

**Directeur de la revue:** BOUTARFAIA Ahmed  
(Recteur de l'Université Kasdi Merbah Ouargla)  
**Directeur de la publication:** KHELIFA Abdelkader  
**Directeur scientifique de la publication:** BISSATI Samia  
**Rédacteur en chef:** OULD EL HADJ Mohamed Didi

**ISSN 2170-1318**

**ADRESSE DE LA DIRECTION DE LA PUBLICATION**

*Algerian Journal of Arid Environment*

Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides

Faculté des sciences de la nature et de la vie

BP 511, Université Kasdi Merbah Ouargla

30000 Ouargla, Algérie

Tél. : (+213) 29 71 65 71/29 71 56 89 Fax. : (+213) 29 71 56 89

Web: [www.ouargla-univ.dz](http://www.ouargla-univ.dz) E-mail: [ecosys.infos@yahoo.fr](mailto:ecosys.infos@yahoo.fr)

URL: <http://revues.univ-ouargla.dz/index.php/acceill/algerian-journal-of-arid-and-environment-ajae>



**Université Kasdi Merbah-Ouargla  
(Algérie)**

*Algerian Journal of Arid Environment*

**Revue des Sciences de la terre et de la vie  
Editée par l'Université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie)**

*Laboratoire de Protection des Ecosystèmes  
en Zones Arides et Semi Arides (Ecosys)*

**ISSN 2170-1318**

**Directeur de la revue:** BOUTARFAIA Ahmed  
(Recteur de l'Université Kasdi Merbah Ouargla)  
**Directeur de la publication:** KHELIFA Abdelkader  
**Directeur scientifique de la publication:** BISSATI Samia  
**Rédacteur en chef:** OULD EL HADJ Mohamed Didi

Volume 4, numéro 1, Juin 2014





# ALGERIAN JOURNAL OF ARID ENVIRONMENT

REVUE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE LA VIE

LABORATOIRE DE PROTECTION DES ECOSYSTEMES EN ZONES ARIDES ET SEMI ARIDES  
UNIVERSITE KASDI MABAH OUARGLA

ISSN 2170-1318



<p><b>Directeur de la revue</b> Pr. BOUTARFAIA Ahmed</p>	<p><b>ADRESSE DE LA DIRECTION DE LA PUBLICATION</b> <i>Algerian Journal of Arid Environment</i> Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides Faculté des sciences de la nature et de la vie BP 511, Université Kasdi Merbah Ouargla 30000 Ouargla, Algérie Tél. : (+213) 29 71 65 71/29 71 56 89 Fax. : (+213) 29 71 56 89 Web: <a href="http://www.ouargla-univ.dz">www.ouargla-univ.dz</a> E-mail: <a href="mailto:ecosys.infos@yahoo.fr">ecosys.infos@yahoo.fr</a></p>
<p><b>Directeur de la publication</b> Mr KHELIFA Abdelkader</p>	<p><b>Instructions aux auteurs</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Les articles peuvent être rédigés dans deux langues (arabe, français ou anglais). Ils doivent subir deux expertises, à la fois scientifique et linguistique, avant acceptation.</li> <li>2.- Le nombre total de pages de l'article dépend de sa nature : Originale (15 pages), synthèse (8 pages) et étude de cas (6 pages). Les articles doivent présenter des résultats non publiés, et ceux de synthèse et d'étude de cas doivent être synthétiques sans illustrations.</li> <li>3.- Leurs soumissions doivent parvenir à l'adresse électronique en format TNR pour le texte et JPG pour les illustrations.</li> <li>4.- L'auteur correspondant recevra après expertise et acceptation un tiré à part sous format PDF et un exemplaire de revue gratuitement.</li> <li>5.- Pour permettre une pérennité et une large diffusion à la revue un abonnement sera proposé sur le site de l'université et dans la revue aux particuliers, institutions et étudiants avec des tarifs étudiés selon la catégorie et la destination.</li> <li>6.- Le texte doit être en forme TNR taille 12 avec numérotation des lignes. Le titre de l'article en langue de rédaction et en anglais de forme TNR taille 14 gras, est suivi des nom et prénom des auteurs en forme TNR taille 12 avec adresses et Email en forme TNR taille 10, avec un astérisque sur l'auteur correspondant.</li> <li>7.- Les résumés doivent être rédigés en langue de rédaction, en arabe ou anglais, de forme TNR taille 10, italique. Ils doivent comporter cinq mots clés au maximum.</li> <li>8.- Les illustrations légendées ne doivent pas dépasser cinq illustrations avec mention dans le texte et numérotées en chiffres arabes (figure, photo 1, 2, etc.) et chiffres romains (tableau I, II, etc.).</li> <li>9.- Les références bibliographiques ne doivent pas être sélectives d'articles de revues, de livre et d'article de livres seulement. Ils seront classés par leur ordre d'apparition dans le texte et appelées dans ce dernier par leur numéro placé entre crochets : - Exemple de revue : Maduakor H., 1991 - Efficient fertilizer. Fertilizer Research, 29: 65-79. - Exemple de livre : Steel R., Torrie J., 1960 - Principles and procedures. McGraw-Hill, London, 433 p. - Exemple d'article de livre: Tal M. Selection for stress tolerance. In : Evans D.A., Shap N.R., Ammirato P.V., eds. Handbook for plant cell culture. New York : Macmillan, 1992 : 101-112.</li> </ol>
<p><b>Directeur scientifique de la publication</b> Pr. BISSATI Samia</p>	<p>Les thèmes des articles publiés dans <i>Algerian Journal of Arid Environment</i> concernent tout ce qui touche au développement et à la gestion durable de l'environnement des régions arides et semi arides de la planète.</p> <p><b>Rédacteur en chef</b> Pr. OULD EL HADJ Med Didi</p>
<p><b>Rédacteur en chef</b> Pr. OULD EL HADJ Med Didi</p>	
<p><b>Comité de rédaction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pr. CHELOUFI Hamid</li> <li>- Pr. SAKER Med Lakhdar</li> <li>- Dr DADDI BOUHOUN Mustapha</li> <li>- Dr IDDER Mohamed Taher</li> </ul>	
<p><b>Mise en page</b> Mr CHAABENA Ahmed</p>	
<p><b>Comité scientifique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pr. OULD EL HADJ M. D., Algérie</li> <li>- Pr. DADDA MOUSSA B., Algérie</li> <li>- Pr. MESSAITFA A., Algérie</li> <li>- Pr. HADJ-MAHAMMED M., Algérie</li> <li>- Pr. SOLTANI N., Algérie</li> <li>- Pr. BOUGHEDIRI L., Algérie</li> <li>- Pr. DOUMANDJI S., Algérie</li> <li>- Pr. DOUMANDJI-MITICHE B., Algérie</li> <li>- Pr. LAAMARI M., Algérie</li> <li>- Pr. HALITIM A., Algérie</li> <li>- Pr. BENALAOUA S., Algérie</li> <li>- Pr. SAMRAOUI B., Algérie</li> <li>- Pr. COTE M., France</li> <li>- Pr. MICHAUD P., France</li> <li>- Pr. SERGE MARLET C., France</li> <li>- Pr. CHERITI A., Algérie</li> <li>- Pr. TAMISIER A. J., France</li> <li>- Pr. BOUTIN C., France</li> <li>- Pr. HAMDY AISSA B., Algérie</li> <li>- Pr. BISSATI S., Algérie</li> <li>- Pr. CHELOUFI H., Algérie</li> <li>- Pr. O/ EL HADJ-KHELIL A., Algérie</li> <li>- Pr. SIBOUKER O., Algérie</li> <li>- Pr. BELBOUKHARI N., Algérie</li> <li>- Dr ESNAULT M. A., France</li> <li>- Dr M'SADAK Y., Tunisie</li> <li>- Dr SANON S., Burkina Faso</li> <li>- Dr BOUTATAOU D., Algérie</li> <li>- Dr ADAMO A., Algérie</li> </ul>	

# Algerian Journal of Arid Environment

## “AJAE”

vol. 4, n°1 - 2014

Sommaire

<b>Étude descriptive des comptages cellulaires collectifs du lait chez des petites unités bovines hors sol de la Tunisie Semi-aride</b>	3
M’SADAK Youssef, HAJ MBAREK Rim, MIGHRI Leïla, KRAIEM Khemais.....	
<b>Description géologique et géométrique des formations aquifères de la cuvette de Ouargla</b>	12
HOUARI Idir Menad, NEZLI Imed Eddine et BOUREGAA Slimane.....	
<b>Sensibilité à la chenille processionnaire (<i>Thaumetopoea pityocampa</i> Schiff.) chez deux espèces de pins (<i>Pinus halepensis</i> Mill. ET <i>Pinus brutia</i> Ten.): Cas du reboisement se Senelba Chergui (Djelfa)</b>	20
KHADOUMI Amar, NEDJIMI Bouzid, DAOUDI Belkacem.....	
<b>Facteurs de variation cellulaire du lait de vache chez des petits et moyens troupeaux hors sol menés en milieu semi-aride (Tunisie Littorale)</b>	26
HAJ MBAREK Rim et M’SADAK Youssef.....	
<b>Biodiversité et phytogéographie des écosystèmes sahariens de la région de Taghit (Béchar)</b>	39
BOUALLALA M’hammed et CHEHMA Abdelmadjid.....	
<b>Etude des croutes biologiques de quelques sols gypseux et salins du milieu saharien: cas de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien)</b>	45
BAZZINE Meriem, HAMDI-AISSA Belhadj.....	
<b>Etude de la composition floristique de la région du Souf (Sahara septentrional algérien)</b>	53
MEDJBER TEGUIG Torkia.....	
<b>Apport de la télédétection dans l’étude de la relation entre états de surface et pédopaysages en milieu aride: Exemple de la région d’El Outaya (Biskra, Algérie)</b>	60
ASSAMI Tarek, HAMDI-AISSA Baelhadj, HALITIM Amor, MOSTEFAOUI Tawfik, ROUAHANA Houria.....	
<b>Étude du comportement de ponte du carpocapse (<i>Cydia pomonella</i> L.) (Lepidoptera, Tortricidae) sur deux variétés de pommier (<i>Malus domestica</i> Borkh.)</b>	72
BRAHIM Imene, LOMBARKIA Nadia et MEDJEDBA Abdelmajid.....	
<b>Ethno-pharmacological use and antimicrobial activity of traditional date vinegar of Ghardaïa</b>	83
CHERIF Brahim, BOURAS Nouredine, OUMOUNA Mustapha, OULD EL HADJ Mohamed Didi, HOLTZ Michael D. and SABAOU Nasseridine.....	

## **ÉTUDE DESCRIPTIVE DES COMPTAGES CELLULAIRES COLLECTIFS DU LAIT CHEZ DES PETITES UNITES BOVINES HORS SOL DE LA TUNISIE SEMI-ARIDE**

M'SADAK Youssef \*, HAJ MBAREK Rim, MIGHRI Leïla, KRAIEM Khemais  
Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie

\*Email : [msadak.youssef@yahoo.fr](mailto:msadak.youssef@yahoo.fr)

**Résumé.-** L'objectif de ce travail consiste à évaluer la situation sanitaire mammaire des vaches, à partir des Taux Cellulaires de Troupeau (TCT) et des Taux Cellulaires de Troupeau estimés (TCTE). L'étude a été réalisée sur un échantillon de 40 élevages bovins de type hors sol dans la région de Monastir, zone semi-aride de la Tunisie littorale durant une période de 8 mois. Le diagnostic sanitaire mammaire a été effectué par la méthode de numération cellulaire directe sur le lait de mélange du troupeau et par l'estimation des TCTE. La détermination et la distribution des moyennes arithmétiques (MA) et géométriques (MG) ainsi que les quartiles et les interquartiles des TCT et des TCTE ont permis de dégager quelques constatations. Ainsi, il ressort que les MA sont toujours plus élevées que les MG tant pour les TCT que pour les TCTE. On a aussi dévoilé que les TCT sont généralement plus faibles que les TCTE. Cette différence provient suite au phénomène de dilution produit par le fait que le TCT est mesuré sur le mélange du lait des vaches en lactation d'un troupeau donné. La répartition des moyennes, (MA et MG) des TCT et des TCTE, en fonction de la taille du troupeau, du pourcentage des primipares et de la saison de contrôle, a révélé que la diminution du nombre de vaches par troupeau (< 5 vaches présentes), l'augmentation du taux des primipares et la saison printanière réduisent les infections mammaires. La situation cellulaire laitière relevée relativement défavorable mérite une intervention efficace pour améliorer la qualité cellulaire du lait, et par conséquent, l'état sanitaire des mamelles.

**Mots clés:** Diagnostic descriptif, élevage bovin laitier hors sol, taux cellulaire de troupeau, mammites, Tunisie semi-aride.

## **DESCRIPTIVE STUDY OF COLLECTIVE CELL COUNTS OF MILK IN SMALL UNITS CATTLE ABOVEGROUND SEMI-ARID TUNISIA**

**Abstract.-** The objective of this work is to assess the health status of breast cows from Cellular herd Rate and estimated Cellular Herd rates. The study was conducted on a sample of 40 cattle farms above ground type in the region of Monastir, semi-arid zone of Tunisia during a shore period of 8 months. Breast health diagnosis was made by the method of direct cell count in the herd's mixed milk and by estimating Cellular herd Rate. The determination and distribution of arithmetic average and geometric average, quartiles and interquartile of TCT and TCTE has identified some findings. Thus, it appears that the arithmetic average are always higher than geometric average for both Cellular herd Rate and estimated Cellular Herd rates. It was also revealed that the Cellular herd Rate are generally lower than estimated Cellular Herd rates. This difference is a result of the dilution effect produced by the fact that the Cellular herd Rate is measured on the herd's mixed milk of a given herd. Distribution of averages and of Cellular herd Rate and estimated Cellular Herd rates, depending on herd size, the percentage of primiparous and season control, showed that the decrease in number of cows per herd (<5 present cows), the increase of the percentage of primiparous and the spring season can reduce mastitis. The dairy cellular situation relatively unfavorable deserves an effective intervention to improve the milk quality and the cellular health

**Key words:** Diagnostic descriptive, aboveground dairy cattle breeding, cellular herd rate, mastitis, semi-arid Tunisia.

## Introduction

Les mammites cliniques et subcliniques représentent une préoccupation majeure en élevage bovin laitier [1]. Selon AOUADI (1991) 20% des pathologies rencontrées chez la vache laitière en Tunisie sont généralement des infections mammaires [2]. Ces mammites sont des pathologies coûteuses et leurs conséquences économiques sont très importantes [3,4,5]. Le comptage cellulaire du lait est un témoin de l'état inflammatoire de la mamelle, utilisé pour le dépistage des mammites dans les élevages [6]. Les analyses cellulaires réalisées sur les laits de troupeaux pourraient permettre d'apprécier la prévalence des infections mammaires dans les exploitations et d'empêcher l'évolution des risques des mammites [7], d'où l'importance des taux cellulaires de troupeau (TCT) et de leur interprétation. Le TCT correspond au nombre de cellules somatiques dans un millilitre prélevé du lait de mélange des vaches au sein d'un même troupeau [8]. Il existe une forte corrélation entre le TCT et le nombre de quartier infectés par troupeau [9].

Dans cette perspective, la présente investigation se propose comme objectif essentiel la contribution à l'étude descriptive des TCT (à partir des analyses laitières collectives) et des taux cellulaires de troupeau estimés (TCTE) basés sur la moyenne des taux cellulaires individuels (TCI) par troupeau chez des petits élevages bovins laitiers du Sahel Tunisien à climat semi-aride, menés en hors sol, en vue de l'élaboration préliminaire d'un système général de paiement du lait à la qualité à instaurer ultérieurement pour les éleveurs bovins laitiers en Tunisie.

### 1.- Matériel et méthodes

Cette étude est accomplie dans la région de Monastir (Zone littorale de la Tunisie), sur 40 élevages bovins laitiers inscrits au Contrôle Laitier relatifs à 364 vaches présentes (VP) et 317 vaches en lactation (VL) de même race (Pie Noire Holsteinisée), durant une période de 8 mois étalée de Septembre 2009 à Avril 2010. Tous les troupeaux considérés font appel au système d'élevage hors sol, caractérisé par l'insuffisance ou l'absence des ressources fourragères, à cause des ressources en eau généralement limitées tant quantitativement (zone semi-aride) que qualitativement (salinité excessive).

Les échantillons de lait ont été prélevés à la fin du chantier de traite de chaque troupeau (lait de mélange), tout en ayant recours à une agitation du lait collecté avant le prélèvement. L'appareil de mesure le plus répandu dans les laboratoires d'analyses du lait est le Fossomatic (méthode fluoro-opto-électronique) et ses dérivés. Le principe consiste à compter les noyaux des cellules du lait rendus fluorescents par coloration au bromure d'éthidium (agent intercalant de l'ADN) [10].

Dans cette étude, Les analyses des échantillons du lait ont été effectuées au sein du laboratoire du Service de Contrôle Laitier du Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet (Ariana, Tunisie), à l'aide d'un compteur cellulaire de type Fossomatic 4000. L'étude sera axée notamment sur les comptages cellulaires collectifs permettant une appréciation de la qualité cellulaire du lait produit et l'estimation des conséquences sanitaires (état d'infection mammaire).

Les données des TCT sont relevées à partir des fiches des résultats d'analyses des échantillons collectifs du lait. Les TCTE ont été déterminés à partir de la moyenne des TCI par troupeau. Les données cellulaires individuelles ont été collectées à partir des fiches du contrôle laitier. Les TCT et TCTE ont été dépouillés pour les 40 élevages considérés

durant la période de Septembre 2009 à Avril 2010, de façon à évaluer leurs évolutions mensuelle et saisonnière et leur distribution selon la taille du troupeau, le pourcentage des primipares dans le troupeau.

Une analyse statistique élémentaire a été réalisée en faisant appel au calcul des moyennes (arithmétique et géométrique), des quartiles et de l'Écart interquartile.

Les moyennes arithmétiques (MA) et géométriques (MG) des TCT et des TCTE ont été déterminées par les formules [11]:

$$MA = \frac{\sum_1^n NCS}{N} \quad \text{et} \quad MG = \sqrt[n]{NCS1 \times NCS2 \times \dots \times NCSn}$$

NCS : Numération Cellulaire Somatique dans le lait

N : Nombre total des échantillons de lait

Il est aussi déterminé les quartiles ( $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$ ) et l'Écart interquartile ( $Q_3-Q_1$ ) des TCT et TCTE pour mieux apprécier la répartition des données cellulaires dans l'échantillon étudié.

## 2.- Résultats et discussion

### 2.1.- Présentation des taux cellulaires de troupeau

#### 2.1.1.- Considérations générales

L'analyse d'une série des TCT et des TCTE et de leur évolution au cours du temps est toujours profitable pour l'appréciation de la situation sanitaire mammaire.

La base de cette étude est un suivi cellulaire laitier qui a concerné 40 troupeaux de vaches laitières correspondant à seulement 185 valeurs de TCT et 253 valeurs des TCTE. Cette différence de situation revient à des problèmes rencontrés dans le ramassage, la conservation et l'analyse des échantillons prélevés. A cet égard, cette étude ne peut présenter qu'une première approche de la description des valeurs relevées des TCT et TCTE à l'échelle de la région d'étude.

#### 2.1.2.- Distribution générale des TCT et des TCTE

Pour les échantillons du lait collectif analysés, il y a environ 34% ayant des TCT < 200000 cell. /ml, résultat se rapprochant de celui rapporté par FABRE *et al.* (1996) dont le pourcentage des échantillons ayant des TCT < 200000 cell. /ml, est de 37,7% [12]. Le TCT est situé entre 200000 et 500000 cell. /ml chez 23% des échantillons. Les TCT sont > 500000 cell. /ml chez 43% (tab. I).

81% des élevages suivis ont un TCTE > 200000 cell. /ml (tab. I). Ces valeurs cellulaires indiquent l'existence des mammites subcliniques à cliniques au sein des troupeaux selon les interprétations relatées par WATTIAUX (2005) [13].

### 2.2.- Moyennes arithmétique et géométrique des TCT et des TCTE

La moyenne arithmétique des TCT enregistrés (MA TCT) a été de  $771000 \pm 967000$  cell. /ml. Cette valeur apparaît plus élevée en comparaison avec celle trouvée par



MTAALLAH *et al.* (2002) [14], sur un échantillon des grands troupeaux bovins laitiers au Nord de la Tunisie, qui est de  $626000 \pm 431000$  cell. /ml et par M'SADAK *et al.* (2008) [15] sur un échantillon des petits troupeaux dans une région similaire à la zone d'étude (Mahdia relevant aussi du Sahel Tunisien semi-aride), qui est  $353000 \pm 290000$  cell. /ml.

**Tableau I.-** Distribution des échantillons du lait collectif selon leurs TCT et TCTE  
(\*: Pourcentages des échantillons selon le TCT attribué à chaque échantillon du lait de mélange,\*\* : Pourcentages des échantillons selon le TCTE attribué à chaque contrôle laitier des CCI des vaches au sein du troupeau)

Numération cellulaire (x1000 cell. /ml)	TCT *		TCTE **	
	Nombre	%	Nombre	%
< 200	63	34	49	19
200-500	42	23	71	28
500-1000	34	18	66	26
> 1000	46	25	67	27
Total	185	100	253	100

La moyenne arithmétique des TCTE (MA TCTE) est de  $851000 \pm 1042000$  cell. /ml. Les écarts-types importants reflètent en partie une hétérogénéité marquée de la situation mammaire de l'échantillon des troupeaux étudiés.

Les TCTE moyens représentant les moyennes estimées des TCI sont amplement différents des TCT relevés. En effet, la quantité journalière de lait produite par troupeau, pourrait contribuer par dilution, à l'ajustement des concentrations cellulaires autour du niveau TCI moyen au cours de la lactation [16].

La moyenne géométrique des TCT (MG TCT) est  $385000$  cell. /ml et la MG TCTE est  $499000$  cell. /ml. La distribution des troupeaux selon les moyennes arithmétiques et géométriques des TCT et des TCTE a été relatée dans le tableau II. Seulement 15% des MA TCT et 25% des MG TCT sont  $< 200000$  cell. /ml. Concernant les numérations estimées, 7% des MA TCTE et 12% des MG TCTE sont  $< 200000$  cell. /ml.

**Tableau II.-** Distribution des troupeaux selon leurs TCT et TCTE moyens  
(\*: Pourcentages des troupeaux selon les TCT et TCTE moyens calculés par troupeau par recours aux deux moyennes considérées MA et MG)

Numération cellulaire (x1000 cell. /ml)	MA TCT		MG TCT		MA TCTE		MG TCTE	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
$\leq 200$	6	15	10	25	3	7	5	12
200-500	12	30	13	32	11	28	13	33
500-1000	10	25	11	28	10	25	12	30
> 1000	12	30	6	15	16	40	10	25
Total	40	100	40	100	40	100	40	100

La prévalence des infections mammaires apparaît plus élevée en appliquant la méthode de la moyenne arithmétique, de ce fait plus «sévère» dans l'estimation des fréquences de mammites subcliniques. En raison du contexte tunisien, il conviendrait de retenir plutôt la méthode de la moyenne géométrique, moins sévère, pour des études futures afin de ne pas pénaliser l'éleveur lors de l'établissement des normes pour le

paiement du lait à la qualité, entre autres, selon sa valeur cellulaire. Une telle décision à vocation provisoire est dictée par la nécessité immédiate d'amélioration progressive de la qualité du lait à la réception, appuyée par l'acceptation des éleveurs des normes nouvelles de qualification laitière.

### 2.3.- Diagramme des quartiles des TCT et TCTE

Le diagramme des quartiles des TCT et TCTE est utilisé pour mieux estimer la répartition des valeurs des TCT et TCTE des échantillons laitiers collectifs étudiés. Il est repéré que 25% des échantillons du lait de mélange, ont un TCT < 156000 cell. /ml et un TCTE < 260000 cell. /ml, que 50% des échantillons ont un TCT < 373000 cell. /ml et un TCTE < 546000 cell. /ml et que 75% des échantillons, ont un TCT < 987000 cell. /ml et un TCTE < 1049000 cell. /ml (tab. III). La valeur médiane des TCT trouvée (373000 cell. /ml) est très proche de la MG des TCT des échantillons du lait de mélange (385000 cell. /ml) et loin de la MA des TCT (771000 cell. /ml), ce qui confirme l'utilité de l'utilisation de la MG dans la distribution des numérations cellulaires.

**Tableau III.-** Détermination du diagramme des quartiles de la distribution des TCT et des TCTE (\*: Calcul fait sur la moyenne arithmétique des TCT et TCTE par troupeau, \*\*: Calcul fait sur les TCT et TCTE attribués aux échantillons du lait de mélange)

Variables	TCT (x1000 cell. /ml)		TCTE (x1000 cell. /ml)	
	MA TCT *	TCT**	MA TCTE*	TCTE**
Q <sub>1</sub> (Premier quartile)	295	156	388	260
Q <sub>2</sub> (Médiane)	642	373	809	546
Q <sub>3</sub> (Troisième quartile)	1147	987	1200	1049
Q <sub>3</sub> -Q <sub>1</sub> (Ecart interquartile)	852	831	812	789

La réglementation actuelle en France utilise la MG du lait de mélange pour six mois. Elle impose une valeur inférieure à 400000 cell. /ml [17]. En effet, pour les 40 élevages suivis, on trouve que 55% des élevages ont une MG TCT, durant huit mois, inférieure à 400000 cell. /ml. Les études ultérieures devraient préciser, entre autres, le nombre de contrôles à impliquer dans la Normalisation Tunisienne (NT) à retenir.

La numération cellulaire du lait de mélange ne donne qu'une indication globale de l'état sanitaire de tout le troupeau. En effet, deux troupeaux qui présentent des numérations cellulaires collectives identiques peuvent cependant avoir des situations différentes sur le plan sanitaire mammaire [18]. En dépit du manque de précision, le TCT est le paramètre le mieux adapté pour le suivi cellulaire à entreprendre auprès des élevages bovins laitiers sur le plan tant pratique qu'économique.

### 2.4.- Variation des TCT et des TCTE

#### 2.4.1.- Variation des TCT et des TCTE selon la taille du troupeau

Les MA et les MG des TCT et des TCTE sont plus faibles chez les troupeaux ayant un effectif  $\leq 5$  vaches présentes (VP) et plus élevées chez les troupeaux ayant un effectif  $>10$  VP (tab. IV). Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la taille du troupeau a une influence sur la maîtrise des conditions d'hygiène dans l'élevage. Avec un nombre élevé des vaches, la prévention contre les infections, surtout les infections mammaires,

devient plus difficile [19].

**Tableau IV.-** Évolution des TCT et TCTE en fonction de la taille du troupeau  
(\*: Moyenne arithmétique des TCT et TCTE moyens des troupeaux  
\*\*: Moyenne géométrique des TCT et TCTE moyens des troupeaux)

VP	Nombre Troupeaux	TCT (x1000 cell. /ml)		TCTE (x1000 cell. /ml)	
		MA TCT*	MG TCT**	MA TCTE*	MG TCTE**
≤ 5 VP	7	432 ± 270	204	558 ± 343	385
De 6 à 10 VP	16	832 ± 562	455	862 ± 557	503
> 10 VP	17	892 ± 654	474	893 ± 589	568

#### 2.4.2.- Variation des TCT et des TCTE selon la part des primipares dans le troupeau

Les MA et les MG des TCT et des TCTE sont plus faibles chez les troupeaux ayant plus que 50% de vaches primipares et elles sont plus élevées chez les troupeaux composés seulement de vaches multipares (tab. V). Cette étude, menée sur l'influence de l'âge moyen des vaches dans un troupeau sur les moyennes des TCT et des TCTE, a confirmé celle réalisée par SERIEYS (2004) qui a dévoilé que les élevages jeunes sont moins touchés par les mammites dans les conditions normales d'élevage [20].

**Tableau V.-** Évolution des TCT et des TCTE selon l'importance des primipares dans le troupeau (\*: Moyenne arithmétique des TCT et TCTE moyens des troupeaux,  
\*\*: Moyenne géométrique des TCT et TCTE moyens des troupeaux)

% Primipares	Nombre Troupeaux	TCT (x1000 cell. /ml)		TCTE (x1000 cell. /ml)	
		MA TCT*	MG TCT**	MA TCTE*	MG TCTE**
0	9	900 ± 587	459	1147 ± 559	671
0-25	11	726 ± 745	401	849 ± 609	471
25- 50	13	837 ± 448	452	911 ± 497	648
> 50	7	718 ± 431	357	709 ± 506	395

#### 2.4.3.- Variations mensuelle et saisonnière des TCT et des TCTE

**Tableau VI.-** Évolutions mensuelle et saisonnière des TCT (x1000 cell. /ml) et des TCTE (x1000 cell. /ml) moyens (MA TCT : Moyenne Arithmétique des Taux Cellulaires du Troupeau calculée sur l'ensemble de 40 troupeaux, MG TCT : Moyenne Géométrique des Taux Cellulaires du Troupeau calculée sur l'ensemble de 40 troupeaux)

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
MA TCT	1011±1152	959±1087	482±383	466±416	899±1065	1021±1336	598±776	611±763
MA TCTE	1012±1365	741±673	952±1017	686±615	651±614	1075±1588	814±1043	919±860
MG TCT	540	489	322	311	420	503	321	267
MG TCTE	548	496	616	424	367	581	428	593
	Saison Automnale			Saison Hivernale			Saison Printanière	
MA TCT	817±238			796±238			604±7	

MA TCTE	902±116	804±192	867±52
MG TCT	440	403	293
MG TCTE	551	449	504

La distribution des MA et des MG des TCT et des TCTE a montré des variations mensuelles et saisonnières. On remarque que ces moyennes sont plus élevées dans la saison automnale et plus faibles dans la saison printanière (tab. VI). La saison automnale se caractérise par une humidité élevée avec une élévation de la température. Un climat chaud et humide favorise la transmission des germes et peut être responsable des mammites d'environnement [21]. L'effet de la saison de vêlage sur l'état infectieux des mamelles conduit vers l'organisation des inséminations fécondantes, afin d'éviter les vêlages automnaux déconseillés par plusieurs auteurs [22, 23, 16, 24]. Néanmoins, l'étude entreprise n'a pas pris en considération l'impact saisonnier des vêlages sur la santé mammaire. L'effet saisonnier étudié s'est intéressé aux variations sanitaires mammaires saisonnières sans tenir compte de la date de vêlages pour chaque vache.

## Conclusion

L'analyse descriptive des taux cellulaires de troupeau (TCT) et des taux cellulaires de troupeau estimés (TCTE) d'un certain nombre d'élevages bovins hors sol dans la région de Monastir (Tunisie littorale semi-aride), a permis de dégager diverses constatations relatives tant, à la situation sanitaire mammaire, appréciée à partir de la qualité cellulaire du lait, qu'à la méthodologie d'étude à mettre en œuvre ultérieurement. A cet égard, on peut remarquer essentiellement que:

Les moyennes des TCT apparaissent plus élevées avec la méthode basée sur la moyenne arithmétique en comparaison avec celle basée sur la moyenne géométrique. Cette dernière méthode mérite d'être valorisée dans la normalisation future à mettre en œuvre. Notons également l'intérêt de la détermination du diagramme des quartiles pour mieux apprécier la distribution des valeurs des TCT et TCTE au sein de l'échantillon étudié.

Un troupeau à effectif > 5 vaches présentes (VP) dont la plupart (plus que 50%) est constituée par des multipares et la saison automnale sont les modalités, selon le contexte de cette étude, qui tendent à augmenter les TCT, et par conséquent, les mammites dans un élevage bovin laitier.

Dans l'avenir, il convient particulièrement d'analyser la situation sanitaire mammaire respectivement à partir des TCT, en faisant dégager, entre autres, l'importance des troupeaux sains et infectés (infections mammaires subclinique ou clinique). Par ailleurs, le nombre de contrôles à engager mérite d'être établi.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Direction Régionale de l'Office d'Elevage et des Pâturages (OEP) de Monastir en Tunisie ainsi que tous les éleveurs bovins laitiers ayant fait partie de cette étude touchant des élevages affiliés au Contrôle Laitier.

## Références bibliographiques

- [1].- Roussel Ph., Ribaud D., Menard J. L., 2001.- Facteurs d'élevage associés au risque d'infections mammaires chez les primipares après le vêlage. Institut de l'Élevage. 1p.
- [2].- Aouadi A., 1991.- Contribution à l'étude des paramètres zootechniques dans les grands élevages bovins du gouvernorat de Béja. Thèse de Doc. Vét., Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, Tunis, 100 p.
- [3].- Janzen J. J., 1970.- Economic losses resulting from mastitis. *J. Dairy Sci.*, 53 : 1151-1161.
- [4].- Barnouin J., Fayet J. C., Brochart M., Bouvier A., Paccard P., 1983.- Enquête Eco-Pathologique Continue : Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. *Ann. Rech. Vet.*, 14 : 247-252.
- [5].- Beck H. S., Wise W. S., Dodd F.H., 1992.- Cost-benefit analysis of bovine mastitis in the UK. *J. Dairy Res.*, 59 : 449-457.
- [6].- Barnouin J., Geromegnace N., Chassagne M., Dorr N., Sabatier P., 1999.- Facteurs structurels de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans 560 élevages bovins répartis dans 21 départements Français. *Revue INRA. Prod. Anim.*, 12 (1) : 39-48.
- [7].- Cremoux (De) R., Heuchel V., Berny F., 2001.- Description et interprétation des comptages de cellules somatiques de laits de troupeau en élevage caprin. Institut de l'Élevage. FAIR CT 95-088. 1 p.
- [8].- Bouaziz O., 2005.- Contribution à l'étude des infections intramammaires de la vache laitière dans l'Est de l'Algérie, Thèse Doctorat d'état. Université Mentouri de Constantine, Faculté des Sciences, Département des Sciences Vétérinaires, 235 p.
- [9].- Serieys F., 1995.- Le point sur les mammites des vaches laitières. ITEB, Paris, 65 p.
- [10].- Noireterre Ph., 2006.- Suivi de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière, Thèse Vétérinaire Lyon, France, 98 p.
- [11].- Rupp R., Boichard D., Bertrand C., Bazin S., 2000.- Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. *Revue INRA. Prod. Anim.*, 13 (4): 257-267.
- [12].- Fabre J. M., Bazin S., Faroult B., Cail P., Berthelot X., 1996.- Lutte contre les mammites. Résultats d'enquête réalisée auprès de 1038 élevages français. *Bulletin des GTV*, (2): 13-16.
- [13].- Wattiaux M., 2005.- Les Mammites : Lactation et récolte du lait. Guide technique. Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, USA : 66-76.

- [14].- Mtaallah B., Oubey Z., Hammami H., 2002.- Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier, *Rev. Méd. Vét.*, 2002, 153, 4: 251-260.
- [15].- M'Sadak Y., Mighri L., Kraiem K., 2008.- Diagnostic de la santé mammaire des vaches laitières chez les petits éleveurs dans la région de Mahdia, Affiche, Actes 15<sup>ème</sup> Journées Scientifiques IRESA, Nabeul, Tunisie, 18 et 19 Décembre 2008.
- [16].- Schukken Y. H., Buurman J., Brand A., Van Der Geer D. et Grommers F. J., 1990.- Population dynamics of bulk milk somatic cell counts. *J. Dairy Sci.*, 73: 1343-1350.
- [17].- Brunet J., 2005.- Modalités du paiement du lait a la qualité, LILCO, 11 p.
- [18].- Hanzen Ch., 2009.- La pathologie infectieuse de la glande mammaire - Etiopathogénie et traitements, Approche individuelle et de troupeau. Université de Liège, 63 p.
- [19].- Roussel Ph., Seegers H., Sérieys F., 2011.- UMT Maîtrise de la santé des troupeaux bovins, Guide d'intervention pour la maîtrise des mammites dans les troupeaux laitiers. 134 p.
- [20].- Serieys F., 2004.- Rapport d'expertise : Epidémiologie. Conférence de Consensus sur le traitement des mammites bovines, Prague, 2004, 27 p.
- [21].- Gandon J. B., 2010.- Comparaison entre la méthode épidémiologique et la méthode bactériologique de diagnostic lors d'une épizootie de mammites en élevage bovin. Thèse Vétérinaire Alfort, France, 85 p.
- [22].- Bodoh G. W., Battista W. J., Schultz L. H. et Johnston R. P., 1975.- Variation in somatic cell count in dairy herd improvement milk samples. *J. Dairy Sci.*, 59: 1119-1123.
- [23].- Wiggans G. R. et Shook G. E., 1987.- A lactation measure of somatic cell count. *J. Dairy Sci.*, 70: 2666-2672.
- [24].- Coulon J. B., Dauver F. et Garel J P., 1996.- Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez les vaches indemnes de mammites cliniques. *Revue INRA. Prod. Anim.*, 9: 133-139.

# DESCRIPTION GEOLOGIQUE ET GEOMETRIQUE DES FORMATIONS AQUIFERES DE LA CUVETTE DE OUARGLA

HOUARI Idir Menad, NEZLI Imed Eddine, et BOUREGAA Slimane

*Laboratoire de Géologie du Sahara*

*Département des sciences de la Terre et de l'Univers  
Université de Ouargla, BP 511, Ouargla 30 000, Algérie  
Email: houarimenad22@yahoo.fr*

**Résumé.-** *La compréhension des mécanismes par lesquels les eaux souterraines acquièrent leur composition chimique est devenue depuis quelques années un enjeu important et vital pour la protection et la gestion de l'environnement. La reconnaissance lithologique et géométrique des formations aquifères apparaît comme une voie féconde pour comprendre ces mécanismes, et sert d'outil indispensable à l'interprétation des données physicochimiques des eaux. L'objet de ce travail est de décrire la géologie et la géométrie de formations du Système aquifère de la cuvette de Ouargla, d'individualiser les séries continentales ainsi que les séries marines et de mettre en évidence les limites de contact entre ces formations. L'approche adoptée consiste à établir des coupes géologiques à l'aide de l'outil informatique RockWorks. Les coupes géologiques effectuées révèlent l'importance et l'épaississement des formations carbonatées et évaporitiques, ce qui confère aux eaux anciennes du système aquifère du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal à l'échelle de la région d'étude (Ouargla) une minéralisation excessive.*

**Mots-clés:** *Ouargla, aquifères, géologie, géométrie, lithologie, évaporites.*

## GEOLOGICAL DESCRIPTION AND GEOMETRIC OF AQUIFERS FORMATION IN THE OUARGLA BASIN

**Abstract.-** *Understanding the mechanisms by which groundwater acquire their chemical composition has become in recent years an important and vital for the protection and management of our environment. The lithological and geometric recognition aquifers appear to be a fruitful way to understand these mechanisms and serve as indispensable to the interpretation of physicochemical data of the water tool. The purpose of this paper is to describe the geology and geometry of the aquifer formations System bowl Ouargla individualize continental and marine series and highlight the limitations of contact between these formations. The approach is to establish geological sections using computer tools RockWorks. The geological sections performed reveals the importance and thickening of carbonate and evaporite formations, which gives the ancient waters of the Continental Intercalary aquifer system and the Terminal Complex across the study area (Ouargla) excessive mineralization.*

**Key-words:** *Ouargla, aquifers, geology, lithology, evaporates.*

### Introduction

Le système aquifère du Sahara septentrional algérien constitue, jusqu'à présent, l'objet de multiples études universitaires, d'articles scientifiques et de rapports techniques. Entre autres, des études ont porté sur la reconnaissance géologique [1, 2, 3, 4, 5] et hydrogéologique [6, 7, 8, 9, 10] du système aquifère du Sahara septentrional. Certains travaux ont évalué les potentialités hydriques du système, tout en proposant, divers scénarios de son exploitation à moyen et à long terme [11, 12, 13,14].

La cuvette de Ouargla fait partie du Sahara septentrional algérien; l'un des plus grands déserts du monde. Elle correspond à une grande dépression, qui s'étend sur une superficie de 990 Km<sup>2</sup> Km<sup>2</sup> environ du lit quaternaire de la basse vallée fossile de l'oued M'ya. Le climat de Ouargla est du type saharien hyper aride, à hivers tempéré, et d'une sécheresse permanente; où les précipitations ne dépassent guère 45 mm/an, avec des températures maximales moyenne 43°C, alors que le cumul de l'évaporation annuelle dépasse presque 60 fois celui de la pluviométrie (2759 mm/an) [15].

De telles conditions arides, n'ont pas empêché l'existence d'énormes réserves d'eaux souterraines contenues, essentiellement, dans des formations sédimentaires à différentes profondeurs. De bas en haut se rencontre, le système aquifère superposé du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT).

Devant les difficultés d'accès aux formations profondes, il est utile de restaurer les logs lithostratigraphiques existants et d'élaborer des coupes stratigraphiques, afin de décrire la géologie et la géométrie de formations à l'échelle de la cuvette de Ouargla, de caractériser la nature des séries sédimentaires et de mettre en évidence d'éventuelles communications inter nappes aquifères.

## **1.- Matériel et méthodes**

Une recherche bibliographique est effectuée en se référant aux travaux antérieurs sur la région [2, 3, 4, 10, 15, 16,17].

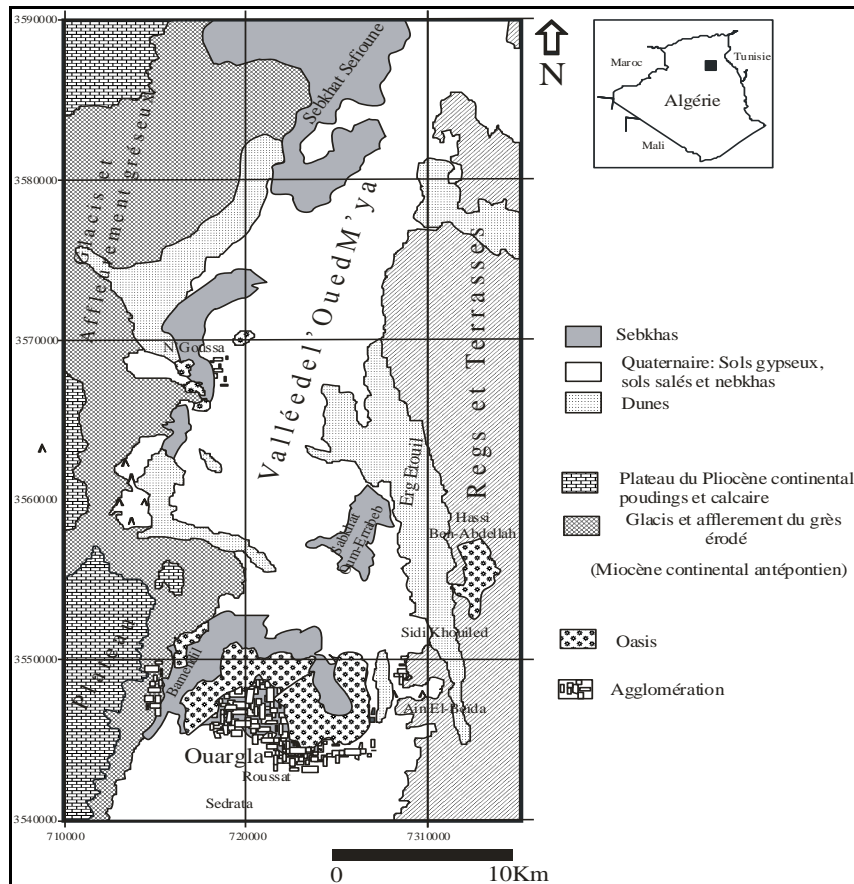
Un traitement de données géologiques, des différents forages établies par la SONATRACH [16] et l'Agence Nationale des Ressources hydriques (ANRH) [17], a permis de restaurer et d'établir des logs stratigraphiques à l'aide de logiciel informatique RockWorks.V.15 (2008). L'introduction des données relatives aux forages existants : la profondeur du toit et le mur de chaque couche, sa nature lithologique, tout en utilisant des figurés conventionnelles de chaque formation géologique (calcaire, marne, argile, sable, etc.), la profondeur totale du forage, et sa cote (Z), a permis d'établir des corrélations entre plusieurs logs lithostratigraphiques et d'élaborer, ensuite, une coupe géologique synthétique.

## **2.- Résultats et discussion**

### **2.1.- Géologie des aquifères**

La carte des affleurements géologiques (fig. 1) ne fait repérer qu'un revêtement de terrains tertiaires, et de couvertures détritiques quaternaires. La lithostratigraphie des aquifères est connue grâce aux forages profonds d'exploitations hydraulique et pétrolière.





**Figure 1.-** Carte géologique de la cuvette de Ouargla [18]

Les logs stratigraphiques établis (fig. 2) révèlent quatre niveaux de formations aquifères, à savoir :

- Les grès et les argiles sableuses de la nappe de l'Albien du Continental Intercalaire (CI), d'une épaisseur de 600 m environ, située à 1000 m de profondeur;
- Les calcaires, avec la nappe du Sénono-Eocène carbonatés, d'épaisseur de 300 m, sise à une profondeur de 200 m,
- L'ensemble détritique (sables, argiles, et évaporites) des formations continentales, avec la nappe du Mio-Piocène, située entre 20 et 100 m de profondeur et d'épaisseur de 100 m environ;
- Les sables du Quaternaire avec la nappe superficielle, située à une profondeur de 2 m en moyenne.

Selon le trait de coupe B rapporté sur un fond d'image (modifiée) de google Earth (fig. 3), la coupe géologique synthétique, orientée SW-NE, réalisée (fig. 4) révèle l'abondance des formations carbonatées et évaporitiques, l'absence du Paléogène (Paléocène, Eocène et Oligocène) au Sud de la région, une homogénéité des couches, une stratification quasi horizontale. En ce qui concerne la lithologie de chaque étage, il est remarqué ce qui suit:

L'Albien est caractérisé par une grande épaisseur (>400 m) dans presque tous les forages, il est marqué essentiellement par des formations détritiques: grès, sables, parfois argiles et marnes et très rarement des calcaires.

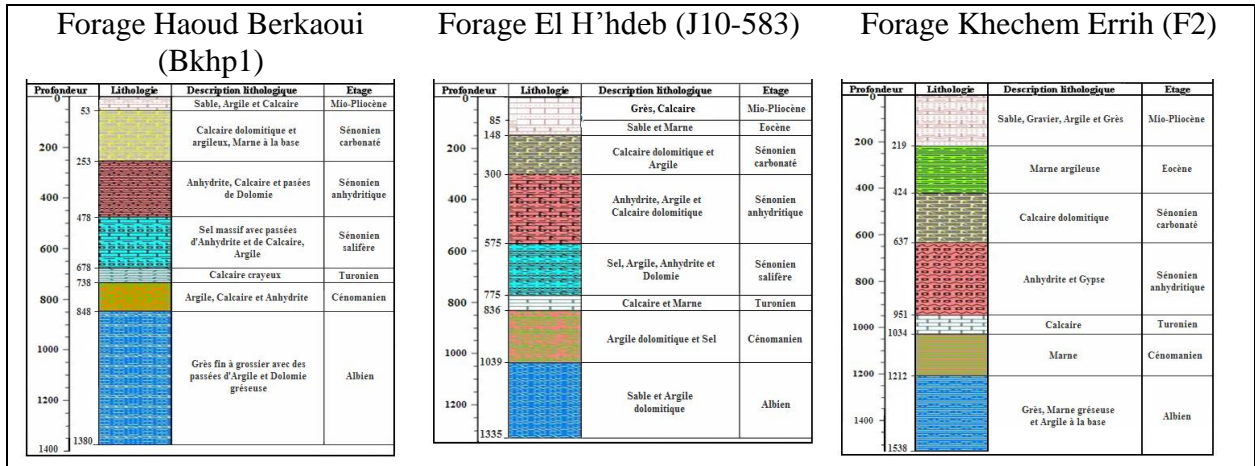


Figure 2.- Logs stratigraphiques des forages à travers la cuvette de Ouargla [17]

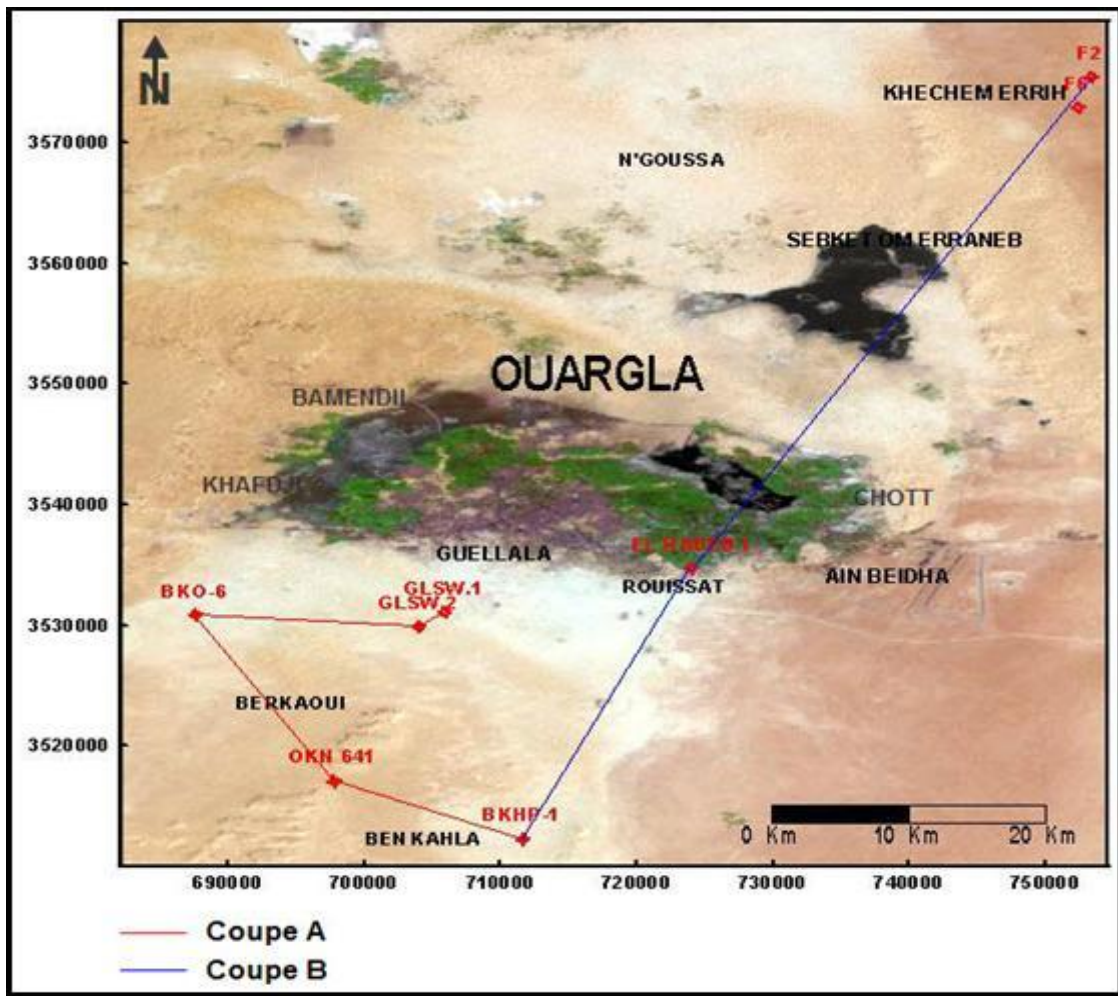
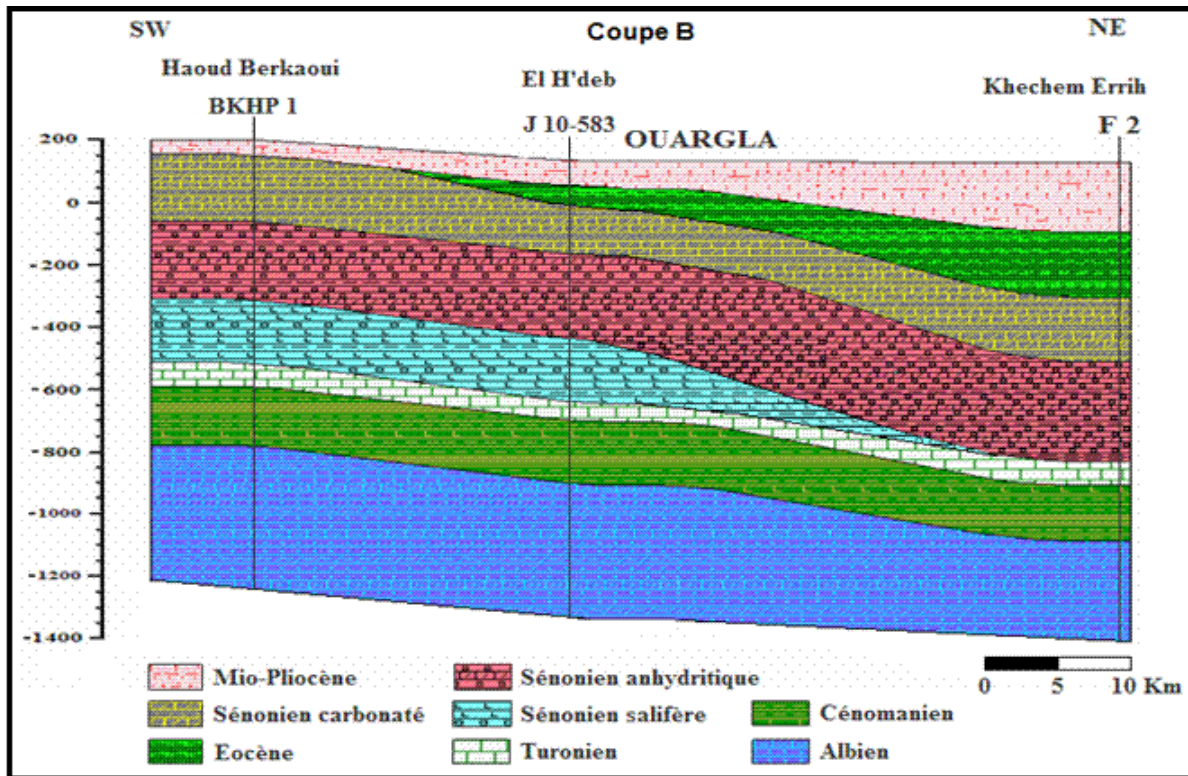


Figure 3.- Carte de situation des forages albiens et des traits de coupes géologiques [19]

Le Cénomannien est caractérisé surtout par des formations argileuses dolomitiques, on trouve parfois des calcaires, de l'anhydrite et rarement des sels, son épaisseur balance dans les environs de 200 m.



**Figure 4.-** Coupe géologique de la cuvette de Ouargla établie selon les logs stratigraphiques [17]

Le Turonien se manifeste sous forme de bancs calcaires d'une épaisseur ne dépassant pas les 100 m dans la plupart des cas, parfois crayeux avec des marnes.

Le Sénonien est subdivisé en trois sous étages, de bas en haut se rencontrent: le Sénonien salifère, le Sénonien anhydritique et le Sénonien carbonaté (calcaire dolomitique en majorité), d'une épaisseur de 200 m. Le Sénonien anhydritique, avec quelquefois des calcaires, des argiles, des dolomies, son épaisseur moyenne est de l'ordre de 240 m. Le Sénonien salifère est connu par le sel massif, on trouve parfois des argiles, des calcaires et de l'anhydrite, l'épaisseur de cette formation est de l'ordre de 200 m en moyenne.

La limite entre l'Albien et le Sénonien est remarquablement épaisse car elle est formée par le Cénomanién ( $\approx 180$  m) qui est une formation imperméable (argiles et marnes), donc on peut confirmer l'absence de tout contact entre les eaux des deux aquifères (à l'exception des cas de présence de failles et fissures).

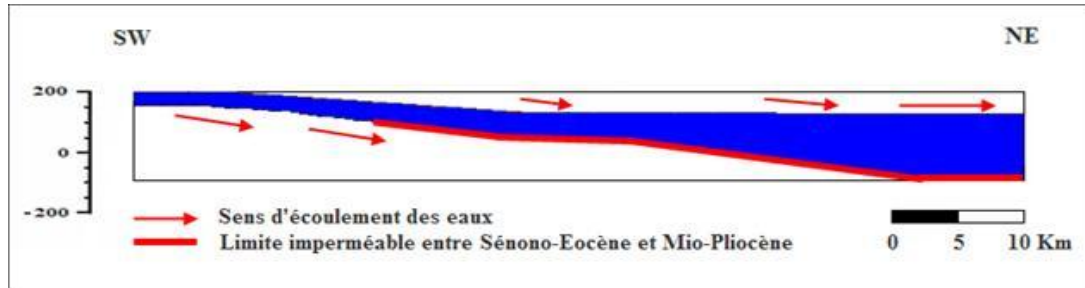
L'Eocène, absent au Sud (Berkaoui), est caractérisé par des marnes, de l'anhydrite et parfois des sables au sommet, dit Eocène évaporitique (Lutétien), et des calcaires et des dolomies à la base, dit Eocène carbonaté (Yprésien), à une épaisseur relativement faible au centre (50 m) et épais au Nord de Ouargla ( $\approx 200$  m).

Le Mio-Pliocène de la région de Ouargla est formé par des sables et des grès et parfois des calcaires et des argiles, l'épaisseur de cette formation est de l'ordre de 75 m en moyenne au Sud (Berkaoui) et atteint les 250 m au Nord (Khechem Errih). Il peut y avoir des contacts entre les deux nappes sus-jacentes : Mio-Pliocène et Sénonien/Sénono-Eocène à cause de l'absence d'une limite imperméable claire, des changements d'eaux et des

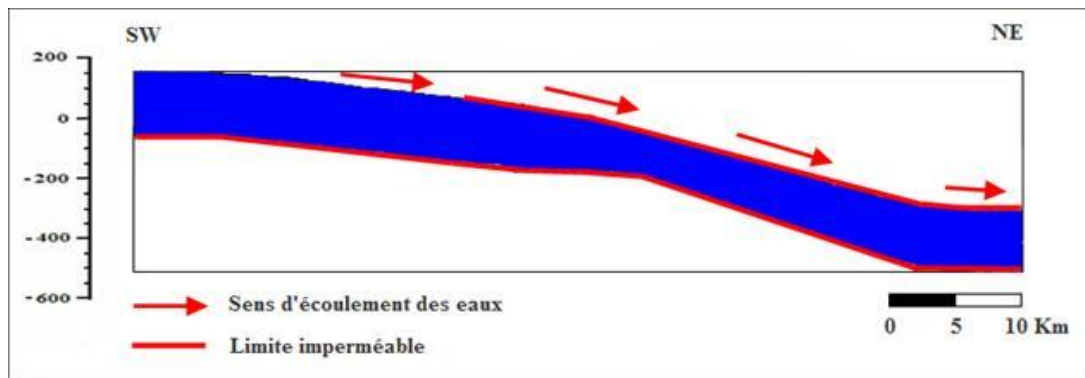
éléments chimiques peuvent être mis en place.

## 2.2.- Géométrie des aquifères

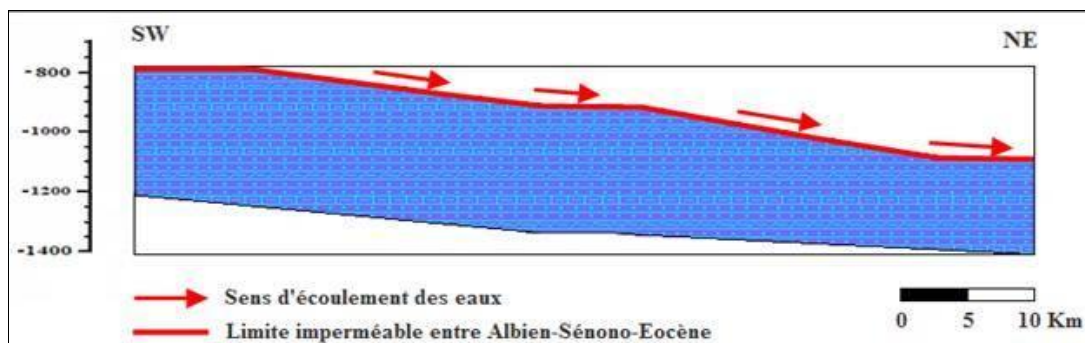
Une simple analyse de ces trois coupes hydrogéologiques (fig. 5, 6 et 7), fait ressortir les éléments suivants:



**Figure 5.-** Géométrie et sens d'écoulement des eaux de l'aquifère du Mio-Pliocène



**Figure 6.-** Géométrie et sens d'écoulement des eaux de l'aquifère du Sénono-Eocène



**Figure 7.-** Géométrie et sens d'écoulement des eaux de l'aquifère de l'Albien

Le sens d'écoulement des eaux des trois aquifères se fait d'une direction Sud-Nord du fait de la gravité, où la topographie des couches géologiques à une pente allant du Sud vers le Nord, ce qui achemine les eaux de nappes du Sud vers Nord, pour acquérir une minéralisation progressive en allant vers le Nord de la région.

En ce qui concerne les échanges inter-aquifères; entre Albien et Sénonien carbonaté, vu la consistance du Cénomanién imperméable, l'hypothèse de communication

internappes est à écarter sauf dans des cas d'accidents tectoniques (failles).

Entre Sénonien et Mio-Pliocène, la communication est nettement visible suite à la superposition de ces deux niveaux, et plus particulièrement dans la région Sud (Haoud Berkaoui) et dans des endroits au niveau de la ville de Ouargla elle-même.

Vers le Nord, l'Eocène inférieur (carbonaté) forme avec le Sénonien carbonaté un seul aquifère appelé "Sénono-Eocène", cet ensemble est directement surmonté par les argiles et marnes de l'Eocène moyen et supérieur ce qui forme une limite imperméable entre les deux aquifères.

## Conclusion

La région de Ouargla repose sur un énorme réservoir d'eaux souterraines, il s'agit du système aquifère du Sahara septentrional qui renferme une série de couches aquifères qui ont été regroupées en deux réservoirs appelés communément: le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Au niveau de la cuvette de Ouargla, seuls les terrains mio-pliocènes affleurent, il s'agit des formations détritiques continentales; grès, sables, graviers et argiles. En bas, on rencontre les formations marines (calcaires et dolomies) du Sénonien carbonaté, parfois des argiles et évaporites de l'Eocène, l'anhydrite et les sels du Sénonien lagunaire, les bancs calcaires du Turonien, les argiles et marnes du Cénomaniens et les formations gréseuses et argilo-gréseuses de l'Albien.

Le sens d'écoulement des eaux de nappes se fait d'une direction Sud-Nord du fait de la gravité, c'est-à-dire; les eaux se chargent en éléments minéraux, en allant vers le Nord.

Concernant les communications inter-nappes; entre Sénonien et Mio-Pliocène, il y a une grande possibilité d'avoir des échanges d'eaux car ces deux nappes sont superposées et il n'y a pas de limite imperméable, surtout dans le sud de la cuvette (Haoud Berkaoui).

Vers le Nord, l'Eocène inférieur qui est carbonaté forme avec le Sénonien carbonaté un aquifère appelé "Sénono-Eocène", cet ensemble est directement surmonté par les argiles et marnes de l'Eocène moyen et supérieur ce qui forme une limite imperméable entre les deux aquifères.

## Références bibliographiques

- [1].- Bel F. et Dermagne F., 1966.- Etude géologique du Continental Terminal. OPU, Alger, 22p.
- [2].- Busson G., 1970.- Le Mésozoïque saharien. 1ère partie: L'Extrême Sud-tunisien. Ed. C.N.R.S, Géol. 8, Paris, 194p.
- [3].- Busson G., 1970.- Le Mésozoïque saharien. 2ème partie: Essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. Ed. C.N.R.S, Géol. 11, Paris, 811p.
- [4].- Busson G., 1971.- Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du

Mésozoïque saharien. Editions du Muséum, Paris, 464p.

- [5].- Fabre J., 1976.- Introduction à la géologie du Sahara d'Algérie et des régions voisines. Ed. SNED, Alger, 421 p.
- [6].- Cornet A., 1964.- Introduction à l'hydrogéologie saharienne. Géog. Phys. et Géol. Dyn., vol. VI, fasc. 1,5: 72.
- [7].- Bel F., et Cuche D., 1969.- Mise au point des connaissances sur la nappe du Complexe Terminal. Ed. ERESS, Ouargla, 20 p.
- [8].- Bel F., et Cuche D., 1970.- Etude des nappes du Complexe Terminal du bas Sahara. Données géologiques et hydrogéologiques pour la construction du modèle mathématique. Ed. DHW, Ouargla, 22 p.
- [9].- Castany G., 1982.- Hydrogéologie, principes et méthodes. Ed. Dunod, Paris, 237 p.
- [10].- Dubief J., 1963.- Le climat du Sahara. Mém. Hors série. Ins. Rech. Sahara, 275 p.
- [11].- UNESCO, 1972.- Projet Reg 100. Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Rapport sur les résultats du projet, Paris, 100 p.
- [12].- Nesson C., 1978.- L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas Sahara algérien. Recherche sur l'Algérie. Ed. CNRS, Paris: 7-100.
- [13].- BRL-BNEDER., 1999.- Etude du plan directeur général de développement des régions sahariennes. Monographies spécialisées des ressources naturelles. Ressources en eau. Ed. CDARS, Alger, 52 p.
- [14].- OSS, 2003. Système Aquifère du Sahara Septentrional. Ed. Observatoire du Sahara et du Sahel, Tunis, 147 p.
- [15].- Nezli I. E., 2009.- Approche hydrogéochimique à l'étude des aquifères de la basse vallée de l'oued M'ya (Ouargla. Thèse de doctorat ès sciences en sciences hydrauliques, Université de Biskra, 140 p.
- [16].- SONATRACH, 2009.- Rapports internes de fin de forages. Direction régionale de Haoud Berkaoui, Service surveillance géologiques.
- [17].- ANRH, 2004.- Données des fiches techniques des forages de la Wilaya de Ouargla. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, Direction régionale Sud, Ouargla, documents scannés. Google earth
- [18].- Cornet. A. et Gouscov N., 1952.- Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien (nappe dite « albien »), in «la géologie et les problèmes de l'eau en Algérie» XIX<sup>ème</sup> congrès géologique international, T.II, 30 p.
- [19].- Google Earh, 2013.  
[http://fr.mapatlas.org/Alg%C3%A9rie/Division\\_Administrative\\_de\\_Premier\\_Ordre/Wilaya\\_de\\_Ouargla/1514/carte\\_earth\\_3D](http://fr.mapatlas.org/Alg%C3%A9rie/Division_Administrative_de_Premier_Ordre/Wilaya_de_Ouargla/1514/carte_earth_3D)

## **SENSIBILITE A LA CHENILLE PROCESSIONNAIRE (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) CHEZ DEUX ESPECES DE PINS (*Pinus halepensis* Mill. ET *Pinus brutia* Ten.): CAS DU REBOISEMENT DE SENELBA CHERGUI (DJELFA)**

KHADOUMI Amar<sup>1</sup>, NEDJIMI Bouzid<sup>1\*</sup>, DAOUDI Belkacem<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Université de Djelfa, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 17000 Djelfa, Algérie

<sup>(2)</sup>Centre National de Développement des Ressources Biologiques, 17000 Djelfa, Algérie

\*E-mail adresse: bnedjimi@yahoo.fr

**Résumé.-** Cette étude a pour objectif de comparer la résistance à la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) chez deux espèces de pin (*Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten.), dans le reboisement de la série VI, localisé dans le versant nord de la forêt de Senalba Chergui (Wilaya de Djelfa, Algérie). L'échantillonnage adopté est basé sur la sélection systématique de cinquante (50) arbres par parcelle selon deux transects diagonales, où sont mesurés le pourcentage de défoliation ainsi que le nombre de nids pour chaque arbre échantillonné. Les données ont permis de conclure que le Pin *brutia* est moins résistant aux attaques de la chenille processionnaire que le pin d'Alep.

**Mots clés:** *Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Thaumetopoea pityocampa*, climat semi-aride.

### **SENSITIVITY OF TWO SPECIES OF PINES (*Pinus halepensis* Mill. AND *Pinus brutia* Ten.) TO PROCESSIONARY MOTH (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) IN SENALBA CHERGUI FOREST (DJELFA)**

**Abstract.-** The pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) is a major forest pest in Algeria. In this study a sensibility to *T. pityocampa* of two species of pine (*Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten.) grown in Senalba Chergui forest (Djelfa, Algeria) was investigated. The rate of leaf devouring and the number of nests were measured. The results show that local species (*P. halepensis*) was more resistant than introduced species (*P. brutia*) to this pest insect.

**Key words:** *Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Thaumetopoea pityocampa*, semi-arid climate.

## **Introduction**

En Algérie, les forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) couvrent plus de 850.000 hectares. Cette espèce qui est présente dans tous les étages bioclimatiques, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien, trouve son optimum de croissance essentiellement en zone semi-aride. Sa grande plasticité et son tempérament robuste ont fait d'elle une essence pionnière des grands reboisements [1].

Le Pin *brutia* (*Pinus brutia* Ten.) est une espèce de la partie orientale de la Méditerranée proche parent du pin d'Alep. Dans l'espoir de disposer d'une alternative de valeur pour le reboisement, les forestiers algériens ont, dès les années 1950, introduit cette espèce dans un certain nombre d'arboretums implantés à travers le pays et sous des bioclimats variés. Les anciennes introductions de *P. brutia* en Algérie ont été effectuées d'une façon empirique, sans dispositif statistique et souvent sans identification des provenances [2].

La chenille processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) est le principal ravageur défoliateur dans tout le bassin méditerranéen. En Algérie, cet insecte ravageur est présent dans l'ensemble des forêts résineuses. Les attaques massives sont apparues après les grands efforts de reboisement dans le cadre de "barrage vert". En effet la monoculture exclusive à base du pin d'Alep, a engendré une explosion démographique des populations de cette chenille par rapport à d'autres insectes ravageurs [3]. Plusieurs travaux ont été réalisés en Algérie portant sur plusieurs aspects à savoir la systématique, l'écologie, les dégâts et les moyens de lutte contre cet insecte [4,5].

Le présent travail est une étude comparative entre deux espèces de pins l'une locale (*P. halepensis*) et l'autre introduite (*P. brutia*) par le biais de l'estimation des dégâts causés par l'attaque de la chenille processionnaire pour but d'élargir leurs utilisation dans les reboisements en zones arides et semi-arides.

## **1.- Matériel et Méthodes**

### **1.1.- Présentation de la zone d'étude**

La zone objet de cette étude se situe dans la forêt domaniale de *Senalba Chergui* (la série VI), située à 2 km à l'ouest de la ville de Djelfa et distant de 300 km de la capitale d'Alger (fig. 1).

### **1.2.- Site d'échantillonnage**

Le site d'échantillonnage est composé de deux parcelles juxtaposées, de pin d'Alep et de pin brutia de 10 ha chacune, plantées en 1968 dans le versant nord de la série VI (fig. 2).

Le type d'échantillonnage utilisé dans ce travail est l'échantillonnage systématique basant sur deux transects diagonales pour chaque parcelle, prenant un arbre sur cinq (5), le nombre total des arbres sélectionnés est cinquante (50) arbres par parcelle.

### **1.3.- Paramètres mesurés**

#### **- Pourcentage de défoliation**

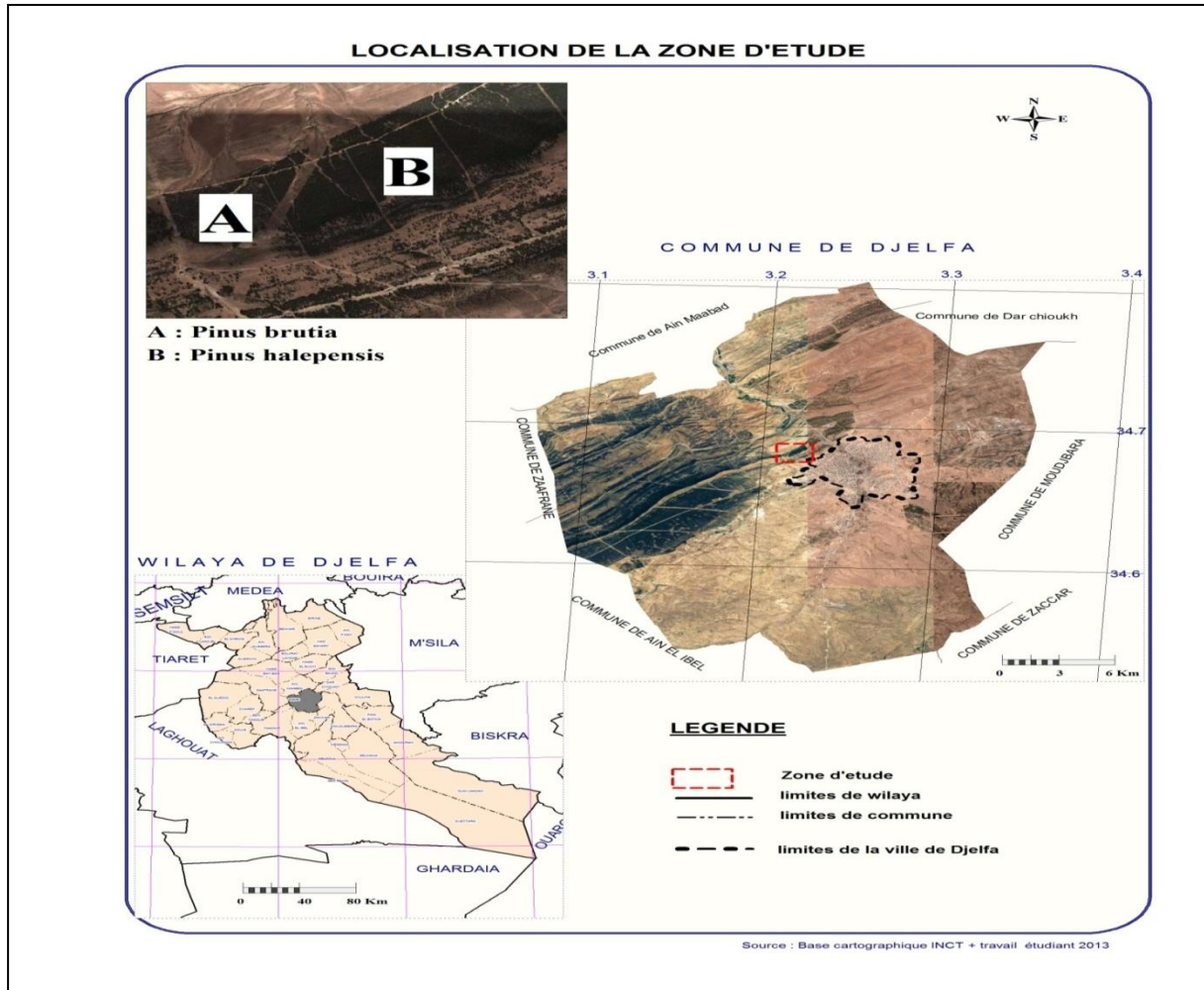
Pour faire une évaluation du taux de défoliation pour chaque arbre échantillonné, la méthode adoptée est celle de ZAMOUM *et al.* (2002) où l'estimation a été évaluée en fonction des degrés d'attaques de la biomasse foliaire comme suit [6]:

- 100%: l'arbre est totalement défolié,
- 75%:  $\frac{3}{4}$  de la biomasse foliaire est défoliée,
- 50%: la moitié de la biomasse foliaire est défoliée,
- 25%:  $\frac{1}{4}$  de la biomasse foliaire est défoliée,
- 0%: absence de défoliation.

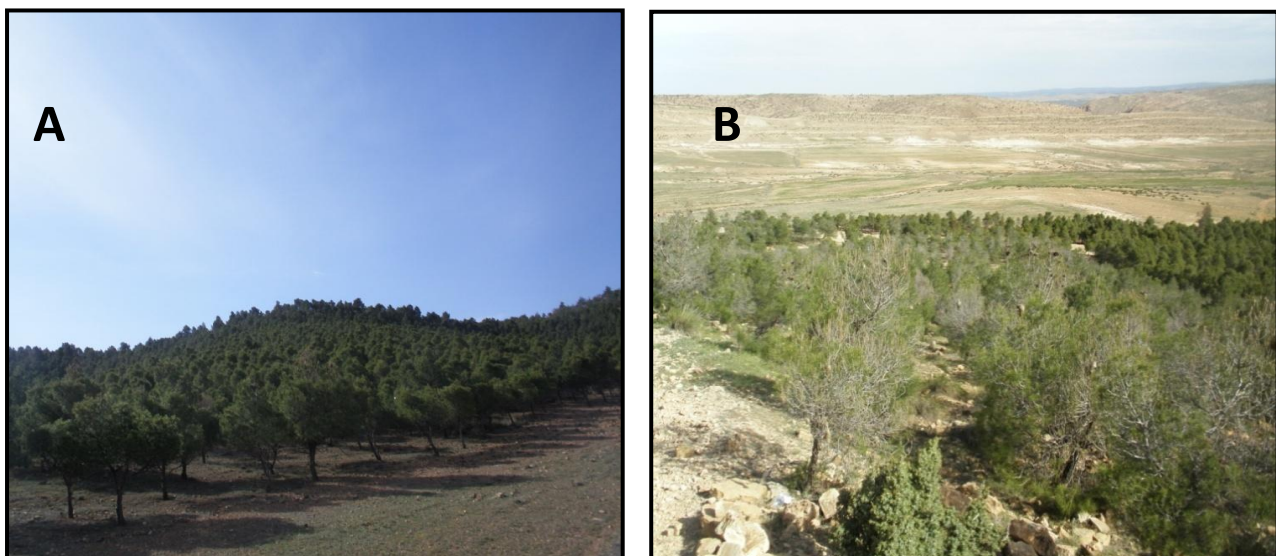
#### **- Nombre de nids moyen par arbre**

Le nombre de nids de la chenille processionnaire est compté systématiquement sur les cent (100) arbres sélectionnés dans les deux parcelles.





**Figure 1.-** Localisation de la zone d'étude



**Figure 2.-** Vue générale des deux parcelles échantillonnées  
(A) *Pinus halepensis* Mill., (B) *Pinus brutia* Ten.

## - Traitement statistique des données

Les résultats sont soumis à une analyse de la variance (ANOVA), à un facteur de variation, avec le test de Tukey au seuil de 5% ( $P < 0.05$ ) pour identifier les groupes homogènes, le logiciel utilisé est STATISTICA version 7.0.

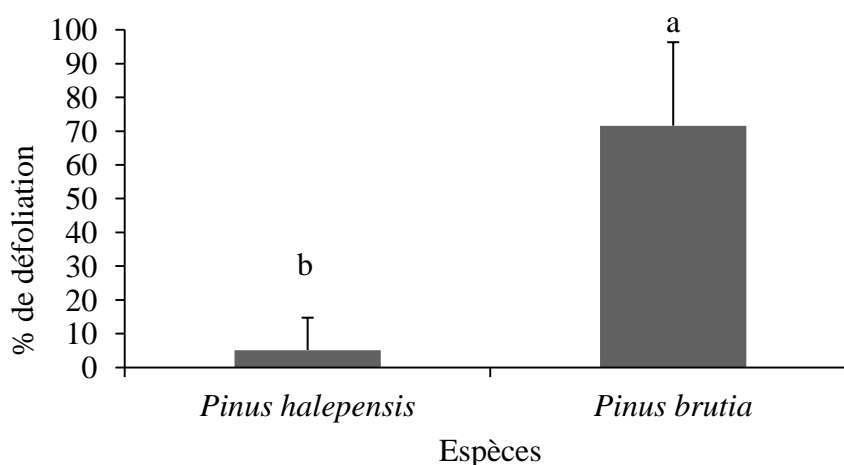
## 2.- Résultats

### 2.1.- Pourcentage de défoliation

Les résultats obtenus, montrent que le pourcentage de défoliation varie en fonction de l'espèce considérée. La figure 3 montre que *P. brutia* représente la valeur la plus élevée de pourcentage de défoliation avec une moyenne de  $71.60 \pm 3.44\%$  par rapport au *P. halepensis* qui présente une moyenne de  $5.14 \pm 0.84\%$ .

D'après le tableau I, l'analyse de la variance montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les individus de deux espèces étudiées ( $P < 0.05$ ,  $F = 308.32$ ).

Le test de Tukey au de seuil de 5%, permet de classer les traitements en groupes homogènes, ce test met en évidence une différence significative entre l'espèce introduite qui fait partie du groupe (a), et le groupe (b) qui correspond à l'espèce locale (fig. 3).



**Figure 3.-** Pourcentage de défoliation chez *P. halepensis* et *P. brutia*, cas du reboisement de Senelba Chergui (Les différentes lettres au-dessus des barres représentent les groupes homogènes selon le test de Tukey,  $P < 0.05$ )

**Tableau I.-** Analyse de la variance du pourcentage de défoliation chez *P. halepensis* et *P. brutia*

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
<b>Ordre origine</b>	1	147225.7	147225.7	411.08	0.001
<b>Var. Facteur 1</b>	1	110423.3	110423.3	<b>308.32</b>	<b>0.001</b>
<b>Erreur</b>	98	35098.0	358.1		
<b>Total</b>	99	145521.3			

## 2.2.- Nombre de nids

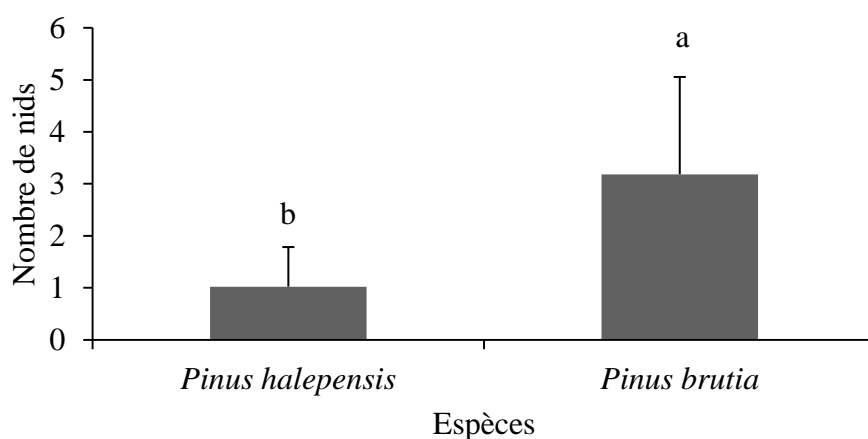
Le résultat du comptage des nids effectué pour les deux essences forestières (fig. 4), montre que *P. brutia* présente la valeur la plus élevée du nombre de nids avec une moyenne de  $3.18 \pm 0.59$  nids /arbre. Cependant *P. halepensis* présente la plus faible moyenne avec  $1.02 \pm 0.23$  nids /arbre.

Les résultats de l'analyse de la variance (tab. II), révèlent qu'il existe une différence très hautement significative entre les individus des deux populations concernant le nombre de nids tissés ( $P < 0.05$ ,  $F = 55.93$ ).

Par ailleurs, le test de Tukey au seuil de 5% (fig. 4), montre qu'il existe une différence significative entre le groupe (b) qui correspond à l'espèce locale, et le groupe (a) qui représente le l'espèce introduite.

## 4.- Discussion

L'étude de la sensibilité à la chenille processionnaire de pin (*T. pityocampa*) chez deux espèces de pins (*P. halepensis* et *P. brutia*), dans le reboisement de Senelba Chergui, a permis d'obtenir une comparaison préliminaire de la résistance entre ces deux essences forestières par l'estimation des dégâts causés par cet insecte ravageur.



**Figure 4.-** Nombre de nids de la chenille processionnaire chez *P. halepensis* et *P. brutia* (Les différentes lettres au-dessus des barres représentent les groupes homogènes selon le test de Tukey,  $P < 0.05$ )

**Tableau II.-** Analyse de la variance du nombre de nids de la chenille processionnaire chez *P. halepensis* et *P. brutia*

Effet	DDL	S.C.E	C.M	Test F	P
<b>Ordre origine</b>	1	441	441	211.47	0.0001
<b>Var. Facteur 1</b>	1	116.64	116.64	55.93	0.0001
<b>Erreur</b>	98	204.36	2.08		
<b>Total</b>	99	321			

A partir des résultats recueillis, la moyenne maximale du pourcentage de défoliation est enregistrée chez l'espèce introduite avec un taux de  $71.60 \pm 3.44$  %. Ce pourcentage de défoliation enregistré est confirmé par le comptage du nombre de nids tissés sur les arbres des deux plantations. En effet, les résultats obtenus montrent que *P. brutia* présente la valeur la plus élevée du nombre de nids avec une moyenne de  $3.18 \pm 0.59$  nids/ arbres comparablement à  $1.02 \pm 0.23$  nids /arbre chez le pin d'Alep.

Ces résultats ont montré que les peuplements à base *P. brutia* sont particulièrement attractifs et plus sensibles aux attaques de la chenille processionnaire de pin en comparaison avec *P. halepensis*. Cette attractivité peut être due à la teneur en composés organiques volatils produits par les deux espèces, selon NAHAL (1962), la teneur en térébenthine chez le pin d'Alep est supérieur à celle chez le pin brutia lui confère un effet répulsif des insectes ravageurs [7]. Le même auteur a déterminé une teneur de cette substance de l'ordre de 24% chez le *P. halepensis* par rapport à 15% chez *P. brutia*.

A titre préventif, dans les futurs projets de reboisements, les attaques de ce ravageur pourraient être limitées par des techniques de lutte efficaces et/ou par la sélection des génotypes les plus résistants surtout pour les espèces introduites.

### Remerciements

Le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Algérien est vivement remercié (Projets CNEPRU no. F-02820100012).

### Références bibliographiques

- [1].- Mezali M., 2003. Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3<sup>ème</sup> session du forum des Nations Unis sur les forêts, 9 p.
- [2].- Harfouche A., Ouahid Z., Yahia C., Mohamed N., Saïd D., 2004. Bilan des introductions de pin brutia (*Pinus brutia*) en Algérie. Forêt méditerranéenne, 25(3): 163-172.
- [3].- Kadik B., (1987) Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie: Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Ed. OPU, Alger, 585 p.
- [4].- Zamoum M., 1998. Données sur la bio-écologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller. (Lep., Thaumetopoeidae) dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie). Thèse de Doctorat, Université des Sciences de Rennes I, 247 p.
- [5].- Zamoum M., 2002. Quelques éléments pour la préservation de la santé des forêts en Algérie. Revue de la forêt algérienne, 4: 4-7.
- [6].- Zamoum M., Gachi M., Sai K., 2008. Guide de santé des forêts (Insectes Ravageurs et Champignons pathogènes). Publication de l'INREF, Alger, 18 p.
- [7].- Nahal I., 1962. Le pin d'Alep, Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et Sylvicole. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, 19 (4): 533-627.

## FACTEURS DE VARIATION CELLULAIRE DU LAIT DE VACHE CHEZ DES PETITS ET MOYENS TROUPEAUX HORS SOL MENES EN MILIEU SEMI-ARIDE (TUNISIE LITTORALE)

HAJ MBAREK Rim\* et M'SADAK Youssef

*Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem- CP 4042, Université de Sousse, Tunisie*

*\*E-mail: haj\_mbarek\_rim@yahoo.fr*

**Résumé.-** *Ce travail est un bilan descriptif des données cellulaires disponibles relatives à 50 petits et moyens élevages bovins (297 vaches en lactation) menés en hors sol dans la région de Sousse (Tunisie littorale semi-aride) pour déterminer les facteurs influençant les Comptages Cellulaires Individuels (CCI) du lait, tout en ayant recours à des visites d'élevage et de traite afin d'apprécier la situation hygiénique, technique et technologique adoptée. La moyenne des CCI a dépassé 500.000 cell. /ml pour chacun des dix contrôles considérés, ce qui montre que les mammites subcliniques sont bien établies. Il ressort que les CCI varient avec le numéro de contrôle et la zone d'étude (Sousse Nord, Sousse Centre et Sousse Sud). Par ailleurs, les CCI augmentent avec le rang de lactation. Les primipares enregistrent toujours les CCI les plus faibles par rapport aux multipares. Les taux cellulaires augmentent au cours de la lactation. Les variations mensuelles et saisonnières des CCI proviennent notamment des conditions d'élevage et de traite. En outre, les CCI présentent un profil qui évolue inversement par rapport au profil de la production laitière. Les phénomènes de dilution et de concentration des CCI dans le volume de lait produit s'alternent au cours de la lactation.*

**Mots clés:** *Elevage bovin hors sol, comptages cellulaires, facteurs de variation, infections mammaires, Tunisie semi-aride.*

## FACTORS OF CELL VARIATION IN COW'S MILK IN SMALL AND MEDIUM ABOVEGROUND HERDS CONDUCTED IN SEMI-ARID AREAS (TUNISIA LITTORALE)

**Abstract.-** *This work presents a descriptive plan of the cellular data of 50 small and medium dairy cattle farms (297 cows in lactation) conducted in above ground in the region of Sousse (coastal semi - arid Tunisia) to determine the factors influencing Individuals Cellular counts (ICC) of milk, while using breeding and milking visits to appreciate the hygienic, technical and technological adopted conditions. The average of ICC over 500,000 cell. / mL for each of the ten considered controls , indicating that subclinical mastitis are well established. It also appears that the ICC vary with the control number and the study area (Northern Sousse, middle Sousse and Sousse South). Moreover, the ICC increased with the rank of lactation. Primiparous always record the lowest ICC compared to multiparous. Cellular levels increase during lactation. Monthly and seasonal ICC variations provide particularity from farming and milking conditions. In addition, the ICC have a profile that changes inversely with the milk production profile. The phenomena of dilution and concentration of ICC in the volume of produced milk alternate during lactation.*

**Key words:** *Above ground cattle breeding, cell counts, variation factors, mammary infections, semi-arid Tunisia.*

### Introduction

La numération des cellules somatiques du lait est un bon indicateur de l'état sanitaire mammaire de la vache [1]. En effet, certaines valeurs de CCI du lait pourraient

être associées à un risque de survenue de cas de mammite [2]. Les cellules somatiques sont toujours présentes dans le lait [3, 4, 5, 6] et leur nombre augmente lorsqu'un agent infectieux s'introduit dans le pis ou lorsque celui-ci est abimé [7]. Ainsi, lorsqu'une inflammation mammaire s'installe, le système immunitaire de la vache répond en envoyant des leucocytes pour éliminer les corps étrangers [8, 9, 10, 11, 12]. Cependant, en dehors de l'état sanitaire de la mamelle, d'autres facteurs peuvent avoir un effet sensible non négligeable sur les CCI. En particulier, la zone d'étude, le rang et le stade de lactation, le mois et la saison du vêlage, la production laitière individuelle, sont les principaux facteurs qui peuvent influencer les CCI [6, 13, 14, 15, 16]. Dans cette optique, la présente étude se propose essentiellement de conduire une analyse descriptive des facteurs d'évolution des CCI d'un certain nombre des troupeaux bovins laitiers hors sol sous contrôle laitier, conduits en milieu littoral semi-aride tunisien.

## 1.- Matériel et méthodes

L'étude entreprise a été réalisée à partir des données recueillies par le contrôle laitier relatif à 50 petites et moyennes exploitations laitières totalisant 661 vaches présentes dont 535 vaches en lactation (parmi les 127 élevages contrôlés) dans le gouvernorat de Sousse (Sahel tunisien). 297 vaches en lactation de même race (Pie Noire Holsteinisée) ont été retenues pour cette investigation. Tous les troupeaux étudiés sont soumis à la traite mécanique. Ces troupeaux sont conduits selon le système hors sol, caractérisé par le manque, voire l'absence de surface fourragère disponible, en raison d'une pluviométrie annuelle insuffisante ne dépassant pas les 350 mm (milieu semi-aride) et des ressources en eau généralement de mauvaise qualité (salinité élevée).

Pour chaque exploitation suivie, des échantillons laitiers individuels ont été prélevés périodiquement en subissant une homogénéisation du lait et un refroidissement à 4°C. Le lait prélevé est conservé au réfrigérateur avant d'être acheminé vers le laboratoire d'analyses, sans dépasser la limite de 10 jours de conservation. Les analyses cellulaires des échantillons de laits de vache ont été effectuées au laboratoire d'analyses laitières de Sidi Thabet (rattaché au service national du contrôle laitier) à l'aide d'un compteur cellulaire de type Fossomatic 4000 (mis au point par la société danoise foss electric) donnant les résultats de numération des cellules somatiques (CS) selon la méthode directe de dépistage des mammites, dite fluoro-opto-électronique.

L'étude a été conduite à partir du dépouillement des données cellulaires à partir des fiches de Contrôle Laitier (CL) réunies auprès de l'Office d'Elevage et des Pâturages (OEP) de Sousse. Les données extraites datent du début du mois de Janvier 2009 jusqu'à la fin du mois d'Avril 2011 (28 mois de contrôle) pour garantir un nombre maximal de vaches contrôlées et ayant au moins une lactation complète. Les vêlages considérés sont ceux appartenant à l'intervalle [1er Janvier 2009 – 30 Avril 2010]. On s'est intéressé à dix contrôles successifs de la lactation considérée pour chaque vache, toutefois, pour certaines vaches, l'information cellulaire est manquante, ce qui impose la considération de 3 à 10 contrôles par lactation étudiée.

Il est calculé la moyenne arithmétique (MA) des Comptages Cellulaires Individuels (CCI) à partir de la formule:

$$MA = \frac{\sum_1^n NCS}{n}$$

NCS : Numération cellulaire somatique dans le lait;

n : Nombre des échantillons de lait.

En outre, il est déterminé le diagramme des quartiles (Q1, Q2, Q3 et Q3-Q1). La détermination des moyennes CCI et le calcul des quartiles et des différents pourcentages s'effectuent à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007.

Il est aussi accompli des enquêtes sur les conditions d'élevage (logement, stabulation, litière, hygiène générale, ...) et de traite des vaches (équipements et chantiers) pour chaque troupeau en faisant appel à une fiche synthétique élaborée à cet effet.

Les paramètres d'évolution cellulaire retenus lors de cette étude sont les suivants : numéro de contrôle au cours de la lactation considérée, zone d'étude, rang de lactation, stade de lactation, mois et saison de vêlage et production laitière individuelle.

## **2.- Résultats et discussion**

### **2.1.- Contexte général de l'étude**

#### **2.1.1.- Présentation des exploitations considérées**

Il convient de rappeler que cette étude est une enquête relative sur 50 petites et moyennes exploitations laitières dans la région de Sousse, correspondant à 661 vaches présentes (VP) et 535 vaches en lactation (VL). Les troupeaux laitiers sont caractérisés par un nombre variable de vaches compris entre 3 et 85 VP et entre 2 et 73 VL avec des moyennes respectivement de 13 et de 10 vaches. Notons que le maximum rencontré paraît élevé pour un élevage de taille moyenne, mais, c'est le seul troupeau de grande taille existant dans la zone au moment de l'étude et son effectif n'a pas affecté significativement les moyennes relevées. Les vaches considérées sont celles toujours présentes dans le troupeau depuis le début de la lactation prise en compte pour les comptages cellulaires dépouillés à partir des données de l'OEP. Ainsi, il est retenu pour l'étude **297** VL en totalité sur 535 vaches (tab. I).

La répartition des exploitations dans la région d'étude est au hasard. Les exploitations sont regroupées, en trois groupes suivant leur localisation régionale. La distribution des élevages et leurs effectifs en vaches laitières sont relatés dans le tableau I.

Signalons que la délégation Kalâa Kébira, berceau laitier de la région de Sousse, a été bien représentée avec 48% des élevages considérés réunissant 40% des vaches présentes (VP), 40% des vaches en lactation (VL) et 46% des vaches considérées.

#### **2.1.2.- Conditions d'élevage des vaches**

La région d'étude se caractérise par des exploitations de faible surface agricole utile (SAU) avec un minimum de 0,1 ha, un maximum de 35 ha et une moyenne de 5,6 ha. Les surfaces irriguées (SI) sont également faibles, car 18% des exploitations sont dépourvues de SI avec un maximum de 20 ha et une moyenne de 3,3 ha. Ces surfaces irriguées sont souvent des vergers ou des potagers et non pas des parcelles à destination production fourragère, d'où l'emploi du terme «hors sol» pour l'élevage bovin laitier pratiqué.

**Tableau I.- Répartition géographique des exploitations et effectif des vaches**

Zone	Zone 1: Sousse Nord			Zone 2: Sousse Centre			Zone 3 : Sousse Sud		Total
	Enfidha	Hergla	Sidi Bou Ali	Kalaa Kébira	Akouda	Hammam Sousse	Kalaa Sghira	Msak en	
<b>Nombre d'élevages</b>	2	3	6	24	1	2	2	10	50
<b>Vaches présentes</b>	24	64	128	260	26	34	25	100	661
<b>Vaches en lactation</b>	22	55	99	216	14	28	23	78	535
<b>Vaches considérées</b>	10	27	44	136	4	15	15	54	297

Les bâtiments chez les éleveurs considérés sont en état général moyen dans 32% des élevages, alors que 36% sont en mauvais état et le reste est en bon état. La pratique de la stabulation libre est quasi générale (78%). La surface des étables varie de 110 à 7000 m<sup>2</sup> avec une moyenne de 885 m<sup>2</sup>. La surface couverte varie selon la taille du troupeau de 40 à 1200 m<sup>2</sup> avec une moyenne de 266 m<sup>2</sup>. La litière est inexistante dans 82% des exploitations, et en cas d'adoption, il s'agit de la paille (7 exploitations) ou des copeaux de bois (2 exploitations). Les éleveurs n'aménagent pas de local spécifique pour le vêlage.

Concernant la main d'œuvre, 60% des exploitations enquêtées font appel à des ouvriers, le reste, 20% adopte la main d'œuvre personnelle (propriétaire pratiquant la traite) et 20% la main d'œuvre familiale (femme ou enfant).

La fréquence de raclage de l'aire d'exercice est très variable d'un éleveur à l'autre en fonction de la taille du troupeau, du mode de stabulation et des conditions climatiques. Rappelons que les ressources en eau dans la région d'étude sont limitées, d'autant plus que l'eau est généralement de qualité saumâtre ou salée. Signalons également que l'eau est très importante dans un élevage bovin laitier, tant en quantité qu'en qualité. La qualité de l'eau peut avoir un effet sur la quantité d'eau consommée. Des odeurs désagréables ou un mauvais goût peuvent freiner la consommation d'eau. Une mauvaise qualité d'eau, selon la cause, peut affecter la santé du troupeau tout en impliquant des pertes économiques et parfois la mortalité [17]. La provenance de l'eau peut aussi influencer sa qualité. La situation hydrique dans les exploitations suivies montre que les eaux sont, dans 90% des cas, propres, le reste des eaux est sale par stagnation (cas des citernes) ou à cause d'un nettoyage peu fréquent des bassins d'eau.

### 2.1.3.- Conditions de traite des vaches

Suite aux visites des chantiers de traite, il est relevé l'identification, l'âge et certaines caractéristiques des équipements utilisés. Les marques des équipements présentent une grande variabilité avec 15 marques différentes et 3 machines de marque anonyme. Ces machines sont originaires soit de la Turquie (46%), soit de l'Italie (38%), le reste est soit inconnu, soit de la Suède ou de l'Espagne.

L'âge moyen des machines rencontrées est de 5,3 ans. 76% du matériel étudié, a un âge > 3 ans, dévoilant ainsi un usage important tendant vers le vieillissement, incitant au renouvellement de certains équipements jugés impropres à la traite [18].



La quasi-totalité des éleveurs (92%) possède des chariots-trayeurs. Pour le reste, il s'agit de 3 installations fixes avec des pots-trayeurs posés à terre et une seule installation de traite en salle (système lactoduc ligne haute).

Lors du suivi, il est noté également que 74% des machines à traire, montrent un système de traite constitué par un Pot-Trayeur et un Faisceau-Trayeur (PT1-FT1). Le système de traite deux Pots-Trayeurs et deux Faisceaux-Trayeurs (PT2- FT2) est utilisé par 18% des éleveurs, et pour les quatre autres éleveurs (8%), adoptent le système Trois Pots posés à terre et trois Faisceaux-Trayeurs (PT3-FT3) chez trois éleveurs et le dernier possède le système Dix Faisceaux-Trayeurs dans une salle de traite dont le lait est évacué directement dans l'un des deux Tanks à Lait disponibles (TL2-FT10).

Les volumes des pots-trayeurs utilisés sont respectivement de 25 l (43%), de 30 l (10%), de 40 l (43%) avec deux tanks à lait dans la même exploitation dont les volumes sont respectivement 1050 et 1400 l.

#### 2.1.4.- Reproduction des vaches

La méthode de reproduction est un facteur important dans un troupeau bovin laitier. Le choix entre la saillie naturelle et l'insémination artificielle, est en fonction de l'expérience des exploitants. Se basant sur la réussite ou l'échec de l'une ou l'autre méthode, l'exploitant décide la méthode qui lui convient. De ce fait, il est repéré trois cas qui sont:

- 30% des exploitants ont recours à la saillie naturelle,
- 34% ont recours à l'insémination artificielle,
- 36% ont adopté les deux méthodes. C'est en fonction de la vache considérée et selon la disponibilité du taureau ou de l'inséminateur que l'on déduit la méthode à pratiquer.

La reproduction est généralement affectée par la santé du troupeau, et particulièrement, par l'apparition des infections mammaires [19, 20, 21, 22].

### 2.2.- Facteurs de variation des comptages cellulaires des vaches

#### 2.2.1.- Variation des CCI en fonction du numéro de contrôle laitier

Les statistiques élémentaires (moyenne, écart-type, extrêmes) des CCI durant les dix contrôles sont rapportées dans le tableau II.

Ce tableau montre que les CCI moyens augmentent progressivement avec les dix contrôles effectués au cours de la lactation avec un minimum de 3000 cell. /ml au troisième contrôle et un maximum de 25.071.000 cell. /ml au sixième contrôle.

**Tableau II.-** Distribution des CCI de dix contrôles considérés (x1000 cell. /ml)

Contrôle	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
1	779	1561	9	11397
2	711	1787	6	16538
3	867	2200	3	20646
4	743	1471	13	11871

5	1128	2696	13	18151
6	1258	3069	6	25071
7	1135	2358	9	16770
8	1076	2602	12	21491
9	1474	3120	12	17811
10	1549	2939	17	14322

Remarquons que l'hétérogénéité des résultats est marquée (écart-type élevé, dépassant la moyenne, d'où un coefficient de variation supérieur à 100%). La moyenne CCI dépasse largement le taux de 500.000 cell. /ml, ce qui indique que les infections mammaires subcliniques sont répandues dans ces élevages.

**Tableau III.-** Distribution des quartiles des CCI

Variables	CCI (x1000 cell. /ml)
Q1	66
Q2 (Médiane)	234
Q3	809
Q3-Q1 (écart interquartile)	743

Le diagramme des quartiles de la distribution des CCI (tab. III) montre que 75% des échantillons (Q3) ont des CCI < 809000 cell. /ml et 25% des échantillons (Q1) ont des CCI < 66000 cell. /ml.

Les valeurs observées de l'écart-type ainsi que de l'écart interquartile (Q3-Q1) sont élevées (respectivement 9.434.000 et 743.000 cell. /ml), ce qui confirme, en grande partie, l'hétérogénéité marquée des CCI des échantillons considérés.

La médiane (Q2) de cette distribution est de 234.000 cell./ml dont 50% des échantillons ont des CCI inférieurs à cette valeur médiane. Cette médiane est largement inférieure à la moyenne (979.000 cell. /ml), ce qui réaffirme davantage le problème d'hétérogénéité des CCI dans le contexte d'étude.

### 2.2.2.- Variation des CCI en fonction de la zone d'étude

**Tableau IV.-** Répartition des CCI moyens (x1000 cell./ml) selon la zone considérée

Zone	Minimum	Maximum	CCI moyens
<b>Zone 1: Sousse Nord</b>	6	16770	589
<b>Zone 2: Sousse Centre</b>	3	20808	1011
<b>Zone 3: Sousse Sud</b>	10	25071	1236

Le minimum des CCI moyens est rencontré dans la zone Sousse Centre (Zone 2), alors que le maximum est rencontré dans la zone Sousse Nord (Zone 1). Cette dernière, comme le montre le tableau IV, a enregistré les CCI les plus faibles, par contre, la zone Sousse Sud (Zone 3) possède les CCI les plus élevés. Les trois zones sont géographiquement voisines, toutefois, les CCI varient d'une zone à l'autre. Cette variation est observée surtout entre la zone 1, d'une part, et les zones 2 et 3 d'autre part. Ceci peut être dû à l'ensemble des paramètres, entre autres, environnementaux et zootechniques, qui

caractérisent chaque zone par rapport à l'autre. Les conditions d'élevage et de traite adoptées par les éleveurs de chaque zone sont parmi les paramètres pouvant influencer les CCI.

### 2.2.3.- Répartition des vaches et des CCI en fonction du rang de lactation

**Tableau V.-** Répartition des vaches suivies en fonction du rang de lactation

Rang de lactation	Effectif	%
1	63	21
2	60	20
3	79	27
4	47	16
5	31	10
6	3	1
> 6	14	5
Total	297	100

Le tableau V dévoile la distribution des vaches en fonction du rang de lactation pour montrer en moyenne l'âge des vaches considérées dans la région d'étude. Il ressort que les primipares présentent uniquement 21% parmi les vaches suivies (tab. V). L'échantillon étudié a tendance vers le vieillissement.

**Tableau VI.-** Variation des CCI (x1000 cell. /ml) en fonction du rang de lactation

Paramètre	Minimum	Maximum	Moyenne
Primipares	3	17868	639
Multipares	6	25071	1005

Plusieurs études ont montré que les CCI augmentent avec le rang de lactation [23,14,16,24,25], et donc, avec l'âge de l'animal [26,27]. Les résultats relatés dans le tableau VI confirment le résultat trouvé par COULON *et al.* (1996) qui ont montré que les primipares présentent, en moyenne, des CCI faibles en comparaison avec les multipares [14]. Ceci est dû surtout à une augmentation de l'effet de mammite avec l'âge. Il peut également se produire à partir du résultat d'une réaction plus forte au niveau cellulaire contre une infection ou à une plus grande étendue des lésions permanentes du pis faisant suite à une infection chez les vaches âgées [28]. Pour cette raison, les élevages jeunes, où le pourcentage des vaches en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> lactation est élevé, peuvent être relativement moins touchés par les élévations des taux cellulaires. Dans le cas de l'échantillon considéré, seulement 41% des vaches sont primipares et bipares (tab. V), ce qui pourrait contribuer au niveau moyen élevé des CCI.

### 2.2.4.- Distribution des CCI en fonction du stade de lactation

Le stade de lactation est un facteur de variation de cellules somatiques dans le lait. Les CCI augmentent, non seulement avec l'âge et le rang de lactation mais également au cours des différents stades de lactation [6, 13, 15, 25, 29, 27, 28].

En effet, dans les 100 premiers jours de lactation, à l'exception des jours de lactosérum, les CCI enregistrés sont faibles [6]. Toutefois, les valeurs enregistrés chez les vaches suivies sont élevées (tab. VII). Cette élévation est liée à la reprise de l'activité mammaire, après une phase de repos (tarissement), par la production d'une quantité de lait souvent faible au cours des premiers jours, dans lesquels les cellules sont concentrées dans le lait produit [14].

**Tableau VII.-** Variation des CCI en fonction du stade de lactation

Stade	< 100 j	100-200 j	> 200 j
CCI (x1000 cell. /mL)	786 ± 1862	1056 ± 2465	1272± 2816

Au cours de la lactation d'une vache saine, les CCI diminuent rapidement [14, 31, 32]. Dans le cas étudié, constitué des vaches saines et infectées durant la période de 100 à 200 jours de lactation, les résultats acquis ne coïncident pas avec la littérature (tab. VII). Cette divergence provient surtout du fait que la comparaison est réalisée dans des conditions non similaires.

A la fin de la lactation (phase de préparation au tarissement), les CCI sont élevés [15]. Il s'agit, comme au début, du même phénomène de concentration des cellules dans un faible volume de lait suite à la diminution de la production. Pour des vaches infectées, les CCI restent élevés tout au long de la lactation et ne diminuent que légèrement, pour certaines vaches, par dilution vers le pic de lactation [33]. Les résultats relatés dans le tableau VII affirment la littérature.

### 2.2.5.- Répartition des CCI en fonction du mois et de la saison de vêlage

Le tableau VIII présente les CCI en fonction des mois de vêlages des vaches considérées. Il découle que les vaches vêlant au cours du mois de Mai enregistrent les CCI les plus élevés, alors que les CCI les plus faibles sont observés chez les vaches vêlant au cours du mois d'Août (tab. VIII).

Une étude accomplie par RUPP *et al.* (2000), a dévoilé que les CCI des vaches vêlant durant les mois d'Août et Septembre sont nettement les plus faibles [6], ce qui confirme les résultats trouvés. Une autre étude effectuée par LESLIE (2012), a montré que les résultats cellulaires présentent des variations mensuelles et qu'ils sont plus faibles durant les mois de Juillet et Août [28].

**Tableau VIII.-** Répartition des CCI moyens en fonction du mois de vêlage  
(MV: mois de vêlage, \*: Janvier, \*\*: Décembre)

Mois de Vêlage	CCI (x1000 cell. /ml)
Janvier	904±1297
Février	955±1291
Mars	758±1197
Avril	772±1026
Mai	1517±2310
Juin	632±764
Juillet	1292±1595
Août	383±471

Septembre	1391±1361
Octobre	1360±1860
Novembre	672±950
Décembre	816±1219

Les auteurs divergent concernant les saisons et les mois de vêlage défavorables à la conduite sanitaire mammaire. Une étude réalisée par RUPP *et al.* (2000), a révélé que les CCI sont généralement plus élevés chez les vaches vêlant au cours du printemps ou en été, que chez les vaches vêlant en automne ou en hiver [6]. Une autre étude effectuée par HACHANA *et al.* (2006), a révélé que la saison n'a pas d'effet sur la variation des CCI [27].

**Tableau IX.-** Distribution des CCI (x1000 cell. /ml) en fonction de la saison de vêlage

Saison de vêlage	Effectif	%	CCI moyen
<b>Printemps</b>	79	27	878 ± 1310
<b>Eté</b>	40	13	895 ± 1100
<b>Automne</b>	52	18	1092 ± 1329
<b>Hiver</b>	126	42	901 ± 1275
<b>Total</b>	297	100	942 ± 1254

Le tableau IX illustre les moyennes des CCI des vaches en fonction de la saison de vêlage. L'hiver est la saison qui enregistre le plus grand nombre de vêlages avec 42%. Les moyennes des CCI les plus élevées sont observées pour les vêlages hivernaux et automnaux, résultat similaire à celui trouvé par M'SADAK *et al.* (2013) pour les deux premiers contrôles [25]. Ces valeurs sont élevées par rapport à la moyenne trouvée lors de l'étude réalisée dans une région subhumide de la Tunisie par BOURAOUI *et al.* (2009) [34] (232000 cell. /ml), toutefois, les conditions d'élevage et de traite des vaches sont totalement différentes.

De nos jours, les raisons de ces variations mensuelles et saisonnières ne sont pas tout à fait connues et on peut seulement supposer qu'il s'agit des répercussions des changements des conditions de logement et de température sur le degré d'infection. Les différences relevées pourraient s'expliquer aussi par le fait que le contexte de chaque étude diffère complètement d'une situation à l'autre.

### 2.2.6.- Evolution des CCI en fonction de la production laitière individuelle

Le tableau X indique la répartition des quantités de lait produites quotidiennement en fonction des contrôles laitiers au cours d'une lactation. Plusieurs études ont montré qu'une augmentation des CCI s'accompagne souvent d'une diminution de la production laitière journalière [6, 25, 35, 36, 37, 38]. Cette hypothèse est confirmée par les résultats relevés lors de cette étude (tab. X).

**Tableau X.-** Evolution des productions laitnières moyennes (l) et des CCI moyens

Contrôle	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<b>Production laitière</b>	21	21	20	24	17	17	16	15
<b>CCI (x 100 cell. /ml)</b>	779	711	867	743	1128	1258	1135	1076

Par ailleurs, en examinant l'étude menée par BOUSSELMI *et al.* (2011) sur plusieurs troupeaux de différentes régions de la Tunisie, il est constaté que l'effet du niveau de production sur le comptage cellulaire individuel n'est pas significatif, dans certains élevages tunisiens dans le Nord que dans le Sud [39].

## Conclusion

Cette étude descriptive, entreprise dans une zone côtière semi-aride de la Tunisie, a permis de dresser un bilan périodique des CCI de 297 vaches laitières adhérant au contrôle laitier. Elle a présenté les CCI moyens calculés pour dix contrôles successifs d'une lactation complète considérée pour chacune des vaches relatives aux 50 troupeaux hors sol suivis.

Il en résulte que les variations les plus importantes observées pour les CCI sont, entre autres, celles associées au numéro de contrôle, à la zone d'étude, au rang et au stade de lactation. Cette élévation des CCI reflète donc probablement l'augmentation de l'incidence et de la persistance des infections mammaires en fonction des conditions spécifiques à chaque zone d'étude, avec l'âge et le stade de lactation. La saisonnalité des vêlages est à l'origine des variations mensuelles et saisonnières des CCI. Les CCI présentent un profil inversé à ceux des productions laitières individuelles des vaches.

Tenant compte que chaque facteur est considéré seul et indépendamment des autres, les différences observées peuvent ne pas refléter directement les effets mentionnés précédemment, mais aussi des effets associés ou confondus. Par ailleurs, certaines informations cellulaires renseignant sur le statut mammaire infectieux n'étaient pas toujours disponibles pour quelques vaches suivies.

L'ensemble de ces observations conduit à privilégier des analyses statistiques plus poussées lors des investigations ultérieures.

## Références bibliographiques

- [1].- Rodenburg J., 1985.- Comptage des cellules somatiques du lait prélevé dans le réservoir. Fiche technique MAAARO, R. Stiles/Dairy Farmers of Ontario, no 85-073. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy/facts/85-073.htm>
- [2].- Beaudreau F., Seegers H., Fourichon C., Hortet P., 1997.- Probabilité de survenue de mammite clinique chez les vaches laitières à numérations cellulaires du lait inférieures à 400.000 cellules/ml. INRA, Ecole vétérinaire de Nantes, Renc. Rech. Ruminants, 4 : 277-278.
- [3].- Faroult B., 1992.- Maîtrise et qualité cellulaire du lait. Actualités et perspectives. Bull. GT. 1B, 412: 7-15.
- [4].- Badinand F., 1994.- Maîtrise du taux cellulaire du lait. Rec. Méd. Vét., 170 : 419-427.
- [5].- Paape M., Vanoostveldt K., Meyer E., 1999.- Défense phagocytaire de la glande mammaire bovine. J.N.GTV, INRA, Nantes, 26-27-28: 16-21.
- [6].- Rupp R., Boichard D., Bertrand C., Bazin S., 2000.- Bilan national des numérations

- cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. *Revue INRA Prod. Anim.*, 13(4) : 257-267.
- [7].- Duval J., 1995.- Soigner la mammite sans antibiotiques. *Ecological Agriculture Projects*, McGill University. <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-11.htm>
- [8].- Mc Donald J. S., Anderson A. J., 1981.- Total and differential somatic cell count in secretions from no infected bovine mammary gland: the peripartum period. *Am. J. Vet. Res.*, 42: 1366-13.
- [9].- Kuck A. L., Schutz M. M., Hansen L. B., Steuernagel G. R., 1990.- Variation of milk fat, protein and somatic cell for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73: 484-493.
- [10].- Faroult B., 1994.- Méthodologie d'approche des infections mammaires en troupeau laitier et maîtrise de la qualité hygiénique du lait. *Rec. Méd. Vét.*, 170(6-7): 469-478.
- [11].- Burvenich H., Dosogne H., Detilleux D., VanWeren T., 1999.- Est il possible de prédire la stérilité des mammites par la mesure de l'activité des polynucléaires circulants ? *J.N.GTV.INRA.*, Nantes/26-27-28: 91-107.
- [12].- Haddadi K., Moussaoui F., Le Roux Y., Burvenich C., 2004.- Activité protéolytique de la MMP-9 durant une mammite expérimentale à *E. coli* MMP-9 activity during experimental *E. coli* mastitis. *Renc. Rech. Ruminants*, 11, Pp. 348.
- [13].- Sérieys F., 1985.- Concentration cellulaire du lait individuel de vache: Influence de l'état d'infection mammaire, du numéro, du stade de lactation et de la production laitière. *Ann. Rech. Vét.*, 16 (3): 255-261.
- [14].- Coulon J. B., Dauver F. et Garel J. P., 1996.- Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez des vaches laitières indemnes de mammites cliniques. *INRA Prod. Anim.*, 9 (2) : 133-139.
- [15].- Barnouin J., Geromegnace N., Chassagne M., Dorr N., Sabatier P., 1999.- Facteurs structurels de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans 560 élevages bovins répartis dans 21 départements français. *INRA Prod. Anim.*, 12 (1): 39-48.
- [16].- Hanzen Ch., 2009a.- Propédeutique de la glande mammaire : Sémiologie et diagnostic individuel et de troupeau. Université de Liège, Belgique, R21, 28 p.
- [17].- Ward D., McKague K., 2007.- Les exigences en eau du bétail. Fiche technique MAAARO, no 07-024. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/07-024.pdf>
- [18].- Davis M. D, Reinemann D. J, Mein G. A., 2000.- Effect of liner age on milking characteristics. In *Proceeding ok 39th Annual Meeting of the National Mastitis Council*, Atlanta, Georgia.
- [19].- Barker A. R., Schrick F. N, Lewis M. J., Dowlen H. H., Oliver S. P., 1998.- Influence of clinical mastitis in early lactation on reproductive performance of Jersey

- cows. Dairy Sci., 81 (5): 1285-1290.
- [20].- Moore D. A., 1999.- Endotoxemia and its effects on reproductive performance. North American Coliform Mastitis Symposium Proceeding. Denver, Colorado, USA, Pp. 20-21.
- [21].- Schrick F. N., Hockett M. E., Saxton A. M., Lewis M. J., Dowlen H. H., Oliver S. P., 2001.- Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. J. Dairy Sci., 84 (6): 1407-1412.
- [22].- Kelton D. F., Petersson C. S., Leslie K. E., Hansen D., 2001.- Associations between clinical mastitis and pregnancy on Ontario dairy farms. 2nd international symposium on Mastitis and Milk Quality. Vancouver, BC, Canada: 13-15.
- [23].- Batra T.R., Mcallister A. J., 1984.- A comparison of mastitis detection methods in dairy cattle. Can. J. Anim. Sci., 1984, 64: 305-312.
- [24].- M'Sadak Y., Mighri L., Kraiem K., 2012.- Etude de la situation sanitaire mammaire et estimation des pertes laitières chez des élevages bovins hors sol dans la région de Mahdia (Tunisie), Revue des BioRessources, 2 (2) : 17-28.
- [25].- M'Sadak Y., Mighri L., Kraiem K., 2013.- Etude des facteurs de variation des niveaux de comptage cellulaire individuel du lait chez des petits troupeaux bovins hors sol en Tunisie- Revue Nature & Technologie, Numéro 8 (B), p. 48-52.
- [26].- Schukken Y. H., Wilson D. J., Welcome F., Garrison-Tikofsky L., Gonzalez R. N., 2003.- Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts, Vet. Res., Mastitis of dairy ruminants, 34 (5): 579-596.
- [27].- Hachana Y., Haddad B., Kraiem K., 2006.- Facteurs de variation du nombre de cellules somatiques dans le lait des bovins inscrits dans le cadre du contrôle laitier en Tunisie. MHA, vol. 18 (51): 65-71
- [28].- Leslie K. E., 2012.- Somatic Cell Counts: Interpretation for Individual Cows, FACTSHEET, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation Ontario, 03/85, commande N° 24-012.  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/84-012.htm>
- [29].- Coulon J. B., Lescourret F., 1997.- Effet des mammites cliniques sur la production chez la vache laitière, Renc. Rech. Ruminants: 265-268.
- [30].- Hanzen Ch., 2009 b.- La pathologie infectieuse de la glande mammaire: Etiopathogénie et traitements : Approche individuelle et de troupeau. Université de Liège, Belgique, R22, 57 p.
- [31].- Brouillet P., Raguet Y., 1990.- Logement et environnement des vaches laitières et qualité du lait. Bull. GTV., 4B-357 : 13-22.
- [32].- Meissonnier E., 1995.- Infections par les bactéries coliformes en période de tarissement chez les vaches laitières. Bull. GTV., 4 : 9-16.



- [33].- Hanzen Ch., 2013.- *Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire : Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques individuelles et de troupeau des mammites, Physio anatomie - Propédeutique et Pathologie mammaire bovine, Université de Liège, Belgique, 170 p.*
- [34].- Bouraoui R., Rekik B. et Ben Gara A., 2009.- *Performances de reproduction et de production laitière des vaches Brunes des Alpes et Montbéliardes en région subhumide de la Tunisie. Livestock Research for Rural Development (LRRD) 21, (12).11 p.*
- [35].- Seegers H., Menard J. L., Fourichon C., 1997.- *Mammites en élevage bovin laitier : importance actuelle, épidémiologie et plans de prévention, Renc. Rech. Ruminants, 4 : 233-242.*
- [36].- Mezine M., 2006.- *Analyse descriptive des facteurs de risque liés aux mammites dans des élevages d'une clientèle des Ardennes appliquant la démarche GTV Partenaire, Thèse Vétérinaire Alfort, France, 146 p.*
- [37].- Durocher J., Perreault J. Y., 2009.- *Le comptage des cellules somatiques : Un outil indispensable pour gérer la santé du pis, Le Producteur de lait québécois: 28-30.*
- [38].- Jacquinet S. A., 2009.- *Evaluation du dépistage des mammites par la conductivité électrique du lait. Thèse Vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 135 p.*
- [39].- Bouselmi K., Djemali M., Bedhif S., Hamrouni A., Bedhif A., 2011.- *Facteurs de variation des Scores des Cellules Somatiques du lait de vache de race Holstein en Tunisie, Renc. Rech. Ruminants, 18, p. 203.*

## **BIODIVERSITE ET PHYTOGEOGRAPHIE DES ECOSYSTEMES SAHARIENS DE LA REGION DE TAGHIT (BECHAR)**

BOUALLALA M'hammed\* et CHEHMA Abdelmadjid

*Laboratoire Bioressources sahariennes: Préservation et valorisation  
Université de Ouargla, 30.000 Ouargla, Algérie, Email: alim39hammed@yahoo.fr*

**Résumé.-** *Les écosystèmes sahariens se caractérisent généralement par des conditions édapho-climatiques particulièrement hostiles à la survie spontanée des êtres vivants. Néanmoins, il existe toujours des biotopes plus ou moins favorables au développement d'une flore spécifique. Cette étude est une contribution à la connaissance de la flore de différents parcours sahariens de la région de Taghit (les dayas, les regs, les sols rocheux et les lits d'oueds). Pour cela, 36 relevés floristiques ont été effectués suivant un échantillonnage subjectif. Les résultats obtenus montrent que la flore comporte 47 espèces appartenant à 20 familles, réparties en 32 espèces pérennes et 15 annuelles. Les parcours les plus riches en espèces sont les sols rocheux et les plus pauvres sont les dayas. De plus, l'analyse du spectre phytogéographique global révèle la présence de 4 éléments, dominés par les espèces Saharo-Sindiennes (61,7%) et Méditerranéo-Saharo-Sindiennes (32%). Cette richesse floristique des parcours sahariens, présente une ressource fourragère diversifiée pour l'alimentation du dromadaire.*

**Mots clés:** *Biodiversité; phytogéographie, Sahara, ressource fourragère, Taghit.*

## **BIODIVERSITY AND PHYTOGEOGRAPHY OF SAHARAN ECOSYSTEMS OF THE REGION TAGHIT (BECHAR)**

**Abstract.-** *Generally, the Saharan ecosystems are characterized by the particularly hostile to the survival of the spontaneous living beings is soil and climatic conditions. Nevertheless, there are still more or less favorable habitats for the development of specific flora. This study is a contribution to the knowledge of the flora of different Saharan rangelands in the region of Taghit (dayas, regs, rocky soil and beds of wadis). For this, 36 floristic surveys were conducted following a subjective sampling. The results show that the flora include 47 species belonging to 20 families, distributed to 32 perennial species and 15 annual species. The richest rangelands in species are the rocky soils and the poorest are the dayas. In addition, analysis of the global phytogeographical spectrum reveals the presence of four elements, dominated by the Saharo-Sindian species (61.7%) and the Mediterranean-Saharo-Sindian (32%). The floristic richness of the Saharan rangelands has a diverse forage resource for feeding of the dromedary.*

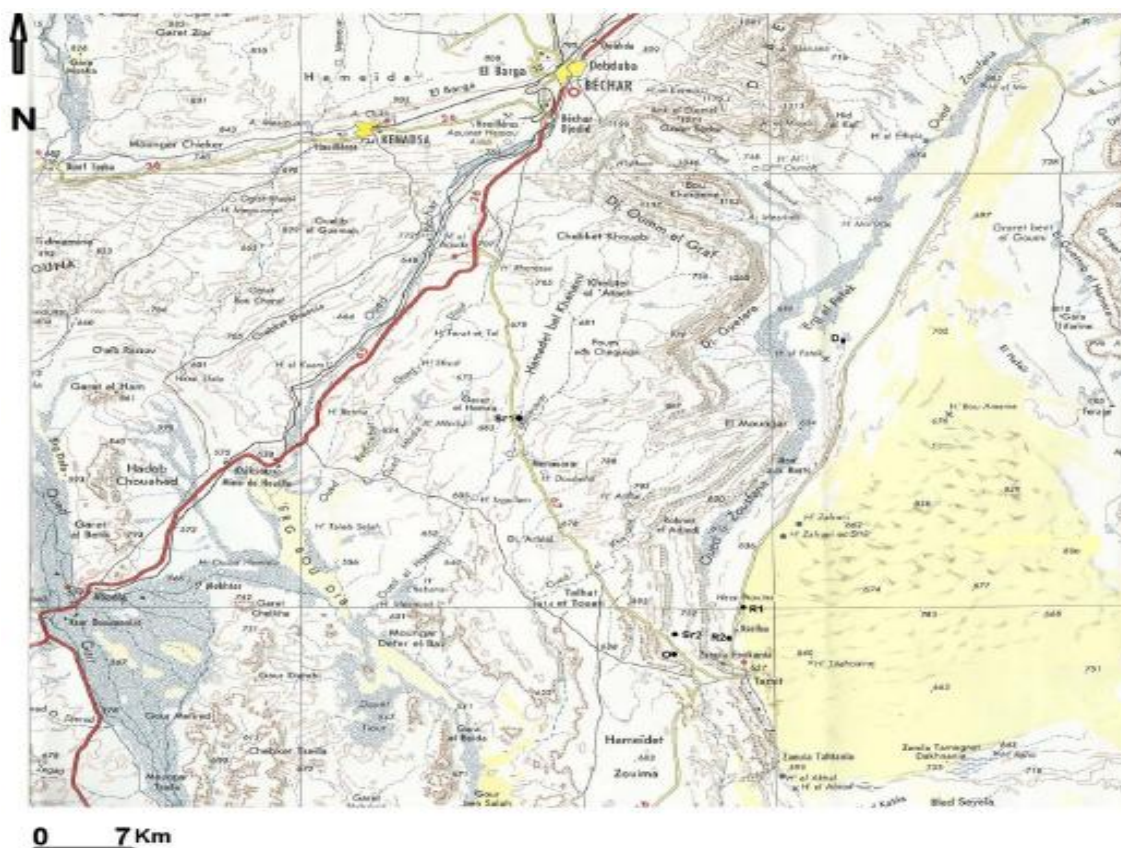
**Keywords:** *Biodiversity, phytogeography, Sahara, forage resource, Taghit.*

### **Introduction**

La flore saharienne apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre des espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre [1]. Dans cet écosystème, plusieurs travaux étudiant la flore et la végétation ont été réalisés [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Cependant, les travaux consacrés à l'étude de la flore en fonction des biotopes dans les régions sahariennes algériennes sont rares [11, 12, 13]. C'est dans cette optique que nous avons essayé d'étudier la diversité floristique et phytogéographique de la région de Taghit (Béchar).

## 1.- Méthodologie

Dans cette étude nous avons choisi 6 stations (fig. 1) représentant les dayas, les regs, les sols rocheux et les lits d'oueds suivant un échantillonnage subjectif. Dans chaque station nous avons réalisé six relevés floristiques pendant la période printanière de l'année 2011. De la même façon qu'ont procédé BENHOUHOU *et al.* (2003) [5], la surface des relevés, est déterminée par la méthode de l'aire minima de l'ordre de 100 m<sup>2</sup>. Dans chaque relevé il est noté la liste des espèces avec leur catégorie (pérenne ou annuelle). L'identification des espèces est effectuée à l'aide des flores disponibles [1, 6, 10].



**Figure 1.-** Localisation des stations d'étude (D: Daya, O: Lit d'oued, R<sub>1</sub>: Reg 1, R<sub>2</sub>: Reg 2, Sr<sub>1</sub>: Sols rocheux 1, Sr<sub>2</sub>: Sols rocheux 2) [14]

La richesse floristique (nombre d'espèce, famille, catégorie des espèces) est évaluée par biotope.

L'identification des types phytogéographiques est basée sur le travail de QUEZEL (1965) [3]. L'établissement du spectre phytogéographique brut est basé sur le dénombrement des espèces par type phytogéographique effectuant sur la totalité des espèces inventoriées.

## 2.- Résultats et discussion

La flore de la région de Taghit comporte 47 espèces (tab. I) réparties en 32 espèces pérennes et 15 annuelles, et appartenant à 20 familles. Les familles les plus représentées sont les Asteraceae (17.02%), suivies dans des proportions égales (8.51%) par les

Brassicaceae, Chenopodiaceae, les Fabaceae et les Poaceae. Le reste des familles totalisent moins de 50%. Ces résultats confirment largement ceux obtenus par CHEHMA et *al.* (2005) [11] et BOUALLALA et CHEHMA (2011) [12].

Le regroupement par biotope des espèces rencontrées (tab II) montre que les sols rocheux sont les plus riches (27 espèces réparties en 19 pérennes et 8 annuelles). Les biotopes les moins riches sont les dayas, avec 7 espèces, réparties en 5 pérennes et 2 annuelles.

**Tableau II.-** Répartition du nombre de types biologiques par biotope

Type biologique	Biotopes			
	Regs	Dayas	Sols rocheux	Lits d'oued
Espèces pérennes	11	5	19	12
Espèces annuelles	7	2	8	4
Richesse totale	18	7	27	16

Le spectre phytogéographique global (tab. III) montre une diversité des types phytogéographiques avec la dominance de l'élément Saharo-Sindien. Cet élément occupe une place prépondérante dans la flore du Sahara nord-occidental [15, 16]; suivi de l'élément Méditerranéo-Saharo-Sindien. Les autres éléments sont faiblement représentés. D'après QUEZEL (1983), la flore de l'Afrique méditerranéenne est diversifiée sur le plan phytogéographique suite à des modifications climatiques depuis le Miocène ce qui a provoqué la migration de la flore tropicale [17]. Cette flore est actuellement adaptée aux conditions des régions sahariennes.

**Tableau III.-** Spectre phytogéographique global (pourcentage des types phytogéographiques)

Eléments			
SS	MSS	M	TSS
61.7	32	2.1	4.2

## Conclusion

Cette étude a permis d'avoir une idée sur la richesse floristique de la région de Taghit. Elle montre que la famille la plus dominante est celle des Asteraceae avec des répartitions différentes selon les biotopes. L'analyse du spectre phytogéographique de la région a mis en évidence l'existence de quatre types où l'élément Saharo-Sindien (SS) est le plus représenté.

## Références bibliographiques

- [1].- Ozenda P., 2004.- Flore et végétation du Sahara. CNRS, Paris, 662 p.
- [2].- Quezel P., 1954.- Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. Travaux de l'institut de Recherche Saharienne, 2:164 p.
- [3].- Quezel P., 1965.- La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. Stuttgart, Gustav

Verlag, 333 p.

- [4].- Ozenda P., 1958.- Flore du Sahara septentrional et central. CNRS, Paris, 486 p.
- [5].- Benhouhou S. S., Darige T. C. D., Gilbert O. L., 2003.- Vegetation associations in the Ougarta Mountains and dayas of the Guir Hamada. Algerian Sahara. *Journal of Arid Environments*, 54: 739-753.
- [6].- Quezel P., Santa S., 1962-1963.- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, 1170 p.
- [7].- Barry J. P., Celles J. C., 1973.- Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. *Naturalia Monspeliensis*, 23: 5-48.
- [8].- Barry J-P., Celles J-C., Musso J., 1985.- Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV: Le plateau du Tadmait et ses alentours (carte Ouargla). *Ecologia Mediterranea*, 11 (2-3): 123-181.
- [9].- Kaabeche M., Gharzouli R., 1993.- Observations phytosociologiques dans le Sahara Septentrional algérien. Colloque Phytosociologie, XXII, Bailleul, France : 595-610.
- [10].- Negre R., 1961-1962 - Petite flore des régions arides du Maroc occidental. CNRS, Paris, 800 p.
- [11].- Chehma A., Djebbar M.R., Hadjaiji F., Rouabeh L., 2005.- Etude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud-est algérien. *Sécheresse*, 16 : 1-11.
- [12].- Bouallala M., Chehma A., 2011.- Biodiversité et palatabilité des plantes des parcours camelins à Talh "Acacia raddiana" dans la région de Tindouf (Algérie). *Revue des bioressources*, 1 (2) : 55-65.
- [13].- Gauthier-Pilters H., 1961.- Observations sur l'écologie du dromadaire dans le Sahara nord-occidental. *Mammalia*, 25 (2) : 195-280.
- [14].- Extrait de la carte d'Afrique, 1960.- Echelle 1/500 000 (Sahara), Béchar.
- [15].- Guinet Ph., Sauvage Ch., 1954.- Les hamadas sud marocaines. *Botanique. Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien*, 2: 75-167.
- [16].- Lemee G., 1953.- Contribution à la connaissance phytosociologique des confins saharo-marocains : les associations à thérophytes des dépressions sableuses et limoneuses non salées. *Vegetatio*, 4 : 137-154.
- [17].- Quezel P., 1983.- Flore et végétation de l'Afrique du nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. *Bothalia*, 14: 411-416.

**Tableau I.-** Répartition des espèces rencontrées par biotope, type biologique, type phytogéographique et famille botanique (SS: Saharo-Sindien, MSS: Méditerranéo-Saharo-Sindien, M: Méditerranéen, TSS: Tropico- Saharo-Sindien)

Famille	Espèces	Type biotope						Type biologique	Type phytogéographique
		Dayas	Reg1	Reg2	Sols rocheux1	Sols rocheux2	Lits d'oueds		
Anacardiaceae	<i>Rhus tripartitus</i> R.Sch.	0	0	0	0	1	0	P	MSS
Apiaceae	<i>Pithorantus battandieri</i> Maire	0	0	0	0	1	1	P	SS
	<i>Pituranthos chlorantus</i> Benth. et Hook.	0	0	0	1	1	1	P	SS
Asclepiadaceae	<i>Pergularia tomentosa</i> L.	0	0	0	1	0	0	P	SS
Asteraceae	<i>Anvillea radiata</i> Coss. et DR.	0	0	0	0	0	1	P	SS
	<i>Asteriscus graveolens</i> Forsk.	0	0	0	1	0	1	A	SS
	<i>Atractylis babeli</i> Hochr.	0	0	0	1	0	0	P	SS
	<i>Carduncellus devaxii</i> Batt.	1	0	0	0	0	0	A	SS
	<i>Launaea arborescens</i> (Batt.) Maire	0	1	1	1	1	1	P	MSS
	<i>Perralderia coronopifolia</i> Coss.	0	0	0	1	1	1	P	SS
	<i>Pulicaria crispa</i> Schultz.	1	0	0	0	0	0	P	SS
	<i>Rhanterium adpressum</i> Coss. et DC.	0	0	0	1	1	0	P	SS
Boraginaceae	<i>Heliotropium undulatum</i> Vahl.	1	0	0	0	0	0	A	SS
	<i>Moltkia ciliata</i> (Forsk.) Maire	0	1	1	0	0	0	A	SS
Brassicaceae	<i>Farsetia aegyptiaca</i> Turra	0	0	0	0	1	0	P	SS
	<i>Farsetia ramosissima</i> Hochst.	0	0	0	1	1	0	A	SS
	<i>Morettia canescens</i> Boiss.	0	0	0	1	0	1	A	SS
	<i>Zilla macroptera</i> (Coss.) Maire	1	1	1	1	1	1	P	SS
Caryophyllaceae	<i>Gymnocarpos decander</i> Forsk.	0	0	0	1	1	1	P	MSS
	<i>Pteranthus dichotoma</i> Forsk.	0	0	1	0	0	0	A	MSS
Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i> (Forsk.) Moq.	0	1	0	0	0	0	P	SS
	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel). Iljin	1	0	0	1	0	1	P	MSS
	<i>Fredolia aretioides</i> Moq. et Coss.	0	0	1	0	0	0	P	SS
	<i>Salsola vermiculata</i> L.	0	0	1	0	0	0	P	MSS

Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Pers.	0	1	0	1	1	0	A	MSS
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i> Boss. et Reut.	1	0	0	0	0	0	P	SS
Fabaceae	<i>Acacia raddiana</i> Savi.	0	0	0	0	0	1	P	TSS
	<i>Argyrolobium uniflorum</i> (Desc.) Jaub.	0	1	1	0	0	0	P	MSS
	<i>Lotus jolyi</i> Batt.	0	0	0	0	1	0	A	SS
	<i>Retama retam</i> Webb.	0	0	0	1	0	0	P	MSS
Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i> L'Her.	0	1	0	0	0	0	A	MSS
	<i>Monsonia nivea</i> (Dec.) G. et S.	0	0	1	0	0	0	A	SS
Lamiaceae	<i>Marrubium deserti</i> De Noe.	0	1	0	0	0	0	P	SS
	<i>Salvia aegyptiaca</i> L.	0	0	0	0	0	1	A	SS
	<i>Salvia verbenaca ssp pseudo-jaminiana</i> L.	0	0	0	1	0	0	P	MSS
Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum feii</i> (de Gir.) Batt.	0	0	0	0	1	0	P	SS
Poaceae	<i>Aristida adscensioonis</i> L.	0	0	0	0	1	0	A	MSS
	<i>Aristida ciliata</i> Desf.	0	0	0	0	1	0	P	MSS
	<i>Aristida plumosa</i> L.	0	1	0	0	1	1	A	SS
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.	0	0	0	0	1	1	P	TSS
Resedaceae	<i>Randonia africana</i> Coss.	0	0	1	1	0	0	P	SS
Rhamnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> (L.) Desf.	0	0	0	0	0	1	P	M
Rutaceae	<i>Ruta tuberculata</i> Forsk.	1	0	0	0	0	0	P	SS
Scrophulariaceae	<i>Antirrhinum ramosissimum</i> Coss. et DR.	0	1	1	0	1	1	P	SS
	<i>Linaria sagittata</i> Poiret.	0	1	1	1	1	0	A	SS
	<i>Scrophularia saharae</i> Batt. et Trab.	0	0	1	0	0	0	P	MSS
Thymeliaceae	<i>Thymelaea microphylla</i> Coss. et DR.	0	1	0	0	0	0	P	MSS

## **ETUDE DES CROUTES BIOLOGIQUES DE QUELQUES SOLS GYPSEUX ET SALINS DU MILIEU SAHARIEN: CAS DE LA CUVETTE DE OUARGLA (SAHARA SEPTENTRIONAL EST ALGERIEN)**

BAZZINE Meriem, HAMDI-AISSA Belhadj

*Laboratoire d'exploitation et de valorisation des ressources naturelles en zones arides  
Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie, E-mail: meriembazz\_12@yahoo.fr*

**Résumé.-** *Ce travail est une contribution à l'étude quantitative et qualitative des micro-organismes qui vivent dans les croûtes gypseuses en surface de quelques sols gypseux et salins; en milieu saharien (cuvette de Ouargla). Les sols étudiés sont caractérisés par une texture sableuse et limono-sableuse, un faible taux d'humidité; une salinité relativement élevée. Ils renferment des teneurs variables en gypse. Les sols des stations d'études ont une teneur faible en matière organique et en azote total. Le couvert végétal est clairsemé et parfois totalement absent. Malgré les conditions de survie, les analyses microbiologiques effectuées montrent la présence d'une microflore diversifiée et adaptée aux conditions du milieu saharien. La biomasse microbienne varie considérablement d'un sol à un autre. Elle atteint sa valeur maximale dans le sol de la palmeraie (S<sub>5</sub>), tandis que la valeur minimale est enregistrée dans le sol de la Sebkha sans végétation (S<sub>4</sub>SV). Cette variation émane du couvert végétal et du type de sol. Le dénombrement des germes montre que les bactéries sont les micro-organismes les plus abondants dans tous les sols étudiés. Elles sont suivies par les actinomycètes, ensuite les champignons. Les algues sont les moins abondantes. Le nombre de micro-organismes varient considérablement d'un sol à un autre. Le maximum est enregistré dans les sols des palmeraies S<sub>5</sub> et S<sub>4</sub>V (sebkha à végétation) où les conditions du milieu sont les plus favorables pour le développement des micro-organismes telluriques. Les espèces fongiques identifiées, sont *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Alternaria sp*, et *Trichoderma sp*. Les croûtes biologiques dans la cuvette de Ouargla sont peu développées à cause des conditions climatiques (pluies rares), des facteurs biologiques (rareté ou absence du couvert végétal).*

**Mots clés.-** *Croûtes biologiques, sols gypseux et salins, micro-organismes, climat saharien, cuvette de Ouargla.*

## **STUDY OF BIOLOGICAL SOIL CRUSTS OF SOME GYPSIFEROUS AND SALINE SOILS IN SAHARAN ECOSYSTEM (OUARGLA BASSIN)**

**Abstract.-** *The objective of this study was to determine the quantity (biomass and number of microorganisms), and to identify the species associated with microbial soil crusts in a Saharan ecosystem (Ouargla basin). The results of physical and chemical analysis of soils show that the texture is sandy to silt-sandy. The soils of the study area are characterized by a little level of humidity, high salinity, and contain different values of gypsum, low organic matter and nitrogen. The vegetation cover is often spare or absent. Microbial analysis, have demonstrated that studied soils are populated by a microflora adapted to the difficult conditions of this ecosystem. Microbiological analysis, have demonstrated that studied soils are populated by a microflora adapted to the difficult conditions of this ecosystem. The maximum of microbial biomass and number of germs was record in (S<sub>4</sub>V) and (S<sub>5</sub>) where the conditions are favourable to the development of microorganims. Some fungi have been identified in studied soils: *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Alternaria sp*, et *Trichoderma sp*. Biological soils in Ouargla basin are disturbed by many factors influencing species composition such as rarity of precipitations and vegetation cover.*

**Key words:** *Biological crusts, gypsiferous and saline soils, microorganisms, Saharan area, Ouargla basin.*



## Introduction

Sur les terres arides et semi arides de par le monde, le couvert végétal est souvent clairsemé ou absent. Toutefois, les espaces entre les plantes supérieures ne sont pas dépourvues de vie autotrophe mais plutôt recouverts d'association d'organismes spécialisés et adaptés à ces milieux [1, 2]. A l'échelle internationale beaucoup de chercheurs sont intéressés à l'étude des croûtes biologiques [2, 3, 4, 5, 6]. En Algérie où les sols gypseux occupent une superficie de 79.663 km<sup>2</sup> [7], soit 3,3% de la surface totale du pays; les études sont beaucoup plus pédologiques que microbiologiques [8, 9, 10].

A Ouargla, les prospections de terrains ont montré le caractère dominant des sols gypseux (19% de la surface totale de la cuvette), que ce soit dans le plateau de hamada ou dans la cuvette [10]. Les études sur la microbiologie de ces sols ont montré que du point de vue de leur distribution verticale; les micro-organismes se trouvent en majorité dans la couche superficielle du sol, mieux aérée et riche en substances nutritives [11, 12, 13, 14].

Ce travail, est une contribution à l'étude quantitative et qualitative des micro-organismes qui vivent dans les croûtes gypseuses de surface de quelques sols gypseux et salins dans un milieu saharien (cuvette d'Ouargla). Les objectifs de cette étude demeurent, la caractérisation physico-chimique des sols étudiés; l'évaluation de la biomasse microbienne et le dénombrement des micro-organismes associés aux croûtes biologiques de quelques sols gypseux et salins de la cuvette de Ouargla; l'identification des espèces microbiennes qui composent leurs croûtes biologiques.

## 1.- Matériels et méthodes

La zone d'étude est située dans le Bas Sahara algérien (Sahara septentrional Est algérien) caractérisée par un climat saharien. Le choix des sites se base sur les critères suivants:

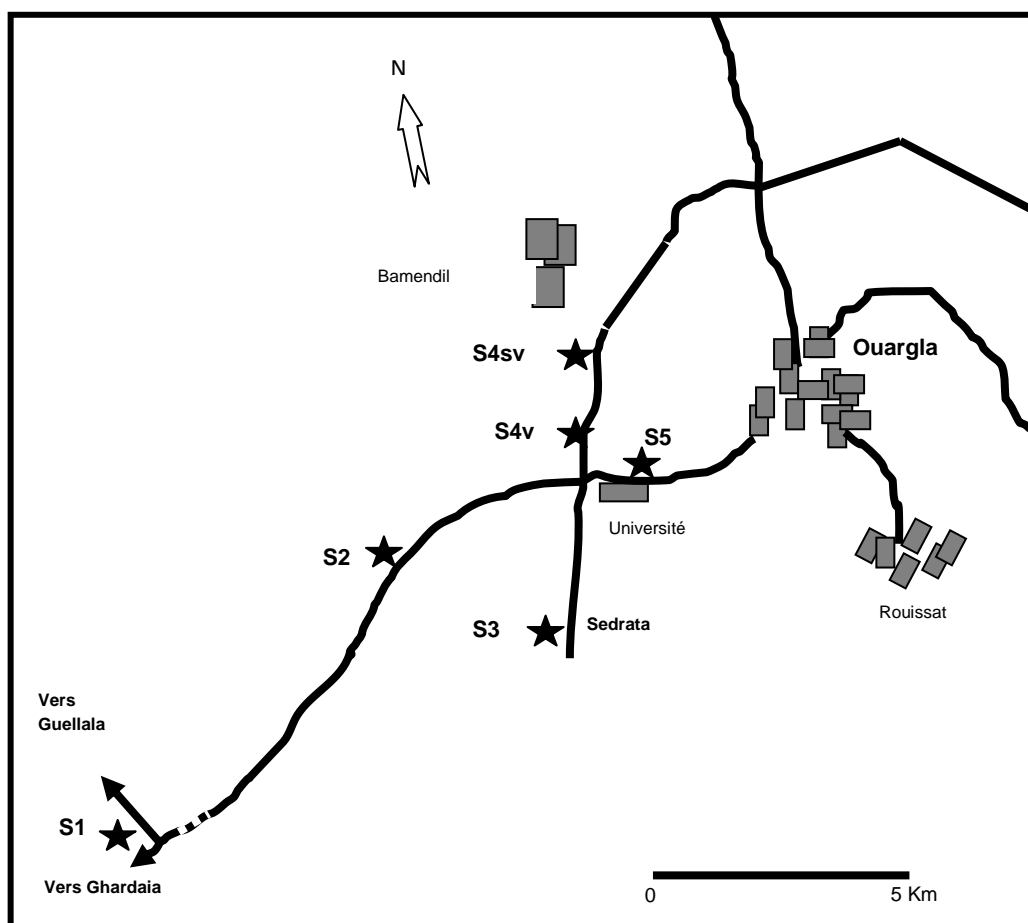
- Situés en milieu saharien,
- Différents types de sol existant dans la zone étudiée (différents états de surface),
- Sols non cultivés (naturels) et un sol cultivé (palmeraie).

Il est choisi six (6) stations à savoir:

- Station 1 (S<sub>1</sub>) représentée par un reg à 15 km au bord de la route vers Ghardaïa,
- Station 2 (S<sub>2</sub>), est un glacis à graviers calcaires (pseudo-reg) près de la cité universitaire 2000,
- Station 3 (S<sub>3</sub>) est un sol gypseux (Sedrata),
- Station 4 (S<sub>4</sub>V), est une sebkha à végétation halophile (route de Saïd Otba),
- Station 5 (S<sub>4</sub>SV), est une sebkha sans végétation (route de Saïd Otba)
- Station 6 (S<sub>5</sub>), une palmeraie de Mekhadma (fig. 1).

Concernant l'échantillonnage, deux types de prélèvements sont effectués : des échantillons dans des sacs propres en plastiques pour les analyses physico-chimiques ; et en boîtes Pétri stériles pour les analyses microbiologiques. Pour chaque station cinq échantillons ont été prélevés et transportés au laboratoire. Les analyses physico-chimiques des sols étudiés sont effectuées selon les méthodes décrites par AFNOR (1999a et b) BAIZE (2000) et ITA (1975) [15, 16, 17, 18]. Concernant les analyses microbiologiques, il est utilisé les techniques décrites par AFNOR (1999b), CHAUSSOD (1996), DAVET et ROUXEL (1997), POCHAN (1954) [17, 19, 20, 21]. L'identification de la flore

spontanée à été faite selon le catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien [22].



**Figure 1.-** Situation géographique des stations étudiées [11]

## 2.- Résultats et discussion

Les résultats des analyses physico-chimiques (tab. I), montrent que les sols étudiés sont caractérisés par un faible taux d'humidité; un pH élevé qui traduit la présence des carbonates de calcium, et une salinité relativement élevée. La salure de ces sols est de type chloruré et chloruro-sulfaté. Les taux d'azote et de carbone organique obtenus sont très faibles. La fraction minérale dans les sols étudiés est formée dans la quasi-totalité de sable; par suite de phénomène de l'érosion éolien. La structure varie d'un sol à un autre; elle est particulière dans les sols des stations (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) et polyédrique pour les sols (S<sub>3</sub>), (S<sub>4V</sub>), (S<sub>4SV</sub>), tandis qu'elle est grumeleuse pour le sol de palmeraie (S<sub>5</sub>).

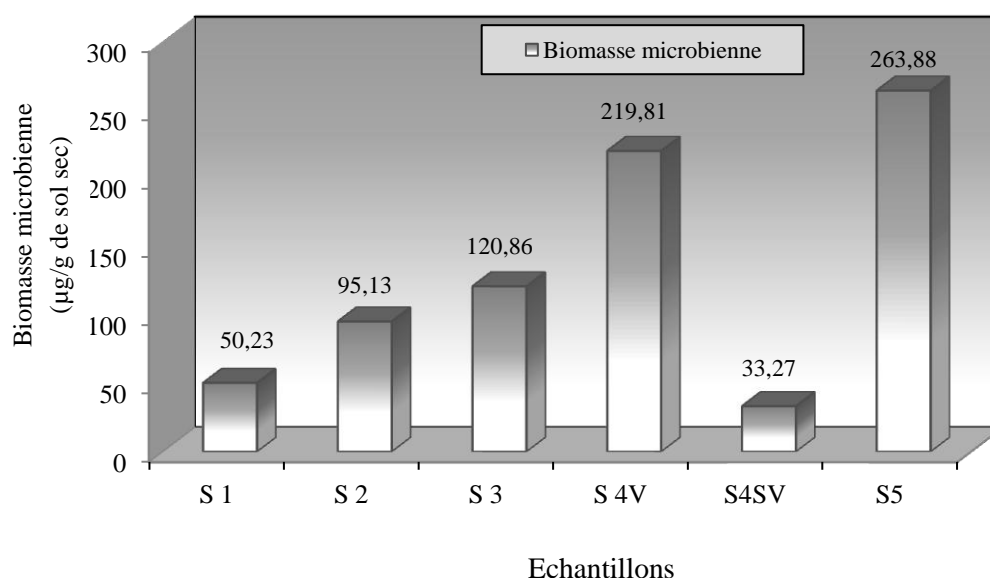
**Tableau 1.-** Caractéristiques physico-chimiques des sols étudiés

Stations	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4V</sub>	S <sub>4SV</sub>	S <sub>5</sub>
<b>Paramètres</b>						
Humidité (%)	0.80	1.01	0.60	13.25	5.93	18.8
Capacité de rétention en eau (%)	22.91	22.39	23.80	57.68	53.22	43.40
pH <sub>eau 1/2.5</sub>	7.75	7.37	7.46	8.45	8.33	7.84

CE <sub>à 25°C</sub> (dS/m) <sub>1/2.5</sub>	0.47	0.46	1.34	13.71	16.03	5.17
Gypse (%)	7.85	19	60	28.64	36.30	3.63
Calcaire (%)	2.05	11.28	0.51	1.53	0.51	2.56
M.O (%)	0.10	0.02	0.15	0.60	0.34	0.36
C (%)	0.06	0.01	0.09	0.35	0.2	0.21
N (%)	0.016	0.003	0.014	0.03	0.012	0.018
C/N	3.8	3.3	6.42	11.66	16.7	11.66
Sable grossier (%)	28	34	40	22	12	21
Sable fin (%)	67	57	32	35	46	38
Limon (%)	4	7	23	32	28	33
Argile (%)	1	2	5	11	14	8
Texture [4]	sableuse	Sableuse	sableuse	limono-sableuse	limono-sableuse	limono-sableuse

Le couvert végétal est dispersé et parfois totalement absent. Les végétaux qui se développent sur les sols étudiés, présentent plusieurs caractères morphologiques orientés vers l'économie de l'eau. Parmi les plantes spontanées trouvées on cite les espèces suivantes : *Tamarix gallica* (Tamaricaceae), *Phragmites communis* (Poaceae), *Cynodon dactylon* (Poaceae), *Halocnemum strobilaceum* (Chenopodiaceae), *Juncus rigidus* (Juncaceae), *Zygophyllum album* (Zygophyllaceae).

Les analyses microbiologiques montrent que tous les sols étudiés sont peuplés par une microflore diversifiée et adaptée aux conditions difficiles du milieu saharien. Les résultats obtenus montrent que les valeurs de 33,27 à 263,88 µg de germes/g de sol sec, sont plus élevées que celles de 2,55 à 26,63 µg de germes/g de sol sec trouvées dans les sols halomorphes nus d'une sebkha située au niveau de l'exploitation de l'université de Ouargla (ex-Itas) en utilisant la même méthode (fumigation-extraction) [11].



**Figure 2.-** Variation de la biomasse microbienne dans les sols étudiés

La figure 2 montre que, la biomasse microbienne varie considérablement d'un sol à un autre, elle atteint sa valeur maximale (263.88 µg/g de sol sec) dans le sol de la palmeraie (S<sub>5</sub>), tandis que la valeur minimale (33.27 µg/g de sol sec) est enregistrée dans le

sol de la Sebkha sans végétation (S<sub>4</sub>SV). Cette variation est due au couvert végétal et aux effets du type du sol. En effet, les populations microbiennes sont dépendantes des caractéristiques physico-chimiques du sol [23, 24, 25]. Les principaux paramètres sont la texture, la structure, le pH, et la teneur en matière organique [19].

Le dénombrement des germes montre que les bactéries (110 à 469 x10<sup>3</sup> germes/g du sol sec) sont les micro-organismes les plus abondants dans tous les sols étudiés. Elles constituent environ 83 à 97% de la microflore totale à cause de leur grand pouvoir de multiplication. Elles sont suivies par les actinomycètes (7 à 80 x10<sup>3</sup> germes/g du sol sec), ensuite les champignons (0,24 à 4,6 x10<sup>3</sup> germes/g du sol sec), tandis que les algues (0 à 5,4 x10<sup>3</sup> germes/g du sol sec) sont les moins abondantes. Le nombre de micro-organismes varie considérablement d'un sol à un autre. Le maximum de germes (3100 à 4600x10<sup>3</sup> germes/g du sol sec), est enregistré dans les sols des palmeraies S<sub>5</sub> et S<sub>4</sub>V (de sebkha à végétation) où les conditions du milieu sont les plus favorables pour le développement des micro-organismes telluriques.

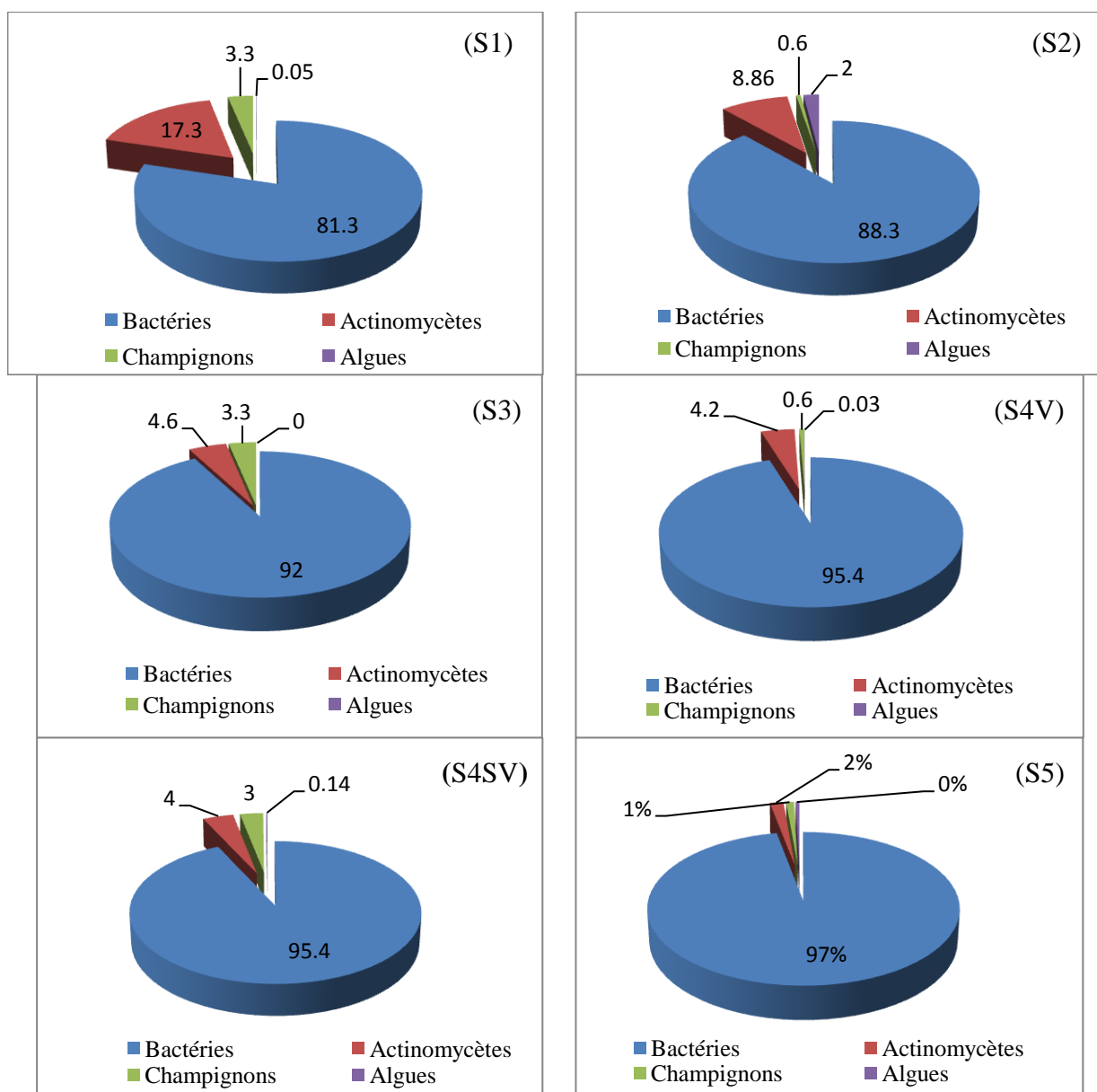
Les croûtes biologiques dans les stations étudiées sont peu développées à cause des facteurs climatiques (rareté des pluies), des facteurs biologiques (rareté ou absence du couvert végétal).

Du point de vue qualitatif, tous les sols étudiés contiennent une microflore diversifiée: des bactéries, des actinomycètes, des champignons surtout les espèces fongiques suivantes: *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Alternaria* sp, et *Trichoderma* sp. et également des algues unicellulaires et filamenteuses. La plupart des espèces microbiennes des sols étudiés reste mal connue de point de vue taxinomique et fonctionnel [26, 27, 28, 29, 30].

## Conclusion

Les sols étudiés contiennent une microflore tellurique adaptée aux conditions difficiles du milieu saharien.

Le dénombrement des germes (par la méthode de suspensions-dilutions) montre que les bactéries sont les micro-organismes les plus abondants dans tous les sols étudiés à cause de leur grand pouvoir de multiplication; suivies par les actinomycètes, ensuite les champignons, tandis que les algues sont les moins abondantes. La biomasse et le nombre de micro-organismes varient considérablement d'un sol à un autre; le maximum est enregistré dans les sols de la palmeraie (S<sub>5</sub>) et de sebkha à végétation (S<sub>4</sub>V) où les conditions du milieu sont les plus favorables pour le développement des micro-organismes telluriques. Les croûtes biologiques des sols sahariens, restent mal connues de point de vue composition spécifique et rôles écologiques, ce qui nécessite la multiplication des recherches dans ce domaine.



**Figure 3.-** Répartition des groupes microbiens dans les sols étudiés

### Références bibliographiques

- [1].- Belnap J., Kaltenecker J H., Rosentreter R., Williams J., Leonard S., et Eldridge D., 2001.- Biological soil crusts: Ecology and management. U.S. Department of the interior, Colorado, 110p.
- [2].- Belnap J., Philips S L., Miller M E., 2004.- Response of desert biological soil crusts to alterations in precipitation frequency. *Oecologia*, Springer Verlag, Berlin, Germany 141: 306-316.
- [3].- Breen K., Lévesque E., 2006.- Proglacial succession of biological soil crusts and vascular plants biotic interactions in the high Arctic. *Canadien Journal of Botany*, vol. 84, 11: 1714-1731

- [4].- Evans R D., Lange O. L., 2001.- Ecosystem nitrogen and carbon dynamics. Biological soil crusts: structure, function, and management. Springer Verlag, Berlin, Germany; vol. 150: 183-225.
- [5].- Lalley J S., Viles H A., 2008.- Recovery of lichen-dominated soil crusts in hyper-arid desert. *Biodiversity and Conservation*, 17: 1-20
- [6].- Ouestani M., 2006.- Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques (fumier de volailles et fumier de bovins) sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions sahariennes (Cas de Ouargla). Mémoire de Magist., Université de Ouargla, 187 p.
- [7].- FAO, 1990.- World Reference Base for Soil Resources. Report N° 84, ISRIC and FAO, Rome. 88 p.
- [8].- Halilat M ; T., 1998.- Etude expérimentale de sable additionné d'argile. Thèse de Doct., INA, Paris, 228 p.
- [9].- Halitim A., 1988.- Sols des régions arides d'Algérie. Office des Publications Universitaires, Alger, 384 p.
- [10].- Hamdi-Aissa B., Valles V., Aventurier A., Ribolzi O., 2004.- Soils and brines geochemistry and mineralogy of hyper arid desert playa, Ouargla basin, Algerian Sahara. *Arid Land Research and Management*, 18: 103-126
- [11].- Bazzine M., 2002.- Etude de la biomasse microbienne dans les sols halomorphes d'une sebkha située au niveau de l'exploitation de l'université de Ouargla (ex-ITAS). Mémoire. Ing. Ecol, Univ. de Ouargla, 106 p.
- [12].- Beggari Z., Moulay Omar K., 2008.- Contribution à l'étude quantitative de la biomasse microbienne dans un sol gypseux de surface dans la région de Ouargla. Mémoire D.E.S. Microbiol., Univ. de Ouargla, 69 p.
- [13].- Ben Abderrahmane M., Ben Khedda N., et Hadeff R., 2006.- Contribution à l'étude de la biomasse microbienne dans un sol gypso-calcaire dans la région de Ouargla. Mémoire de DES. Microbiologie, Université de Ouargla, 51 p.
- [14].- Labouz I., 2005.- Contribution à l'étude de la biomasse microbienne dans un sol gypseux de la région de Ouargla., Mémoire. Ing. ecol., université de Ouargla, 50 p.
- [15].- AFNOR., 1999a.- Qualité des sols. Ed. Afnor, Paris, vol. 1, 567 p.
- [16].- AFNOR., 1999b.- Qualité des sols. Ed. Afnor, Paris, vol. 408 p.
- [17].- Baize D., 2000.- Guide des analyses en pédologie. Ed. INRA, Paris, 257 p.
- [18].- ITA., 1975.- Laboratoire du sol: Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. Institut Technologique agricole, Mostaganem, 78 p.
- [19].- Chaussod R., 1996.- La qualité biologique des sols: évaluation et implication. Etude

- et Gestion des Sols. AFES-INRA, Ardon, 3 (4): 261-278.
- [20].- Davet P., Rouxel F., 1997.- Détection et isolement des champignons du sol. Ed. INRA, Paris, 201 p.
- [21].- Pochan J., 1954.- Manuel technique d'analyses microbiologiques du sol. Masson et Cie Editeurs, Paris. 123 p.
- [22].- Chehema A., 2006.- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Dar El Houda, Ain M'Lila, 140 p.
- [23].- Boullard B., Moreau R., 1962.- Sol, microflore, et végétation, équilibres biochimiques et concurrence biologique. Ed. Masson et Cie éditeurs, Paris: 17- 49.
- [24].- Dommergues Y., Mangenot F., 1970.- Ecologie microbienne du sol. Ed. Masson et Cie Editeurs, Paris, 796 p.
- [25].- Gobat J M., Aragno M., Matthey W., 2003.- Le sol vivant. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 568 p.
- [26].-Ali-Haimoud A., Amir H., Bounaga D., Chami M., et Djellali N.- 1980. Contribution à l'étude de l'activité microbiologique de quelques sols de la sebkha de Boughzoul (Hauts Plateaux Algérois). *Physiol. vég.*, 18: 19-33.
- [27].- Bensultane A., Kihel M., Abd elkadhem E., Moussa A., 1999.- Microbiologie des sols. Maison de l'Ouest pour l'édition et la distribution, Oran, 287 p.
- [28].- Hethener P., 1965.- Activité microbiologique des sols à *Cupressus Dupreziana A. Camus* au Tassili N'Ajjer (Sahara central). Faculté des Sciences d'Alger, 100 p.
- [29].- Killian CH., Feher D., 1939.- Recherches sur la microbiologie des sols désertiques. Paul Le Chevalier Editeurs, Paris. 127 p.
- [30].- Sabaou N., Boudjella H., Bennadji A., Mostefaoui A., Zitouni A., Lamari L., Bennadji H., 1998.- Les sols des oasis du Sahara algérien, source d'actinomycètes rares producteurs d'antibiotiques. *Sècheresse*, 9 (2):

## ETUDE DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DE LA REGION DU SOUF (SAHARA SEPTENTRIONAL ALGERIEN)

MEDJBER TEGUIG Torkia

*Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides*

*Faculté des Sciences de la Nature et de Vie, Université de Ouargla*

*30000 Ouargla, Algérie. E-mail: [Torkia\\_eco@yahoo.fr](mailto:Torkia_eco@yahoo.fr)*

**Résumé.-** Le présent travail est une caractérisation floristique de la région du Souf. L'étude est réalisée dans 4 stations d'étude suivant les différentes formes géomorphologiques (erg, sahane, nebka et chott). L'application de l'échantillonnage subjectif a permis de recenser 62 espèces, réparties en 23 familles. Les Asteraceae, les Amaranthaceae, les Fabaceae et les Poaceae, sont les familles les plus représentées. Selon la catégorie biologique, les vivaces comptent 35 espèces, et les annuelles correspondent à 27 espèces avec dans le sahane 7 espèces (14 vivaces, 23 annuelles); le nebka 18 espèces (19 vivaces, 14 annuelles), l'erg 18 espèces (15 vivaces, 3 annuelles) et le chott 11 espèces toutes vivaces. Les espèces les plus abondantes restent *Mattiola livida* (sahane); *Ifloga spicata* (nebka); *Cyperus conglomeratus* (erg) et *Traganum nudatum* (chott). Les types biologiques les plus fréquents, demeurent les thérophytes (45.16%), suivis par les chaméphytes (30.64%). L'élément saharo-sindien est abondant (64.77%), puis vient l'élément endémique (17.77%). L'analyse factorielle de correspondances laisse apparaître que les plantes se répartissent en 4 groupes et 12 sous-groupes. Elles sont regroupées en fonction de leurs affinités écologiques. La position de chaque espèce dépend d'un ensemble de facteurs écologiques telles que la sécheresse, la nature du sol, l'humidité et la géomorphologie influant, directement la distribution des espèces végétales.

**Mots clés.-** Flore spontanée, Souf, sahane, erg, nebka, chott.

### CONTRIBUTED STUDY OF FLORISTIC COMPOSITION IN SOUF REGION OF NORTH SAHARA

**Abstract.-** This study was conducted in four different stations following the various sites geomorphologic (erg, sahane, nebka and chott). For the study flora, the applications of subjective sampling with a minimal area method on the ground are allowed plants. The number of species is 62, divided into 23 families. The most important families are: Asteraceae, Amaranthaceae, Fabaceae and Poaceae. The inventoried species was divide on 35 vivacious and 27 ephemeral species; at erg 18 species (15 vivacious, 3 ephemeral); sahane 37species (14 vivacious, 23 ephemeral); nebka 33 species (19 vivacious, 14 ephemeral) and at chott 11 species (11vivacious, 0 ephemeral). The most abundant species was *Mattiola livida* (sahane); *Ifloga spicata* (nebka); *Cyperus conglomerates* (erg); *Traganum nudatum* (chott). The most abundant biological model is thérophytes (45.16%), followed by chaméphytes (30.64%).the most abundant element is saharo-sindien (64.77%) and the endémique with (17.77%). The factorial analysis of the correspondences has been applied to the spontaneous flora in this case elucidates that the plants should be divided in 4 groups and 12 subgroups, the species spontaneous in souf flora, the plants distributed is a function of their ecological affinity. In addition, the position of each species depends of many factors in particular dryness, soil and humidity, and geomorphologies get a direct influence on the distribution of the species.

**Key words:** Flora, spontaneous, Souf, sahane, erg, nebka, chott.



## Introduction

Le Sahara est le plus grand désert mais également le plus extrême. C'est-à-dire celui dont les conditions désertiques atteignent leurs plus grande âpreté, ce qui est caractérisé par une forte température, et un régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs [1]. Le Sahara qui est le plus grand désert, se caractérise par des conditions climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants. Malgré les conditions environnementales très rudes et très contraignantes, il existe toujours des zones géomorphologiques offrant des conditions plus ou moins favorables pour la survie et la prolifération d'une flore spontanée saharienne caractéristique et adaptée aux aléas climatiques, très rudes de ce milieu désertique. En dehors de ces zones, le couvert végétal est totalement inexistant [2]. La couverture végétale dans la région du Souf, est un exemple parfait des plantes sahariennes. L'étude de la végétation de cette région a une grande importance, non seulement pour la reconnaissance des différentes espèces végétales mais aussi pour comprendre le fonctionnement de l'écosystème saharien. Le présent travail porte sur la reconnaissance des espèces végétales, en fonction de quelques formes géomorphologiques qui existent dans la région du Souf. Cette contribution s'inscrit dans le cadre de l'ensemble des travaux scientifiques réalisés dans le but de préserver et protéger l'écosystème saharien.

## 1.- Méthodologie

La wilaya d'El Oued, est située aux confins septentrionaux de l'erg oriental, au Sud Est de l'Algérie, entre les longitudes 6 et 8 et les latitudes 30 et 34 [3].

L'étude est réalisée dans quatre stations différentes suivant les formes géomorphologiques (sahane, nebka, erg et chott).

**Station de sahane (6° 49'73"E, 33° 24' 75" N), se situe à une altitude de 21,36 m.** Cette station d'étude se trouve dans la commune de Kouinine, à une distance de 6 km, en allant vers Biskra. L'aire minimale de cette station est 32 m<sup>2</sup>.

**Station de nebka (6° 40' 10" E, 33° 42' 35" N), se situe à 45 km au nord de la commune de Reguiba à une altitude de 19,87 m.** L'aire minimale de cette station est de 128 m<sup>2</sup>.

**Station de l'erg (6° 48' 12"E, 33°21' 4" N), est située dans la commune d'El-Oued, à une distance de 3 km du centre ville, à gauche de la route nationale (RN) 16, à une altitude de 23,45 m.** L'aire minimale de cette station est de 256 m<sup>2</sup>.

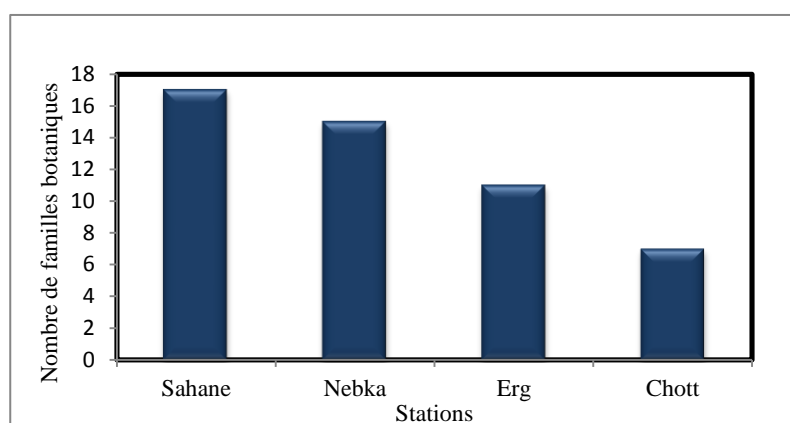
**Station du Chott (6° 34' 56" E, 33° 48' 21" N), est localisée dans la commune de Reguiba, à une distance de 60 km d'El-Oued, à gauche de la route nationale (RN) 48, en allant vers Biska, à une altitude de 13,38 m.** L'aire minimale de cette station est de 256 m<sup>2</sup>.

La méthode utilisée pour réaliser l'inventaire floristique, est l'aire minimale qui est la surface minimale au-delà de laquelle, il n'y a pas une augmentation du nombre d'espèces même si la surface augmente [4].

Pour l'exploitation des résultats, il est fait appel à l'analyse factorielle des correspondances [5].

## 2.- Résultats et discussion

L'étude floristique menée dans la région du Souf, à travers les 4 stations d'étude a permis de recenser 62 espèces végétales regroupées en 23 familles botaniques. HALLIS (2007), signale que le nombre des espèces spontanées est limité et ne dépasse pas 120 espèces spontanées [6]. VOISIN (2004), note que les principales plantes du Souf sont 29 espèces [3], alors que 500 espèces sont inventoriées par OZENDA (1983) dans le Sahara septentrional [1]. Les familles botaniques les mieux représentées sont celles des Asteraceae (composées) avec 10 espèces, des Amaranthaceae (Chenopodiaceae) (8 espèces), des Fabaceae et des Poaceae avec (6 espèces). Les familles comme les Boraginaceae (3 espèces), les Brassicaceae (3 espèces), les Caryophyllaceae (3 espèces), les Liliaceae (3 espèces), les Plantaginaceae (3 espèces), les Plombaginaceae (3 espèces) et les Geraniaceae (2 espèces), en possèdent moins. Près de 20 familles, sont représentées par une seule espèce. OZENDA (1983) note que les graminées, les légumineuses et les composées sont partout les familles prédominantes, même dans la partie méridionale [1]. Pour la station de chott les Amaranthaceae dominant, lorsque la salure est forte, seules peuvent vivre une petite minorité de plantes et notamment des Chenopodiaceae [1] (fig1).



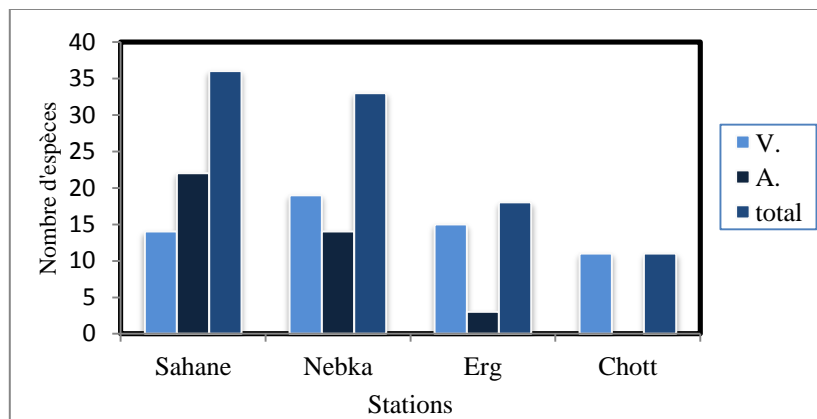
**Figure 1.-** Nombre de familles botaniques en fonction des stations

La répartition des espèces est différente suivant les sites géomorphologiques de la région du Souf. La station sahane, présente 36 espèces regroupant ainsi plus de 58% de la totalité des espèces inventoriées, suivit par la station nebka avec 33 espèces et la station erg avec 18 espèces et enfin la station chott représenté par 11 espèces.

La station sahane, est relativement riche en espèces. Cette richesse est due à la présence des espèces annuelles. D'après OZENDA (1983), la richesse est due à l'accumulation de l'eau en hivers [1]. Les conditions climatiques en particulier la pluie, représentent le principal facteur écologique de la variation de la biodiversité.

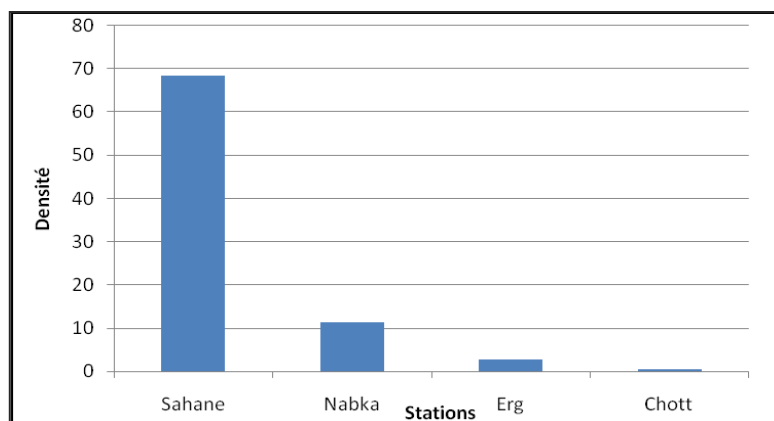
La catégorie biologique des espèces est variable selon les formes géomorphologiques, sur les 62 espèces échantillonnées, 35 sont vivaces et 27 annuelles. Ces valeurs sont différentes d'une station à l'autre selon les biotopes. Dans l'erg; les vivaces totalisent 15 espèces et les annuelles 3 et dans la nebka; les vivaces 19 espèces et les annuelles 14. D'après FLORET ET PONTANIER (1973), les accumulations éoliennes importantes et mobiles sont pauvres en annuelle, conséquence de la mouvance du sable et

dans ce cas, ce sont les espèces pérennes psammophyles qui s'installent car ayant un système racinaire développé capable d'aller puiser l'eau en profondeur [7]. D'après OZENDA (1987), pour la définition de nebka: elle résulte de l'arrêt du sable par un obstacle à savoir touffe de buisson comme les touffes psammophytes vivaces [8]. Dans la station sahane; les vivaces sont 14 et les annuelles 22 espèces (fig. 2).



**Figure 2-** Richesse totale dans les différentes stations d'études

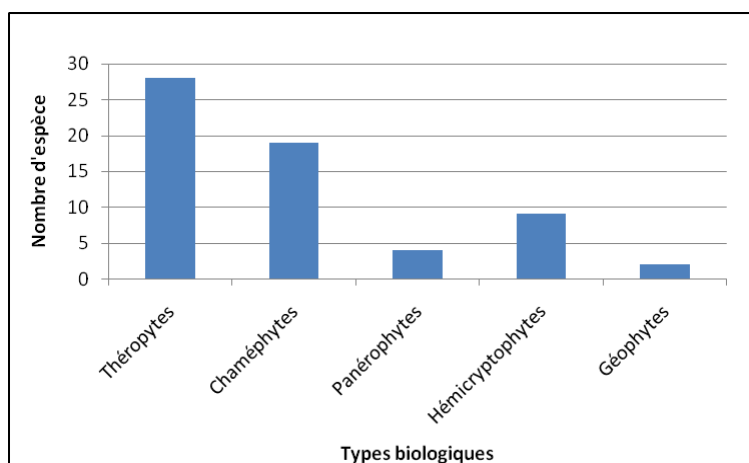
La densité est très différente suivant les espèces et pour la même espèce selon les stations d'études. Cela vient appuyer les résultats de LE HOUEROU (1990), qui rapporte que la végétation est disposée, sur un mode diffus, sur les substrats sableux et un mode contracté, sur les substrats squelettiques ou argileux [10]. La densité est importante dans la Sahane suivant le nombre et la taille des espèces (fig. 3).



**Figure 3.-** Densité totale des espèces inventoriées suivant les différentes stations d'étude

Le pourcentage cumulé des Thérophytes, est dominant avec un taux global de 45,16% et la plus grande valeur est marquée pour la station sahane, suivit par les Chaméphytes avec 19 espèces et un pourcentage de 30,64% et la plus grande valeur marque la même station, la dominance de ces deux types biologiques s'explique par la convenance des conditions de milieu notamment la géographie et la distribution des biotopes. Selon LACOSTE et SALANON (2001), dans les zones arides et semi arides méditerranéennes, ce sont les Thérophytes qui dominent [11]. Les chaméphytes ont une bonne adaptation à la sécheresse [12]. AIDOU (2005), note que dans les zones arides et semi-arides méditerranéennes, ce sont les thérophytes qui dominent, concernant la rareté

des phanérophytes [12]. OZENDA (1964) signale que la strate arborée de la zone aride est très disséminée et dispersée dans l'espace [13]. MONOD (1973), note que le caractère commun à l'ensemble des déserts, est bien la rareté des arbres [14] (fig. 4).



**Figure 4.-** Types biologiques des espèces spontanées recensées dans la région d'étude

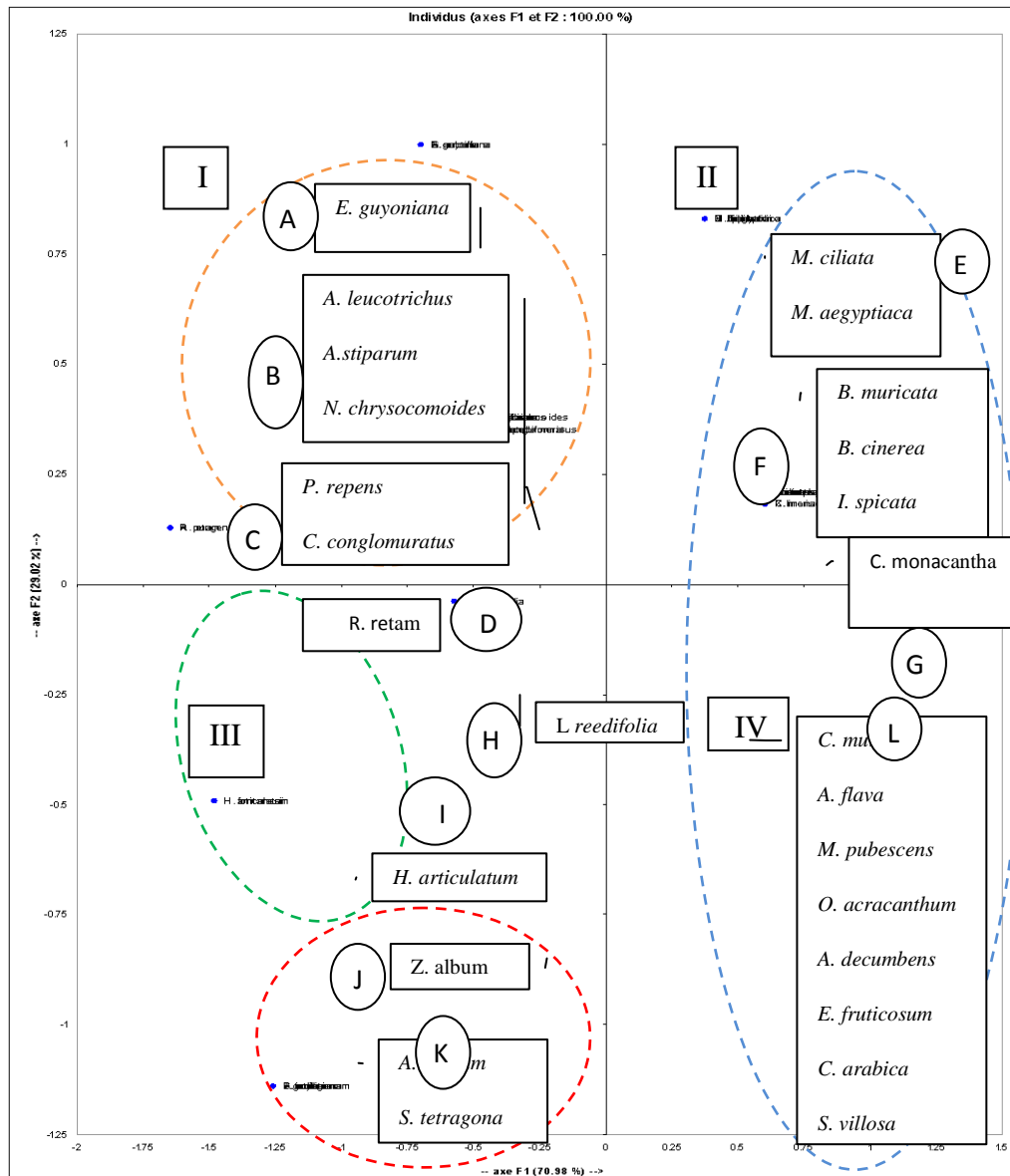
L'élément Saharo-Sindien est le plus représenté avec 29 espèces et un pourcentage de 46,77%. Selon OZENDA (1983), l'élément Saharo-Sindien est toujours nettement prédominant, il représente plus de trois quarts de la flore au Sahara septentrional [1]. Suit de l'élément endémique avec 10 espèces et un taux de 16,12%. Ceci est dû à l'isolement géographique de la zone d'étude due à des facteurs climatiques notamment le double stress hydrique et thermique, bien que les éléments les moins représentatifs sont le méditerranéen avec 8 espèces et le saharo-méditerranéen avec 5 espèces et le cosmopolite avec 2 espèces (tab. I).

**Tableau I.-** Eléments biogéographiques des espèces spontanées inventoriées dans les stations d'étude

Eléments biogéographiques	Sahane		Nebka		Erg		Chott	
	N	P%	N	P%	N	P%	N	P%
Saharo-sindien	19	51,31	17	53,12	11	61,11	3	27,27
Médit	6	16,21	3	9,37	1	5,55	2	18,18
Endémique	4	10,81	4	12,50	4	22,22	0	0
Endémique Nord Africain	1	2,70	3	9,37	0	0	2	18,18
Saharo-méditerranéen	5	13,51	3	9,37	0	0	2	18,18
Cosmopolite	1	2,70	0	0	0	0	1	9,09
Sahara oriental	1	2,70	1	3,12	1	5,55	0	0
Sahara occidental, Asie central.	0	0	1	3,12	1	5,55	1	9,09

L'analyse factorielle des correspondances des espèces permet d'identifier 4 groupes phytoécologiques pour les 4 stations d'études, divisés en 12 sous groupes dont la distribution est liée à l'influence de deux facteurs écologiques (formes géomorphologiques et facteur édaphique). Les sous-groupes B, C et D comportent les psammophytes. Le sous groupe J comporte les espèces hygrophyles, sous groupe K comporte les espèces halophytes. C'est un groupe individualisé par les facteurs édaphiques, dominé par la salure. C'est une phytocénose à biotope halomorphe humide et xérique saharien [15]. Le sous-

groupe L comporte les espèces gypsophyles, et les sous groupes A, E, F, G, H et I sont des transitions entre les sous groupes B, C, K et L (fig. 5).



**Fig. 5.-** Carte factorielle des espèces végétales des différentes stations d'étude

**Conclusion**

Dans la région du Souf, la répartition de la végétation reste hétérogène d'un biotope à un autre. La richesse floristique totale appliquée aux différentes espèces végétales caractéristique des stations d'études de la région du Souf, montre des fluctuations qui résultent essentiellement de la nature de chaque biotope

**Références bibliographiques**

[1].- Ozenda P., 1983.- Flore du Sahara. Ed. Centre nati. rech. sc., Paris, 622 p.

- [2].- Chehema A., 2006.- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides université, Univ. Ouargla, 140 p.
- [3].- Voisin A. R., 2004.- Le Souf monographie. Ed. EL-Walid, 319 p.
- [4].- Gounot. M., 1960.- Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie, Paris, 314 p.
- [5].- Lehu J. 2004.- L'encyclopédie du marketing. Editions d'Organisation, Paris,. 956 p.
- [7].- Floret C. et Pontanier R., 1973.- Etude de trois formations végétales naturelles du Sud Tunisien: Production, bilan hydrique des sols (premiers résultats saison 1971-1972). Doc. Inst. Nat. Rech. Agron, Tunis, 55 p.
- [8].- Ozenda P., 1978.- Flore du Sahara septentrional et central. Ed. CNRS, Paris, 486 p.
- [9].- Baameur M., 2006.- Contribution à l'étude de la répartition biogéographique de la flore spontanée de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est algerien). Mém. Mag., Univ. Ouargla, 100 p.
- [10].- Le Houerou H.-N., 1990.- Définition et limite bioclimatique du Sahara. Sécheresse, vol. 1, (4): 246-259.
- [11].- Lacoste A. et Salanon R., 2001.- Elément de biogéographie et d'écologie. Ed. Natan université, Paris, 318 p.
- [12].- Aidoud A., 2005.- Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférences, Université de Rennes, 11 p.
- [13].- Ozenda P., 1964.- Biogéographie végétale. Ed. DOIN. Editeurs, Paris, 360 p.
- [14].- Monod T., 1973.- Les déserts. Ed. Horizons, Paris, 247 p.
- [15].- Quezel P. et Santa S., 1962.- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS., T. 2, Paris, 1170 p.

[6] (2007) حليس يوسف, الموسوعة النباتية لمنطقة سوف, مطبعة الوليد, 252 ص

## **APPORT DE LA TELEDETECTION DANS L'ETUDE DE LA RELATION ENTRE ETATS DE SURFACE ET PEDOPAYSAGES EN MILIEU ARIDE: EXEMPLE DE LA REGION D'EL OUTAYA (BISKRA, ALGERIE)**

ASSAMI Tarek<sup>1\*</sup>, HAMDIAISSA Baelhadj<sup>2</sup>, HALITIM Amor<sup>3,1</sup>, MOSTEFAOUI Tawfik<sup>1</sup>, ROUAHANA Houria<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides  
Omar El Bernaoui, Biskra, Algérie

<sup>(2)</sup>Département d'agronomie, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie

<sup>(3)</sup>Département sciences du sol, Université de Batna, Batna, Algérie

Email: assami.tarek@gmail.com

**Résumé.-** La région d'El Outaya est située dans l'étage bioclimatique aride à 15 km de Biskra (Algérie). Les sols sont peu couverts par la végétation permettant ainsi l'observation directe des sols qui présentent des états de surface très divers, particulièrement intéressants du point de vue pédologique. Cette étude porte sur deux aspects à savoir d'une part, évaluer la capacité de discrimination des différents états de surface par télédétection multispectrale et d'autre part, étudier l'organisation spatiale des états de surface en relation avec les pédopaysages. Concernant le premier aspect, l'utilisation de l'image Landsat 5 TM dans l'identification des états de surface a relevé que les informations spectrales liées à la couleur, la minéralogie et la rugosité sont satisfaisantes à l'exception de la discrimination des états de surface à croûte saline et des surfaces à croûte sédimentaire de type 1 qui s'est avérée difficile à cause de la confusion spectrale. Quant au second aspect de l'étude, à partir de la carte des états de surface issue de la classification par maximum de vraisemblance et des relations chorologiques liant les caractères de la surface de la couverture pédologique aux paramètres externes de différenciation du paysage, il est déterminé quatre grands ensembles pédopaysagiques (sableux, colluvionnaires, alluvionnaires et salins) dans la région. Ceci constitue un document préparatoire rapide et utile à toute étude pédologique dans les régions arides qui sont peu cartographiées.

**Mots clés :** El Outaya, télédétection, états de surface, pédopaysage, région aride.

## **CONTRIBUTION OF REMOTE SENSING IN THE STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOIL SURFACE STATE AND SOIL LANDSCAPES IN ARID AREAS: THE EXAMPLE OF THE REGION OF EL OUTAYA (BISKRA)**

**Abstract.-** The region of El Outaya is located in the arid bioclimatic level at 15 km of Biskra (Algeria), the soils are covered by vegetation allowing direct observation of soils which have a wide range of soil surface state, particularly interesting at the soil perspective. The objective of this study focuses on two aspects namely on the one hand, to evaluate the ability to discriminate different soil surface state by multispectral remote sensing and secondly, to study the spatial organization of soil surface state in relation to soil landscapes. Regarding the first aspect, the use of landsat 5 TM image in the identification of surface conditions noted that the spectral information related to color, mineralogy and roughness are satisfactory except for the discrimination of salt crust surfaces and sedimentary crust surfaces of type 1 which proved difficult due to the spectral confusion. The second aspect of our study, from the map of soil surface state following the classification by maximum of likelihood and chorological relationships linking characters from the surface of the soil cover to external parameters of landscape differentiation, it was determined four soil landscape sets (sandy, colluvial, alluvial and saline) in region. This constitutes a quick and useful preparatory document for all soil survey in arid regions which are not mapped.

**Key words:** El Outaya, remote sensing, soil surface state, soil landscape, arid region

## Introduction

En Algérie, les sols des régions arides sont importants, puisqu'ils représentent 95% du territoire national dont 80% dans le domaine hyperaride [1]. Or, la planification rationnelle d'un développement agricole durable de ces régions nécessite une bonne connaissance des sols particulièrement du point de vue inventaire pédologique. Les méthodes classiques de cartographie restent difficiles et coûteuses. Néanmoins, ces étendues vastes présentent une faible couverture végétale permettant l'observation directe de la surface des sols.

Par ailleurs, le développement de l'étude de ces milieux par télédétection a montré qu'en absence de la végétation, les caractéristiques de la surface du sol peuvent être identifiées telles que la couleur du sol [2], la rugosité [3] et la minéralogie [4,5]. Ceci implique que les images satellitaires apportent des informations sur la surface du sol et, sont utilisées comme une source de variables environnementales dans la cartographie numérique du sol [6]. Cette étude recherche des relations entre certaines caractéristiques du sol de la région d'El Outaya et le comportement spectral du sol sur une image multispectrale de type Landsat 5 TM. Elle étudie de même l'organisation spatiale des états de surface en relation avec les pédopaysages.

## 1.- Matériel et méthodes

### 1.1.- Région d'étude

La région d'El Outaya occupe une superficie de 33.300 ha. Elle fait partie de la wilaya de Biskra (Algérie) (fig. 1). Elle se caractérise par un climat aride (127,73 mm de précipitations et une température moyenne de 23,15°C). Les paysages présentent des modèles typiques des régions arides qui sont constituées de glacis avec une couverture d'éléments grossiers en surface, des zones d'épandage, des terrasses qui occupent des pentes faibles constituées d'alluvions hétérogènes et des sebkhas. Les sols sont hétérogènes, il est noté la présence de sols peu évolués non climatique d'apport colluvial, de sols peu évolués non climatique d'apport alluvial et des sols halomorphes à structure dégradé et non dégradés [7,8]. La végétation naturelle est très peu dense et de type herbacée. Quant à l'utilisation humaine de cette zone, elle est essentiellement agricole et pastorale. La région d'étude se caractérise par une végétation naturelle de type steppique et des zones de cultures réduites par rapport à la surface totale, permettant d'observer une hétérogénéité importante des états de surface du sol.

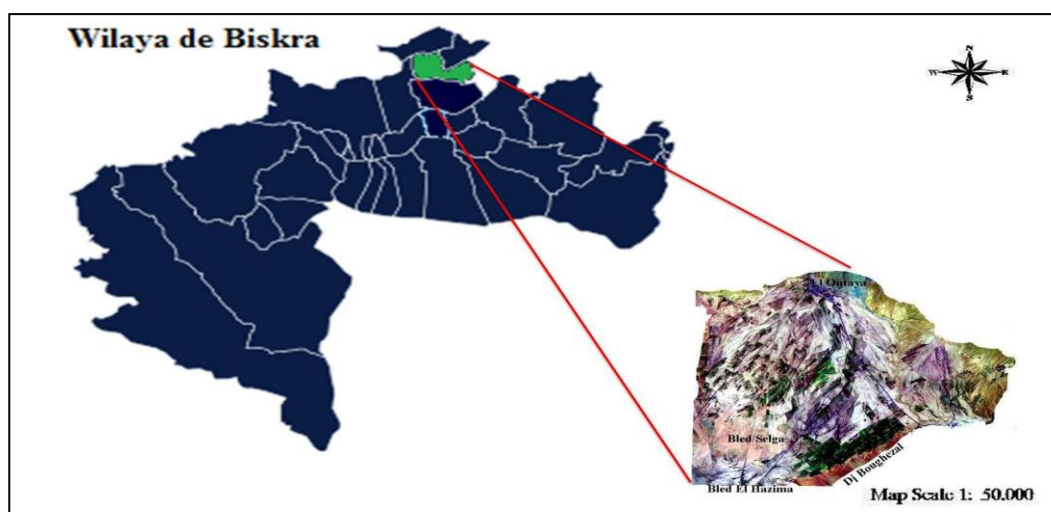
### 2.2.- Etats de surface

Les états de surface correspondent «à la composition et à l'organisation de la surface du sol à un instant donné» [9]. Pour chaque état de surface décrit, on peut établir une hypothèse de lois chorologiques liant les caractères des états de surface et leur distribution dans les pédopaysages. Le choix des critères d'identification des états de surface repose sur un certain nombre de paramètres observés lors de la prospection ainsi que sur des travaux de recherche réalisés dans des milieux arides [10,11]. Certaines variables retenues tels que la rugosité, l'humidité et la couleur sont en relation avec la réponse spectrale du sol. Les composantes retenues sont:

- Les croûtes de surface: il est noté les différents types de croûtes, la structure, la texture, la couleur, l'humidité et la rugosité;



- Le recouvrement: le matériau pédologique affleurant peut être recouvert par des éléments de nature différente: apport éolien, pavage. Il est distingué les éléments fins des éléments grossiers par leur texture, on note l'abondance en surface, l'humidité et la couleur;
- Les efflorescences: se sont les tâches qu'on observe sur la surface du sol qui peuvent être de natures différentes, tels que les efflorescences salines. La forme, la couleur et l'abondance sont notés;
- Les éléments grossiers: les éléments grossiers sont décrits, il est noté l'abondance, la nature, la forme, la taille, l'humidité et la couleur;
- L'organisation superficielle particulière: dans cette partie sont décrites les organisations particulières observées sur la surface du sol et qui peuvent influencer le signal spectral par exemple la rugosité du sol (labours, fentes de retrait, etc....).



**Figure 1.-** Situation géographique de la région d'El Outaya

## **2.3.- Prétraitement de l'image satellitale**

L'image multispectrale Landsat 5 TM utilisée (fig. 2) correspond à la période la plus sèche (08/07/2010 à 10 heures 04 minutes), la végétation est peu abondante permettant d'identifier la surface du sol. L'image est considérée de bonne qualité puisque la couverture nuageuse est de 0%. Avant d'interpréter visuellement l'image obtenue en composition colorée, il est réalisé une correction géométrique et atmosphérique de l'image ainsi qu'un rehaussement de la qualité à l'affichage en utilisant le logiciel ENVI 4.6. L'objet de l'étude ne portant que sur la région d'El Outaya et sur la surface du sol nu, il est appliqué à l'image un masque radiométrique et géographique.

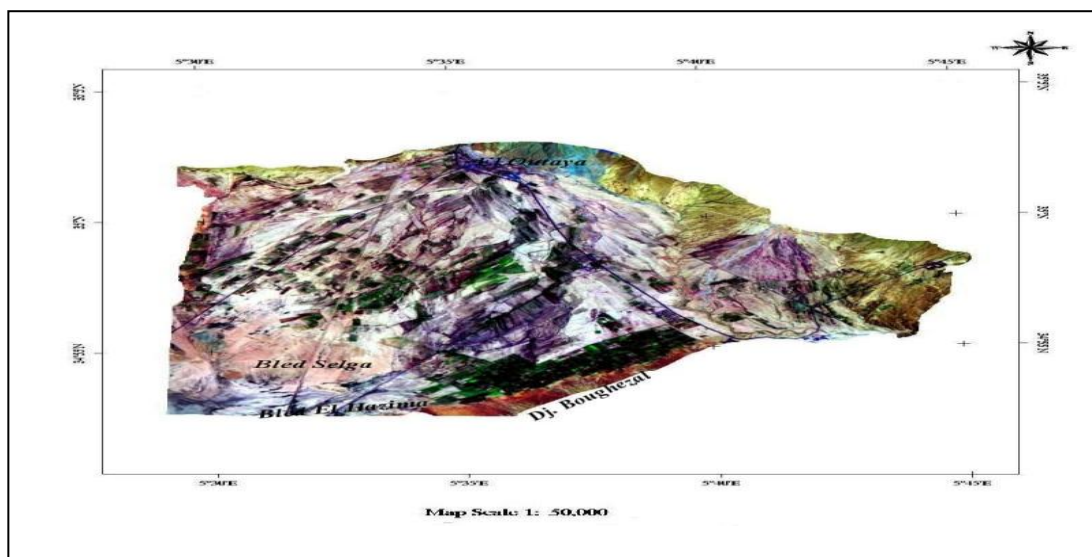
## **2.- Résultats et discussion**

### **2.1.- Description morphologique des principaux états de surface observés**

#### **2.1.1.- Etats de surface salins**

Les états de surface salins sont divers. Ils sont localisés dans le même ensemble géographique, c'est-à-dire dans les sebkhas de Bled Selaga et El Hazima. Il est observé deux groupes. Le premier est constitué de croûtes salines (SSC) caractérisées par une surface lisse avec une structure lamellaire, la couleur est rouge jaunâtre (7,5 YR 8/6 sec) et

la texture est sablo-limoneuse. Le deuxième groupe est constitué par des surfaces à pellicules et pseudosables (SSP). Les surfaces salines à pellicule sont caractérisées par une épaisseur qui varie de 1 à 5 mm avec une rugosité très faible par contre les surfaces à pseudosable sont plus rugueuses, elles présentent des microrides d'éolisation qui indiquent une zone de déflation. La structure est lamellaire (pellicules salines) ou à pseudosables. Cette dernière est le résultat du démantèlement d'une structure lamellaire préexistante sous l'influence de cristallites allongées de NaCl [12]. Ces états de surface ont une texture limoneuse à argilo-limoneuse. Quant à la couleur elle est rouge jaunâtre pour les pellicules salines (7,5 YR 8/6 sec) et les pseudosables (7,5 YR 6/8 sec).



**Figure 2.-** La région d'étude couverte par l'image Landsat 5 TM.

### 2.1.2.- Etats de surface sableux

Ce sont des formations sableuses qui occupent le bas versant nord de Djebel Boughezal, soit sous forme de champs de nebkas (NEBK) de couleur jaunâtre (10 YR 7/8 sec) et qui correspond à des accumulations éoliennes liées à la présence des buissons souvent prolongées par une flèche dunaire développée à l'abri du vent. Soit sous forme de placages éoliens sableux sur le versant (PEOS) de couleur brun jaunâtre (10 YR 6/8 sec).

### 2.1.3.- Etats de surface à croûte

#### 2.1.3.1.- Etats de surface à croûte sédimentaire

Les croûtes sédimentaires résultent d'un déplacement de particules avec tri après un ruissellement ou une accumulation localisée des eaux de ruissellement. Selon BOIFFIN [13], la croûte sédimentaire est la dernière phase de la formation d'une «croûte de battance». Ces croûtes sédimentaires sont les plus dominantes dans la plaine. Elles sont caractérisées par une texture hétérogène dominée soit par l'argile et/ou les limons. La structure est de type lamellaire. Elle correspond à des lits successifs de particules fines dues aux différentes phases de dépôt. L'épaisseur de la croûte est variable et atteint plusieurs centimètres. L'aspect de surface de la croûte est lisse. Selon le taux de couverture végétale et la rugosité de la surface, il se distingue deux types de croûte ;

- Croûte sédimentaire de type 1 (SCSED 1): Dans ce cas, la végétation est quasi absente, la

croûte est caractérisée par une couleur rouge jaunâtre (7,5 YR 6/8 sec), de texture limono-argileuse avec une structure lamellaire. La rugosité est très faible donnant un aspect de glaçage.

- Croûte sédimentaire de type 2 (SCSED 2): La couverture végétale est plus importante. La rugosité de la croûte est faible à moyenne, la couleur est rouge jaunâtre (7,5 YR 7/8 sec) et la texture est limoneuse.

### 2.1.3.2.- Etats de surface à croûte de décantation

C'est le microhorizon superficiel qui permet d'identifier aisément les croûtes de décantation (SCDEC). Il est fragmenté en polygones qui délimitent des prismes, des plaquettes ou des squames [14]. La couleur des croûtes est brun foncé (7,5 YR 5/8 sec) avec une structure lamellaire. La texture est argilo-limoneuse et la rugosité est moyenne. La caractéristique la plus importante de cet état de surface est la présence d'un réseau dense de fentes de retrait larges et profondes. Sa localisation est généralement dans les bas fonds de la plaine (Bled Selga, Bled El Hazima) et le long des oueds.

### 2.1.4.- Etats de surface à éléments grossiers

Ils sont caractérisés par un substrat constitué de cailloux, de pierres, de blocs, de sables et de croûtes. Deux types de surface sur le glacis, sont notés :

- Les surfaces de glacis de type 1 (GLA 1): La plus grande partie de la surface du sol est constituée de croûtes de couleur rouge jaunâtre (7,5 YR 6/8 sec) et d'éléments grossiers de type pierres et blocs ;

- Les surfaces de glacis de type 2 (GLA 2): ce sont des surfaces constituées de pierres et de blocs de formes arrondies et de couleurs variables. La surface du sol est très rugueuse. Elle est liée aux microreliefs des éléments grossiers.

## 2.2.- Choix des bandes spectrales

Afin d'obtenir la meilleure discrimination des surfaces, il est étudié les coefficients de corrélation (tab. I) qui indiquent que les valeurs les moins corrélés sont entre les bandes moyenne infrarouge TM 7, le visible TM 1 et le proche infrarouge TM 4.

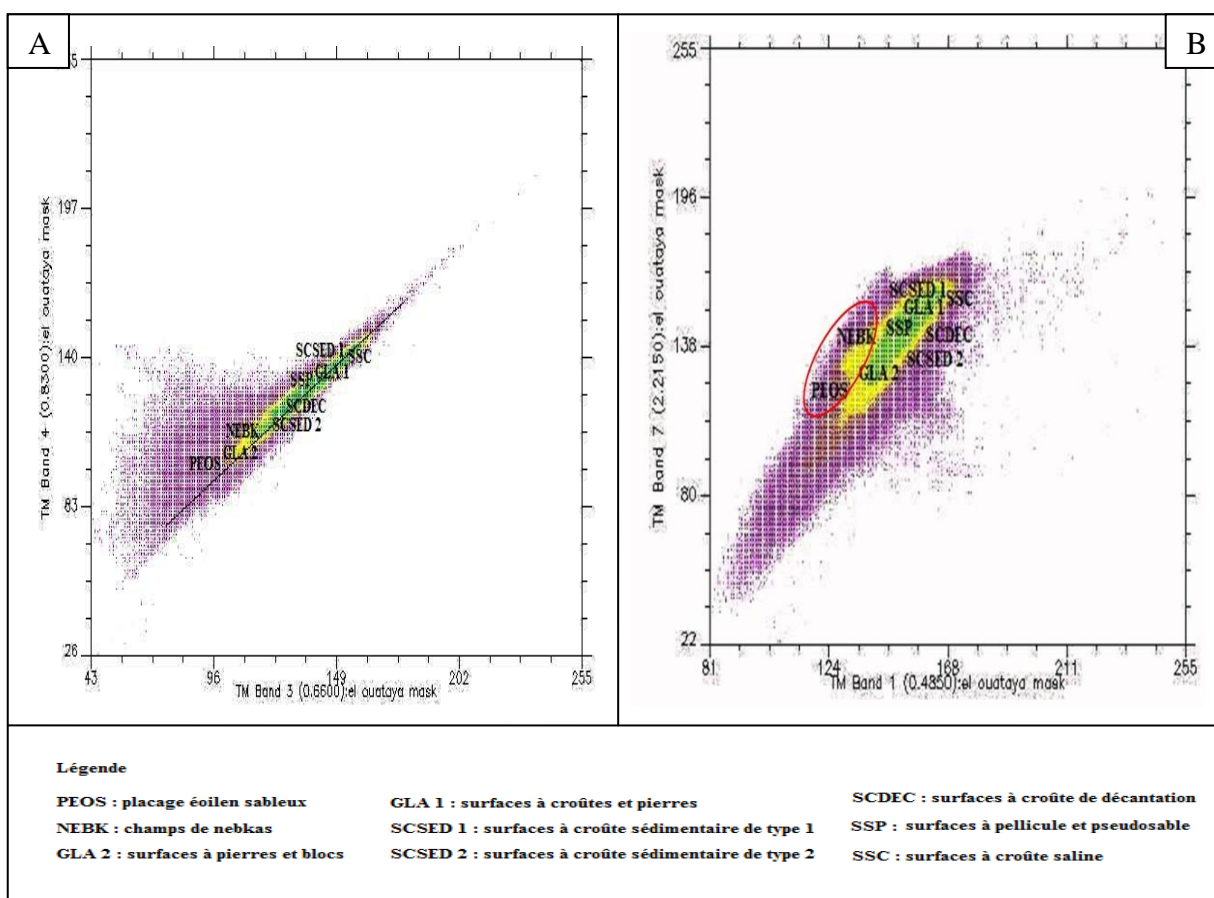
**Tableau I.-** Matrice de corrélation des bandes spectrales

Bandes	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
TM 1	1,00					
TM 2	0,98	1,00				
TM 3	0,96	0,98	1,00			
TM 4	0,94	0,96	0,98	1,00		
TM 5	0,86	0,89	0,91	0,94	1,00	
TM 7	0,85	0,88	0,91	0,93	0,98	1,00

## 2.3.- Comportement spectral des états de surface

La projection des états de surface dans la bande rouge et proche infrarouge montre que les états de surface des sols sont hétérogènes et sont distribués selon un faisceau constitué de segments de droites appelés «faisceau de droites des sols» [15]. La variation

de réflectance le long de ce faisceau traduit le caractère de couleur et de rugosité de la surface des sols. En effet, les valeurs de réflectance sont plus faibles pour les surfaces des sols foncées à forte rugosité (GLA2 et PEOS) contrairement aux surfaces des sols plus claires à faible rugosité (SSC et SCSED 1) (fig. 3A). Par ailleurs, le comportement spectral des états de surface dans les canaux TM 1 et TM 7 permet de distinguer les surfaces sableuses (PEOS et NEBK) représentées par une forte luminance dans le moyen infrarouge et une luminance moyenne à forte dans le visible (fig. 3B). Ceci s'explique par l'utilisation de l'infrarouge moyen réflectif (TM 7), correspondant à la bande d'absorption des groupements hydroxydes qui diminue des sulfates hydratés (gypse), aux carbonates (calcaire et dolomie) puis à la silice (sable) d'où cette individualisation très nette des surfaces sableuses [16].



**Figure 3A, B.-** Comportement spectral de la surface

## 2.4.- Classification des états de surface

La connaissance à priori du terrain, a amené à choisir la classification par la méthode du maximum de vraisemblance qui est considérée comme une technique puissante de classification [17,18,19]. Les parcelles d'entraînement utilisées dans la classification correspondent aux états de surface identifiés et localisés sur le terrain.

## 2.5.- Validation de la classification

La classification est validée avec les données de référence issues du terrain (tab. II). La matrice de confusion permet d'apprécier la pertinence de la classification, qui d'après le tableau II indique un coefficient de Kappa égal à 0,93 (93%) donnant ainsi un résultat

satisfaisant, d'autant plus que la valeur critique du coefficient de Kappa au delà de laquelle une classification est considérée comme satisfaisante est supérieure à 50% [20]. La précision globale, qui est le rapport du nombre de pixels bien classés sur le nombre total de pixels, indique une valeur de 94%. Ceci traduit la qualité élevée de la classification.

Les données de la matrice de confusion indiquent que la détection des états de surface salins est satisfaisante pour SSP (100%) et SSC (90,96%). Ce dernier se confond avec le groupe SCSED 1 avec 9,04% des pixels. Les classes SCSED 2 (100%) et SCDEC (100%) sont bien individualisées. Les surfaces GLA 1 (98,43%) et GLA 2 (100%) localisées sur le glaciais sont bien classées par rapport aux surfaces des pédopaysages alluvionnaires et sableux.

Les états de surface sableux sont bien classés avec absence de confusion spectrale pour PEOS (100%) et NEBK (100%). Les erreurs associées à la matrice de confusion expriment la précision avec laquelle les différents thèmes choisis sont classés. L'erreur de commission permet de donner une idée de l'homogénéité de chacune des classes, par contre l'erreur d'omission permet de juger la performance du classificateur. Il apparaît, d'après le tableau II, que les erreurs de commission sont faibles sauf pour le groupe SSC qui indique que 50,61% des pixels présent dans cette classe vient d'autres classes essentiellement du groupe de SCSED 1. Les erreurs d'omissions sont faibles, sauf pour SCSED 1 qui montre que 17,75% des pixels issus de la classe de contrôle sont affectés à d'autres classes, particulièrement à la classe SSC avec un taux de 16,35%.

D'une manière générale, les résultats la classification par maximum de vraisemblance sont satisfaisants. Elles varient entre 82,25 et 100%. Un classement est en effet jugé statistiquement tout à fait bon lorsque les accords correspondent à 80% et plus des pixels des parcelles de référence [21]. Toutefois, les résultats montrent que les surfaces à croûte saline (SSC) présentent une confusion spectrale avec les surfaces à croûte sédimentaire de type 1 (SCSED 1). Il s'explique par le fait que les croûtes non salines ont une forte valeur de réflectance similaire aux croûtes salines dans le visible [22]. Dans la région d'El Outaya, il semble que la couleur, la minéralogie et la rugosité de la surface du sol sont les paramètres qui influencent la réflectance.

**Tableau II.-** Matrice de confusion des parcelles d'entraînement  
(précision globale: 94,04%, coefficient de Kappa: 0,93)

Classes	Vérité de terrain (%)								
	SSP	SSC	SCSED 1	GLA <sub>1</sub>	SCSED 2	NE BK	PEO S	GL A2	SCDE C
SSP	100	0	0	0	0	0	0	0	0
SSC	0	90,96	6,35	0,79	0	0	0	0	0
SCSED 1	0	9,04	82,25	0	0	0	0	0	0
GLA 1	0	0	0	98,43	0	0	0	0	0
SCSED 2	0	0	0,90	0	100	0	0	0	0
NEB	0	0	0	0	0	100	0	0	0
PEOS	0	0	0	0	0	0	100	0	0
SGC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLA 2	0	0	0	0,39	0	0	0	100	0
SCDEC	0	0	0,50	0	0	0	0	0	100

<b>Erreur d'omission (%)</b>	0	9,04	17,75	1,57	0	0	0	0	0
<b>Erreur de commission(%)</b>	0	50,61	1,91	0	6,98	0	0	0,23	2,87

## 2.6.- Organisation spatiale des états de surface

D'après la carte des états de surface (fig. 4A), les surfaces salines à pellicule et pseudosables (SSP) occupent un groupe homogène visible dans la sebkha de Bled Selga. Ces surfaces sont caractérisées par une faible réflectance par rapport aux surfaces à croûte saline (SSC) qui présentent des surfaces lisses. Selon HAMDI AISSA (2004) les états de surface salins présentent des comportements spectraux très différents selon leur couleur, leur nature géochimique, leur microrelief et leur structure (rugosité) [23]. D'un autre côté, les surfaces à croûte saline (SSC) se mélangent avec les surfaces à croûte sédimentaire de type 1 (SCSED 1) dans toute la plaine, ce qui n'est pas validé sur le terrain. Cette difficulté à discriminer ces deux états de surface s'explique par la confusion spectrale à cette échelle de résolution spatiale. La répartition spatiale des surfaces à croûte de décantation (SCDEC) indique une relation avec le réseau hydrographique et les zones d'accumulation des eaux superficielles.

Les surfaces à croûte sédimentaire de type 1 (SCSED 1) sont réparties géographiquement dans la plaine sous forme de tâches entourées par les surfaces à croûte sédimentaire de type 2 (SCSED 2). La formation des surfaces à croûte sédimentaire de type 1 (SCSED 1) est probablement liée à un degré évolué de dégradation de la surface du sol caractérisée par une absence de végétation et un glaçage de la surface du sol. Quant aux états de surface à éléments grossiers (GLA 1 et GLA 2), ils sont bien distincts en amont de la plaine et occupent les glacis. Les surfaces sableuses (PEOS et NEBK) forment un groupe visible sur le flanc nord de djebel Boughezal.

## 2.7.- Interprétation des pédopaysages à partir de l'image

A partir de l'utilisation de la carte des états de surface et des lois chorologiques liant les caractères de la surface de la couverture pédologique aux facteurs extrinsèques (géologie, géomorphologie, végétation, occupation du sol), il est identifié quatre grands ensembles pédopaysagiques dans la région (fig. 4B).

### 2.7.1.- Pédopaysage sableux

Le versant nord de djebel Boughezal constitue un obstacle qui a permis le dépôt successif de sables d'origine éolienne caractérisé par des accumulations de type PEOS et NEBK. Ce pédopaysage est caractérisé par une végétation spécifique de type psamophile (*Aristida pungens*, *Retama retam*) qui présente un taux de couverture végétale important par rapport aux autres pédopaysage de la région.

### 2.7.2.- Pédopaysage colluvionnaire

Le paysage est caractérisé par des formations superficielles constituées de poudingues et de grés et par une topographie à pente longitudinale de 1 à 5% formant le glacis. C'est deux facteurs extrinsèques sont liés étroitement avec les caractéristiques des états de surface de type GLA1 et GLA2, puisque le matériau désagrégé est chargé en

éléments grossiers de tailles différentes qui sous l'effet de ruissellement diffus est déposé le long de la pente. Ces deux états de surface ne diffèrent du point de vue pédologique que par la charge en éléments grossiers. Ils semblent donc, appartenir à un même type de sol de type peu évolué d'apport colluvial.

### **2.7.3.- Pédopaysage alluvionnaire**

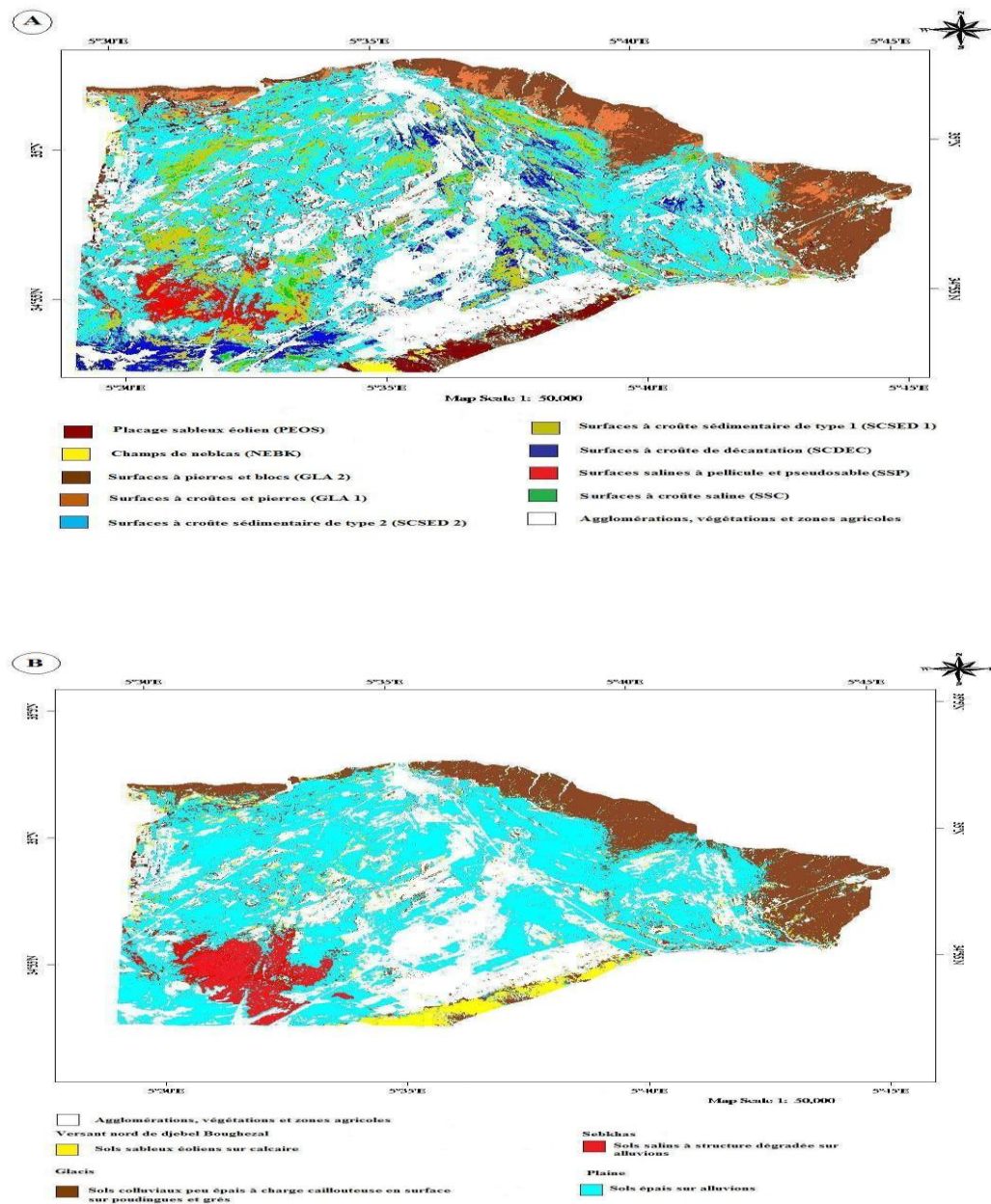
Pendant les périodes humides du Quaternaire, les eaux ont déplacé sur de longues distances des alluvions de nature hétérogène constituées principalement d'éléments fins (argiles et limons), de sables et de galets qui par la suite se sont déposés par sédimentation dans la zone basse du paysage de la plaine d'El Outaya. La couche superficielle du substrat caractérisée par une texture fine, un faible taux de matière organique et une végétation éparse ne permettant pas la protection du sol nu, subit l'influence de pluies rares et torrentielles ainsi que l'action anthropique, ceci se traduit par la formation de croûtes hétérogènes (SCSED1, SCSED2 et SCDEC) qui ne reflète pas la nature variable des sols de la plaine.

### **2.7.4.- Pédopaysage salin**

Le groupe d'états de surface salins (SSP et SSC) varient dans le temps mais forment un ensemble pédopaysagique localisé dans un même espace géographique correspondant aux sebkhas. Ces deux états de surface correspondent spatialement aux sols halomorphes à structure dégradée.

## **Conclusion**

L'utilisation des bandes 7, 4 et 1 de l'image multispectrale Landsat 5 TM a permis la discrimination et l'extraction d'information sur les états de surface du sol de la région d'El Outaya. L'analyse spectrale réalisée à partir de différentes valeurs des bandes spectrales a mis en évidence neuf états de surface qui se différencient principalement par la couleur, la minéralogie et la rugosité de la surface du sol dues aux croûtes de surface et aux éléments grossiers. Globalement, les résultats de la classification par maximum de vraisemblance sont satisfaisants, notamment la différenciation entre les états de surface sableux, colluvionnaires, alluvionnaires et salins. Cependant, la classification n'a pas permis une discrimination des surfaces à croûte saline (SSC) et des surfaces à croûte sédimentaire de type 1 (SCSED 1) à cause de la confusion spectrale qui existe entre ces deux éléments, causée par l'aspect lisse de la surface. Par conséquent, l'utilisation des images de 30 m de résolution a montré ses limites dans la caractérisation des surfaces de sols au niveau de la plaine. A partir, de l'utilisation de la carte des états de surface et des lois chorologiques liant la couverture pédologique aux éléments du paysage (géologie, géomorphologie, végétation, occupation du sol). Il est élaboré une carte des pédopaysages de la région, qui constitue un document préparatoire très utile à toute étude pédologique sur le terrain.



**Figure 4.A et B.-** Cartes des états de surface (A) et des pédopaysages (B) de la région d'El Outaya.

### Références bibliographiques

- [1].- Halitim A., 1988.- Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p.
- [2].- Viscarra Rossel R. A., Cattle S. R., Ortega A., Fouad Y., 2009.- In situ measurements of soil colour, mineral composition and clay content by vis- NIR spectroscopy. *Geoderma*, 150: 253-266.
- [3].- Breunig F. M., Galvao L. S., Foramggio A. R., 2008.- Detection of sandy soil surface using ASTER- derived reflectance, emissivity and elevation data: potential for the identification of land degradation. *Int. J. remote sensing*, 29 (24-276): 1833-1840.



- [4].- Hubbard B. E., Crowley J. K., 2005.- Mineral mapping on the Chilean-Bolivian Altiplano using co-orbital ALI, ASTER and Hyperion imagery: data dimensionality issues and solutions. *Remote Sens. Environ*, 99 (1-9):173-186.
- [5].- Ninomiya Y., Fu B., Cudahy T. J., 2005.- Detecting lithology with Advanced Space-born. Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) multispectral thermal infrared 'radiance-at-sensor' data. *Remote Sens Environ*, 99 (3-4): 237-254.
- [6].- McBratney A. B., Mendonça-Santos M. L., Minasny B., 2003.- On digital soil mapping. *Geoderma*, 117: 3-52.
- [7].- ANRH., 1980.- Carte pédologique de la plaine d'El Outaya. Echelle: 1/100 000.
- [8].- C.P.C.S., 1967 - La classification des sols. Cahier de pédologie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique Grignon, 87 p.
- [9].- Escadafal R., 1989.- Caractérisation de la surface des sols arides par observations de terrain et par télédétection. Applications: exemple de la région de Tataouine (Tunisie). ORSTOM, Paris, 317 p.
- [10].- Escadafal R., 1981b.- L'étude de la surface du sol dans les régions arides (Sud Tunisien). Recherches méthodologiques. E.S. n°187, direction des sols, Tunis, 64 p.
- [11].- Valentin C. 1981 - Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique (Agadez-Niger): Dynamique et conséquences sur l'économie en eau. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Université Paris VII, ORSTOM, 259 p.
- [12].- Servant J., 1976.- Sur quelques aspects de la pédogénèse en milieu halomorphe: l'exemple des sols salés de la région méditerranéenne française. *Ann de l'INA (Alger)*, vol. VI (1): 225-245.
- [13].- Boiffin J., 1984.- La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse de doctorat, INA, Paris-Grignon, 320 p.
- [14].- Casenave A., Valentin C., 1989.- Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. ORSTOM, Paris, 229 p.
- [15].- Girard M.C., Girard C.M., 1999.- Traitement des données de télédétection. Ed. Dunod, Paris, 529 p.
- [16].- Escadafal R., Pouget M., 1987.- Comparaison des données Landsat MSS et TM pour la cartographie des formations superficielles en zone aride (Tunisie méridionale). Rapport final du projet TM/EARTHNET, ORSTOM, 16 p.
- [17].- Boulahouat N., Naert B., 1996.- Télédétection des ressources en sols des zones arides. Une méthode d'inventaire adaptée au travail sur le terrain, expérimenté dans la région de Djelfa (Algérie). *Etude et Gestion des sols*, 3 (1): 7-26.
- [18].- Hamdi-Aissa B., Girard M. C., 2000.- Utilisation de la télédétection en régions

sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. *Sécheresse*, 3: 179-188.

- [19].- Lim H. S., Matjafri M. Z., Abdullah K., Saleh N. M., Wong C. J., Omar Al-Hadithi K. M., Al Sultan S., 2006.- Land cover classification over Makkah, Saudi Arabia. *Proceedings of the map India*, New Delhi, India.
- [20].- Pontius J. R. G., 2000.- Quantification error versus location in comparison of categorical maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol 66 (8): 1011–1016.
- [21].- Lillesand T. M., Kiefer R. W., Chipman J. W., 2004.- *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley and Sons, New York, 784 p.
- [22].- Metternicht G., Zink J. A., 2009.- Spectral Behavior of Salt Types. In: *Remote sensing of soil salinization : impact on land management*. Ed. CRC Press,: 21-37.
- [23].- Hamdi-Aissa B., 2004.- Apport des données satellitales pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement du risque salinisation dans l'écosystème désertique (cuvette de Ouargla, Algérie). X<sup>ème</sup> journée scientifique du réseau de télédétection de l'AUF, Géorisque et télédétection, Ottawa: 177-180.

## ÉTUDE DU COMPORTEMENT DE PONTE DU CARPOCAPSE (*Cydia pomonella* L.) (LEPIDOPTERA, TORTRICIDAE) SUR DEUX VARIETES DE POMMIER (*Malus domestica* Borkh.)

BRAHIM Imene<sup>1</sup>, LOMBARKIA Nadia<sup>1\*</sup> et MEDJEDBA Abdelmajid<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratoire d'Amélioration des Techniques de Protection Phytosanitaire en Agrosystèmes Montagneux, Université de Batna, Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques Département d'Agronomie, 05000 Batna, Algérie,

<sup>(2)</sup>Université de Batna, Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Nature et de la Vie 05000 Batna, Algérie. Email: [nlombarkia@gmail.com](mailto:nlombarkia@gmail.com) / [BRAHIM\\_IMENE@gmx.fr](mailto:BRAHIM_IMENE@gmx.fr)

**Résumé.**- Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) figure parmi les principaux ravageurs des pommes et des poires de la région de Batna (Algérie). Le présent travail porte sur le comportement de ponte du ravageur. La souche utilisée, est isolée d'un verger situé dans la localité de Tazoult de la région de Batna (Algérie). L'observation du comportement de ponte du carpocapse sur arbre de pommier des deux variétés Golden Delicious et Starkrimson, en milieu naturel et en conditions de non-choix dans la zone de Limbiridi (Batna), confirme que la variété Golden Delicious est plus sensible à la ponte que la variété Starkrimson. Différentes étapes comportementales sont observées sur les deux variétés étudiées: atterrissage à la surface du pommier, visite des différents sites, examen du site et l'acceptation de ponte. La ponte est accompagnée par l'examen du site par balayage de l'ovipositeur.

**Mots clés:** Lepidoptera, *Cydia pomonella* L., Golden Delicious, Starkrimson, comportement de ponte.

### CODLING MOTH EGG-LAYING BEHAVIOR (*Cydia pomonella* L.) (LEPIDOPTERA; TORTRICIDAE) ON TWO VARIETIES OF APPLE (*Malus domestica* Borkh.).

**Abstract.**- The codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) is the major pest of apples and pears in the region of Batna (Algeria). This work is the first nationally study about codling moth egg-laying behavior. Insects used in the study have been collected from the region of Tazoult (Batna). Counting eggs on the two apple tree varieties (Golden Delicious and Starkrimson) in choice conditions in the region of Tazoult (Batna) showed that both varieties are susceptible to codling moth egg-laying, with a slight preference of Golden Delicious. The observation of the egg-laying behavior of codling moth on trees in natural and non-choice conditions in the region of Limbiridi (Batna), confirmed that Golden Delicious variety is more preferred for egg-laying than Starkrimson. Different behavioural steps are observed on both studied varieties: landing on the surface of apple tree, visiting different sites, site examination and egg-laying acceptance. The egg-laying is accompanied by an examination of the site by scanning of the ovipositor.

**Key words:** Lepidoptera, *Cydia pomonella* L., Codling moth, Golden Delicious, Starkrimson, egg-laying behavior.

## Introduction

Le carpocapse, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) occupe le deuxième rang au sein de l'ensemble des arthropodes ravageurs du pommier après les pucerons en Algérie [1]. Toutes les zones productrices de la région de Batna (Arris, Ain touta, Foug El-toube, Tazoult,...), sont infestées par *C. pomonella*, avec des pertes en fruits à la récolte de l'ordre de 18,9% en 2007 [2]. La résistance du carpocapse des pommes aux insecticides, la limitation de l'efficacité des méthodes de lutte biologique aux populations faibles du

ravageur, conduisent à la recherche de nouvelles voies de méthode de lutte contre ce lépidoptère. La connaissance des mécanismes selon lesquels un insecte va choisir une plante plutôt qu'une autre pour y pondre et se nourrir pourrait permettre de développer des stratégies; qui concourent à perturber le ravageur dans ses comportements (trophiques et reproduction) et ainsi protéger les cultures [3].

L'objectif de ce travail est d'approfondir les connaissances sur le comportement de ponte de *C. pomonella* et, en particulier, de comprendre le déterminisme de la ponte des femelles adultes à pondre sur les différents organes des deux variétés de pommier (Golden Delicious et Starkrimson). La compréhension des facteurs à l'origine de cette sélection pourrait être utilisée pour compromettre le développement des larves au dépend des pommes pour les protéger et ainsi garantir un meilleur rendement.

## 1.- Matériel et méthodes

### 1.1.- Ponte de *C. pomonella* sur deux variétés de pommier

Les dénombrements d'œufs sont effectués en trois dates (tabl. I) dans le verger de Tazoult qui correspondent aux périodes de maximum de ponte de la 1<sup>ère</sup> (18-26 Mai), 2<sup>ème</sup> (06-14 Juillet) et 3<sup>ème</sup> (26-31 Août) générations de l'insecte dans les zones d'étude [4].

**Tableau I.-** Dates de prélèvement des rameaux sur les deux variétés de pommier

Prélèvements	Date
Premier	25 Mai 2008
Deuxième	13 Juillet 2008
Troisième	29 Août 2008

Le dénombrement des œufs s'effectue au laboratoire sous une loupe binoculaire. Les sites ou organes examinés, sont les deux faces des feuilles du corymbe (entourant le fruit), des feuilles hors du corymbe (loin du fruit), les fruits et les rameaux. Les prélèvements d'œufs sont réalisés suivant trois dates (tab. I) entre 08h et 09h du matin, sur 17 arbres de chaque variété, soit 34 arbres au total. Lors des prélèvements, 170 rameaux de 30 à 50 cm de long avec ou sans fruits, sont examinés.

### 1.2.- Comportement de ponte de *C. pomonella* sur deux variétés de pommier

#### 1.2.1.- Capture des larves diapausantes de carpocapse dans les bandes pièges

L'étude est réalisée avec une souche sauvage de *C. pomonella*. Pour la récupération des insectes (mâles et femelles) une bande-piège en carton ondulé (15 cm de largeur et 60 cm de longueur) est installée sur les arbres. Les bandes-pièges sont disposées à la base des troncs, près du sol. Elles sont mises en place en deux dates à cause des conditions climatiques (chute de pluie) le 06 et 08 mars 2008 dans le verger de Limbiridi (longitude: 6°4'28'' Est; latitude: 35°30'15'' Nord) et retirées pendant le mois d'octobre 2008.

#### 1.2.2.- Observations du comportement de ponte

L'observation du comportement de ponte a lieu dans un verger situé à Limbiridi. Les observations sont faites durant trois (3) périodes correspondant à des périodes des vols

de l'insecte (tab. II). Vingt à quarante (20-40) femelles ayant pondus après 48h dans des petites cages (longueur: 27 cm; largeur: 19 cm; hauteur: 36 cm) sont lâchées, ensemble sur un arbre placé dans une grande cage (1,5 m x 1,5 m x 3 m) en tulle de 1 mm de maille. Les expériences, sont conduites en condition de non-choix: 1 seul arbre dans la cage. La durée des observations, est fixée à une heure par jour pendant quatre à sept jours, temps durant lequel plus de 1/3 (33%) des femelles pondent sur l'arbre [5]. Les observations du comportement de ponte sont faites en moyenne sur cinq femelles par lâcher et par jour, jusqu'à avoir observé 30 femelles, soit six jours d'affilée. Pour les deux variétés à étudier, les observations commencent à 16h jusqu'à 18h. L'ordre des variétés, est inversé le jour suivant afin d'éviter l'effet «temps».

**Tableau II.-** Dates et nombre de femelles observées sur Golden Delicious et Starkrimson (GD: Golden Delicious, St.: Starkrimson)

Vol 1		Vol 2		Vol 3	
Du 19/05 au 27/05/2009		Du 30/06 au 05/07/2009		Du 7/09 au 09/09/2009	
GD	St	GD	St	GD	St
20	25	35	35	30	30

Un magnétophone (Pearlcorder S 928) à microcassettes (TDK, MC-60), est utilisé pour enregistrer les comportements de la femelle dictés par l'observateur. Le traitement des données, est réalisé sur un micro-ordinateur. Au cours de ces dictées d'enregistrement de comportement et pour chaque femelle, sept paramètres sont relevés et enregistrés à l'ordinateur :

- Durée de marche sans balayage (en sec): pendant laquelle la femelle se déplace sur les différents organes du pommier.
- Distance parcourue (cm): prend en compte la totalité du chemin emprunté par la femelle sur l'arbre. Elle est mesurée en utilisant une règle.
- Durée de marche avec balayage (en sec): temps durant lequel la femelle applique son ovipositeur sur le substrat et examine les différents organes de pommier tout en marchant.
- Durée de balayage à l'arrêt (en sec): examen par l'ovipositeur durant l'arrêt de l'insecte.
- Temps mis pour la ponte (en sec): laps de temps entre l'atterrissage de la femelle sur un organe et la ponte du premier œuf.

Pour encore mieux cerner la différence, dans le comportement de ponte de l'insecte, entre les deux variétés, il est également calculé:

- la vitesse de déplacement en marche sans balayage (cm/sec);
- et la vitesse de déplacement lors du balayage en marchant (cm/sec);

Les observations du comportement de ponte sont faites en moyenne sur 5 femelles par lâcher et par jour, jusqu'à avoir observé 30 femelles, soit 6 jours d'affilée.

### 1.3.- Analyses statistiques

Les comparaisons des moyennes d'œufs par arbre et des durées moyennes de chaque comportement: balayage en marchant, balayage à l'arrêt et le temps mis pour pondre de chaque femelle sur les deux variétés sont analysés par le test-*t* de Student au

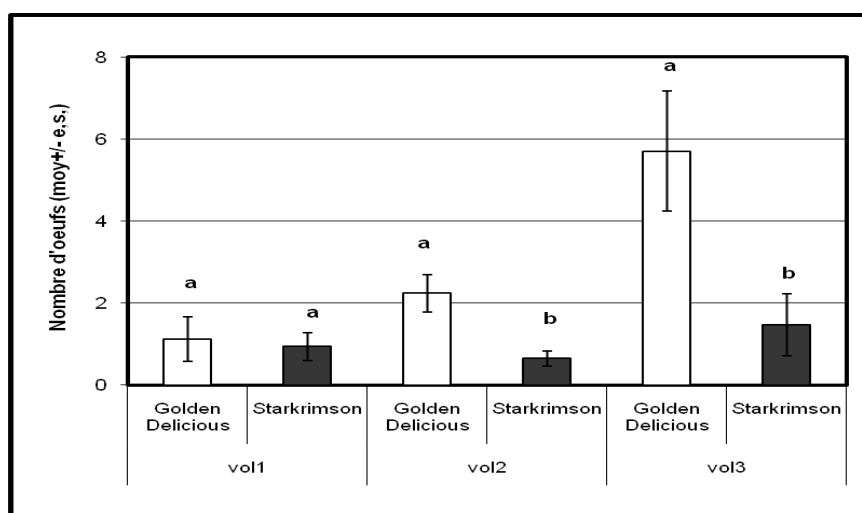
seuil de 5%. Pour l'étude du comportement de ponte de l'insecte, seuls les résultats significatifs sont mentionnés.

## 2.- Résultats

### 2.1.- Ponte de *C. pomonella* sur deux variétés de pommier

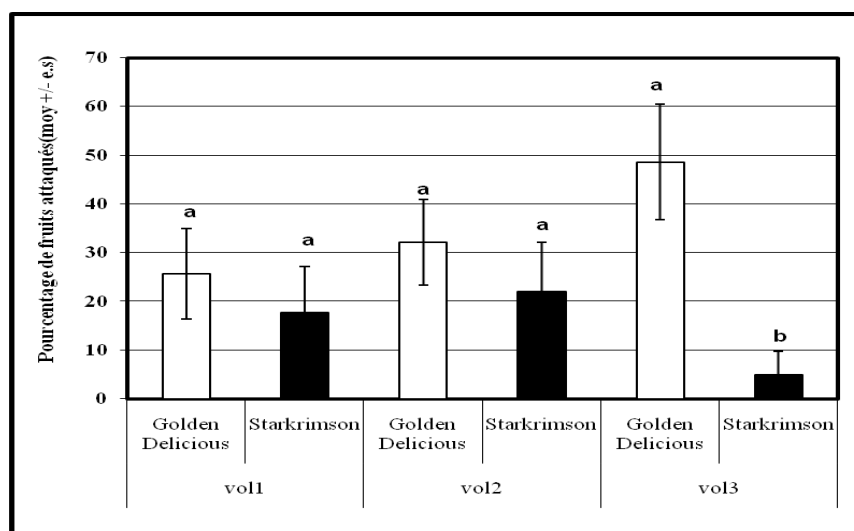
#### 2.1.1.- Dénombrement des pontes par arbre sur les deux variétés

Les résultats enregistrés concernent le nombre moyen d'œufs pondus par arbre et par variété. La figure 1 indique que plus d'œufs sont pondus sur Golden Delicious au cours du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> vol respectivement ( $2,24 \pm 0,46$ ;  $5,71 \pm 1,47$ ) que sur Starkrimson ( $0,65 \pm 0,19$ ;  $1,47 \pm 0,75$ ). Lors du 1<sup>er</sup> vol, le nombre moyen d'œufs pondus par arbre était semblable pour les deux variétés de pommier:  $1,12 \pm 0,54$  sur Golden Delicious et  $0,94 \pm 0,34$  sur Starkrimson.



**Figure 1.-** Nombre moyen d'œufs par arbre sur les deux variétés durant les 3 vols (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d'après le test- $t$  de Student) e.s.: erreur standard ( $e.s. = \frac{ecart\ type}{\sqrt{n}}$ ).

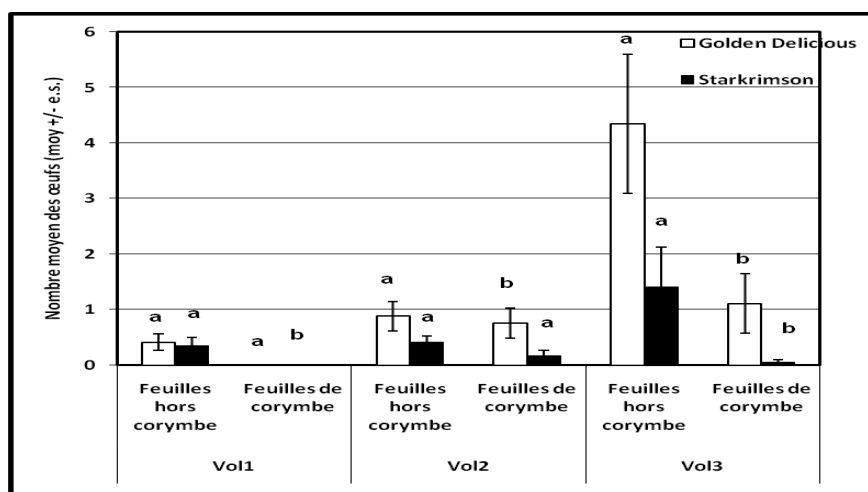
Les observations indiquent également des dégâts larvaires, liés plus ou moins à la quantité d'œufs pondus par variété. En effet, à l'exception du 3<sup>ème</sup> vol qui a montré des dégâts sur les fruits de Golden Delicious ( $48,63 \pm 11,80$ ), neuf fois plus élevés que sur Starkrimson ( $4,90 \pm 4,90$ ), aucune différence significative n'est visible quel que soit le vol et la variété de pommier (fig. 2).



**Figure 2.-** Pourcentage de fruits attaqués par arbre sur les deux variétés durant les trois vols (les valeurs suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d’après le test- $t$  de Student).

### 2.1.2.- Répartition des pontes sur les feuilles des pommiers

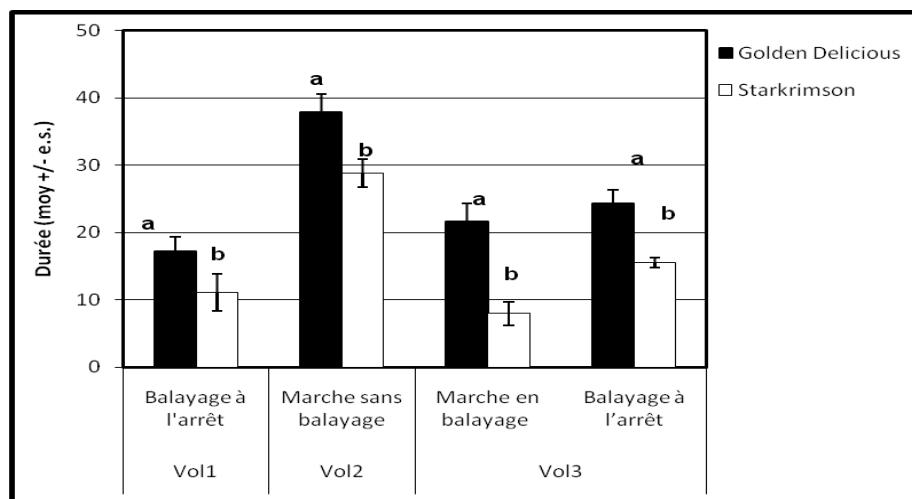
La plupart des pontes sont observées sur les feuilles hors corymbes, qui se trouvent majoritairement au voisinage des fruits quelle que soit la variété (fig. 3). La différence dans le nombre d’œufs entre les deux types de feuilles, est de 3 à 28 fois plus élevé sur les feuilles hors corymbes que les feuilles de corymbes. Avec un nombre moyen des œufs sur les feuilles hors corymbes sur la variété Golden Delicious et Starkrimson par ordre au 1<sup>ier</sup> vol ( $0,41 \pm 0,51$ ;  $0,35 \pm 0,15$ ), 2<sup>ème</sup> vol ( $0,88 \pm 0,26$ ;  $0,41 \pm 0,12$ ) et 3<sup>ème</sup> vol ( $4,35 \pm 1,25$ ;  $1,41 \pm 0,72$ ). En ce qui concerne les feuilles de corymbe, le nombre moyen des œufs est  $0,76 \pm 0,27$ ;  $0,17 \pm 0,09$  au 2<sup>ème</sup> vol et  $1,11 \pm 0,54$ ;  $0,05 \pm 0,05$  au 3<sup>ème</sup> vol sur la Golden Delicious et Starkrimson respectivement, ce nombre est nul au 1<sup>ier</sup> vol sur les deux variétés.



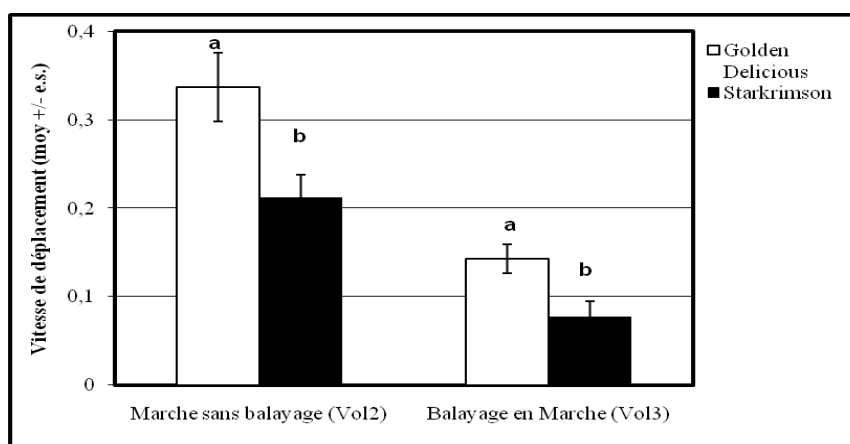
**Figure 3.-** Nombre moyen d’œufs pondus sur les deux types de feuilles de Golden Delicious et Starkrimson durant les trois vols (les valeurs suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d’après le test- $t$  de Student)

## 2.2.- Comportement de ponte de *C. pomonella* sur deux variétés de pommier

Des observations, il est à noter que quelle que soit la variété et le vol, les femelles qui pondent examinent la surface de l'organe sur lequel elles atterrissent. Cet examen se fait par balayage de l'ovipositeur. De plus, la distance parcourue par les femelles est identique; toutefois, il est observé qu'elles s'arrêtaient beaucoup plus sur Golden Delicious que sur Starkrimson et ceci durant les trois vols (fig. 4, 5 et 6). Le temps mis pour pondre, sur les deux variétés, est identique au cours des deux premiers vols. Alors qu'au 3<sup>ème</sup> vol, le temps mis pour pondre est très élevé sur Golden Delicious que sur Starkrimson (fig. 7); mais ne dépasse pas les 3 minutes.

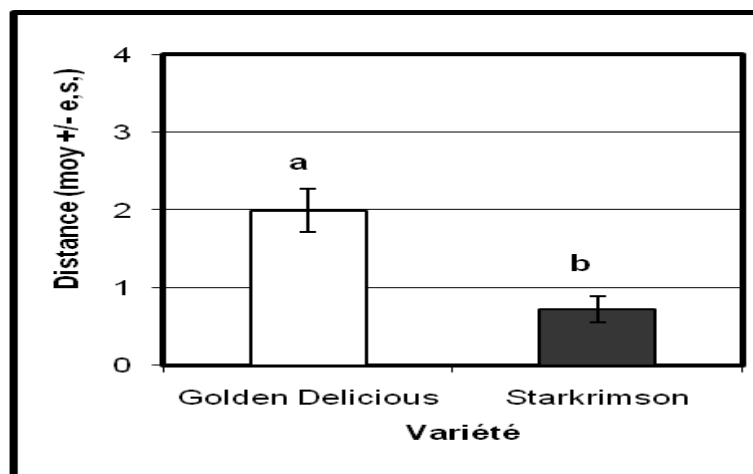


**Figure 4.-** Durée (sec) de balayage à l'arrêt (vol 1 et 3), de marche sans balayage (vol 2) et marche en balayage (vol 3) chez les femelles qui ont pondu sur les deux variétés (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d'après le test- $t$  de Student)

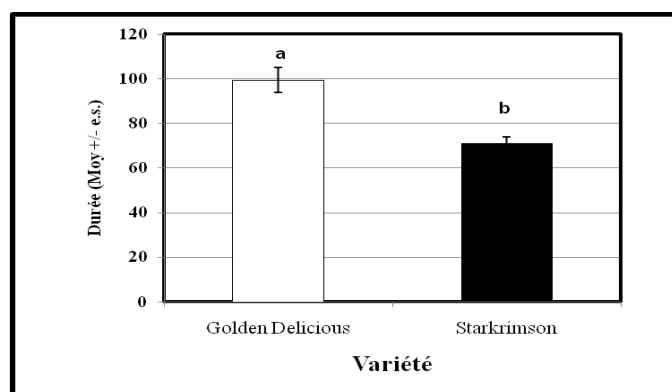


**Figure 5.-** Vitesse de déplacement (cm/sec) lors de la marche sans balayage (vol 2) et du balayage en marche (vol 3) chez les femelles qui ont pondu sur les deux variétés (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d'après le test- $t$  de Student)





**Figure 6.-** Distance parcourue (cm) lors du balayage en marche (vol 3) sur les deux variétés (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d'après le test- $t$  de Student).



**Figure 7.-** Le temps (sec) mis pour pondre sur les deux variétés au 3<sup>ème</sup> vol (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à  $P = 0.05$ ; d'après le test- $t$  de Student)

### 3.- Discussion

#### 3.1.- Dénombrement de ponte de *C. pomonella* sur deux variétés de pommier

##### 3.1.1. Dénombrement des pontes par arbre sur les deux variétés

Au cours des deux derniers vols, le nombre moyen d'œufs déposé élevé par arbre sur Golden Delicious que sur Starkrimson, pourrait s'expliquer par la faible quantité de pommes par corymbe sur Starkrimson que sur Golden Delicious. La présence de fruits serait une condition indispensable pour une ponte normale par l'intervention de l'olfaction ( $\alpha$ -farnesene) chez le carpocapse [6, 7, 8, 9, 10, 11]. Ainsi, le retard enregistré par la fructification de la variété Starkrimson par rapport à la variété Golden Delicious occasionnerait une préférence pour cette dernière par *C. pomonella*. Les fruits de Golden Delicious montrent plus de dégâts que les fruits de Starkrimson. Généralement, chez les lépidoptères le choix d'une plante-hôte potentielle se fait par la femelle adulte. Cette dernière choisie la source d'alimentation pour sa descendance [12]. LOMBARKIA et DERRIDJ (2002), ont montré que le choix chez le carpocapse est influencé par certaines

substances solubles (sucres et polyols) dans l'eau et présentes à la surface des feuilles et des fruits de pommier [13].

Ces résultats montrent que durant les trois vols de l'insecte, les variétés choisies sont sensibles au carpocapse, avec une légère préférence pour la ponte sur Golden Delicious; ce qui pourrait être expliqué entre autre par sa richesse en sucres et polyols (quantité et/ou ratio) [5].

### 3.1.2. Répartition des pontes sur les feuilles des pommiers

La majorité des œufs sont déposés sur les feuilles hors corymbe. Cependant, ces feuilles étaient au voisinage des corymbes donc des pommes. Selon WILDBOLZ (1958), COUTIN (1960) et JACKSON (1979), les femelles de carpocapse déposent leurs œufs sur les feuilles au voisinage des fruits en liaison avec l'odeur spécifique émise par les pommes et des stimuli physiques (trichomes) [14, 15, 16]. Les pontes seraient donc étroitement liées à la présence des pommes sur l'arbre, pommes qui dégageraient des odeurs qui attirent les carpocapses et stimulent leur ponte près de ces fruits.

### 3.2.- Comportement de ponte de *C. pomonella* (L.) sur deux variétés de pommier

Quatre étapes comportementales principales ont été observées lors de cette étude: 1. atterrissage à la surface du pommier, 2. visite des différents sites, 3. examen du site et 4. acceptation ou refus de ponte. Des observations détaillées du comportement de ponte sont faites chez certains lépidoptères tels que *Acrolepiosis assectella* (Plutellidae) [17]; *Etiella zinckenella* (Pyralidae) [18], *Ostrinia nubilalis* (Pyralidae) [19], *Epiphyas postvittana* (Tortricidae) [20], *Piries brassicae* (Pieridae) [21] et chez le carpocapse *Cydia pomonella* (L.) (Tortricidae) [5]. Les différences observées entre les deux variétés étudiées pourraient s'expliquer par la variation des informations physiques et chimiques (facteurs visuels et/ou olfactifs) à la surface des pommiers. Ces informations pourraient être perçus par les femelles et les guideraient par la suite vers les feuilles, les fruits et les rameaux [22, 23].

D'après cette étude il apparaît que quelle que soit la variété, le balayage des organes du pommier avec l'ovipositeur est nécessaire pour la ponte. En outre, le nombre élevé des arrêts enregistrés sur la variété Golden Delicious pourrait être due à certains facteurs physiques de contact. En effet, une fois l'insecte à localiser et toucher la plante, il entre dans une phase d'évaluation pour déterminer si le site est acceptable pour l'oviposition [22]. Immédiatement après l'atterrissage, les stimuli tactiles pourraient être la première information perçue et évaluée par la femelle [23], peut être lors du balayage avec l'ovipositeur et lors de la visite du site par marche [5]. Il a été montré pour de nombreux insectes et en particulier chez les papillons nocturnes hétérocères que l'ovipositeur est impliqué avec d'autres organes comme les pattes et les antennes dans l'évaluation du site de ponte [16, 23].

En ce qui concerne, le temps mis pour pondre sur les deux variétés, il est identique, très court et ne dépasse pas les 3 minutes. Selon COUTIN (1960), le temps mis pour la ponte chez *C. pomonella* est de l'ordre d'une à deux minutes [15]. DERRIDJ et LOMBARKIA (2002), signale que la décision de ponte, peut prendre environ 3 minutes [13]. Les stimuli chimiques de la plante peuvent avoir une influence négative sur la ponte de *C. pomonella*. Comme elles peuvent avoir un effet incitant sur la ponte. Ce comportement, en conditions naturelles, est corrélé à la discrimination par les métabolites

primaires (sucres comme le glucose, saccharose et le fructose ainsi que des polyols citons par exemple le sorbitol) [13]. Leur action sur la ponte de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* a été démontrée [24], ainsi que pour la chrysomèle de maïs, *Diabrotica vergifera* [25] et *C. pomonella* [13].

## Conclusion

L'étude du comportement de ponte chez *C. pomonella* en conditions naturelles est peu étudiée à l'échelle internationale. Ce travail permet de mieux décrire les différentes séquences comportementales qui amènent la femelle à pondre sur deux variétés de pommiers sensibles vis-à-vis de l'insecte. Il ressort de cette étude que les deux variétés étudiées sont sensibles au carpocapse, avec une légère préférence pour la ponte sur Golden Delicious.

Quatre étapes comportementales ont été observées sur les deux variétés étudiées en conditions naturelles et en non-choix.

La ponte est précédée par l'examen du site par balayage de l'ovipositeur; probablement il existe une relation entre les stimuli présents à la surface des organes de pommier, le comportement de balayage chez les femelles et la décision de ponte.

Les résultats ouvrent de nouvelles voies de lutte qui pourraient être utilisées pour perturber le comportement de ponte de l'insecte. Cependant, ces méthodes de protection du pommier doivent s'inscrire dans le cadre d'une protection intégrée.

## Références bibliographiques

- [1].- DSA, 2009.- Le pommier. Direction des statistiques agricoles, wilaya de Batna, 3 p.
- [2].- DSA, 2008.- Le pommier, Direction des statistiques agricoles, wilaya de Batna, 3 p.
- [3].- Foster S. P., Harris M. O., 1997.- Behavioral manipulation methods for insect pest-management. Annual Review of Entomology, 42: 123-146.
- [4].- SRPV, 2008.- Vols du carpocapse. Station Régionale de la Protection des Végétaux, Ain-Touta, 10 p.
- [5].- Lombarkia N., 2002.- Influence de métabolites présents à la surface des organes du pommier sur la ponte du carpocapse: *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Application à l'étude de la résistance du pommier au ravageur. Thèse doctorat, Université de Rennes 1, 131 p.
- [6].- Geier P. W., 1963.- The life history of codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae), in the Australian Capital Territory. Australian Journal of Zoology, 11: 323-367.
- [7].- Hern A., Dorn S., 2001.- Incidence emissions of apple fruit volatiles by codling moth: changing patterns with different time periods after infestation and different larval instars. Phytochemistry, 57: 409-416.

- [8].- Hern A., Dorn S., 1999.- Sexual dimorphism in the olfactory orientation of adult *Cydia pomonella* in response to  $\alpha$ -farnesene. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92: 63-72.
- [9].- Yan F., Bengtsson M., Witzgall P., 1999.- Behavioral response of female Codling moths, *Cydia pomonella*, to apple volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, 15 (6): 1343-1351.
- [10].- Coracini M. D. A., Bengtsson M., Cichón L., Witzgall P., 2004.- Attraction of codling moth males *Cydia pomonella* to apple volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 100: 1- 10.
- [11].- Ansebo L., Coracini M. D. A., Bengtsson M., Liblikas I., Ramírez M., Borg-Karlson A. K., Tasin M., Witzgall P., 2004.- Antennal and behavioural response of codling moth *Cydia pomonella* to plant volatiles. *Journal of Applied Entomology*, 128: 488-493.
- [12].- Renwick J. A. A., Chew F. S., 1994.- Oviposition behavior in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 39: 377-400.
- [13].- Lombarkia N., Derridj S., 2002.- Incidence of apple fruit and leaf surface metabolites on *Cydia pomonella* oviposition. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104: 79-87.
- [14].- Wildbolz T., 1958.- Über die Orientierung des Apfelwicklers bei der Eiablage. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 31: 25-34.
- [15].- Coutin R., 1960.- Le carpocapse des pommes et des poires (*Laspeyresia pomonella* L.), ACTA, Paris, 48 p.
- [16].- Jackson M., 1979.- Codling moth egg distribution on unmanaged apple trees. *Annals Entomological Society of America*, 72: 361-368.
- [17].- Thibout E., Auger J., 1996.- Oviposition stimulants from the leek for the specialist moth *Acrolepiosis assectella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 80: 101-104.
- [18].- Hattori M., 1988.- Host plant factors responsible for oviposition behaviour in the limabean pod borer *Etiella zinckenella* Treitschke. *Journal of Insect Physiology*, 34: 191-196.
- [19].- Foster S. P., Haward A. J., 1998.- Adult female and neonate larval plant preferences of the generalist herbivore, *Epiphyas postvittana*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92: 53-62.
- [20].- Udayagiri S., Masson C.E., 1995.- Host-plant constituents as oviposition stimulants for a generalist herbivore: European corn borer. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 76: 59-65.
- [21].- Romeis J., Wäckers F. L., 2002.- Nutritional suitability of individual carbohydrates

and amino acids for adult *Pieris brassicae*. *Physiological Entomology*, 27: 148-156.

- [22].- Schoonhoven L. M., Jermy T., Van Loon J. J. A., 1998.- Host-plant selection: When to accept a plant. In: *Insect-plant Biology. From physiology to evolution*. Ed. Chapman & Hall, 156-193.
- [23].- Ramaswamy S.B., 1988.- Host finding and feeding in adult phytophagous insects. *Journal of Insect Physiology*, 34: 151-268.
- [24].- Derridj S., Wu B. R., 1995.- Informations biochimiques présentes à la surface des feuilles. Implications dans la sélection de la plante hôte par un insecte. In (P.-A.) Calatayud et (B.) Vercambre. *Interactions insectes-plantes*. (Ed.). Actes des 5<sup>èmes</sup> journées du groupe de travail relations insectes-plantes. 26-27 oct 1995, Montpellier: 43-51.
- [25].- Derridj S., Arnault I., Muller F., 2001.- Influence of biochemicals present on maize leaf surface on *Diabrotica virgifera virgifera* egg-laying. *Proceedings XXI IWGO Conference*, Oct. 2001, 5 p.

## ETHNO-PHARMACOLOGICAL USE AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF TRADITIONAL DATE VINEGAR OF GHARDAÏA

CHERIF Brahim<sup>1</sup>, BOURAS Nouredine<sup>2\*</sup>, OUMOUNA Mustapha<sup>3</sup>, OULD EL HADJ Mohamed Didi<sup>4</sup>, HOLTZ Michael D.<sup>5</sup> and SABAOU Nasseridine<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Université Saâd Dahleb de Blida, Ouled Yaiche, Blida 09000, Algeria

<sup>(2)</sup>Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM), Ecole Normale Supérieure de Kouba, 16050, Vieux-Kouba, Algiers, Algeria

<sup>(3)</sup>Université Dr. Yahia Fares de Médéa, Ain D'heb, Médéa 26000, Algeria

<sup>(4)</sup>Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides, Université de Ouargla, 30000 Ouargla, Algeria

<sup>(5)</sup>Field Crop Development Centre, Alberta Agriculture and Rural Development, 6000 C & E Trail, Lacombe, Alberta, T4L 1W1, Canada, E-mail: [nouredine\\_bouras@yahoo.fr](mailto:nouredine_bouras@yahoo.fr)

**Abstract.-** *This study aims to demonstrate the therapeutic advantage of traditional date vinegar. We carried out an ethno-pharmacological survey on the therapeutic use of date vinegar by the population of Ghardaïa. After we verified the quality of two vinegars made from Deglet-Nour and Temjouhart date varieties, we tested their antimicrobial activity on Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa and Candida albicans. These microorganisms are involved in skin infections treated with date vinegar. The ethno-pharmacological survey showed that the traditional date vinegar is used in the treatment of 30 afflictions. The treatment seems to be effective (75% of only positive effects compared to 14% of positive and also adverse effects). The antimicrobial activity was present, in spite of the weak concentration of acetic acid in the tested vinegars. The highest antimicrobial effect was observed on S. aureus. The inhibition diameter of this microorganism was 49 mm in Deglet-Nour vinegar and 33 mm in Temjouhart vinegar. In conclusion, date vinegar is used by the population of Ghardaïa to treat various illnesses and it was proven that it is effective in the treatment of skin infections caused by microorganisms mentioned previously.*

**Key words:** *date vinegar, ethno-pharmacology, antimicrobial activity, skin infections, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans.*

## USAGE ETHNO-PHARMACOLOGIQUE ET ACTIVITÉ ANTIMICROBIENNE DU VINAIGRE DE DATTES TRADITIONNEL DE GHARDAÏA

**Résumé.-** *Le but de cette étude est de démontrer l'intérêt thérapeutique du vinaigre traditionnel de dattes. Nous avons mené une étude ethno-pharmacologique sur le traitement par le vinaigre de deux variétés de dattes auprès de la population de Ghardaïa. En suite, nous avons vérifié la qualité de deux vinaigres fabriqués à partir des dattes de Deglet-Nour et de Temjouhart, puis testé leur activité antimicrobienne contre Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa et Candida albicans. Ces germes sont impliqués dans les infections de la peau traitées par le vinaigre de dattes. Les résultats ont montré que le vinaigre traditionnel de dattes est utilisé dans le traitement de 30 affections. Le traitement semble être efficace (75% de résultats positifs et sans aucun effet indésirable par rapport à 14% de résultats positifs mais avec des effets indésirables). L'activité antimicrobienne était présente, malgré la concentration faible en acide acétique dans les deux vinaigres. L'effet antimicrobien le plus fort a été observé contre S. aureus avec un diamètre d'inhibition de 49 mm chez le vinaigre de Deglet-Nour et de 33 mm chez le vinaigre de Temjouhart. On a conclu que le vinaigre de dattes est utilisé par la population de Ghardaïa pour traiter diverses maladies et il s'est avéré efficace dans le traitement des infections de la peau causées par les germes précités.*

**Mots clés:** *vinaigre de dattes, ethno-pharmacologie, activité antimicrobienne, infections de la peau, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Candida albicans.*

## Introduction

The number of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Maghreb is estimated at 177000 trees. Date palm provides a wide range of products with multiple uses. The most important are dates which the total production reaches 426.000 tonnes a year, then derivative products used in the traditional pharmacopeia. These products kept their importance in the oasis populations of Maghreb, in spite of the progress of medicine. This is due to their proven effectiveness for many years [1]. The dates have been used for the production of traditional vinegar in the oasis for a long time. It is an inherited practice with traditional material that provides a vinegar with therapeutic and flavor advantages which are absent in the industrial vinegar [2]. Indeed, the vinegar has been recognized for a long time to have astonishing therapeutic properties and recently, studies showed that the acetic acid, a vinegar component, is effective in a diagnosis of cervix cancer [3]. The objective of this study is to show the ethno-pharmacological uses of date vinegar, to investigate the vinegar quality and to prove its effectiveness in treating some infections by testing its *in vitro* antimicrobial activity.

## 1.- Materials and Methods

We collected, from Ghardaïa region, two vinegars produced from Deglet-Nour and Temjouhart dates. These vinegars were produced traditionally by washing and putting dates in a clean plastic barrel then filling two thirds of its volume with tap water. Old date vinegar and some salt were also added. Finally, the barrel was closed at least for forty days.

### 1.1.- The ethno-pharmacological survey

The ethno-pharmacological survey questionnaire was divided into three main questions about the knowledge of traditional medicine, date vinegar and what kind of medicine is preferred. The questionnaire was distributed on three categories of people: herbalists, traditional healers and the general population in order to obtain a maximum of information about the uses of date vinegar in traditional medicine in Ghardaïa oasis.

### 1.2.- Determination of vinegars quality

The pH of the vinegar samples was determined by using a pre-calibrated pH-meter. The rate of soluble solids, expressed in Brix degrees (°B), is the percentage of sucrose (w/w) in a pure solution [4]. It was determined by refractometer method. The dry matter was obtained by desiccation at 105 °C until a constant weight [4]. The concentration of the acetic acid was determined by titration with NaOH solution (0.5 N). The concentration of acetic acid is the concentration of NaOH multiplied by its volume and divided on the vinegar volume used in titration. The alcohol (v/v) remaining after making vinegar was deduced by comparing the acetic acid concentration found in vinegar to alcohol standard concentration (0.80 g in a volume of 1 ml). Thus, it is the acetic acid (w/v) multiplied by 1 ml and divided on 0.80 g. The alcohol is expressed in GL (ml of alcohol in a volume of 100 ml of vinegar) [5]. The total microflora was determined by colony counter method on nutrient medium incubated at 30°C for 48 hours [6].

All these analyses were duplicated and the results are presented as a mean.

### 1.3.- Test of the antimicrobial activity

The microorganisms tested were *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) and *Candida albicans* (IPA 200) which were conserved in ISP2 (International *Streptomyces* project 2) medium, and *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) which was maintained in conservation medium. The bacterium *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) was received from the university hospital of Blida. However, the bacterium *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) and the yeast *Candida albicans* (IPA 200) were obtained from the collection of the Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM). All these microorganisms were stored at 4°C.

Microorganisms were plated in ISP2 medium (18 g agar /l) and incubated at 30°C [7]. After 24 hours, three colonies of each microorganism were homogenized in 9 ml sterile salt water. The antimicrobial activity of the non-diluted (pure) vinegars of Deglet-Nour and Temjouhart was realized. Furthermore, the antimicrobial effect of diluted two varieties of vinegars to 1/2, 1/4 and 1/8 with water, to determine the maximum dilution that should be employed in traditional mixtures, was also studied. In addition, the pure and diluted vinegars were tested in sterile (S) and non-sterile (NS) state with well and disc diffusion methods to highlight the probable antagonistic effect.

#### 1.3.1.- Well diffusion method

A volume of 100 ml of ISP2 medium (12 g agar/l) was liquefied and inoculated with 80 µl of the microorganism suspension, then poured into Petri plates. After solidification of the medium, wells of 10 mm in diameter were punched and 100 µL of both sterile (S) and non-sterile (NS) vinegar dilutions was aseptically poured into the wells. The plates were kept for 4 hours at 4°C to allow the diffusion of the active substances while temporarily stopping the growth of the microorganisms. The plates were then incubated at 30°C. The diameters of the inhibition areas around the wells were measured after 24 hours of incubation for bacteria, and 48 hours for yeast [7].

#### 1.3.2.- Paper disc diffusion method

Paper discs of 6 mm in diameter were sterilized by exposure to 254 nm ultra violet radiation for 45 min. After, they were soaked in the various dilutions of sterile (S) and non-sterile (NS) vinegars and deposited on the surface of ISP2 medium (12 g agar/l) which was previously inoculated with 80 µl of the microorganism suspension and poured into Petri plates. The plates were put at 4°C for 4 hours then incubated at 30°C. The diameters of the inhibition areas were measured after 24 hours of incubation for bacteria, and 48 hours for yeast [7].

The antimicrobial test experiments were duplicated and the results are presented as a mean.

## 2.- Results and Discussion

### 2.1.- The ethno-pharmacological use of date vinegar

The traditional date vinegar has 30 therapeutic virtues as shown in Table I, and it is used by 88% of the studied population sample, 7 herbalists and 2 traditional healers. The

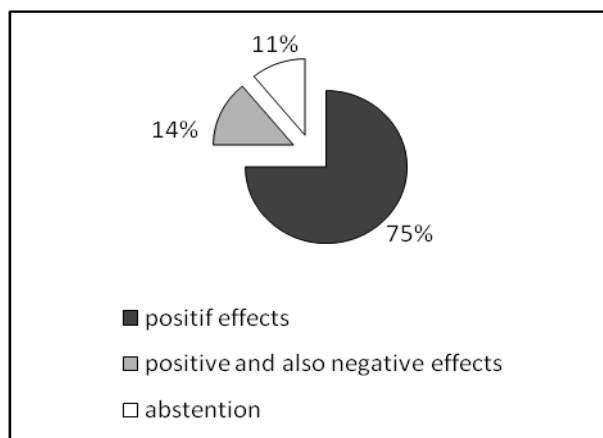


treatment has shown positive effects on 75% of people who used date vinegar. However, it has shown positive and also adverse effects on 14% (fig. 1).

**Table I.-** The therapeutic virtues of date vinegar

<b>Disease</b>	<b>Vinegar (date variety)</b>	<b>Mode of use</b>
<b>Sunstrokes</b>	All varieties	Compress, massage, washing (water and/or vinegar), syrup (vinegar and honey)
<b>Cough</b>	Temjouhart, Takernennayt	Syrup (vinegar and honey or vinegar and liquefied sugar)
<b>Fever</b>	Temjouhart, Takernennayt	Massage, compress on the head and the belly
<b>Migraine and headaches</b>	Deglet-Nour, Temjouhart, Tafezwine, Ghars, Tazeggwaght	Compress, massage, drink, inhalation
<b>Flu and cold</b>	Deglet-Nour,	Syrup, fumigation
<b>Skin diseases</b>	All varieties	Massage
<b>Vitiligo</b>	All varieties	Massage
<b>Fungal skin infections</b>	Deglet-Nour	Massage
<b>Dandruff and alopecia</b>	Deglet-Nour, Takernennayt	Washing
<b>Indigestion</b>	Deglet-Nour	Vinaigrette, drink (vinegar and water)
<b>Obesity</b>	All varieties	Drink (vinegar and water)
<b>Hypercholesterolemia</b>	Deglet-Nour, Temjouhart	Drink (vinegar and water)
<b>Respiratory allergies</b>	Deglet-Nour	Drink (vinegar and water), vinaigrette
<b>Feet fatigue</b>	All varieties	Bath
<b>Angina</b>	Deglet-Nour	Syrup (vinegar and honey), gargling (vinegar and water)
<b>Dizziness</b>	Deglet-Nour	Drink (vinegar and water)
<b>Flatulence</b>	All varieties	Compress, drink (vinegar and water)
<b>Rheumatoid arthritis</b>	Deglet-Nour	Massage, compress
<b>Tear gas damage</b>	Deglet-Nour	Face wash
<b>Hypertension</b>	Deglet-Nour, Temjouhart	Massage
<b>Eczema</b>	Deglet-Nour, Temjouhart	Cataplasm (vinegar and henna)
<b>Cutaneous abscesses, furuncle and wound inflammation</b>	Deglet-Nour, Takernennayt, Tafezwine	Compress, bath
<b>Tonic</b>	Deglet-Nour, Temjouhart	Drink (vinegar and water)
<b>Inflammation and infection of mouth and gum</b>	Deglet-Nour, Temjouhart	Gargling (vinegar and water)

<b>Burns (reduce pain and infection)</b>	Deglet-Nour	Massage, washing
<b>Fungal infection of toes</b>	Deglet-Nour	Cataplasm (vinegar and henna)



**Figure 1.-** The effectiveness of date vinegar.

Several therapeutic virtues shown by this study were also revealed by BALIGA *et al.* [8] on dates which are used in traditional medicine to treat hypertension, diabetes, cough, rheumatism, burning sensation, bronchitis, gastroenteritis, respiratory diseases, asthma, fever and fatigue. The fruit pulp is regarded to be antitussive, expectorant and tonic. Studies on rats showed that the defatted date seed flour reduced the plasma triglyceride, cholesterol and LDL. Other studies showed that the extract of date pulp and date seeds possess anti-inflammatory activity in the rat adjuvant arthritic model [8]. Moreover, the date vinegar has beneficial effects similar to those of other types of vinegars. Indeed, there is a close link between the risk to develop diabetes type 2 and excess weight. The vinegar has proven to be interesting in the prevention and the treatment of diabetes, because it decreases the presence of glucose and insulin in blood [9,10,11,12]. The acetic acid present in the vinegar is at the origin of the observed effects [11]. Moreover, the acetic acid increases the use of glucose by the human body [13]. Moreover, the vinegar increases satiety after the meal [9,10,11,12], and its daily consumption decreases blood pressure [14].

## 2.2.- Vinegars quality

The physico-chemical characteristics and the total microflora are presented in Table II and III. The results obtained in the analysis of our vinegars were compared with the studies of OULD EL HADJ *et al.* (2001) [2] and BOUAZIZ and OULD EL HADJ (2010) [15].

**Table II.-** The physico-chemical characteristics

	Deglet-Nour	Temjouhart
<b>pH</b>	3.44	3.28
<b>Dry Matter (%)</b>	13.31	12.26
<b>soluble solids (°B)</b>	13.75	9.65

<b>Alcohol degree (°GL)</b>	6.29	2.22
<b>Acetic acid (g/l)</b>	50.3	17.8

**Table III.** The number of total microflora

<b>Vinegars</b>	<b>Total microflora (CFU/ml)</b>	
	<b>Dilution 10<sup>-3</sup></b>	<b>Dilution 10<sup>-2</sup></b>
<b>Deglet-Nour</b>	7×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>
<b>Temjouhart</b>	6×10 <sup>3</sup>	1.1×10 <sup>3</sup>

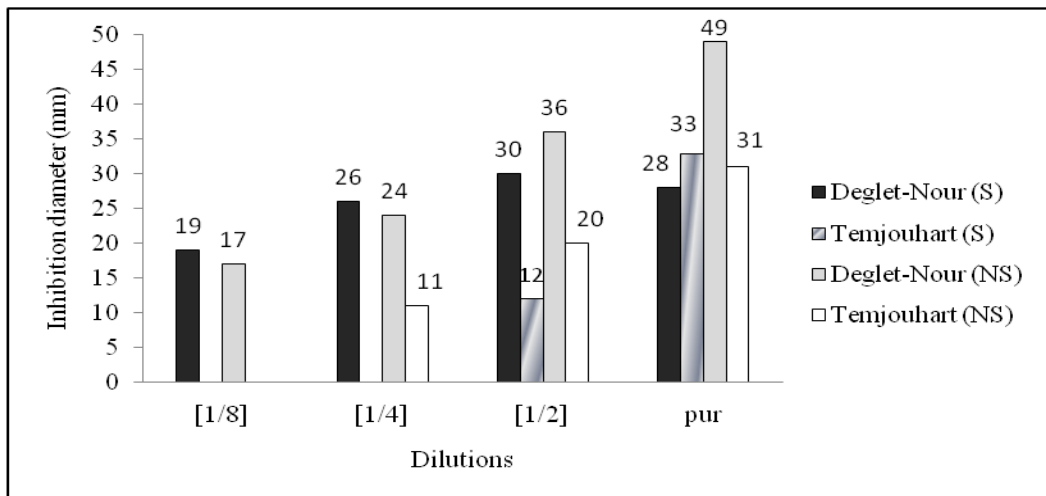
The pH of Deglet-Nour and Temjouhart vinegars was slightly higher than the pH in H'Chef of Deglet-Nour (3.12) and in Harchaya (3.25) vinegars, but lower than the pH in Hamraya and Tinissine vinegars (3.65) [2,15]. Moreover, the dry matter rate obtained in our study was higher compared to 11.26% in Hamraya, 10% in H'Chef of Deglet-Nour, 6.59% in Harchaya and 6.33% in Tinissine [2,15]. In addition, the soluble solids rate was higher than 8.30 B in the H'Chef of Deglet-Nour, 10.00 B in Harchaya and 7.00 B in Hamraya [2]. However, our obtained values were lower than 16.53 °B obtained in H'Chef of Deglet-Nour [15]. The high soluble solids rate reveals a higher amount of unfermented sucrose. The Degree of alcohol in Deglet-Nour was much higher than 3.61 GL in H'Chef of Deglet-Nour, 3.75 GL in Harchaya, but lower than 4.90 GL registered in Hamraya [2]. However, the alcohol degree measured in Temjouhart vinegar was lower than other studied vinegars. Also, it was much higher than 0.99% (0.99°GL) in H'Chef of Deglet-Nour and Harchaya and 0.98% in Tachrwit and Tinissine [15]. The acetic acid concentration was higher in Deglet-Nour but lower in Temjouhart comparing to 25.94 g/l in H'Chef of Deglet-Nour and 30.38 g/l in Harchaya, but both vinegar concentrations were higher than 15.31 g/L noticed in Hamraya [2]. In addition, the acetic acid concentration of Deglet-Nour vinegar was higher than 0.9% (9 g/l) in Tinissine and 2.7% in H'Chef of Deglet-Nour [15]. In addition, the acetic acid concentration of Temjouhart was higher than 0.9% in Tinissine but lower than 2.7% in H'Chef of Deglet-Nour [15]. We should notice that among date vinegar quality characteristics found in this study, only the acetic acid concentration of Deglet-Nour follows the official Algerian standards for vinegar. Furthermore, the properties and the quality of traditional production of vinegar depend strictly on the conditions and varieties of dates used in the process.

### 2.3.- The antimicrobial activity

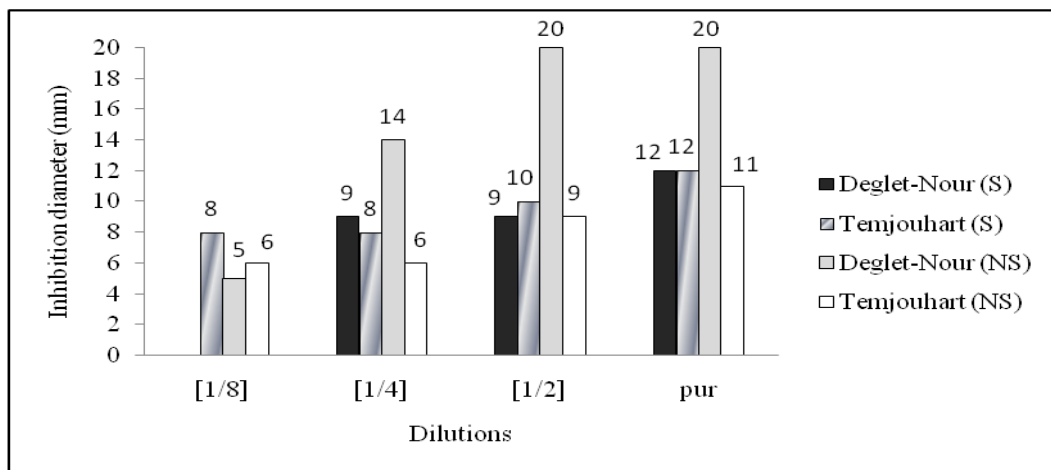
The obtained results showed that the bacteria *S. aureus* and *P. aeruginosa* were susceptible to Deglet-Nour and Temjouhart vinegars (figures 2, 3 and 4). However, the yeast *C. albicans* was susceptible only to Deglet-Nour vinegar (fig. 5). In addition, all the three studied microorganisms were more susceptible to Deglet-Nour by comparison to Temjouhart vinegar. Correspondingly, the studied microorganisms were more susceptible to non-diluted vinegar compared to diluted (1/2, 1/4 and 1/8) vinegar.

The bacterium *S. aureus* was susceptible to vinegar tested by both diffusion methods (wells and discs) as shown in figure 2 and 3. In addition, the similar results were obtained for *P. aeruginosa* and *C. albicans*. Only the results obtained by the disc diffusion method (for *P. aeruginosa*) and by well diffusion method (for *C. albicans*) were shown

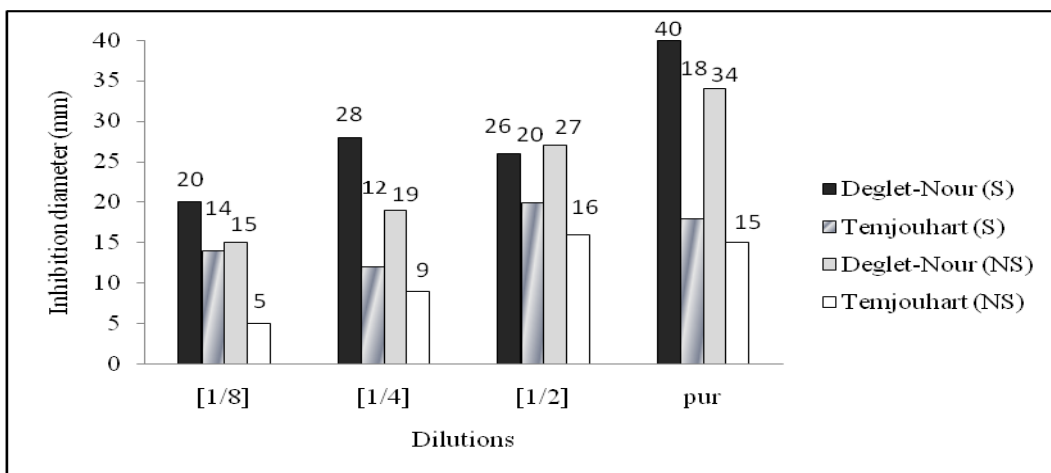
(figure 4 and 5), respectively.



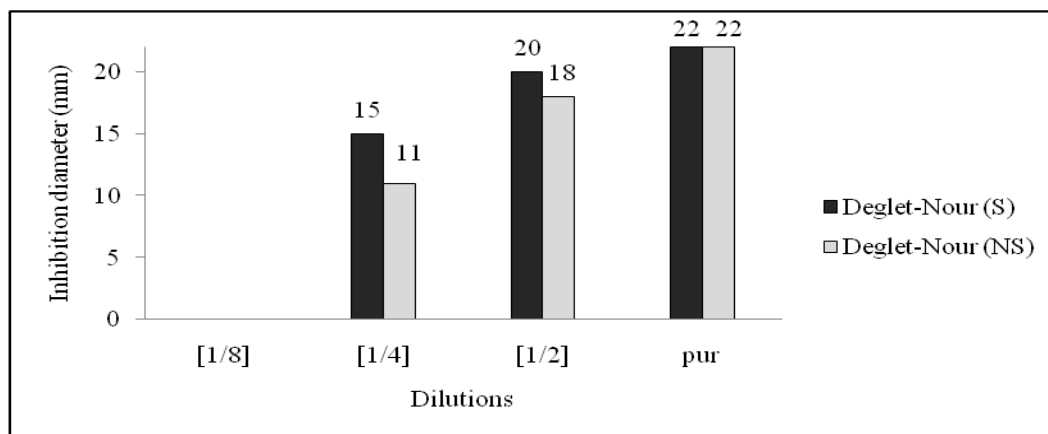
**Figure 2.-** Antibacterial effect on *Staphylococcus aureus* (well diffusion method) [S: sterile vinegar, NS: non-sterile vinegar]



**Figure 3.-** Antibacterial effect on *Staphylococcus aureus* (disc diffusion method)



**Figure 4.-** Antibacterial effect on *P. aeruginosa* (disc diffusion method)



**Figure 5.-** Antifungal effect on *C. albicans* (well diffusion method)

In general, Deglet-Nour and Temjouhart vinegars exhibited more antibacterial than antifungal effect. Likewise, both varieties of vinegars showed less effect in weak concentration. Consistently, the commercial vinegar (35 g/l of acetic acid) revealed more antimicrobial effect on *S. aureus* and *Escherichia coli* than *Aspergillus niger* and *A. flavus*, and no antifungal effect was observed at low concentration [16]. Besides, vegetables washed by 30% and 20% vinegar solutions reduced significantly the microbial load to  $1.10 \times 10^7$  CFU/ml, but a very low effect was observed by using vinegar solutions of 10% [17]. Similar results were noticed in our case by using 1/8 vinegar dilution. The result of our study suggests using 1/4 as the maximum dilution of date vinegar in traditional mixtures.

Furthermore, RUTALA *et al.* (2000) showed that white vinegar has antimicrobial activity against *P. aeruginosa*, both methicillin resistant and susceptible *S. aureus*, *S. choleraesuis*, *E. coli* and against both vancomycin resistant and susceptible *Enterococcus* [18]. The vinegar has also an antibacterial activity against *Salmonella typhimurium* [19], and bamboo vinegar has an antimicrobial effect on fecal bacteria [20]. Moreover, THORP *et al.* (1998) showed that acetic acid was effective against the growth of bacteria that cause the most frequent earaches (*Pseudomonas*, *Staphylococcus* and *Proteus*) [21]. This proves that the acetic acid is responsible for the antimicrobial effect. We can explain this by the fact that organic acids diffuse passively through bacteria cell wall and dissociate into anions and protons. The release of protons decreases the internal pH which in turn provokes an inhibitory effect [22]. However, BALIGA *et al.* (2011) showed that *C. albicans* treated with high concentration of Barhi dates extract caused strong damage in the form of cell lysis, leakage of cytoplasmic material and eventual cell death and that flavonoids presents in the extract may have been responsible for the observed effect [8]. Besides, ALABBASY *et al.* (2013) showed that Zahdi date, Thompson seedless grape and maize malt vinegars contain flavonoids, vitamins and phenols [23]. One of the Zahdi date vinegar vitamins is the ascorbic acid [23] which KALLIO *et al.* (2012) found that it inhibited completely the growth of *S. aureus* and suggested that it affects the metabolism of *S. aureus* [24]. It increases the oxidative stress on bacterial cells when it is metabolized in aerobic conditions [24]. These results suggest that these phytochemicals could be present in Deglet-Nour and Temjouhart vinegars and were responsible for the observed antimicrobial effect.

*S. aureus* was more susceptible to Deglet-Nour non sterile vinegar. This may be due to the vinegar microflora antagonistic activity. RAJKOWSKA *et al.* (2012) observed that *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* has an antagonistic activity only against *S. aureus* rather than *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* and *Campylobacter jejuni* [25]. However, VOHRA and SYAL (2013) showed that *Saccharomyces cerevisiae* has an antagonistic activity against *S. aureus*, *Pseudomonas* sp. and *Salmonella* sp. [26]. Moreover, *S. cerevisiae* has an antagonistic activity against *C. albicans*, *Protues*, *Shigilla* and *E. coli* *in vitro*, and antagonistic activity against *C. albicans*, *C. krusei* and *C. pseuditropicalis* *in vivo* which disappeared when the *S. cerevisiae* was killed by heating [27]. Although *S. cerevisiae* is likely present in date vinegar, we recommend further studies to identify and isolate its microorganisms then test their antagonistic activity.

## Conclusion

Date vinegar is largely used by the population of oases in Maghreb for its various therapeutic benefits, and each date variety provides vinegar with particular therapeutic effects. Date vinegar has a strong antimicrobial activity on *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *C. albicans*. Therefore, it is effective in traditional medicine for treating skin infections caused by these microorganisms. Moreover, optimizing the traditional date vinegar quality will increase its effectiveness.

## Acknowledgments

We would like to thank Dr. Atika Meklat, Dr. Amina Kanane and Dr. Mohamed Nadjib Boukhatem for their valuable suggestions.

## Bibliographic references

- [1].- Guerradi M., Hamdouni N., Outlioua K., 2005.- Usage des produits et sous produits du palmier dattier dans la pharmacopée traditionnelle dans les oasis du Maghreb. Séminaire international des plantes médicinales dans les zones arides, Université de Ouargla.
- [2].- Ould El Hadj M. D., Sebihi A.H., Siboukeur O., 2001.- Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla. Revue des Energie Renouvelables, Production et valorisation-biomasse (NS): 87-92.
- [3].- LD., 2007.- Du vinaigre pour sauver des vies. Revue de BioTrubine: 23: 4.
- [4].- Audigié C., Fegarelle J., Zonszain F., 1984.- Manipulation d'analyse biochimique. Techniques et Documentations, Paris, 274 p.
- [5].- Cherif B., 2012.- Mémoire de fin d'études: Usage du vinaigre de dattes dans la médecine traditionnelle à Ghardaïa et mise en évidence de son activité contre certains germes infectieux de la peau. Université Saad Dahlab, Blida, 50 p.
- [6].- Roché Y., Niel P., 2012.- Analyses en microbiologie-produits non stériles. In : Qualité et sécurité au laboratoire. Ed. Les Sélections Techniques de l'Ingénieur, Paris :

Pp3352-1 - Pp3352-9.

- [7].- Merrouche R., Bouras N., Coppel Y., Mathieu F., Monje M. C., Sabaou N., Lebrihi A., 2010.- Dithiopyrrolone antibiotic formation induced by adding valeric acid to the culture broth of *Saccharothrix algeriensis*. *Journal of Natural Products*, Copublished with the American Society of Pharmacognosy, 73: 1164-1166.
- [8].- Baliga M. S., Baliga B. R. V., Kandathil S. M., Bhat H. P., Vayalil P. K., 2011.- A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, 44: 1812-1822.
- [9].- Johnston C. S., Kim C. M., Buller A. J., 2004.- Vinegar improves insulin sensitivity to a high-carbohydrate meal in subjects with insulin resistance or type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27: 281-282.
- [10].- Johnston C. S., 2005.- Strategies for healthy weight loss : from vitamin C to the glycemic response. *Journal of the American College of Nutrition*, 24: 158-165.
- [11].- Leeman M., Ostman E., Bjorck I., 2005.- Vinegar dressing and cold storage of potatoes lowers postprandial glycaemic and insulinaemic responses in healthy subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59: 1266-1271.
- [12].- Ostman E., Granfeldt Y., Persson L., Bjorck I., 2005.- Vinegar supplementation lowers glucose and insulin responses and increases satiety after a bread meal in healthy subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59: 983-988.
- [13].- Johnston C. S., Buller A. J., 2005.- Vinegar and peanut products as complementary foods to reduce postprandial glycemia. *Journal of American Dietetic Association*, 105: 1939-1942.
- [14].- Kondo S., Tayama K., Tsukamoto Y., Ikeda K., Yamori Y., 2001.- Antihypertensive effects of acetic acid and vinegar on spontaneously hypertensive rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 65: 2690-2694.
- [15].- Bouaziz S., Ould El Hadj M. D., 2010.- Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de quelques types de vinaigres traditionnels de dattes obtenues à partir de quelques variétés de la région de Ouargla. *Annales des Sciences et technologie*, 2: 80-86.
- [16].- Yang Z. Q., Wei H., Cao W., Zhao Y. J., Wang W., 2008.- Antimicrobial activity of vinegar and garlic extracts. *Food Science*, 29: 69-73.
- [17].- Tagoe D. N. A., Aning O.A., 2011.- Effect of increasing concentration of antimicrobial agent on microbial load and antibiotic sensitivity pattern of bacterial isolates from vegetables. *European Journal of Experimental Biology*, 1: 12-23.
- [18].- Rutala W. A., Barbee S. L., Aguiar N. C., Sobsey M. D., Weber D. J., 2000.- Antimicrobial activity of home disinfectants and natural products against potential human pathogens. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 21: 33-38.

- [19].- Sengun I. Y., Karapinar M., 2004.- Effectiveness of lemon juice, vinegar and their mixture in the elimination of *Salmonella typhimurium* on carrots (*Daucus carota* L.). International Journal of Food Microbiology, 96: 301-305.
- [20].- Wang H. F., Wang J. L., Wang C., Zhang W. M., Liu J. X., Dai B., 2012.- Effect of bamboo vinegar as an antibiotic alternative on growth performance and fecal bacterial communities of weaned piglets. Livestock Science, 144: 173-180.
- [21].- Thorp M. A., Kruger J., Oliver S., Nilssen E. L., Prescott C. A., 1998.- The antibacterial activity of acetic acid and Burow's solution as topical otological preparations. Journal of Laryngology & Otology, 112: 925-928.
- [22].- Hindi N. K., 2013.- *In vitro* antibacterial activity of aquatic garlic extract, apple vinegar and apple vinegar-garlic extract combination. American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics, 1: 42-51.
- [23].- Alabbasy H. M., Abdul Razak R. K., Al Abdullah B. Y., 2013.- Determination of vitamins, phenolic compounds and flavonoids in vinegars produced from various sources. Journal of Tikrit University For Agriculture Sciences, 13: 81-89.
- [24].- Kallio J., Jaakkola M., Mäki M., Kilpeläinen P., Virtanen V., 2012.- Vitamin C inhibits *staphylococcus aureus* growth and enhances the inhibitory effect of quercetin on growth of *Escherichia coli in vitro*. Planta Medica, 78: 1824-1830.
- [25].- Rajkowska K., Kunicka-Styczynska A., Rygala A., 2012.- Probiotic activity of *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* against human pathogens. Food Technology and Biotechnology, 50: 230-236.
- [26].- Syal P., Vohra A., 2013.- Probiotic potential of yeasts isolated from traditional indian fermented foods. International Journal of Microbiology Research, 5: 390-398.
- [27].- Auclair E., 2001.- Yeast as an example of the mode of action of probiotics in monogastric and ruminant species. In : Brufau J., eds. Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: From feed to food. Zaragoza, CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes; n. 54: 45-53.