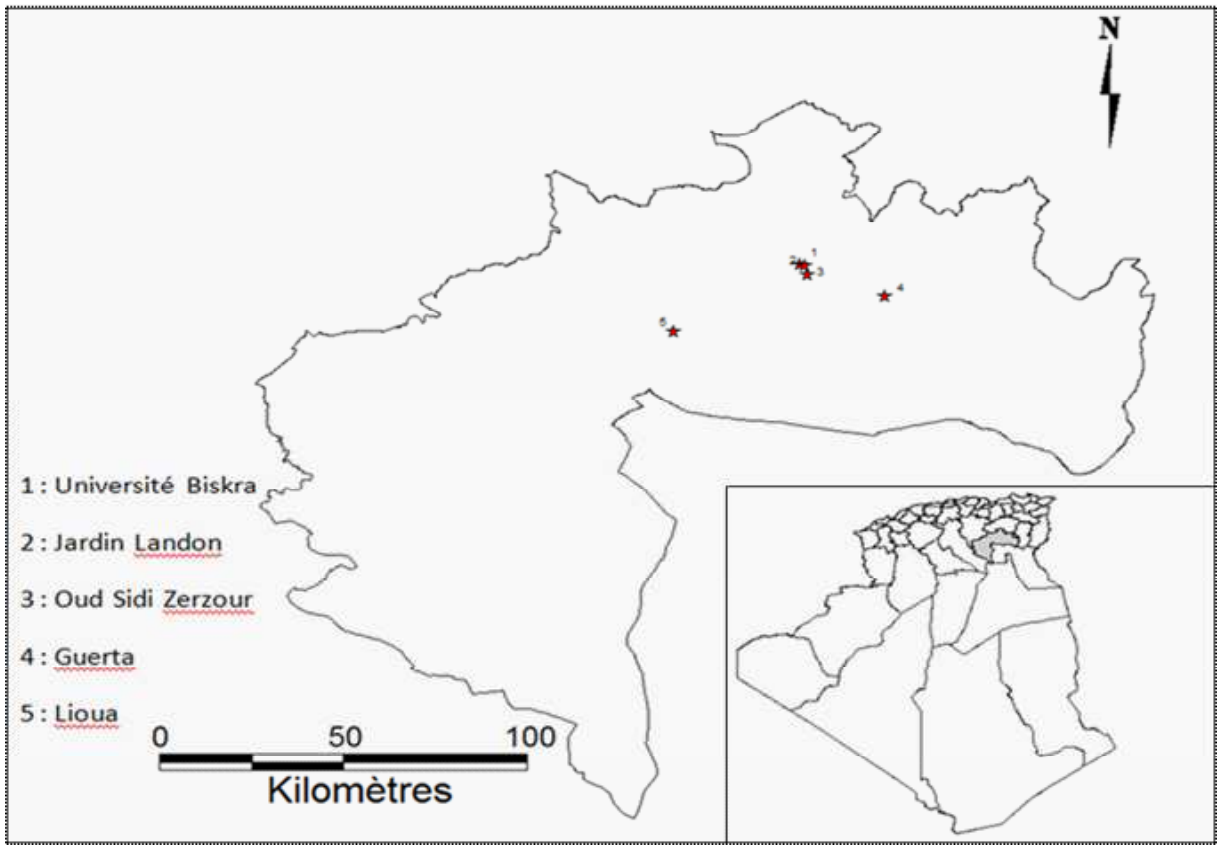


Figure 1: Localisation des stations de collecte des pelotes de réjection de la chouette effraie

3. Résultats

Dans le tableau n° 2 est reporté le spectre alimentaire de la chouette effraie dans la région de Biskra. Au total nous avons dénombré 175 espèces proies réparties en 04 classes représentées par 41 espèces. Les mammifères sont les plus nombreux avec 15 espèces suivies des oiseaux avec 13 espèces. Les insectes sont représentés par 12 espèces alors que les reptiles ne sont représentés que par 01 espèce. En terme d'abondance relative les mammifères représentent plus de la moitie de proies consommées soit AR=51.4% (Fig.1), mais se sont les rongeurs qui constituent le plus important contingent (AR=42,2%) soit 82,2% de la totalité des micromammifères capturés. A Biskra les oiseaux semblent aussi constitués des proies de choix avec une abondance relative de 36% suivies des proies appartenant à la classe des insectes (AR=10,2), et les reptiles (AR=2,2%).

En terme de biomasse les mammifères constitue la calasse de proies la plus profitable à la chouette effraie avec une biomasse qui représente 53,5% du total de la biomasse ingérée, suivies des Oiseaux (43,4%). Les autres classes présentent des biomasses très faibles les reptiles (2,22%), les insectes (0,71%).

En termes d'abondance relative de chaque espèce, le Moineau *hybride Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* est l'espèce proie la plus capturée par la chouette effraie à Biskra, l'espèces totalise une abon-

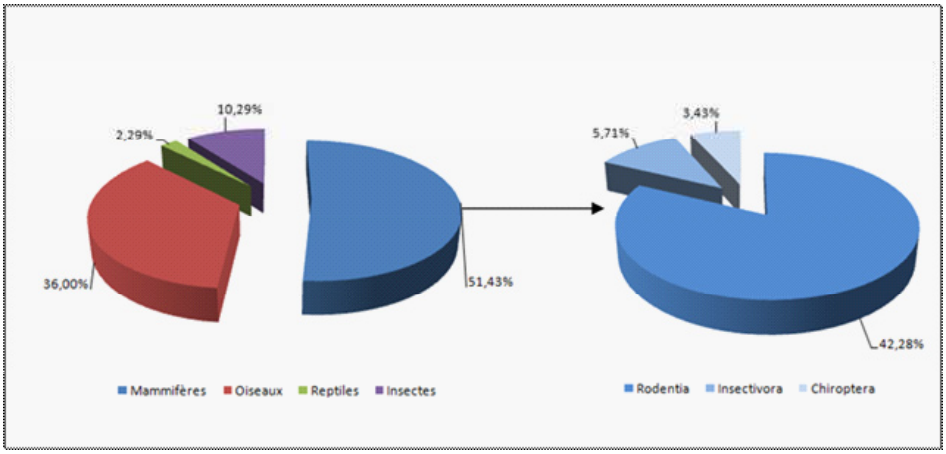


Figure n°2 : Abondance relatives des espèces proies consommées par de la chouette effraie à Biskra en fonction de la classe

dance relative de 25,7%. En deuxième position *Mus musculus* 12 %, suivie de *Mus sprétus* (AR%=9,7 %), *Crocidura russula* (AR%=5,7 %). Ces cinq espèces à eux seules représentent plus de 53% du total des espèces proies consommées par la chouette effraie à Biskra. Les 36 espèces restantes sont représentées par des abondances relatives très faibles qui varient entre 3,4% et 0,5%. En termes de biomasse c'est toujours le moineau hybride qui participent le plus à l'alimentation de la chouette effraie à Biskra en représentant 25,8% de la biomasse totale ingérée. Suivi de *Mus musculus* (B%= 9.2%) et *Rattus rattus* (B=8,8%). L'examen des valeurs de la diversité H' calculé pour le régime alimentaire de la chouette effraie à Biskra montre que la composition du régime alimentaire est assez diversifier, avec une valeur de 4,24 bit comparativement avec la richesse maximal Hmax qui est de 5,39. On note aussi un certain équilibre entre les proies de la chouette effraie en tenant compte de la valeur de l'équitabilité qui est de 0,78.

4. Discussion

Dans le régime alimentaire de la chouette effraie à Biskra les micromammifères est la classe des proies la plus capturée, cette classe représente à elle seule plus de 51% du total des proies. Nos résultats corroborent, les résultats des autres études sur le régime alimentaire de la chouette effraie. Ainsi, Taylor (1994) dans une synthèse de 52 études sur le régime alimentaire de la chouette effraie réalisées à travers le monde ; pour résumer l'intérêt de cette espèce pour les micromammifères ; note que dans 47 études les micromammifères constituaient plus de 50% des proies consommées et ils représentent plus de 75% des proies consommées dans 33 études.

Au Nord Liban les micromammifère représentent plus de 96% des proies de la chouette effraie (Abi-Said et al., 2014), en Grèce ils représentent entre 92% et 90% des espèces proies consommées (Alivizatos, 1999 et Alivizatos et al., 2005) en Pologne ce taux varie entre 94.9% et 99,6% (Kitowski, 20013). Dans le même ordre, aux ils Canaris les micromammifères représentent 76,4% du total des proies capturées, dont les rongeures représentent 75,8% des proies consommées (Siverio et al. 2010). Au Maroc les micromammifères sont les plus consommés avec un taux de 64% du régime (Rihane et al., 2015). Alors que dans les régions semi arides du Maroc se pourcentage atteint à peine 53,89% et les rongeurs représentent 50,78% du total des proies consommées (Rihane, 2005).

Parmi les micromammifères à Biskra ce sont surtout les rongeurs qui sont les plus ciblés. Avec un spectre de 6 espèces, cet ordre représente 42.5% du total des proies capturées. Ce qui est aussi le cas dans plusieurs études menées sur les préférences alimentaires de Tyto alaba dans le bassin méditerranéen; en Algérie les rongeurs représente 72,7% à Djelfa (Souttou et al., 2015), 73% en Espagne (Herrera, 1974), entre 60 et 70% en Crète (Cheylan, 1976) ; entre 54,5 et 50,78% au Maroc (Rihane, 2005 ; Rihane et al. 2015).

Mais en s'intéressant aux espèces les plus consommées, en remarque que le moineau hybride (*Passer domesticus* X *P. hispaniolensis*) est l'espèce la plus capturée à Biskra avec une abondance relative de 25,7%. Ceci est du certainement à la période de collecte des pelotes. En effet, les pelotes ont été collectées durant la période d'hivernage qui correspond à la période d'hiératisme du moineau. Durant la période

Tableau 2: Abondance (AR%), Biomasse (B%), Diversité (H') et Equitabilité (E) des proies consommées par la chouette effraie à Biskra

Classes	Espèces	A	AR%	B (%)
Rodentia	*Pachyuromys duprasi*	1	0,57	0,96
Rodentia	*Gerbillus compestris*	2	1,14	1,18
Rodentia	*Gerbillus nanus*	3	1,71	1,02
Rodentia	*Gerbillus pyramidum*	7	4,00	6,19
Rodentia	*Gerbillus grbillus*	4	2,29	1,47
Rodentia	*Gerbillus sp.*	2	1,14	1,77
Rodentia	*Meroiones shawi*	2	1,14	7,36
Rodentia	*Mus musculus*	21	12,00	9,28
Rodentia	*Mus spretus*	17	9,71	7,51
Rodentia	*Mus sp.*	8	4,57	3,54
Rodentia	*Rattus rattus*	4	2,29	8,84
Rodentia	*Ratus sp.*	1	0,57	2,21
Rodentia	*Jaculus jaculus*	2	1,14	1,62
Insectivora	*Crocidura russula*	10	5,71	2,06
Chiroptera	*Pipistrellus sp.*	6	3,43	0,53
Aves	*Columbia livia*	2	1,14	7,07
Aves	*Streptopelea sp.*	5	2,86	7,36
Aves	*Merops persicus*	1	0,57	1,15
Aves	*Hirundinidae sp.*	1	0,57	0,37
Aves	*Cisticola cisticola*	1	0,57	0,18
Aves	*Sylvia sp1*	1	0,57	0,18
Aves	*Sylvia sp2*	1	0,57	0,18
Aves	*Sylvia sp3*	1	0,57	0,18
Aves	*Serinus serinus*	1	0,57	0,21
Aves	*Passer sp.*	45	25,71	25,85
Aves	*Passeriforme sp.1*	2	1,14	0,35
Aves	*Passeriforme sp.2*	2	1,14	0,35
Reptila	*Taronetola mauritanica*	4	2,29	0,71
insecta	*Curculionidae sp.1*	2	1,14	0,03
insecta	*Tenbrionidae sp.1*	1	0,57	0,01
insecta	*Carabidae sp.*	1	0,57	0,01
insecta	*Coleoptera sp.1*	5	2,86	0,07
insecta	*Coleoptera sp.2*	1	0,57	0,01
insecta	*Coleoptera sp.3*	1	0,57	0,96
insecta	*Coleoptera sp.4*	1	0,57	0,01
insecta	*Coleoptera sp.5*	1	0,57	0,01
insecta	*Coleoptera sp.6*	1	0,57	0,01
insecta	*Ortoptera sp.1*	1	0,57	0,96
insecta	*Ortoptera sp.2*	2	1,14	0,03
insecta	*Gryllotalpa gryllotalpa*	1	0,57	0,09
	Total	175	100	100
	H MAX	5,39231742		
	H'	4,24822828		
	E	0,78782978		

d'hivernage le moineau hybride se comporte hiératiquement, avec des rassemblements importants dans les dortoirs représentés généralement des *Ficus retusa* ou des *Casuarina equisetifolia* dans les jardins. Le régime alimentaire des prédateurs généraliste non spécialisés est varié par conséquent, ils doivent utiliser plus d'énergie pou capturer leurs proies, alors selon les disponibilités alimentaires, ils se rabattent sur une espèce particulière qui serait plus facile et exigeant moins de dépense d'énergétique. De ce fait la chouette effraie se comportent en généraliste opportuniste qui exploite au maximum les disponibilités alimentaires. Selon Libois et al., (1983) la spécialisation individuelle de la chouette effraie ne traduit que l'opportunisme habituelle du rapace en réponse aux conditions du milieux, c'est ainsi que dans leur étude sur le régime alimentaire de la chouette effraie dans 09 stations des Pérennes-orientales ils ont noté la dominance des rongeurs sauf dans une stations au bord d'un étang où les batraciens représentes plus de 41,1% des proies consommées alors que dans les 8 autres stations les Batraciens ne représentent que des taux qui varient entres 0,5 et 1,4%. La dominance des oiseaux dans le régime alimentaire de la chouette effraie n'est pas aussi répondue que celle des rongeurs néanmoins quelque études note la spécialisation pour les oiseaux. En effet, Sekour et al. (2015) notent qu'a Ouargla les oiseaux représentent 72,6 % des proies consommées alors que les rongeurs ne représentent que 16,3% des proies consommées. En Afrique du nord, Saint Girons et Thouy (1978) signale la dominance des oiseaux comme l'alimentation principale (AR=59%) de la chouette effraie à Casablanca au Maroc. De même, Brosset (1956) qui rapporte la dominance des oiseaux (AR=89,5%) de l'alimentation de la chouette effraie au Maroc.

Dans la région de Biskra les proies qui participent le plus à la biomasse ingérée sont des micromammifères (B%=53,5%) et en particulier les rongeurs qui représente à eux seules 52,95% de la biomasse ingérée. Les oiseaux viennent en deuxième position avec une biomasse relative de 43,43%. Si pour la dominance des micromammifères en terme de biomasse dans le régime alimentaire de la chouette effraie est un constat établie dans plusieurs régions du globe, l'importance des oiseaux est moins reportée. Ainsi, En Algérie à Djelfa les micromammifères sont les plus consommées 93 ,92% % alors que les oiseaux ne représentent que 6,42%. à Mergueb (Sekour et al., 2013). En Grèce Haralambos et al. (2005) indiquent que les micromammifères représentent entre 92% et 97% de la biomasse ingérée alors que les oiseaux ne représentent que 7 à 9% de la biomasse. En Pologne les

micromammifères représentent 97.3% de la biomasse alors que les oiseaux sont infiniment représentés (0,81%) (Kitowski, 2013). En France les mammifères représentent 97,01% dont les rongeurs à eux seules représentent 87,34% alors que les oiseaux sont des proies occasionnelles qui ne représentent que 0,83% de la biomasse (Pailley et Pailley, 2000). En Bulgarie les micromammifères représentent une biomasse de 97,5% et seulement 2,3% pour les oiseaux. Dans les régions arides d'Australie Debus et al. (2004) rapportent que les micromammifères représentent 82% de la biomasse ingérée alors que les oiseaux ne représentent que 10% de cette biomasse. Par contre dans les zones forestières telles qu'a Madagascar Goodman et al. (2014) notent l'importance des oiseaux qui représentent 46% de la biomasse ingérée, juste après les micromammifères (50,9%). Ils sont même plus profitables que les rongeurs (42,3%).

Conclusion :

L'étude du régime alimentaire de la chouette effraie à Biskra à travers l'analyse de 78 pelotes de réjections montres un spectre alimentaire constitué de 41 espèces réparties entre 04 classes. Les micromammifères sont la classe de proies la plus consommées (AR%= 51,4 %) mais se sont les rongeurs qui sont les plus ciblées en terme d'abondance et de biomasse (AR%= 42,2, B%=53,5%). Néanmoins, le régime alimentaire de la chouette effraie à Biskra se distingue par la part importante que prennent les oiseaux dont l'abondance relative est de 36% et une biomasse de 43,43% et surtout le moineau hybride *Passer domestcus* X *P. hipaniolensis* qui au niveau spécifique est la l'espèce la plus consommée (AR= 25.7 et B%= 25,85). Ce travail ne peut être considéré que comme une introduction à l'étude du comportement trophique dans la région de Biskra, des études sur la variabilité spatiotemporelle sont plus que nécessaire pour mettre la lumière sur le régime alimentaire dans cette région. Aussi une étude sur les disponibilités alimentaire en espèces proies est nécessaire pour établir les relations prédatrices proies.

Bibliographie :

Abi-Said, M.R., Shehab, A.H. et Amr, Z.S., 2014. Diet of the Barn Owl (Tyto alba) from Chaddra-Akkar, Northern Lebanon . Jordan Journal of Biological Sciences, 7 (02): 109- 112

Alia Z., Sekour M., Souttou, K. et Ould el Hadj M. D. 2015. Régime alimentaire de Tyto alba (Scopoli, 1759) que des rongeurs dans la région de Souf (Algérie). 3 Colloque International sur l» Ornithologie Algérienne à l'aube du 3ême millénaire (les oiseaux et leurs milieux). Uni. Guelma. 19-20 avril 2015. P 123.

Alivizatos, H. 1999. Winter diet of the Barn Owl (Tyto alba) and Long-Eared Owl (Asio otis) in Northestern Greece : A Comparaison. j. Raptor Res. 33(2):160-163

Alivizatos, H., Goutner, V. et Zogaris, S. 2005. Contribution to the study of the diet of four owl species (Aves, Strigiformes) from mainland and island areas of Greece. Belg. J. Zool., 135 (2) : 109-118

Amat, J. A. et Soriguer, R. 1981. Analyse comparative des régimes alimentaires de l'Effraie Tyto alba et du Moyen Duc Asio otus dans l'ouest de l'Espagne. Alauda 49(2): 112-120

Aulagnier, S. et Thevenot, M. 1986. Catalogue des mammifères sauvages du Maroc. Trav. Inst. Sci. Sér. Zool., Rabat, 164 p.

Barreau, D., Roche, A. et Aulagnier, S. 1991. Eléments d'identification des crânes des rongeurs du Maroc. Ed. Société française pour l'étude et la protection des mammifères, Puceul, 17 p.

Baziz, B. 1991. Approche bioécologique de la faune de Boughzoul. Régime alimentaire de quelques vertébrés supérieurs. Thèse ing. agro., inst. nati. agro, El Harrach, 63p.

Baziz, B. 1996. Etude comparative des régimes alimentaires de la Chouette effraie Tyto alba (Scopoli, 1769) au barrage de Boughzoul et dans un parc d'El Harrach. Thèse Magister, Ins. nati. agro., El Harrach, 248 p.

Blondel, J. 1979. Biogéographie et écologie. Éd. Masson, Paris, 173 p.

Boukhamza, M. 1986. Contribution à l'étude de la Chouette effraie Tyto alba (Scopoli, 1967) Régime alimentaire et prédation dans un milieu sub-urbain à El Harrach (Alger). Thèse Ing, Inst. agro., nati. agro., El Harrach, 117p.

Boukhemza, M. 1990. Contribution à l'étude de l'avifaune de la région de Timimoun (Gourara) : Inventaire et données bioécologiques. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 117p.

Brosset, A. 1956. Le régime alimentaire de l'Effraie au Maroc oriental. Alauda, 24: 303-305

Cheylan, G. 1976. Le régime alimentaire de la Chouette effraie Tyto alba en Europe méditerranéenne. Rev. Ecol. (Terre et vie), 30 (4) : 565 – 579.

Cuisin, J. 1989. L'identification des crânes des passereaux (Passeriformes-Aves). Dipl. sup. étud. Rech. Univ. Bourgogne, Dijon, 340 p.

Debus, S.J.S., Olsen, J. et Rose, B. 2004. Diet of the Barn Owel Tyto Alba near Lake frome in Arid Southe Australia. Corella 28 (2) : 40-42

Farhi, Y. et Mazari, H. 1998. Contribution à l'étude du régime aliméntaire et de la prédation de la chouette effraie Tyto alba (Scopoli, 1759) dans le Lac Tonga , Parc National d'El Kala. Mémoire d'ing, Univ. Tizi Ouzou, 112p.

Farhi, Y. et Belhamra, M. 2012. Typologie et structure de l'avifaune des Ziban (Biskra, Algérie). Courrier du Savoir, 13 : 127-136.

Ghezoul, O., Sekour, M., Souttou, K. et Doumandji, S. 2010. Estimation des dégâts dus au moineau hybride passer domesticus x p. hispaniolensis sur les dattes (phoenix dactylifera) dans deux palmeraies à Ouargla. Lebanese Science Journal, 11(2),3-9.

Goodman, S. M., Mittermeier, J. C., Ramamonjisoa, J. et Rene de Roland, L.-A. 2014. The dietary habits of Barn Owls (Tyto alba) in the spiny bush of southwestern Madagascar. Malagasy Nature, 8: 67-72

Hamani, A. 1997. Régime alimentaire de la Chouette effraie Tyto alba (Scopoli, 1769) (Aves, Tytonidae) prés de barrage du Boughazoul et à Benhar (Aïn Oussera). Mémoire Ing. agro., nati. agro. El Harrach, 122p.

Haralambos, A., Gounter, V. et Zogaris, S. 2005. Contribution to the study of the diet of four owl species (Aves, Strigiformes) from mainland and island areas of Greece. Belgian Journal of Zoology, 135, 109-118.

Herrera, C.M. 1974. Régimen alimenticio de Tyto alba en España sudoccidental. Ardeola 19: 359 -394.

Kitowski, I. 2013. Winter diet of the barn owl (Tyto alba) and the long-eared owl (Asio otus) in Eastern Poland. North-Western Journal of Zoology 9 (1): 16-22.

Libois, R.M, Fons, R. et Sint Girons M-C., 1983. Le régime alimentaire de la chouette effrraie, Tyto alba, dans les Pyrénées-Orientales. Etude des Variations écogéographiques. Rev. Ecol. (Terre vie), 37 : 187-217.

Mazari, G. 1995. Etude faunistique de quelques stations du parc national de Chréa. Thèse Magistere, Inst. Nat. Agro., El Herrache, 165 p.

Mebs, T. 1994. Guide de poche des rapaces nocturnes, les chouettes et les hiboux. Ed. Delachaux et Niestlé, Lausanne, Paris, coll. « Les compagnons du naturaliste », 123 p.

Milchev, B. 2015. Diet of Barn Owl Tyto alba in Central South Bulgaria as infuenced by landscape structure. Turk. J. Zool. 39: 933-940

Ochando, B. 1983. Analyse de pelotes de la Chouette effraie (Tyto alba) récoltées dans le domaine de l'instiut national agronomique. Bull. Zool. Dep .Zool. Agri .Inst. Agro. El-Harrach (7). 18-22.

Pailley, M. et Pailley, P. 2000. Régime alimentaire de la chouette effraie Tyto alba alba en Maine-et-Loire. Crexe 41-53.

Poitevin, F. 1984. Biogéographie et écologie des Crocidures méditerranéennes (Insectivores, Soricidés) Crocidura russula (Hermann, 1780) et Crocidura suaveolens (Pallas, 1811). Importance de la compétition interspécifique dans la compréhension de leur distribution. Thèse 3 cycle. USTL. 98 pp.

Ramade, F. 1984. Eléments décologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw Hill. Paris. 403 p.

Rihane, A. 2005. Contribution à létude du régime alimentaire de la Chouette effraie Tyto alba dans les plaines semi-arides du Maroc. Go-South Bull. 2, 37-43.

Rihane, A., Lahrouz S. et EL Hamoumi, R. 2015. Etude du régime alimentaire de la Chouette effraie Tyto alba (Strigiforme,Tytonidae) dans la région de Lalla Mimouna dans la plaine du Gharb, plaine du Maroc atlantique. Afrique Science 11(2) : 116-126.

Saint-girons, M.C. et Tholy, P., 1978. Fluctuations dans les populations de souris, Mrs spretus, en région méditerranéenne. Bull. Ecol., 9 : 211 – 218

Sekour, M., Souttou, K., Denys, C., Doumandji, S., Ababsa, L. et Guezoul, O. 2013. Place des ravageurs des cultures dans le régime alimentaire des rapaces nocturnes dans une région steppique à Ain El-Hadjel. Lebanese Science Journal, Vol. 11 (1) : 3-12.

Sekour, M., Chabrou, Z., Bendaouad, A., Guezoul, O., Ababsa, L., Souttou, K., Beddiaf, R., Alia, Z. et Djilali, K., 2015. Ecologie trophique de la chouette effraie et tentative détude de quelques paramètres de reproduction dans la région dOuargla (Sahara algérien). 3 Colloque International sur l» Ornithologie Algérienne à laube du 3ême millénaire (les oiseaux et leurs milieux). Uni. Guelma. 19-20 avril 2015. P 23.

Souttou, K., Manaa, A., Sekour, M., Ababsa, L., Guezoul, O., Bakria, M., Doumandji, S.et Denys, C. 2015. Sélection des proies par la chouette effraie Tyto alba et le hibou moyen-duc Asio otus dans un milieu agricole à El Mâalba (Djelfa, Algérie) Lebanese Science Journal, 16 (2), 3-16

Siverio, F., Rodríguez, B, Barone, R., Rodríguez, A. et Siverio, M. 2010. Datos sobre la alimentación de la lechuza común (Tyto alba) en una zona xérico-antrópica de El Hierro, islas Canarias (Aves, Tytonidae). Vieraea 38: 159-162.

Taberlet, P. 1982. Etude de l'écologie des micromammifères du Bas-Chablais (Haute Savoie) à partirdes pelotes de rejection de chouette effraie. Thèse, université scientifique et médicale de Grenoble.112p.

Taylor, I., 1994. Barn Owls. Predator-prey relationships and conservation. University Press, Cambridge. 324p.

Vivien, M.L. 1973. Régime et comportement alimentaire de quelques poissons des récifs coralliens de Tuléar, Madagascar. Rev. Écol. (Terre et Vie), 27(4): 551-577.

Weesie, D.M. et Belemsobgo, U. 1997. Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso) – Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. Alauda, 65(3): 263 – 278.

Zaime, A. et Gautier, J. Y. 1989. Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de Gerbillidae en milieu saharien au Maroc. Rev. Écol. (Terre et Vie), 44(3): 263 - 278.

RESEARCH PAPER

Determination of genetics relationships by moleculars markers of SSR type, for some varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) in the area of the Hodna, (M'sila), Algeria

F Bahlouli[1], K Kellou[2], A Zedam[1], A Slamani[3], R Benmehaia[3], S Tellache[1], E Bendif[3], N Ykhlef[2]

1 Department of Agronomy, Faculty of Science, University of M'sila, Algeria.
2 Laboratory of Genetic, Biochimestry and Plants Biotechnology, group: Biotechnology and Plants improvement, University of Constantine.
3 Department of SNV, Faculty of Science, University of M'sila, Algeria.

Received 13 Jun 2016; Revised 29 Jun 2016; Accepted 30 Jun 2016

Abstract

For long time studies of the genetic diversity of the apricot in Algeria are mainly based on phenotypic criteria. Some of these criteria are limited to well-defined stages of development that are highly sensitive to environmental factors. Indeed, these criteria are unstable, so it became necessary to consider more reliable traits to better characterize real taxonomic diversity. Markers with high mutation rates, such as microsatellites (SSR) used in our study have the ability to be a high polymorphism between individuals, so they are the markers of choice for studies of genetic diversity. In this study eight apricot genotypes were analyzed with 11 microsatellite primer pairs. PCR amplification of microsatellite regions was obtained polymorphic, clear and easily interpretable profiles. These primers produced 100 bands were used to study the genetic diversity of eight genotypes. For the 100 bands obtained, 40% of these fragments were polymorphic and 60% were monomorphic. The size of the bands generated by the 11 primers is variable; it ranges from 60 bp to 360 bp. The analyses of different outcomes have to classify the eight varieties into three distinct groups. These results indicate a strong genetic similarity between varieties, despite their different geographic origins sometimes. These results confirm the usefulness of microsatellites markers for the study of genetic diversity in apricot.

Keywords: Apricot, molecular markers, PCR, microsatellite, genetic diversity.

Détermination des relations génétiques par marqueurs moléculaires de type SSR, pour quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.,) dans la région de Hodna (M'sila), Algérie

Résumé

Les études de la diversité génétique de l'abricotier en Algérie se sont basées essentiellement sur des critères phénotypiques, certains de ces critères sont limités à des stades de développements bien déterminés qui sont fortement sensibles aux facteurs environnementaux. En effet, ces critères sont instables, il devenait donc nécessaire de prendre en considération des caractères génétiques plus fiables pour mieux caractériser les diversités taxonomiques réelles. Les marqueurs à forts taux de mutations, comme les microsatellites (SSR) employés dans notre étude, ont la capacité de révéler un polymorphisme élevé entre différents individus. Dans la présente étude 8 génotypes dabricotier ont été analysés avec 11 paires d'amorces microsatellites. L'amplification PCR (Réaction en chaîne de la polymérase) des régions microsatellites a révélés des profils polymorphes clairs et facilement interprétables. Ces amorces ont produit 100 bandes qui ont été employées pour étudier la diversité génétique des 8 génotypes. Pour les 100 bandes obtenus, 40% de ces fragments se sont avérés polymorphes et 60% monomorphes. La taille des bandes générées par ces 11 amorces est variable, elle oscille entre 60 pb à 360 pb. L'analyse de différents résultats ont permis de classer les huit variétés en trois groupes distincts. Ces résultats obtenus indiquent une forte proximité génétique entre les variétés, malgré leurs origines géographiques parfois très différentes. Ces résultats confirment l'utilité des marqueurs microsatellites pour l'étude de la diversité génétique chez labricotier.

Mots-clés: *Labricotier, Marqueur moléculaire, PCR, Microsatellite, diversité génétique.*

Corresponding author

BAHLOULI Fayçal
E-mail: faycal.bahlouli@yahoo.fr

I-Introduction:

Apricot (Prunus armeniaca L.,) is a species that has an adaptation to scoring contrasting environments. All apricot varieties are diploid with eight pairs of chromosomes (2n = 16, X = 8) (Lyne and al., 1996).

Apricot is grown in the region of M'sila decades; this is a very suitable species for arid climate of the region, dozens of varieties whose origin remains unknown.

The study of genetic diversity was performed using as a tool for analysis of polymorphism, microsatellite molecular markers SSR. These markers have high allelic polymorphism (Weber, 1990), annexed to the PCR technique, which was proposed simultaneously by Williams et al., 1990, based on the amplification of DNA using a primer small SSR types. These PCR primers, which are manipulated and visualization, can be automated through the use of automatic sequencers (Mort-Gaudry and Briat 1992).

The aim of our work is the determination of the genetic relationships among the eight varieties of apricot by technical SSR to determine whether there is a certain polymorphism and a relationship between the eight varieties through the construction of a phylogenetic tree.

II. Materials and Methods:

II.1 Plant Material:

Our plant material is formed of fresh leaves from eight varieties of apricots (Bulida, Louzi Red, Biche, Ben Sarmouk Red, Pavit Red, Ben Sarmouk White, Laarbi and Polonais), we obtained the sample of young leaf stage at April 17, 2013. All experiments and analyses were conducted in the laboratory of genetics, biochemistry and plant biotechnology at the University of Constantine1, Algeria.

II.2 Extraction DNA by CTAB method:

The study of genetic variability was made on the DNA extracted from the leaves of the studied individuals. The DNA extraction was conducted using modified CTAB method (Doyle and Doyle, 1990). DNA is extracted from 140 mg of fresh leaf stored at -80 C°, finely cut then crushed in a mortar previously cooled with liquid nitrogen.

Using spatula, transferred the homogenate in 20 ml tube, then added 900 µl of CTAB 2x supplemented with beta-mercapptoethanol pre-heated at 65°C, this buffer is a mixture of CTAB 2% (w/v), tris 100 Mm, EDTA 20 Mm, Nacl 1,4M, PVP40 1% (p/V), mixture was homogenized with vortex for a few seconds, then after incubation for 60 min in 65°C water bath with agitation, after 15 min of centrifugation at 10,000 rpm at 4°C, the supernatant is recovered 800 µl in a new eppendorffe tube of 2ml, then add 800 µl (1vol) chloroform/isoamyl alcohol (24:1), the mixture was stirred for 45 min at low speed, on gets the upper aqueous phase and is placed in a new tube eppendorffe, then added 3 to 5 µl RNAase (10 mg / ml), stirred by inversion and incubated for 30 min at 37C°, and then added 540 µl (2/3vol) of cold isopropanol (- 20 C°) the tubes are inverted gently until the appearance of a white ball, the tube is left -2C° for 10 min to precipitate the DNA and then centrifuged 10min at 10,000 rpm at 4C°.

To remove the supernatant, 500 µl of wash solution 1 (asitate sodium 200mm, 76% ethanol) is added, 15 min then allowed to add the wash solution 2 (10 mM ammonium asitate, ethanol 76%), it is avoid incubated over 5 min, after removal of supernatant, dried DNA outdoors for 15 min, the DNA pellet was dried and suspended with 100 µl of pure water for 20 min at 37°C. The extracted DNA was stored at 4C° overnight before dosing.

II.3 Evaluation of the quality of extracted DNA:

The quality of the extracted DNA was first checked on agarose gel test 0.8%, in fact, 5ng of DNA and 2 µl of loading buffer are then deposited in the gel, which were migrated to TBE buffer for 35 min at 80 V, the gel was then visualized by the gel imaging system for molecular biology.

Moreover, the concentration of DNA is determined by NANODROP2000. Another measurement of the OD at 280 nm taken has also assess the amount of protein contained in the DNA suspension. Thus, the relationship between these two measures: OD260/ OD280 is an evaluative digital means to assess the quality or purity of our DNA extract. The more this ratio tends to 2 plus the DNA extract is called pure.

II.4 Amplification DNA of apricot tree by PCR:

II.4.1 Analysis PCR / SSR:

The principle of PCR is based on an enzymatic amplification of DNA (Vekemans and Jacquemart 1997, Claros and Quesada 2000). For the SSR technique, quality of DNA doesn't have great importance in

the success of his PCR amplification, unlike other methods like AFLP (Konate, 2007).

The SSR analysis is carried out with the use of the 11 primers (Table 1).

II.4.2 The reaction mixture:

The reaction mixture of a final volume of 20 µl includes 10 µl of Taq gold 2X master mix, 0.8 µl of buffer, 2 µl primers F and R (5 µM) 4.8 H2O µl UP, 4 µl of DNA (5 ng/µl).

We introduced the reaction mixture at the level of the wells that are a PCR plate, we puts the extracted DNA from eight varieties tested with order meet along a line, each primer is injected into a column, at the end is added to all column of the plate a mixture that contains 10 µl of amp Taq master mix 2 X gold, 0.8 µl of buffer, 4.8 µl H2O UP.

At the end, the plate was well covered, then we placed the plate in the PCR machine during all cycles.

Amplification reactions were conducted on a thermal cycler program indicated in the table below (Table 2):

The amplification products were analyzed by electrophoresis on Agarose gel 3%, and DNA bands were detected by Ethidium Bromide and visualized under UV radiation.

II.5 Electrophoresis of PCR:

II.5.1 Preparation of samples:

The samples were prepared, 2 µl of buffer 5X charge added to 10 µl of the extract was mixed amplification and finally marker.

II.5.2 Preparation of gels:

The carrier consists of an Electrophores Agarose gel 3%, 1X TBE buffer in the presence of BET (Table 3).

I.5.3 Visualization:

The Agarose was poured into the mold with the comb and allowed to cool, then the comb was removed and

Table 1: Characterization of the used primer, T: hybridization Temperature

T	Vol	Concentration	Sequence 5'- 3'	Primer
BPPCT001F	AATTCCCAAAGGATGTGTATGAG	100	185	52,86°C
BPPCT001R	CAGGTGAATGAGCCAAAGC	100	221	52,34°C
BPPCT004F	CTGAGTGATCCATTTGCAGG	100	230	52,18°C
BPPCT004R	AGGGCATCTAGACCTCATTGTT	100	211	54,88°C
BPPCT011F	TCTGAGGGCTAGAGTGGGC	100	237	55,64°C
BPPCT011R	TGTTTCAGGAGTCGAACAGC	100	224	53,84°C
BPPCT017F	TTAAGAGTTTGTGATGGGAACC	100	197	52,37°C
BPPCT017R	AAGCATAATTTAGCTAACCAAGC	100	174	52,90°C
BPPCT020F	GGTGGATGGTCAAGATGC	100	241	50,53°C
BPPCT020R	ATTGACGACTTACAGGTG	100	211	53,53°C
BPPCT032F	TTAAGCCACAACATCCATGAT	100	211	51,38°C
BPPCT032R	AATGGTCTAAGGAGCACACG	100	213	53,28°C
UDP96001F	AGTTTGATTTTCTGATGCATCC	100	217	51,46°C
UDP96001R	TGCCATAAGGACCGGTATGT	100	224	54,04°C
UDP98021F	AAGCAGCAATTGGCAGAATC	100	210	53,01°C
UDP98021R	GAATATGAGACGGTCCAGAAGC	100	191	54,79°C
UDP98408F	ACAGGCTTGTTGAGCATGTG	100	226	54,71°C
UDP98408R	CCCTCGTGGGAAAATTTGA	100	237	50,76°C
UDP98410F	AATTTACCTATCAGCCTCAAA	100	214	48,34°C
UDP98410R	TTTATGCAGTTTACAGACCG	100	229	49,40°C
UDP98414F	AAAAGGCACGACGTTGAAGA	100	201	54,03°C
UDP98414R	TTCAGATTGGGAATTTGCAG	100	220	49,80°C

Table 2: Program of specific PCR for the apricot tree with SSR technique

The PCR step	took the stage	Temperature	
initial denaturation	5 min	94°C	
Denaturation	30 sec	94°C	10 cycles
Hybridization	30 sec	60°C	
Elongation	30 sec	72°C	
Denaturation	30 sec	95°C	30 cycles
Hybridization	30 sec	57°C	
Elongation	30 sec	72°C	
Denaturation	30 sec	95°C	10cycles
Hybridization	30 sec	50°C	
Elongation	30 sec	72°C	
Final elongation	10 min	72°	

Table 3: Components of Agarose gel 3%.

8.1g	Agarose
270 ml	TBE buffer 1X
3 drops	BET

the mold was placed in the vessel, the samples (12 µl of the mixture) were poured into the wells, they migrated according to their molecular weight in a current of 300 volts for 40 minutes. The DNA bands were detected by Ethidium Bromide and visualized under UV radiation; molecular sizes were estimated by Gene marker express Ruler DNA Ladder 100 bp.

When an electric field through a gel of pH is neutral, the negatively charged phosphate groups of the DNA cause migration towards the anode (Westermeier, 1997). Photograph of each gel is formed by the imaging system to gel molecular biology.

II.6 Data Analysis:

Analysis of the electrophoretic profiles of the different PCR products was performed by visual inspection of electrophoresis runs. The presence of the fragments was determined visually and entered into a matrix of binary data 0 /1 (presence of tape as represented by 1/absence represented by 0) Matrices and set for different markers generated by different primer were analyzed using PAST software. A dendrogram was constructed from the matrix aggregation group on the basis of the method of unweighted UPGMA (Unweigheted Pair Groups Method of Analysis) average link.

III - Results and Discussion:

III.1 Extraction of genomic DNA of apricot tree by the CTAB method:

The CTAB technique (Doyle and Doyle 1990) is very efficient and commonly used to extract genomic DNA from plants by using the CTAB method in the apricot tree we could obtain a large amount of DNA with little protein contamination.

This technique gave a report DNA/protein extracted DNA more than 2, for all eight varieties of apricot tested, sign of a little contaminated DNA. The largest amount of DNA registered was 572.1 ng, extracted from leaf variety Louzi red, not far from two varieties Biche and Ben Sarmouk White with respectively 560.1 ng and 537.8ng, a quantity average in both Polonais and Ben Sarmouk Red varieties with respectively 297.2 ng and 198.2 ng, the remaining three varieties showed low values with 117.7 ng for Pavit Red and 116.5 ng for Laarbi and only 108.2 ng for Bulida (Table 4).

This classic CTAB method gave us an idea about the apricot varieties best suited to this technique, and the amount of DNA obtained refers to it.

Table 4: Quantity and quality of DNA extracted from leaves of eight varieties of apricot using the CTAB protocol (Doyle and Doyle 1990) modified.

Report 260/230	DNA concentration (ng/µl)	Variety
2.55	108.2	Bulida
2.01	572.9	Louzi Red
2.12	560.1	Biche
2.61	198.2	Ben Sarmouk Red
2.25	117.7	Pavit Red
2.03	537.8	Ben Sarmouk White
2.54	116.5	Laarbi
2.45	297.2	Polonais

Table 5: List of SSR primers, their sequences, repeat type, size of polymorphic band (P) and monomorphic (M).

Primer Name	Sequence (5'-3')	Size bands (bp)	Polymorphisme (%)	Number of alleles	
				M	P
BPPCT001	AATTCCCAAAGGAGTTGTATGAGCAGGTGAATGAGCCAAAGC	115	0	8	0
BPPCT004	CTGAGTGATCCTTTTGCAGGAGGGCATCTAGACCTCATTGTT	200 -210	22.22	7	2
BPPCT011	TCTGAGGGCTAGAGTGGGCTGTTTCAGGAGTCGAACAGC	200	0	7	0
BPPCT017	TTAAGAGTTTGTGATGGGAACCAAGCATAATTTAGCATAACCAAGC	75 – 130	81.25	3	13
BPPCT020	GGTGGATGGTCAAGATGCATTGACGTGGACTTACAGGTG	70 – 80	22.22	7	2
BPPCT032	TAAAGCCACAACATCCATGATAATGGTCTAAGGAGCACACG	100 – 630	71.42	2	5
UDP96001	AGTTTGATTTTCTGATGCATCCTGCCATAAGGACCGGTATGT	100 – 130	0	8	0
UDP98021	AAGCAGCAATTGGCAGAATCGAATATGAGACGGTCCAGAAGC	100- 140	54.54	5	6
UDP98408	ACAGGCTTGTTGAGCATGTGCCCTCGTGGGAAAATTTGA	350 – 550	44.44	5	4
UDP98410	AATTTACCTATCAGCCTCAAATTTATGCGATTTACAGACG	60 – 130	25	6	2
UDP98414	AAAAGGCACGACGTTGTTGAAGATTCAGATTGGGAATTTGCAG	100 – 340	75	2	6
			M : 36*M	60	40

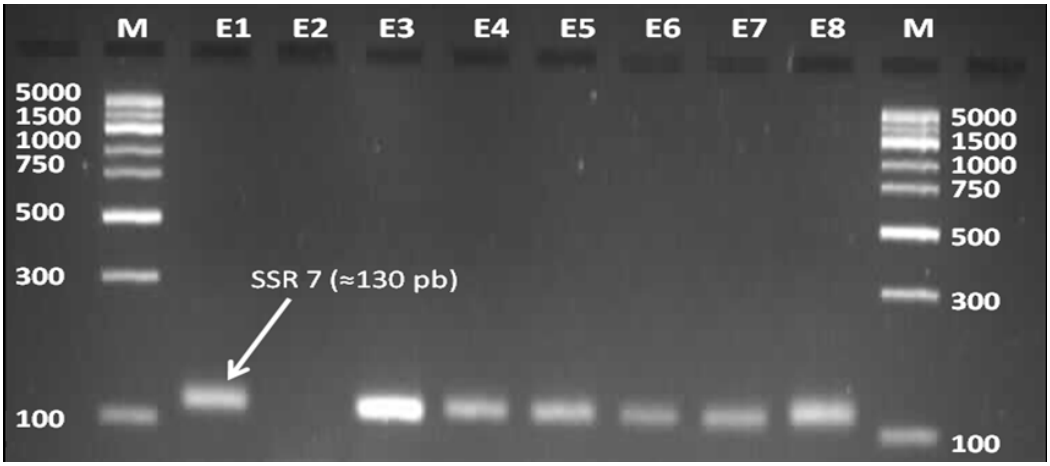


Figure 1: Checking the amplification of the marker (UDP69001) Agarose gel 3% for the eight varieties of apricots.

III.2 Characterization of SSR primers:

The primers used in number 11 belong to two families of primers (BPPCT and UDP), the following base sequences different, and each primer generated bands of different size base pair, which we will reveal the percentage of polymorphism for each primer. The results from each primer Agarose gel for all eight varieties are summarized in the table below (Table 5).

III.3 Molecular characterization of apricot varieties using SSR:

After DNA extraction of the eight varieties of apricot by the CTAB method we performed for the amplification of DNA by PCR by using 11 SSR primers to know the response of these eight varieties about these primers.

After PCR was carried out electrophoresis on Agarose gel 3%, these leaders responded positively to the appearance of a certain number of bands per primer, each band corresponds to the amplification of a DNA sequence.

A matrix evaluation was performed for each primer for the eight varieties tested to highlight different characteristics such as the number of alleles and the rate of polymorphism and that for each primer (Figure 1).

III.4. General characterization of SSR markers:

A total of 100 amplified DNA fragments were produced in eight varieties of apricots from 11 used primers. 40 of these fragments were polymorphic with a percentage of 40% and 60 fragments monomorphic with a percentage of 60%. The BPPCTO17 marker gave the highest rate of polymorphism with 81.25%, with five polymorphic alleles. The markers BPPCT004 and BPPCT020 are the least polymorphic with 22.22% and only one polymorphic allele.

Markers BPPCT001, BPPCT011, UDP96001 are not polymorphic; they are considered monomorphic, with 1 or 2 monomorphic alleles.

II.5 The multivariate analysis, Structuring groups:

The Factorial Correspondence Analysis (FCA):

The correspondence factorial analysis pointed to 3 groups:

-The first group is formed by Louzi Red, Ben Sarmouk Red, Pavit Red, Ben Sarmouk White, Laarbi and Polonais varieties, these varieties are genetically very similar.

-The second group, is formed by a single variety, Biche variety, but who is closer to the fist group as the third group.

-The third group, is formed by the Bulida variety, this variety is genetically far compared to other varieties

These results are based on the given indicator matrix by the absence or presence of band of each of 11

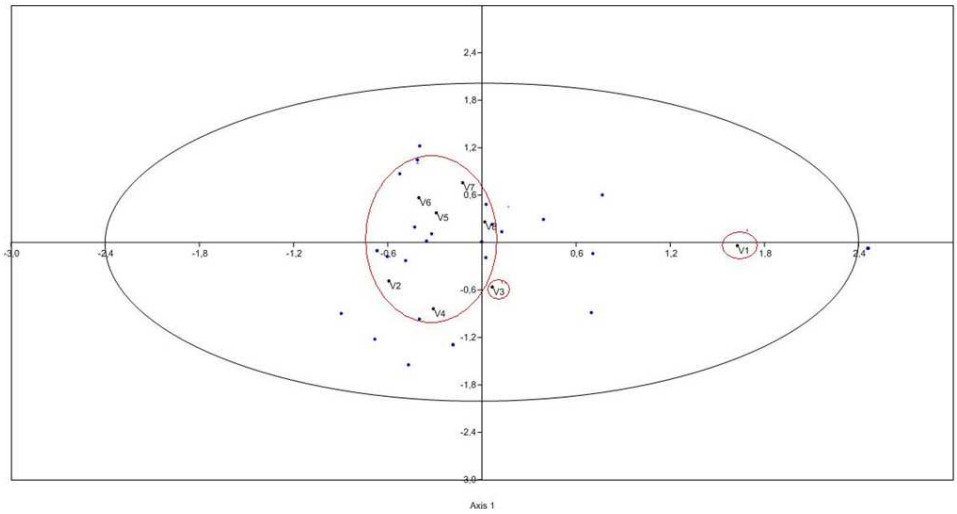
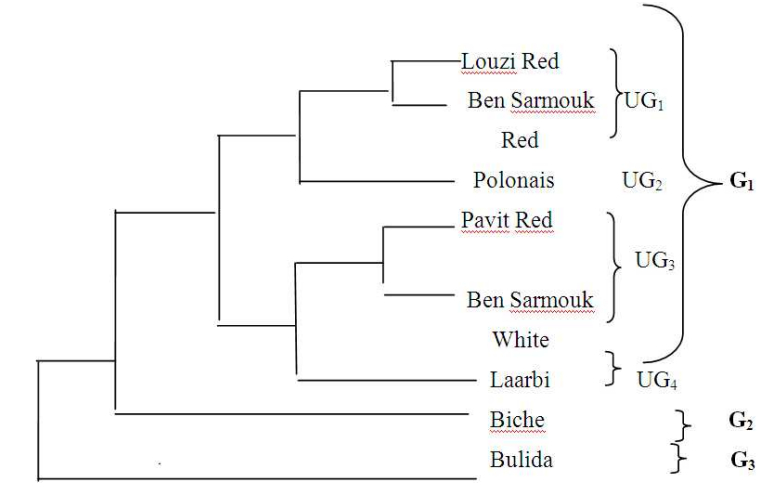


Figure 2: Pin 1 and 2 of the factorial Correspondence Analysis (FCA) of the diversity of the eight varieties of apricot by PAST.



UG: under Group, G: Group

Figure 3: Dendrogram generated by analysis of SSR markers.

primers and for each of the eight varieties of apricot trees (Figure 2).

III.6 The phylogenetic relationship between apricot varieties:

The eleven primers used in this analysis have generated a total of 100 polymorphic bands and they were used to establish a dendrogram of similarity. This dendrogram allowed us to study the genetic variability within eight tested apricot varieties. The principle of this method is to successively link the taxa that are closest according to the criterion of minimum evolution defined by Saitou and Nei (1987). A first step was to choose the closest taxa and link them by a node representing the common ancestor; the second step was to recalculate the distance between the node obtained and all other taxa (Penny 1982).

The dendrogram of similarity produced by SSR approaches was able to differentiate all the genotypes analyzed and classified into three groups of genotypes genetically close. The first group consists of four under groups, the first under group consists of varieties Louzi Red and Ben Sarmouk Red, the second under group is formed by the Polonais variety, in the third under group is formed by the varieties Pavit Red and Bensarmouk White, and the fourth under group consists the variety Laarbi, the second group is formed by the variety Biche and the third group is the last group is the Bulida variety (Figure 3).

IV-Conclusion:

In this study we investigated the genetic diversity using molecular markers of the SSR technique for eight genotypes of apricot tree. The deeply modified CTAB method was used to obtain, from the fresh leaves of apricot tree, a large amount of DNA ranging from 108.2 to 572.9 ng/µl. With average quality report D260/D280 ranging 2.01 to 2.62.

The analysis of eight varieties of apricot by SSR markers through the use of the 11 primers was eloquent, indeed the results of this method helped to significantly differentiate eight varieties.

In total 100 amplified DNA fragments were obtained in eight varieties of apricots, 40% of these fragments were polymorphic and 60% are monomorphic.

The size of the bands generated by the 11 primers in apricot is variable; it ranges from 60 bp to 360 bp.

This study allowed classifying the eight varieties into three groups of genotypes genetically very close.

The first group is formed by four under groups, the first under group is formed by the varieties Louzi Red and Ben Sarmouk Red, the second under group is formed by Polonais variety, the third under group is formed by Pavit Red and Ben Sarmouk White varieties, and the fourth under group is formed by Laarbi variety, the second group is formed by Biche variety, against by the third group is formed by Bulida variety.

This preliminary study needs to be continued on a larger range of varieties of apricot, using polymorphic primers, since it is desirable to use gel electrophoresis polyachrylamid kind to profile more intense and clear bands.

References:

Claros G., and Quesada. (2000). "PCR as a specific, sensitive and simple method suitable for diagnostics", Biochemistry and Molecular Biology Education, 28 p 223-226;

Doyle J.J., and Doyle J.L., (1990). "Isolation of plant DNA from fresh tissue". Focus. 12p, 13-15.

Konate I., (2007). « Diversité phénotypique et moléculaire du caroubier (Ceratonia siliqua L) et des bactéries Endophytes qui lui sont associées ». Thèse Doct. Rabat. 78p.

Lyne R.E.C., Bequilley C.H., and HOUGH L.F., (1996). "Apricot" : Janick. Ed fruit breeding, three and tropical fruit, vol : 2, 79p.

Mort-Gaudry J., Briat J., (1992). « La génomique en biologie végétale ». Ed : INRA, Paris, 349 p.

Penny D., (1982). "Towards a basis for classification : the incompleteness of distance measures, incompatibility analysis and phonetic classification". J. Theor. Biol, 96p. 129-142.

Saitou N., and Nei M, (1987). "The neighbor-joining method, a new method for reconstructing phylogenetic trees". Mol. Biol. Evol., 4p. 406-425.

Vekemans X., and Jacquemart A., (1997). "Perspectives on the use of molecular markers in plant population biology". Belgian Journl of Botany. 129 p, 91-100.

Weber J., (1990). "Infomativeness of human (dC – dA)n, (dG – dT)n polymorphisms Genomics". 7 p, 524-530.

Westermeier R., (1997). "Electrophoresis in practice, a guide to methods and applications of DNA and protein separation". VCH, Wenbeim, 18p.

Williams J., Kubelik A., Livak K., Rafalski J., and Tingey S., (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers". Nucleic Ac. Res. 18p, 6531-6535.

Clich: F. Lakhdari 09/01/2016