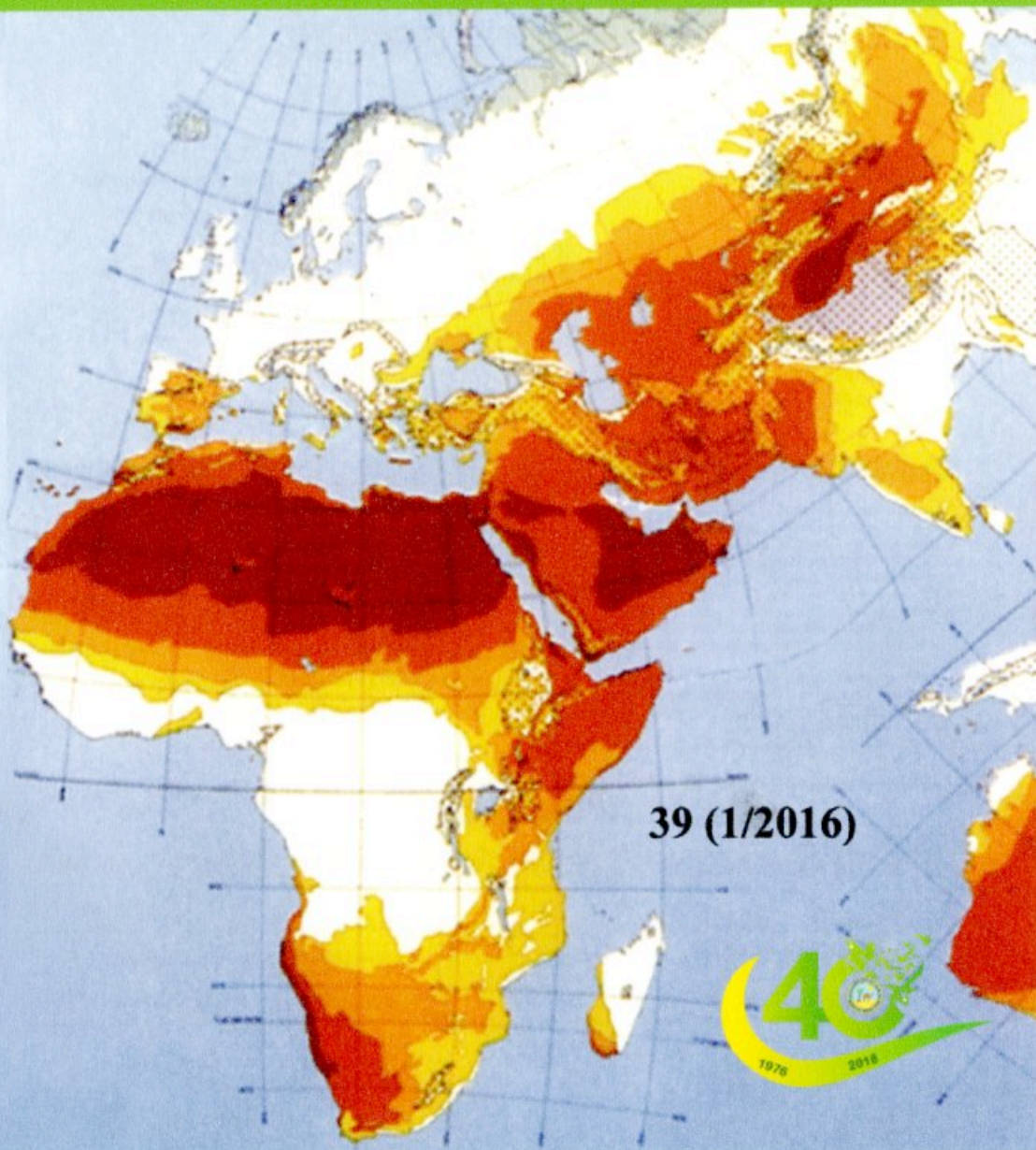


ISSN 0330 - 7956



# REVUE DES RÉGIONS ARIDES

Éditée par l'Institut des Régions Arides - Médenine - TUNISIE



39 (1/2016)



Répertoriée dans la base PASCAL de l'INIST

# SOMMAIRE

- Evaluation des réformes agraires issues du projet de conservation des eaux et des sols et leurs implications directes sur l'activité de l'élevage dans une zone aride tunisienne :Oued Soukra – El Hamma (M.A. BOUZAIDA ET R. RAHALI).....3**
- Contribution à l'étude de la répartition des espèces de tiques parasites du dromadaire au sud tunisien, (SEDDIK M M, KASSER F, JEDIDI M, KHORCHANI T, GHARBI M. et DARGHOUGH M A.....13**
- Mortalité des chameçons en Tunisie, (M.H. JEMLI, B. BEN SMIDA, T. HAMZA, M. SOMIA, M. HAJHAMMOUDA, W. CHANDOUL, H. DABBEK, J. BENBOUBAKER, H. RACHDI, A. JEMAI, G. RIM, I. BENSLIMAN, A. RANENE, A. BEN NASSAR, S. AKREMI, I. LAMOUCHE, W. BENSALAM et H. AGAB).....27**
- Effet d'un traitement à la mélatonine sur la reproduction des béliers et des antenais des races Noire de Thibar et Barbarine, (R.TABOUBI et M. REKIK).....39**
- Effect of continuous female exposition on testosterone level and sexual behavior in male dromedary camel, (M. FATNASSI, B. PADALINO, D. MONACO, N. M. HAMED, T. KHORCHANI, G. M. LACALANDRA, M. HAMMADI).....49**
- Délimitation et caractérisation des zones à risque pour la maladie du Krafft chez le dromadaire dans les parcours du Dhahar (Sud tunisien), (M. M SEDDIK., M. TARHOUNI., F. ABDELLI et T. KHORCHANI).....63**
- Comportement sexuel et synchronisation des chaleurs chez la chamelle laitière (*Camelus dromedarius*), (A. DHAOUI, M. CHNITER, M. FATNASSI, T. KHORCHANI ET M. HAMMADI).....73**
- Heart rate of indigenous Nigerian ewes as affected by sampling period and physiological state during the hot-dry season, (A.M ABDUSSAMAD and D. J. U. KALLA).....83**
- Response of sandy and loamy steppes to protection in Mediterranean arid environment, (F. ABDALLAH, A. OULED BELGACEM , M. CHAIEB)..93**
- First Report about the olive knot disease (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) in the Tunisian southeast, (N. GHANNEY, N. S. IACOBELLIS, K. BELHOUCHE, S. NAHDI AND A. FERCHICHI).....109**



## Evaluation des réformes agraires issues du projet de conservation des eaux et des sols et leurs implications directes sur l'activité de l'élevage dans une zone aride tunisienne : Oued Soukra – El Hamma

M.A BOUZAIDA et R. RAHALI

Institut des Régions Arides de Médenine, 4119, Medenine, Tunisie.

[amir.bouzaida@gmail.com](mailto:amir.bouzaida@gmail.com) - [medamir.bouzaida@ira.agrinet.tn](mailto:medamir.bouzaida@ira.agrinet.tn)

### ملخص

تتأثر منطقة وادي سكرة (الحامة) مثل المناطق القاحلة التونسية الأخرى بالتصحّر مما تسبب في تدهور الأراضي. تسببت هذه الظروف الطبيعية والمناخية الصعبة في العديد من المشاكل الإيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية والتقنية، مما ساهم في التخلي عن النشاط الزراعي والهجرة من هذه المناطق الصعبة...

في هذا الصدد، تم سنة 2009 تنفيذ مشروع حماية المياه والتربة في المنطقة المذكورة للحد من هذه الظواهر السلبية والتي تهدد الموارد الطبيعية و ذلك بإنجاز أشغال صيانة و بناء لتوفير بنية تحتية تهدف إلى حماية المناطق الفلاحية من الانجراف المائي. ساهم هذا المشروع في إيجاد إصلاح زراعي يهدف إلى خلق نظام زراعي جديد وخاصة على قطاع الثروة الحيوانية الذي يعد نشاطا أساسيا في المنطقة.

وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن هذا المشروع قد أثار اهتماما كبيرا بين المزارعين مع زيادة عدد المزارع، وتخفيض الضغط على المساحات الرعوية، وتنويع واضح في المحاصيل الفلاحية (بما فيها الأعلاف الخضراء) علاوة على تزايد عدد الثروة الحيوانية (الأغنام والماعز). وبالتالي فقد مكن المشروع الفلاحين من تحسين الإنتاج الحيواني، وزيادة مدخول المزارعين في إطار التنمية الريفية المستدامة.

**الكلمات المفتاح:** واد سكرة، الأراضي الجافة، الإصلاح الزراعي، الإنتاج الحيواني، مدخول المزارعين.

### RÉSUMÉ

La zone d'Oued Soukra (El Hamma) à l'instar des autres zones arides tunisiennes est affectée par le phénomène de désertification entraînant une dégradation des terres. Ces conditions naturelles et climatiques difficiles ont été à l'origine de divers problèmes écologiques, socioéconomiques et techniques, favorisant ainsi, l'abandon de l'activité agricole.

A cet égard, en 2009 pour lutter contre ces phénomènes dans l'objectif de stopper la dégradation des ressources naturelles causée par une forte érosion hydrique accrue on a mis en place le Projet d'Aménagement Anti-érosif Intégré dans le bassin versant d'Oued Soukra. Il consistait à construire des ouvrages de conservation des eaux et des sols (CES) ce qui a dérivé des réformes agraires très importantes. Le but principal de ce travail est analyser le nouveau système agricole issu de ces réformes agraires et examiner ses implications sur le secteur de l'élevage étant une activité

fondamentale dans la région.

Les résultats de cette étude montrent que ce projet a suscité un grand intérêt auprès des agriculteurs avec l'augmentation du nombre des parcelles agricoles, la consolidation de la superficie pastorale, une nette diversification des cultures (y compris la fourragère) et des activités en augmentant l'effectif des cheptels (ovins et caprins). En l'occurrence, le projet a permis d'améliorer la production animale, d'augmenter les revenus des exploitants concernés et de mieux valoriser les ressources en eaux et en sols utilisées et ce, dans le cadre d'un développement rural qui se veut être durable.

**Mots clés :** Oued Soukra, zones arides, réformes agraires, production animale, revenus des exploitants.

### **SUMMARY**

The area of Oued Soukra (El Hamma) like the other Tunisian arid areas is affected by desertification causing land degradation. These natural and climatic conditions were at the origin of many ecological, socioeconomic and technical problems, causing thus, the abandonment of farming activity.

In 2009 in order to prevent these phenomena and aiming to stop natural resources degradation, caused by sharp water erosion, the ministry of agriculture had implemented the anti-erosive and integrated Project in the watershed of Oued Soukra. It involved the construction of water harvesting system, Water and soil conservation, allowing very important agrarian reforms. The main purpose of this work is to analyze the new farming system issued from these land reforms, especially in the livestock sector, being an important activity in this arid region.

The results of this study shows that this project has aroused a great interest between farmers, increasing the number of farming parcels, the consolidation of pastoral area, the diversification of crops system and rising livestock number (sheep and goats). We can affirm that the project mentioned project has helped to improve animal production, improving farmer's income and bettering the management of water and soil resources looking for a sustainable development of these rural and arid areas.

**Keys words:** Oued Soukra, arid lands, agrarian reforms, animal production, farmers' income

---

## 1- INTRODUCTION

Les ressources naturelles qui constituent le fondement de l'activité agricole en Tunisie, principalement l'eau et le sol, sont soumises à une dégradation intense. On constate d'une année à l'autre une perte importante dans les terres agricoles sous l'effet de l'érosion éolienne et surtout hydrique, ainsi que des perturbations dans la qualité des eaux, voire leur épuisement. En l'occurrence, l'érosion constitue aussi un danger réel pour l'activité agricole avec ses deux secteurs des cultures et celui de l'élevage et ce, surtout dans le Sud-est tunisien. Ce phénomène très complexe, résulte en fait de la conjugaison des facteurs naturels, tels que les paramètres du climat, mais aussi sociaux avec des méthodes d'exploitation destructives (Ministère de l'Agriculture, Direction CES,(199)).

En effet, la dégradation des sols causée par l'érosion conduit à la désertification en réduisant les capacités productives agricoles. Par ailleurs, la désertification engendre elle-même, une détérioration des conditions de vie des populations des régions arides touchées. Selon Cornet (2002) à cause du manque de capital et d'opportunités économiques, ces populations pauvres sont conduites à sur-exploiter leurs ressources limitées pour satisfaire leurs besoins, ce qui aggrave le processus de désertification. Il y a donc un cercle vicieux entre désertification et pauvreté : la désertification accroît la pauvreté qui en retour, conduit à des pratiques néfastes sur le milieu naturel, tel le surpâturage. Il faut dire que, les coûts de la désertification ne sont pas qu'envi-

ronnementaux. Ils sont aussi socio-économiques. ( (Requier-Desjardins, 2007).

En effet, la dégradation des terres dans ces zones sèches se traduit par d'importants coûts sociaux et économiques. Ils se manifestent notamment, par la baisse des rendements agricoles, la destruction des cultures, l'endommagement des infrastructures (logements, pistes, etc.), les pertes matériels, les pertes du cheptel et surtout les déplacements des populations OSS (2007).

Conscient de cette menace qui pèse sur les ressources naturelles et pour assurer la mise en valeur agricole et donc, améliorer la rentabilité des agriculteurs, le secteur agricole s'est taillé une grande part des investissements pour la mise en œuvre des programmes et des politiques de conservation des eaux et des sols dans cette région, en particulier le gouvernorat de Gabès (réf...). Parmi ces projets on peut citer le Plan d'Aménagement Anti-érosif Intégré Participatif dans la zone d'épandage d'Oued Soukra (2009-2011). Ce programme comprend la construction des ouvrages d'épandage, confection et rehaussement des tabias et des plantations dans la zone indiquée ci-haut, s'étendant sur 700 Ha et appartenant à la délégation d'El Hamma, afin de lutter contre l'érosion, ainsi que la maîtrise et la mobilisation des eaux des crues.

Les réformes agraires escomptées et dérivées de ce projet de CES viseraient l'amélioration de la production agricole, la diversification des cultures et la consolidation du secteur d'élevage.

Ainsi, sur le plan social on pourrait avoir une réduction du chômage, la diminution de l'exode rural et la fixation de la population.

## **2 -OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE**

Le but principal de ce travail est analyser le nouveau système agraire issu de ces réformes agraires et examiner ses implications sur le secteur de l'élevage étant une activité fondamentale dans la région de Oued Soukra. Pour ce faire, une évaluation agronomique et socio-économique est plus nécessaire pour évaluer ledit projet. On n'estimera non seulement l'évolution de l'utilisation des terres agricoles (superficie, culture, productivité, etc.) mais aussi celle du secteur de l'élevage (cheptel) et l'interaction entre ces deux secteurs (superficie et qualité du parcours, cultures fourragères, etc...).

Une analyse socio-économique cherchera aussi à montrer l'efficacité du projet via le calcul de la rentabilité agricole (la marge brute), ce qui pourrait aider à la fixation de la population agricole dans la zone d'étude et l'atténuation du chômage. Ce travail part de l'hypothèse que les aménagements CES réalisés auraient permis de maîtriser l'érosion, maintenir la fertilité du sol, ce qui favoriserait l'augmentation de la production agricole (végétale et animale), d'où une amélioration de la rentabilité agricole.

Compte tenu de l'objectif du présent travail, nous avons opté pour une approche méthodologique privilégiant les outils

appropriés à la fois pour l'évaluation du projet et pour la collecte et les analyses des données. Ce travail s'est basé en premier lieu, sur une étude bibliographique approfondie, s'appuyant sur la littérature, grâce à laquelle on a pu mettre en exergue la problématique de CES au niveau de la zone d'El Hamma. Ces travaux traitent le sujet de la désertification dans la zone d'étude indiquée et signalent les causes, telles que la pression démographique, le surpâturage et l'utilisation irrationnelle des terres et l'érosion hydrique. Tous les facteurs contribuent à accroître la dégradation des sols des écosystèmes et à diminuer leur potentiel productif des terres agricoles de la région. On a pu consulter en outre, les documents et les rapports des programmes et des projets de développement rural, ainsi que les politiques de Conservation des Eaux et des Sols, notamment la Stratégie Nationale de CES, déployés par l'Etat à l'échelle nationale et régionale.

La démarche méthodologique reposait sur un questionnaire d'enquête, qui pourrait fournir, une vision détaillée des possibles effets agronomiques et socio-économiques recherchés. Par ailleurs, l'enquête a concerné 62 exploitations agricoles, ayant tous bénéficié des travaux d'aménagement du projet. Les données recueillies, ayant pour objectif d'avoir des éléments d'identification aussi bien qualitatives que quantitatives de la situation ancienne et actuelle, concernent l'exploitation agricole (état foncier, cultures, production, cheptel, etc.)

Il est à souligner qu'une partie des informations aurait déjà pu être extraite des rapports et des ouvrages scientifiques disponibles sur la lutte contre la désertification dans le Sud tunisien et en particulier la région d'étude. Pour mieux évaluer l'impact du projet, l'enquête s'est concentrée sur deux années de référence : 2004 c'est-à-dire avant l'intervention du projet et une année plus récente (après le projet) à savoir 2012.

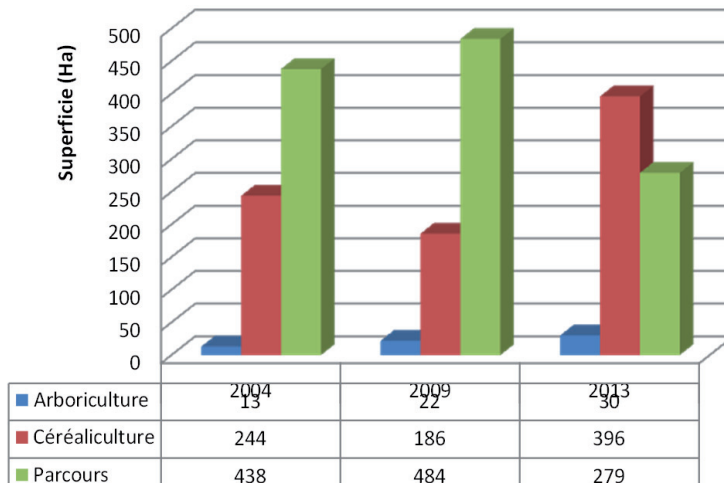
### 3-RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

#### 3.1-Evolution de l'utilisation des terres agricoles

Grâce aux différentes opérations de mise en valeur, plusieurs terrains non cultivables constituent aujourd'hui une part importante du potentiel agricole dans la zone d'étude. L'enquête auprès des agriculteurs on nous a permis de mettre en évidence la nette évolution du paysage agraire. L'évolution de l'utilisation des

sols et les répartitions des cultures pendant les années 2004, 2009 et 2013 sont illustrées par la figure 1. En analysant cette dernière on peut affirmer que les superficies céréalières et arboricoles ont subi une augmentation au détriment de la pastorale.

La tendance haussière de l'arboriculture a commencé dès la mise œuvre du projet (2009), à travers la plantation d'un important nombre d'oliviers et d'autres arbres fruitiers. L'extension céréalière est nettement observée en 2013 puisque plusieurs parcelles étaient auparavant délaissées, sont actuellement mises en cultures, en bénéficiant des aménagements du projet en question. Concrètement, le projet de CES a permis un accroissement remarquable dans les superficies consacrées à la céréaliculture (62%) et à l'arboriculture (130%), et une nette régression des superficies des parcours (-36%).



**Figure 1** : La dynamique de l'utilisation des terres (en Ha) à Oued Soukra entre (2004-2013)



A partir de ce schéma, il ressort que la superficie céréalière s'élève à 396 Ha en 2013, représentant plus que la moitié de la superficie totale du périmètre d'épandage, soit 56% ; contre 245 Ha en 2004, soit 35%. La superficie céréalière est désormais le plus souvent aléatoire, en raison du semis qui dépend des pluies d'automne.

La superficie arboricole augmente d'une manière lente et progressive, en bénéficiant des eaux de ruissellement mobilisées par les ouvrages d'épandage mises en place par le projet. Toutefois, cette augmentation est due, en outre, à l'introduction des nouveaux vergers d'oliviers et d'arbres fruitiers notamment le pistachier. Elle occupe, actuellement, 4.5% de la superficie totale contre 1.8% en 2004.

La diminution de l'espace sylvo-pastorale au bénéfice de l'extension de la superficie céréalière et arboricole, est estimée à 159 Ha, passant de 438 Ha en 2004 à 279 Ha actuellement. Bien que ce changement d'utilisation des terres soit bénéfique pour l'amélioration de la production agricole, il présente beaucoup d'effets néfastes. En effet, la superficie pastorale actuelle subit une pression et un surpâturage croissant et par conséquent, la destruction du couvert végétal est plus qu'imminente.

Afin de résoudre ce problème de surpâturage, la majorité des exploitants affirment avoir recours aux fourrages obtenus par la céréaliculture. En effet, après les moissons les emblavures peuvent constituer un excellent parcours d'été.

Dans ce sens, la céréaliculture fournit un sous-produit assez intéressant pour l'élevage (Paille et foin). La production de la paille est évaluée, selon des estimations faites par le CRDA de Gabès, à 80 T/an d'où une disponibilité fourragère de l'ordre de 20000 U.F. Ceci avait comme conséquence d'alléger la pression sur les terrains de parcours naturels.

### **3.2-Evolution de l'élevage**

L'élevage constitue une activité importante pour les exploitants. En effet, le bétail représente une source primordiale de revenu, pendant toute la campagne agricole, et ce, malgré la conduite du troupeau qui demeure traditionnelle. La régression de superficies des parcours n'a pas empêché l'augmentation de l'effectif du cheptel. Les résultats de l'enquête sur la dynamique de l'élevage sont présentés dans le tableau suivant:

**Tableau 1 :** Evolution de l'effectif du cheptel ovin et caprin (2004-2012)à Oued Soukra

	<b>Ovin</b>	<b>Caprin</b>
<b>2004</b>	640	325
<b>2012</b>	1190	534

**Source :** Enquête

Cette activité est toujours orientée vers l'élevage ovin, ayant subi un accroissement d'environ 86%, au bout d'une décennie, passant de 640 têtes en 2004 à 1190 en 2012. L'élevage caprin montre aussi une progression de l'ordre de 64%. En effet, l'effectif du cheptel a passé de 325 têtes caprines à 534 têtes entre 2004 et 2012. Ceci revient, principalement, à l'amélioration de l'état des par-

cours, malgré le rétrécissement de leurs superficies, par l'intensification du couvert végétal (après la mise au point des ouvrages de collecte des eaux). A signaler aussi que les emblavures céréalières constituent après moissons, une source alimentaire importante pour les troupeaux, et ce, sous forme de paille ou du foin, Rahali (2013).

On peut ainsi affirmer que le projet a eu incontestablement un effet positif sur l'activité de l'élevage.

Par ailleurs, l'association de l'agriculture et l'élevage, pratique presque commune à toutes les exploitations, correspond à une stratégie duale de la diversification des activités et l'intensification de la production dont l'importance relative dépend du type d'exploitation.

### 3.3-Impact économique du projet sur la rentabilité de l'élevage

Les interventions de lutte contre la désertification et de développement agricole dans cette région aride seraient globalement profitables aux exploitants, à l'économie locale et à l'environnement. Par ailleurs, la réussite du projet est conditionnée par sa rentabilité. En effet, le suivi de l'évolution de développement agricole ne se résume pas à l'étude des rendements ou du nombre de cheptel seulement. Il serait judicieux aussi de faire une estimation de la rentabilité agricole pour les activités en question, notamment celle de l'élevage. Pour mesurer cette rentabilité la marge brute de l'exploitation agricole est un indicateur de référence.

**Tableau 2** : Analyse économique relative à la production animale (DT/exploitant/an)

Concepts	Elevage Ovin		Elevage Caprin	
	2004	2012	2004	2012
I- Coûts directs :	113.78	250		
- Charges alimentaires	17.29	51.73	111.61	176.62
- Vétérinaires	131.07	301.73	9.55	25
*Total coûts directs			121.16	201.62
II- Machinerie :				
- Transport	15	22.13		
III- Main d'œuvre	0	0	13	24.25
			0	0
A- Effectif commercialisé (tête)	6	7	3	4
B- Prix de vente	200	300	150	200
C- Recette des ventes	1200	2100	450	800
D- Subventions	0	0	0	0
E- Produit Brut	1200	2100	450	800
F- Marge Brute	1053.9	1776	315.76	574.13

Source : Enquête

Pour cela une enquête auprès de tous les agriculteurs bénéficiaires du projet a été réalisée, et qui sont en nombre de 62. Conscient de la différence de la taille du cheptel et du but lucratif relatifs à chacun de ces agriculteurs, on a calculé la moyenne des effectifs réellement commercialisés sur le marché. Pour pouvoir finalement calculer la marge brute moyenne par éleveur. L'analyse des données de l'enquête reflétées par le tableau ci-haut, affirme la tendance évolutive qu'a connue le système de l'élevage, à travers l'amélioration de sa rentabilité. En effet, la marge brute relative à l'élevage ovin a passé d'environ 1053 à 1776 DT entre 2004 et 2012 (références considérées avant et après le projet), soit un taux d'accroissement de l'ordre de 68%. De même, pour l'élevage caprin on constate la même dynamique haussière de revenu, avec un taux d'évolution d'environ 81%. Cela dit, la marge brute correspondante a évolué de 315 à 574DT.

Il convient de signaler que cette amélioration de la rentabilité revient, principalement, aux atouts des aménagements de Conservation des Eaux et des Sols, qui ont permis l'amélioration de l'état des parcours naturels (valorisation du couvert végétal) et l'augmentation des apports fourragers des terres de cultures (chaumes des céréales, etc...), ce qui a encourager les exploitants à augmenter l'effectif de leurs cheptels pour une meilleure rente.

#### **4- CONCLUSION**

L'analyse des impacts des traitements anti-érosifs, dans la région d'Oued Soukra, a montré qu'il est possible non seulement de mitiger les effets de la désertification, mais aussi d'avoir un secteur agricole développé. Une des solutions pourrait être les projets émanant de la Stratégie Nationale de Conservation des Eaux et des Sols. En termes agronomiques, des productions agricoles à la hausse, de même qu'un recul de la dégradation des eaux et des sols, ont été constatés. Cette tendance positive a été traduite par l'augmentation de la production agricole et de l'effectif du cheptel, ce qui permet une meilleure diversification des sources des revenus des exploitants. En l'occurrence ceci est accompagné par une amélioration des marges brutes des agriculteurs, notamment les éleveurs, malgré le caractère extensif de l'activité de l'élevage. Tous ces bienfaits permettront à long terme, de freiner l'abandon des terres agricoles et donc, l'exode rural.

En définitive, la viabilité de la lutte contre la désertification et du développement agricole et rural repose sur les capacités des acteurs impliqués dans le développement agricole, à lier les différentes dynamiques agronomiques, socio-économiques et environnementales en vue d'atteindre un équilibre durable surtout dans ces régions arides.

---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achouri M. (1995) :, La conservation des eaux et du sol en Tunisie : bilan et perspectives. In : Zekri S. (ed.), Laajimi A. (ed.). Agriculture, durabilité et environnement. Zaragoza CIHEAM, p. 35-47 (*Cahiers Options Méditerranéennes* ; n.9).
  - Akrimi N., Abaab A. (1989) : Données générales sur la désertification en Tunisie. Actes de séminaire national sur la lutte contre la désertification -Jerba 1989 in *Revue des Régions Arides* 1991.
- d'exclusion :
- Cornet A., 2002, La désertification à la croisée de l'environnement et du développement : un problème qui nous concerne, Sommet du Développement Durable, Johannesburg, 2002 : 93-130.
  - FAO (1995) : Participation et risques d'exclusion : Réflexions à partir de quelques exemples sahéliens, Service de l'analyse et de l'organisation du développement rural. 1995, pages 36-78.
  - Fay G., Romdhane A., (2004) : Dégradation des parcours et problèmes de l'eau dans la région d'El Hamma Gabès (Sud tunisien).. *Cahier Options Méditerranéennes* n°62 p. 259 -263.
  - Genin D., Sghaier M. (2003) : Programme sur la désertification dans la Jeffara tunisienne. Pratiques et usages des ressources, techniques de lutte et devenir des populations rurales.
  - Jauffret, S. (, 2001) :, *Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides, application au suivi de la désertification dans le sud tunisien.*, Thèse d'écologie, Université d'Aix-Marseille, 328 p. + ann.
  - Sghaier, 2003Programme sur la désertification dans la Jeffara tunisienneMinistère de l'Agriculture (1998) : Programme d'action national de lutte contre la désertification, Note de synthèse, page 34.
  - Ministère de l'Agriculture-Direction de CES (1998) : Rapport général : Planification des aménagements de conservation des eaux et du sol dans le gouvernorat de Gabès, page 3.
  - Ministère de l'Agriculture, (2009) : Etude d'aménagement de 3 zones d'épandages dans le Gouvernorat de Gabès : Phase 3 Avant-Projet Détaillé Définitif (A.P.D / D) « Zone d'épandage d'Oued Soukra, délégation d'El Hamma », Juillet 2009, page 31.

*Evaluation des réformes agraires issues du projet de conservation des eaux et des sols  
et leurs implications directes sur l'activité de l'élevage dans une zone aride tunisienne :  
Oued Soukra – El Hamma*

---

- Rahali R., (2013) : . *Evaluation de l'impact du projet d'aménagement anti-érosif intégré dans la zone d'épandage du bassin versant d'e Oued Soukra-El Hamma*. Mémoire de Mastère LCD INAT/IRA. 71p.
- Requier-Desjardins, M., (2007) : , Pourquoi faut-il investir en zones arides ?, Les Dossiers thématiques du CSFD, N°5, Comité Scientifique Français de la Désertification, *Agropolis International*, 32 p.
- ODS (1988) : *Projet de Développement Intégré de la zone d'El Bhaier-Béchima (délégation d'El Hamma) « Présentation et stratégie de développement »*, page 6.
- OSS, (2007) :, *Adaptation aux changements climatiques et Lutte contre la Désertification (Note introductive)*, 34 p
- Sghaier M., Picouet M., Auclair L. (2000) : *Observatoires des relations populations-Environnement en milieu rural Tunisien : Pour une gestion durable des ressources naturelles DYPEN II, Rapport scientifique Tome II, juin 2000, page12-34.*
- Sghaier M., (2002) :. *Stratégie d'appui à la lutte contre la désertification en Tunisie. Série étude et rapports sur le développement, PNUD, Tunisie, 44P.*

## Contribution à l'étude de la répartition des espèces de tiques parasites du dromadaire au sud tunisien

SEDDIK M M<sup>1</sup>, KASSER F<sup>2</sup>, JEDIDI M<sup>2</sup>, KHORCHANI T<sup>1</sup>, GHARBI M<sup>2</sup> et DARGHOUTH M A<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut des Régions Arides de Médenine, 4119, Medenine, Tunisie.

<sup>2</sup> École Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, 2020 Sidi Thabet, Tunisie.

### ملخص :

بههدف دراسة إصابة الإبل بالقراد في مختلف مناطق التربية بالجنوب التونسي، تم جمع وتحديد فصائل هذا الطفيلي المتواجد بقطعان الإبل بالمنطقة. كما وقع تصنيف تواجد هذه الفصائل حسب التوزيع الموسمي والجغرافي. حيث تم جمع 1200 عينة من القراد من قطعان إبل ترعى في أربع ولايات بالجنوب (تطاوين، مدنين، قابس وقبلي) وطيلة ثلاثة فصول لنشاط هذا الطفيلي (الربيع والصيف والخريف). تم في كل ولاية اختيار منطقتين لجمع 50 عينة موسمياً من الإبل المتواجدة. وقد تم تحديد أربعة أنواع من جنس هيلوما مع غلبة الأنواع *Hyalomma impeltatum* (22%)، *Hyalomma dromedarii* (61%)، والأنواع الثلاثة الأخرى هي أقل تواتراً *Hyalomma marginatum* (1%)، وأظهرت النتائج أن الإبل المتواجدة في مراعي (تطاوين وقبلي) متعرضة إلى حد كبير للتطفل من قبل *Hyalomma dromedarii* خلال ثلاثة مواسم النشاط مقارنة بالمنطقتين الأخرتين. غير أن، في معظم المناطق الساحلية تم ملاحظة تنوع في الأصناف التي تم كشفها، إذ تمت ملاحظة ذلك خاصة خلال فصل الربيع بتواجد الأصناف الأربعة. كما لوحظ كذلك وجود غلبة لـ *Hyalomma excavatum* خلال فصل الخريف في منطقة الفجا (مدنين) ومارث (قابس)، وقد سجلت أعلى نسبة إصابة من طرف *Hyalomma impeltatum* في فصل الصيف بمنطقة الفجا (مدنين) ومن طرف *Hyalomma dromedarii* في الحامة (قابس).

### RÉSUMÉ

Afin d'étudier l'infestation des dromadaires par les tiques dans les zones d'élevage du Sud tunisien, nous avons collecté et identifié des tiques parasitant des troupeaux de dromadaires dans cette région. La distribution dans le temps et dans l'espace des espèces de tiques a été étudiée. Au total, 1200 tiques ont été collectées à partir des troupeaux camélins pâturant dans quatre gouvernorats (Tataouine, Médenine, Gabès et Kébili) durant les 3 saisons d'activité des acariens (printemps, été et automne). Dans chaque gouvernorat, deux régions ont été choisies pour la collecte saisonnière de 50 tiques à partir des dromadaires présents. Quatre espèces du genre *Hyalomma* ont été identifiées avec une prédominance de l'espèce *Hyalomma dromedarii* (61%), les trois autres espèces sont moins fréquentes *Hyalomma impeltatum* (22%), *Hyalomma excavatum* (16%) et *Hyalomma marginatum* (1%). Les résultats ont montré que les dromadaires des zones les plus désertiques (Tataouine et Kébili) sont significativement plus parasités par *Hyalomma dromedarii* pendant les trois saisons d'activité des acariens que les autres régions. En revanche, dans les zones les plus côtières, la faune ixodienne était diversifiée, elle était marquée surtout au printemps

par une différence non significative de l'infestation des dromadaires par ces quatre espèces de tique. Néanmoins, une prédominance d'*Hyalomma excavatum* a été observée pendant l'automne à El Fjee (Médenine) et à Mareth (Gabès), de même une intensité d'infestation plus élevée par *Hyalomma impeltatum* a été enregistrée en été à El Fjee (Médenine) et par *Hyalomma dromaderii* à El Hamma (Gabès).

**Mots clés :** Tiques, *Hyalomma*, dromadaire, Sud tunisien.

## SUMMARY

To study camels' infestation by ticks in the breeding areas of southern Tunisia, we collected and identified ticks living as a parasite on camels' herds in this region. The distribution in time and space of the species of ticks was investigated. A total of 1,200 ticks were collected from camels grazing in four governorates (Tataouine, Medenine, Gabes and Kebili) during the three seasons of acarids activity (spring, summer and autumn). In each governorate, two regions were selected for seasonal collection of 50 ticks from present camels. Four species *Hyalomma* were identified with a predominance of the species *Hyalomma dromedarii* (61%), the other three species are less frequent *Hyalomma impeltatum* (22%), *Hyalomma excavatum* (16%) and *Hyalomma marginatum* (1%). The results showed that the camels of the most desert areas (Tataouine and Kebili) are significantly more parasitized by *Hyalomma dromedarii* during the three seasons of ticks' activity than other regions. However, in the more coastal areas, ixodidian fauna was diverse; it was highest in the spring with a non-significant difference in infestation of camels by these four species of tick. However, a predominance of *Hyalomma excavatum* was observed during autumn in El Fje (Medenine) and Mareth (Gabes), and a higher intensity of infestation by *Hyalomma impeltatum* was recorded in summer in El Fje (Medenine) and *Hyalomma dromaderii* El Hamma (Gabes).

## 1-INTRODUCTION

En Tunisie, le dromadaire occupe une place économique et sociale importante pour les habitants du sud du pays pourtant les changements socio-économiques vécus ces dernières décennies qui ont abouti à une régression alarmante du cheptel camelin national. L'effectif national est estimé à 54333 têtes (OIE,2010), il est conduit selon différents systèmes d'élevage avec prédominance du système extensif, dans lequel les animaux sont organisés en troupeaux de 100 têtes en moyenne et maintenus libres sur les grandes surfaces du parcours (Seddik et al, 2003), et ceci par rapport au système semi extensif où les dromadaires ne passent qu'une période limitée (8 à 10 heures par jour) au pâturage, et au système intensif, regroupant dans un enclos quelques dromadaires qui sont entretenus en vue de l'engraissement ou de la production laitière. De nos jours, si le rôle du dromadaire en tant qu'animal de bât est considérablement réduit, d'autres débouchés devraient faire prendre conscience de son importance et principalement en tant que source de protéines. Outre l'utilisation classique à des fins de production (cuir, poil). L'élevage camelin souffre encore de plusieurs contraintes d'ordre alimentaires, structurales et sanitaires. La consanguinité et certaines maladies dont les maladies parasitaires représentent des problèmes majeurs chez les camelins en Tunisie. Parmi ces affections, l'infestation par les tiques qui lui spolient des quantités non

négligeables de sang, elles l'affaiblissent et le rendent sensible aux problèmes de santé. L'infestation par les tiques dépend de plusieurs facteurs liés à l'environnement et à l'hôte (Kovats *et al.*, 2001). Ce travail a pour objectif de contribuer à l'étude, au Sud de la Tunisie, de l'infestation des dromadaires par les tiques. Cette investigation touche les quatre gouvernorats du Sud tunisien à savoir : Tataouine, Médenine, Gabès et Kébili connus par l'élevage de dromadaires par la collecte et l'identification de la population des tiques parasitant les troupeaux de dromadaires dans ces régions et d'autre part à l'évaluation de la répartition en temps et en espace des espèces de tiques identifiées.

## 2- MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1-Zones d'études

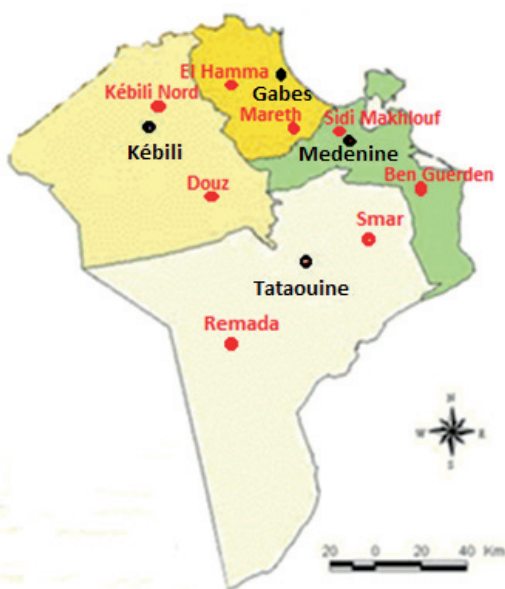
Le présent travail a été effectué pendant trois saisons à partir du printemps 2012 jusqu'en automne 2012. Il a concerné les quatre gouvernorats du Sud tunisien (Tataouine, Médenine, Gabès, et Kébili). Pour chaque gouvernorat, deux sites d'observation ont été choisis.

Les gouvernorats, les régions et les types d'élevages sont représentés dans le tableau 5.



**Tableau 1 : Gouvernorats, zones d'étude et types d'élevage dans le Sud Tunisien**

Gouvernorats	Régions	Type d'élevage
Tataouine : deux régions sahariennes	Beni Mhira	Extensif
	Remada	Extensif
Médenine : deux régions côtières	Oued Fessi	Extensif
	Fje	Semi-extensif
Gabès : deux régions côtières	El Hamma	Semi-extensif
	Mareth	Extensif
Kébili : deux régions sahariennes	Douz	Extensif
	Saïdane	Sédentaire



**Figure 1:** Localisation géographique des gouvernorats de Tataouine, Médenine, Gabès et Kébili et des régions d'étude ([www.tunisiaindustry.nat.tn/fr/image/carteTunisie](http://www.tunisiaindustry.nat.tn/fr/image/carteTunisie))

Le gouvernorat de Tataouine couvre une superficie de 38.889 Km<sup>2</sup>. Il est limité par le gouvernorat de Médenine et la Libye de côté Est et le gouvernorat de Kébili et l'Algérie de côté ouest. Il est caractérisé par un climat aride et saharien. Les

précipitations sont variables d'une région à une autre mais ne dépassent pas les 150 mm par an en moyenne. Les mois les plus pluvieux sont décembre et mars. La saison sèche dure en moyenne 7 mois par an et les mois les plus secs sont

juillet et août. La température annuelle moyenne est élevée. Janvier est le mois le plus froid, la température descend parfois au dessous de 0°C (-6°C). Juillet et août sont les mois les plus chauds, la température peut atteindre les 49°C. La zone d'étude concerne deux délégations : Remada et Smar.

Le gouvernorat de Kébili couvre une superficie de 22.454 Km<sup>2</sup>. Il est limité par le gouvernorat de Gafsa de côté nord, le gouvernorat de Tozeur et l'Algérie de côté ouest, les gouvernorats de Gabès et Médenine de côté est et Tataouine de côté sud. Les précipitations sont faibles dans le gouvernorat de Kébili. La saison sèche dure en moyenne 7 mois par an et les mois les plus secs sont juillet et août. Notre étude a concerné deux délégations : Douz et Kébili nord (Saidane).

Le gouvernorat de Médenine couvre une superficie de 9.167 Km<sup>2</sup>. Il est Limité par la méditerranée du côté Nord-est et la Libye de côté Sud-est, Gabès, Kébili et Tataouine de côté ouest. Les précipitations sont variables dans l'espace. Elles décroissent en allant vers le Sud-est. Les mois les plus pluvieux sont décembre et mars. La saison sèche dure en moyenne 5 mois par an et le mois le plus sec est juillet. La température moyenne annuelle à Médenine est élevée. Janvier est le mois le plus froid. Juillet et août sont les mois les plus chauds. En été, les températures sont élevées, la température maximale atteint les 46°C. La zone d'étude concerne deux délégations : Ben Guerdanet (oued fessi) Sidi Makhlouf (ElFje)

Le gouvernorat de Gabès couvre une superficie de 7.166 Km<sup>2</sup>. Il est limité par les gouvernorats de Gafsa, Sfax et Sidi Bouzid de côté Nord, Kébili de côté Ouest, le bassin méditerranéen du côté Est et Médenine de côté Sud. Les précipitations annuelles sont faibles. Les mois les plus pluvieux sont janvier et octobre. La période sèche dure en moyenne 5 mois par an. La température moyenne annuelle à Gabès est élevée, En été, les températures sont assez élevées atteignant les 32°C. Janvier est le mois le plus froid. Durant les mois de décembre, janvier et février, la température descend nettement et parfois au dessous de 0°C. La présente enquête est menée dans deux délégations : El Hamma et Mareth. Les quatre régions d'étude de Tataouine sont particulièrement ventées, les vents les plus redoutables sont les siroccos (Chehili) chauds et secs, les vents d'Ouest (Gharbi) continentaux et secs et les vents de sable venant du Sahara ; par contre les vents d'Est (Bahri) sont souvent frais et humides(www.climatedata.eu) et(Office de développement de Sud, 2010) .

## **2.2-Choix des animaux**

La collecte des tiques a été faite sur des animaux choisis au hasard (non identifiés, d'âge adulte, de deux sexes...). Pour les régions de Remada, Beni Mhira, Oued Fessi, Mareth et Saïdane: les dromadaires sont conduits selon le mode extensif où ils pâturent le jour sur des parcours désertiques naturels et rejoignent un campement collectif choisi par le chamelier pour y passer la nuit. Pour les régions de Fje (IRA Médenine), El Hamma et Douz: les élevages sont

conduits selon le système semi-extensif, ils pâturent pendant le jour dans des parcours proches pendant 6 à 7 heures et rentrent le soir à l'étable où ils reçoivent une alimentation à base de foin, de paille et d'aliment concentré.

### **2.3-Calendrier du suivi**

Notre suivi s'est étendu du 14 mars 2012 au 01 décembre 2012. Au total 14 visites ont été effectuées

**Tableau 2 : Date de collecte des tiques**

<b>Gouvernorat</b>	<b>Région</b>	<b>Date de la visite</b>
<b>Tataouine</b>	<b>Beni Mhira</b>	26/04/2012
		27/08/2012
		26/11/2012
	<b>Remada</b>	28/04/2012
		27/08/2012
		26/11/2012
<b>Médenine</b>	<b>Oued Fessi</b>	14/03/2012
		28/08/2012
		27/11/2012
	<b>El Fje</b>	15/03/2012
		28/08/2012
		28/11/2012
<b>Gabès</b>	<b>El Hamma</b>	16/03/2012
		22/08/2012
		28/11/2012
	<b>Mareth</b>	07/06/2012
		22/08/2012
		20/11/2012
<b>Kébili</b>	<b>Douz</b>	05/06/2012
		29/08/2012
		25/11/2012
	<b>Saïdane</b>	05/06/2012
		29/08/2012
		25/11/2012

Le suivi concerne les troupeaux qui peuvent exister dans la région concernée. Les troupeaux de dromadaires sont en déplacement permanent ce qui rend le suivi d'un troupeau très difficile voire impossible.

### **Collecte et identification des tiques**

La contention des dromadaires a été assurée par un aide. Le détiquage a été effectué manuellement, l'animal étant en position baraquée ou debout, tout le corps de l'animal est inspecté en insistant sur les sites préférentiels de fixation des tiques à savoir la région sternale, inguinale et périnéale (Seddik 2012). A chaque saison, une cinquantaine de tiques a été prélevée par site d'observation pour l'identification. Les tiques prélevées, sont conservées dans des tubes identifiés et contenant de l'alcool 70° et de la glycérine, puis acheminées au laboratoire où elles sont identifiées. Au laboratoire du Service de Parasitologie de l'ENMV ou au laboratoire des animaux désertiques de l'IRA de Médenine, les tiques collectées sont identifiées sous une loupe binoculaire en se basant sur les clés d'identification de MOREL et Coll. (1987), BOUATTOUR (2002) et WALKER et Coll. (2003) et les planches commentées par ces auteurs.

### **2.4-Analyses statistiques**

Les analyses statistiques des résultats ont été effectués par le logiciel Excel et SPSS moyennant le test ANOVA. Les résultats sont significatifs lorsque  $p < 0.05$ .

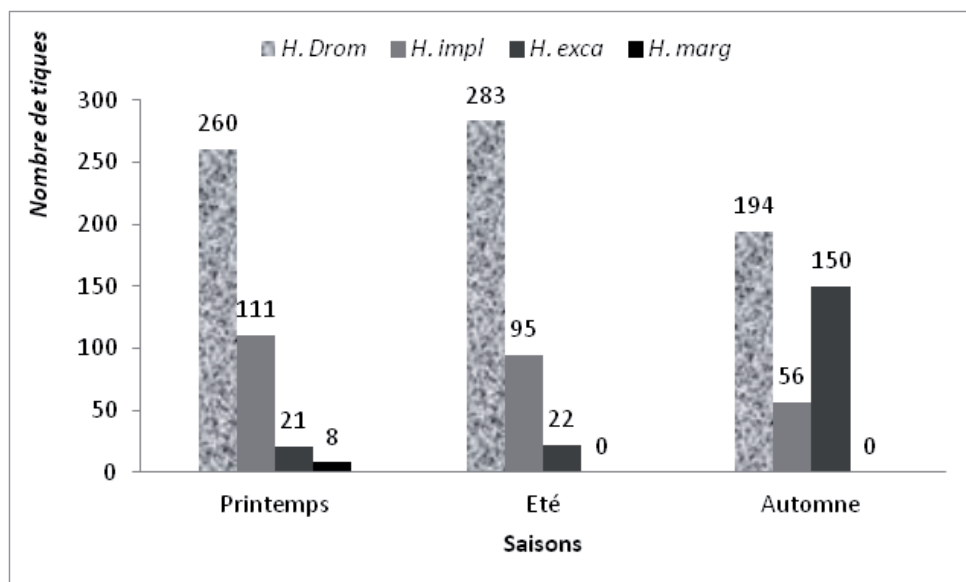
## **3-RÉSULTATS**

Dans les quatre gouvernorats du Sud tunisien, à savoir Tataouine, Médenine, Gabès et Kébili, nous avons collecté des tiques appartenant au genre *Ixodes* et à quatre espèces : *Hyalomma dromedarii*, *Hyalomma impeltatum*, *Hyalomma marginatum marginatum* et *Hyalomma anatolicum excavatum*. Pour chaque région une cinquantaine de tique a été identifiée tout le long de la saison d'étude, soit au total 1200 tiques.

Sur les 1200 tiques étudiées seul le genre *Hyalomma* a été trouvé chez le dromadaire. Il est représenté par 4 espèces à savoir *H. dromedarii* (61%), *H. impeltatum* (22 %), *H. anatolicum excavatum* (16 %) et *H. marginatum marginatum* (1%). Ainsi, *Hyalomma dromedarii* est la tique la plus rencontrée au Sud tunisien avec un pourcentage de 61%.

### **3.1-Dynamique saisonnière des espèces de tiques**

Le printemps et l'été sont les saisons optimales de l'activité de *H. dromedarii*. Cette activité est proportionnelle à la température externe. Contrairement à *H. excavatum* qui a une activité maximale en automne, ceci est dû à la baisse de la température et à l'existence d'animaux sympatriques et des hôtes intermédiaires.



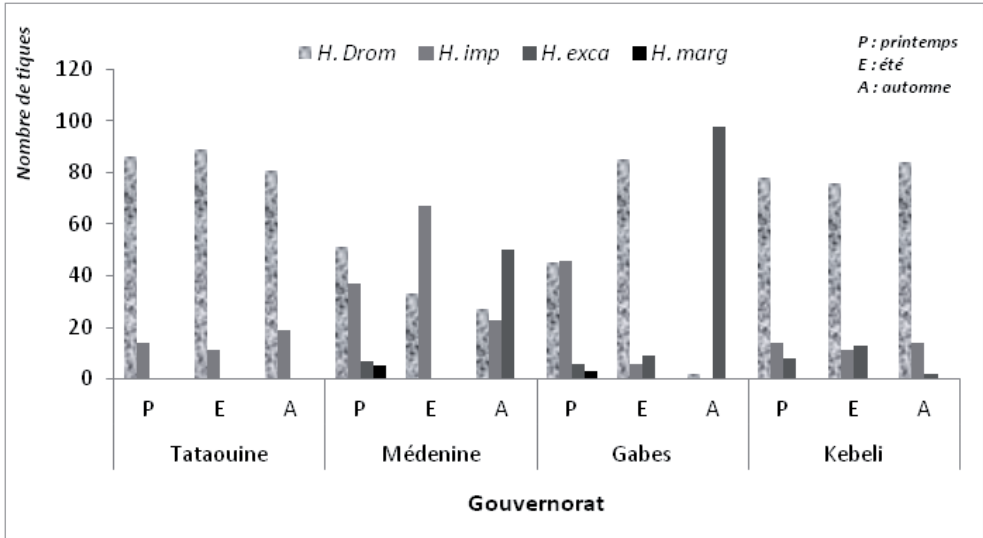
**Figure 2 :** Dynamique saisonnière des espèces de tiques

L'activité saisonnière des tiques est fluctuante, le pic d'activité de *H. dromedarii* est estival (283 spécimens), alors que celui de *H. impeltatum* est printanier (111 spécimens). Par contre, celui de *H. excavatum* est automnal (150 spécimens) avec une activité nulle pour *H. marginatum*. Cette espèce n'est trouvée qu'au printemps.

### 3.2-Dynamique saisonnière des espèces de tiques en fonction des gouvernorats

Pour les gouvernorats de Tataouine et Kébili, *H. dromedarii* est significativement l'espèce la plus fréquente durant les trois saisons alors que *H. excavatum* et *H. marginatum* sont rares. Pour les gouvernorats de

Médenine et Gabès, *H. dromedarii* est plus active au printemps et en été. *H. excavatum* qui est plus active en automne. L'activité de *H. marginatum* est présente exclusivement au printemps.



**Figure 3** : Dynamique saisonnière de l'activité des tiques en fonction des gouvernorats

Au printemps et en été, *H. dromedarii* et *H. impeltatum* sont les plus actives dans les 4 gouvernorats, alors que *H. excavatum* est absente à Tataouine et présente une activité moyenne à Médenine, Gabès et Kébili. *H. marginatum* n'est active qu'au printemps à Médenine et à Gabès seulement. En automne, l'activité de *H. excavatum* accroît nettement à Médenine et Gabès et devient la plus importante. Ceci est lié aux changements des facteurs abiotiques et à la sortie aux pâturages des animaux.

### 3.4-Dynamique saisonnière des espèces de tiques en fonction des régions

Au printemps, toutes les espèces de tiques sont présentes avec une dominance de *H. dromedarii*, *H. impeltatum*, *H. excavatum* et enfin *H. marginatum*. Les régions intérieures (Beni Mhira, Remada,

Douz et Saïdane) ont les proportions les plus élevées pour *H. dromedarii*. Par contre, les régions côtières sont les plus concentrées en *H. excavatum*. *H. marginatum* est rencontrée seulement à Fje et El Hamma.

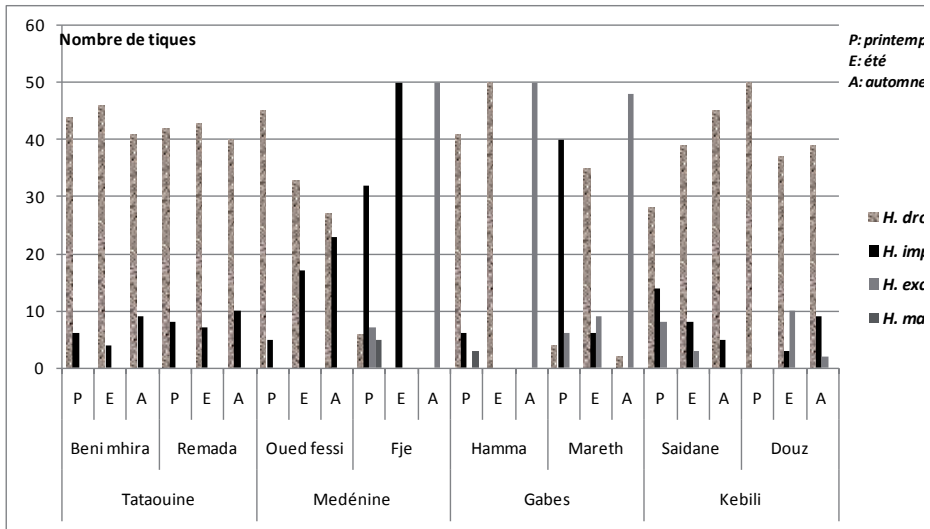


Figure 4 : Dynamique saisonnière des espèces de tiques en fonction des régions

En été, l'espèce dominante est toujours *H. dromedarii* à Beni Mhira, Remada, Oued Fessi, El Hamma, Mareth, Douz et Saïdane. *H. excavatum* est présente à Mareth et à Douz. *H. marginatum* n'a pas été trouvée en été dans toutes les régions étudiées. En automne, l'accroissement du nombre de *H. excavatum* est remarquable dans les régions côtières (Fje, El Hamma et Mareth), il atteint 100% à elFjé et El Hamma et 96% à Mareth. Par contre, *H. dromedarii* et *H. impeltatum* restent toujours élevées dans les régions intérieures. *H. marginatum* est absentes dans les quatre gouvernorats.

#### 4-DISCUSSION

La période d'étude (printemps, été et automne) a été choisie du fait qu'elle représente la période de pic de l'activité des tiques. Le choix de ces zones de travail est justifié par la concentration

des dromadaires dans ces régions, ainsi que leur caractéristiques géographiques et climatiques différentes. En effet, les régions appartenant à Tataouine et Kébili sont désertiques et arides, par contre les régions appartenant à Médenine et Gabès sont côtières et plus humides. Nos résultats ont montré que sur les 1200 tiques identifiées 4 espèces ont été retrouvées : *H. dromedarii* avec 737 spécimens (61%), *H. impeltatum* avec 262 spécimens (22%), *H. excavatum* avec 193 spécimens (16%) et *H. marginatum* : 8 spécimens (1%). Toutefois, une étude en Algérie réalisée par Bouhous et Coll. (2008) a enregistré la présence de 9 espèces : *H. dromedarii*, *H. impeltatum*, *H. impressium*, *H. detritum detritum*, *H. anatolicum anatolicum*, *H. marginatum rufipens*, *H. truncatum*, *R. sanguineus* et *R. evertsi evertsi*. La collecte de tiques a montré la coexistence de plusieurs espèces sur

le même animal conformément à ce qui a été démontré par Bouattour (1982) et Hmida (2012). *H. dromedarii* et *H. impeltatum* sont dominantes dans les élevages camelins au Sud tunisien. *H. dromedarii* est l'espèce la plus fréquente (61%), puis *H. impeltatum* (22%). Moussi (2012) a trouvé l'inverse, *H. impeltatum* est l'espèce la plus fréquente (53%), puis *H. dromedarii* (45%). La présence permanente de ces deux espèces est probablement liée à leur adaptation aux conditions climatiques arides et désertiques pouvant effectuer plusieurs cycles dans l'année (Walker et Coll., 2003). *H. dromedarii* est l'espèce spécifique du dromadaire, mais plusieurs travaux ont montré l'existence de cette tique sur d'autres espèces animales telles que les équidés, les bovidés et les petits ruminants (Cumming, 1998). Dans notre enquête, la présence de *H. dromedarii* est bien démontrée dans toutes les zones d'élevage du dromadaire dans le Sud tunisien. Cette tique a été signalée par Colas-belcour et Rageau (1951), Bouattour (2001), Othmani (2004), Ben smida (2005) et Jerou (2005), Hniche (2006), Bel hadj (2010) et Moussi (2012). Othmani (2004) a signalé la présence d'adultes de cette tique sur des bovins à Tozeur. Ben Smida (2005) et Jerou (2005) ont décelé la présence de cette tique sur des ovins dans les gouvernorats de Tataouine et Médenine. *H. dromedarii* est le vecteur naturel de *T. annulata* en Mauritanie (D'oliviera et coll., 1997). Ces résultats soulignent le risque de promiscuité entre camelins et d'autres espèces.

*Hyalomma dromedarii* et *H. impeltatum* ont une activité prédominante durant l'été et le printemps. *H. excavatum* a une activité maximale pendant l'automne, tandis que *H. marginatum* est absente en été et en automne, mais une faible activité au printemps. En effet, *H. dromedarii* a une activité élevée pendant la saison estivale avec une activité moyenne en automne et au printemps. Ces résultats sont conformes à celles trouvés par BEN Smida (2005), néanmoins, Hniche en 2006 a montré que le pic d'activité de cette espèce se situe au mois de septembre. Cette espèce de tique ne semble pas présenter une dynamique saisonnière particulière en Tunisie (Bouattour, 1982). *H. anatolicum excavatum* et *H. marginatum* sont présentes sur tout le territoire tunisien, notamment dans les régions arides. *H. excavatum* est une espèce à cycle diphasique, ditrope, elle est relativement fréquente dans les zones arides et semi-arides de la Tunisie (Bouattour, 1987). Pendant notre étude, nous avons constaté que l'activité de *H. excavatum* est faible au printemps et en été (5,5%), elle est maximale en automne (37,5%) surtout dans les régions côtières et humides. Ceci est expliqué par la sortie des dromadaires au parcours, le copâturage avec les ovins et la baisse de la température ambiante. *Hyalomma excavatum* est fréquemment trouvée sur les dromadaires et ce pendant toute l'année (Bouattour, 1982). En 2003, Amor Et Mahmoudi ont montré l'existence de cette tique sur les ovins dans le centre et le sud de la Tunisie.



Bouattour (2001), a décrit au sud cette espèce qui est xérophile et bien adaptée au climat de la région. *H. marginatum* est une tique à cycle diphasique ditrope (Bouattour, 1987). Elle est rencontrée dans plusieurs régions à étages bioclimatiques sub-humide, semi-aride et aride. *H. marginatum*, a une faible activité au printemps (2%) et nulle pendant l'été et l'automne, ceci peut être expliqué par les types de cycles qui sont caractérisés par des diapauses pendant les périodes défavorables (Walker et Coll., 2003). La faiblesse des parcours est un facteur important, en effet l'activité de cette espèce est enregistrée pendant le printemps. Aucune tique appartenant au genre *Rhipicephalus* n'a été trouvée dans le Sud, ce qui est conforme avec les études réalisées par Jerou (2005). Cependant, cette espèce a été collectée sur les dromadaires à **Kairouan** (Moussi, 2012) et en Egypte (Mazyad & Khalaf, 2002). Ceci est expliqué par la différence de biotope et l'irrégularité de la pluviométrie dans le Sud. *R. turanicus* est fréquente dans plusieurs zones de la Tunisie (Bouattour, 2002), mais elle n'est pas adaptée au dromadaire, cette espèce de tique infeste les rongeurs comme hôte préférentiel. Les élevages semi-extensifs de dromadaires présentent une infestation massive par les tiques de différentes espèces et durant toute l'année. Par conséquent, le traitement acaricide une fois par an est insuffisant, le traitement doit être répété afin d'améliorer la productivité des élevages, il faut également séparer les ovins et les dromadaires pour minimiser

les risques de transmission des tiques.

## 5-CONCLUSION

Le présent travail réalisé pour la première fois dans quatre gouvernorats du Sud : Tataouine, Médenine, Gabès et Kébili nous a permis de mieux connaître la répartition géographique des tiques du dromadaire dans le Sud de la Tunisie et de la comparer avec celles d'autres travaux réalisés surtout dans le centre. Les dromadaires des zones les plus désertiques sont significativement plus parasités par *Hyalomma dromedarii* pendant les trois saisons d'activité des acariens que les autres régions. Par contre, les zones les plus côtières, la faune ixodidienne était diversifiée, elle était marquée surtout au printemps par une différence non significative de l'infestation des dromadaires par les quatre espèces de tique identifiées. Le changement climatique, le co-pâturage du dromadaire avec les petits ruminants et l'existence d'espèces communes de tiques telle que *H. excavatum* pose la question de la spécificité d'hôte. D'autres travaux donc, sont nécessaires pour mieux cataloguer les tiques au sud de la Tunisie.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMOR B. (2003) : *Enquête sur les piroplasmoses et les tiques des ovins dans la région de Kébili : Application au dépistage sérologique Theileria lestoquardi*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 121 p.
- BEL HADJ M. (2010) : *Dépistage des piroplasmoses et d'autres protozoaires sanguins chez les dromadaires maintenus dans l'Oasis de Douz*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 51 p.
- BEN SMIDA B. (2005) : *Identification des espèces de tiques parasites des ovins et dépistage des piroplasmoses ovines dans troupeau d'ovins lors d'utilisation de parcours communs avec le dromadaire*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 41 p.
- BOUATTOUR A. (1982) : *Contribution à la connaissance des facteurs de distribution des tiques en Tunisie*. Thèse Doc. Méd. Vét., Sidi Thabet. Tunisie, 62 p.
- BOUATTOUR A. (1987) : Distribution des principales tiques *ixodidea* du bétail en Tunisie. *Office International des Epizooties (Editor) First African Veterinary Days F/044* 161-182.
- BOUATTOUR A. (2001) : *Les tiques en Tunisie : rôle de Hyalomma detritum dans la transmission de Theileria annulata*. Thèse ès Sciences biologiques. Faculté des Sciences de Tunis. 247 pp.
- COLAS-BELCOUR J. et RAGEAU (1951) : Tique de Tunisie Ixodidés. *Arch. Inst. Pasteur du Maroc*, 4, (4) 360-367.
- CUMMING G.S. (1998) : Host preference in African ticks (Acari : Ixodida) : a quantitative data set. *Bull. Ent. Res.*, 88, 379-406.
- D'OLIVIERA C., WEIDE M., VANDER, JAQUIET P. et JONGEJAN F. (1997) : Detection of *Theileria annulata* by the PCR in ticks (Acari *Ixodidae*) collected from cattle in Mauritania. *Exp. Appl. Acarol.*, 21 (5): 279-291.
- GOSRANI A. (1999) : *Contribution à l'étude épidémiologique d'un foyer de theilériose bovine à Theileria annulata dans l'oasis de Gabés*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 72 p.
- HMIDA F. (2012) : *Enquête sur les piroplasmoses et les tiques des bovins dans l'oasis de Gafsa*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 38p.
- HNICHE M. (2006) : *Identification des tiques et dépistage de l'infection piroplasmique des bovins au sein d'un élevage mixte de bovins et de dromadaires dans le Sud Ouest de la Tunisie*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 34 p.
- JEMLI M.H., MEGDICH F., LAARIDI M., BAHRI S., KALLAL A., MEJRI M. (1999) : Principales maladies des dromadaires en Tunisie. In : *Maladies parasitaires et infectieuses des dromadaires*. Ed. DAKKAK A. Edition : CTES.

- JEROUF. (2005) : *Identification des tiques et dépistage de l'infection piroplasmique d'ovins et de dromadaires dans le Sud de la Tunisie*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 52 p.
- KOVATS, R.S., COMPELL-LENDRUM, D.H., McMICHEAL, A.J., WOODWARD, A. & COX, J.S.H. (2001) : Early effect of climate change: do they include changes in vector-borne disease? *Phil. Trans. Roy. Soc. B, Biol. Sci.*, 356, 1057-1068.
- MOUSSI N. (2012) : *Contribution à l'étude de dynamique d'infestation du dromadaire par les tiques dans un levage à El Alem (Gouvernorat de Kairouan)*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 48 p.
- MOREL P.C. (1969) : *Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (Acariens, Ixodidae et Amblyomidae) en Afrique éthiopienne continentale*. Thèse Doct. Sc. Orsay, n°575, 388 p.
- MAZYAD S.A., KHALAF S.A. (2002) : Studies on *Theileria* and *Babesia* infecting live and slaughtered animals in Al Arich and El Hasanah, North Sinai Governorate Egypt. *J. Egypt. Soc. Parasitol.*, 32(2), 601-610.
- OTHMANI M. (2004) : *Enquête sur les piroplasmoses et les tiques des bovins dans l'oasis d'El Mahassen (Tozeur) : Application au dépistage sérologique de l'infection des bovins par Theileria annulata*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 37 p.
- SEDDIK, M.M., BEN SAID, M.S., BENZARTI, M., KHORCHANI, T., MESSADI, L. & AMARA, A. (2003) : Contribution à l'étude de la maladie des abcès chez le dromadaire (*Camelus dromedarius*) dans la région de Nefzaoua (sud-ouest de la Tunisie). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 56, 21-25.
- SEDDIK MM, CUAQUIL. L, DRIOT. C. et KHORCHANI T (2011) : Effets du système d'élevage sur la cinétique d'infestation du dromadaire par les tiques au Sud tunisien. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2011, 136(1-4) : 299-311.
- WALKER A.R., BOUATTOUR A., CAMICAS J.L., ESTRADA-PENAA., HORAK I.G., LATIF A.A., PERGAM R.G. PRESTON P.M. (2003): Tick of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. Ed: *International Consortium on Ticks and Tick-borne Diseases*, Pays-Bas. 221p.
- ZRAIBI C. (2001) : *Contribution à l'étude épidémiologique d'un foyer de theilériose bovine à Theileria annulata dans l'oasis de Gabés*. Thèse Doc. Méd. Vét., ENMV Sidi Thabet, 56 p.

## WEBOGRAPHIE

1. <http://www.ifrance.com/maladies-a-tiques>: site de l'Académie de Médecine en France, George J C 2005 maladies liées à la morsure de tiques.
2. [www.climatedata.eu](http://www.climatedata.eu)
3. [www.tunisiaindustry.nat.tn/fr/image/carteTunisie](http://www.tunisiaindustry.nat.tn/fr/image/carteTunisie).

## Mortalité des chamelons en Tunisie

M.H. JEMLI<sup>1</sup>, B. BEN SMIDA<sup>5</sup>, T. HAMZA<sup>8</sup>, M. SOMIA<sup>2</sup>, M. HAJHAMMOUDA<sup>3</sup>, W. CHANDOUL<sup>4</sup>, H. DABBEK<sup>6</sup>, J. BENBOUBAKER<sup>6</sup>, H. RACHDI<sup>7</sup>, A. JEMAI<sup>4</sup>, G. RIM<sup>4</sup>, I. BENSLIMAN<sup>4</sup>, A. RANENE<sup>6</sup>, A. BEN NASSAR<sup>6</sup>, S. AKREMI<sup>7</sup>, I. LAMOUCHE<sup>7</sup>, W. BENSELEM<sup>9</sup> et H. AGAB<sup>10</sup>

<sup>1</sup>ENMV Sidi Thabet - <sup>2</sup>CRDA Sousse - <sup>3</sup>CRDA Mahdia - <sup>4</sup>CRDA Médenine - <sup>5</sup>CRDA Tataouine - <sup>6</sup>CRDA Kébili - <sup>7</sup>CRDA Gafsa - <sup>8</sup>CRDA Tozeur - <sup>9</sup>OEP - <sup>10</sup>ACSAD.

### ملخص:

قام 15 طبيب بيطري بمسح لوفيات الحيران في 243 قطيع وذلك بسبعة ولايات بوسط وجنوب الجمهورية التونسية بين نوفمبر 2013 وأفريل 2014. تم تسجيل الوفيات بـ80% من القطعان حيث بلغ أعلى معدل 3.2% في منطقة المهدية (7.7%). كان سن الوفاة بنسبة 50% من الصغار في الشهر الأول من عمرها و80% قبل سن 6 أشهر.

الأسباب الرئيسية لفقدان الحيران هي صحية بالأساس تحت تأثير أمراض الجهاز التنفسي (32.9%) والإسهال (32.5%)، والطفيليات الداخلية (20.2%) وجذري الإبل (15.2%). وتتأثر هذه الوفيات بشدة من الحالة الصحية للقطيع ككل.

243 قطيع تشتمل على 11829 رأس إبل أي حوالي 25% من مجموع الإبل بمنطقة الدراسة متكونة من 7093 إناث (58.3%)، 4747 صغار نقل أعمارهم عن 4 سنوات (39.1%) و 308 من الذكور (2.6%)، أكثر من نصف هذه القطعان (57%) تخضع للتربية الانتشارية و82% منها تستخدم في إنتاج اللحوم.

كلمات البحث: الجمل - الحيران - مسح - نفوق - تربية - تونس.

### RÉSUMÉ

Une enquête rétrospective sur la mortalité des chamelons a été menée par 15 vétérinaires dans 243 troupeaux. Ce travail a été réalisé dans 7 gouverneras du centre et du sud de la Tunisie entre novembre 2013 et avril 2014.

La mortalité des chamelons a touché 80% des troupeaux. Son taux était de 3,2% avec une prédominance dans la région de Mahdia (7,7%). L'âge de mortalité est de 50% dans le premier mois de la vie du dromadaire et dans 80% avant l'âge de 6 mois. Les principales causes de perte des jeunes sont dues aux atteintes respiratoires (32,9%), la diarrhée (32,5%), les parasites internes (20,2%) et la clavelée (15,2%). Ces mortalités sont très influencées par la conduite sanitaire des troupeaux.

Les 243 troupeaux utilisés comptaient 11829 dromadaires (environ 25% du cheptel de la région d'étude) dont 7093 femelles (58,3 %), 4747 jeunes âgés de moins de 4 ans (39,1 %) et 308 mâles (2,6 %). Ces troupeaux sont dans 57% en élevage extensif et ils sont utilisés à 82% pour la production de viande.

**Mots clés :** Dromadaire – chamelon - enquête - mortalité – élevage - Tunisie.

## **SUMMARY**

A retrospective mortality survey of camels was conducted by 15 veterinarians in 243 herds. This work was performed in 7 Governorates of central and southern Tunisia between November 2013 and April 2014.

Mortality camels affected 80% of herds. The rate was 3.2% with predominance in the region of Mahdia (7.7%). The age of death was 50% in the first months of life of the camel and in 80% before the age of 6 months. The main causes of loss of youth are due to respiratory diseases (32.9%), diarrhea (32.5%), internal parasites (20.2%) and camel pox (15.2%). Death is highly influenced by the herd health.

243 herds used counted 11,829 camels (about 25% of the population of the study area) with 7093 females (58.3%), 4747 young people aged less than 4 years (39.1%) and 308 males (2.6 %). These herds are 57% in ranching and are used to 82% for meat production.

**Keywords:** Camel – young camel - survey - mortality - farming - Tunisia.

## **1-INTRODUCTION**

La mortalité des chamelons est un problème majeur dans les élevages du dromadaire. Elle est à l'origine de pertes en production animale et elle handicape le renouvellement du troupeau.

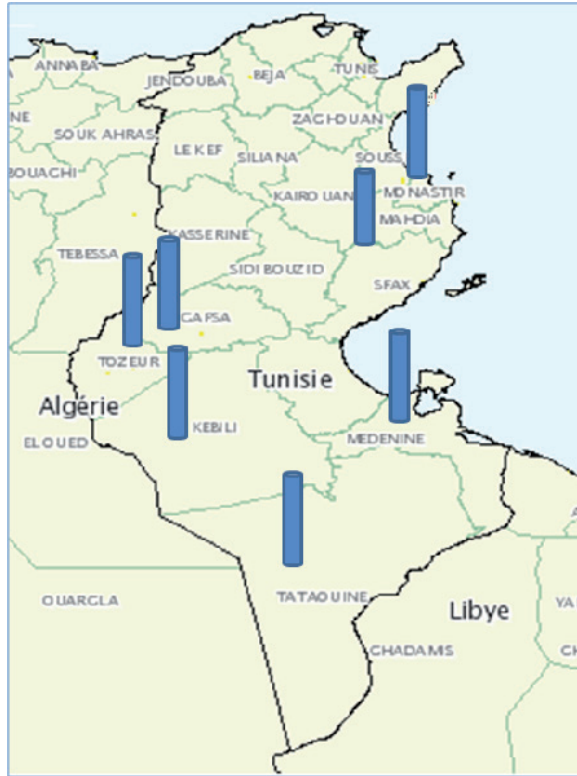
Plusieurs auteurs ont signalé ce phénomène dans plusieurs pays : en Ethiopie (31%), au Soudan (46%) au Niger (44,6 p. 100) et au Maroc (20,2 p. 100). Dans le passé, Burgmeister a trouvé en Tunisie une perte de 56%. Les causes de cette mortalité restent encore mal élucidées et très diverses (d'origine pathologie et alimentaire ou par défaut de conduite d'élevage).

Dans le cadre d'un projet ACSAD (Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands), mené dans 5 pays arabes, nous avons réalisé une enquête rétrospective sous forme de questionnaires auprès des vétérinaires et des propriétaires des dromadaires.

## **2-MATÉRIEL ET MÉTHODES**

L'enquête a été réalisée dans 7 gouverneras du centre et du sud de la Tunisie (fig.1) entre novembre 2013 et avril 2014. Elle a été menée par 15 vétérinaires dans 243 troupeaux. Les questionnaires ont été élaborés par l'ACSAD et standardisés pour les cinq pays concernés par l'enquête. Ils ont été traités par les vétérinaires directement au près des éleveurs car ils contenaient des termes techniques et médicaux à éclaircir en cas de besoin.

Les informations recueillies ont été regroupées dans un tableur Excel et traitées par un logiciel statistique classique. Les corrélations entre variables ont été testées par la méthode du Chi<sup>2</sup> (Schwartz, 1993)

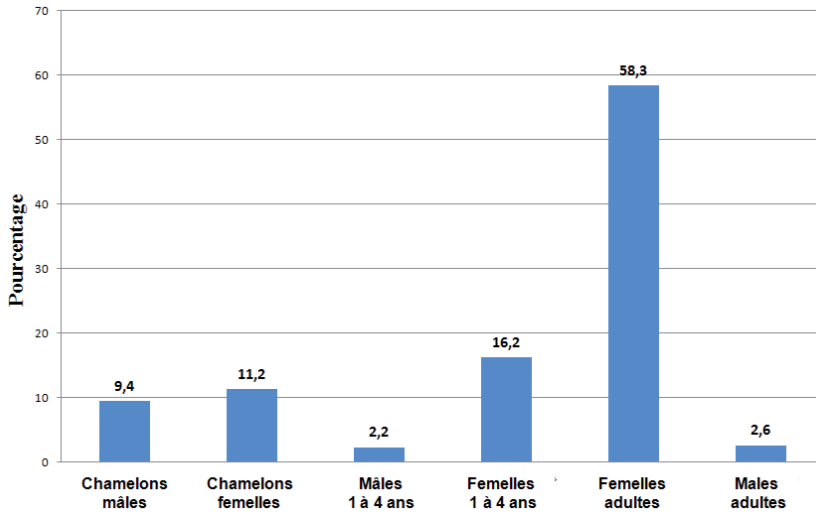


**Fig. 1: Zones géographiques de l'enquête**

### 3-RÉSULTATS

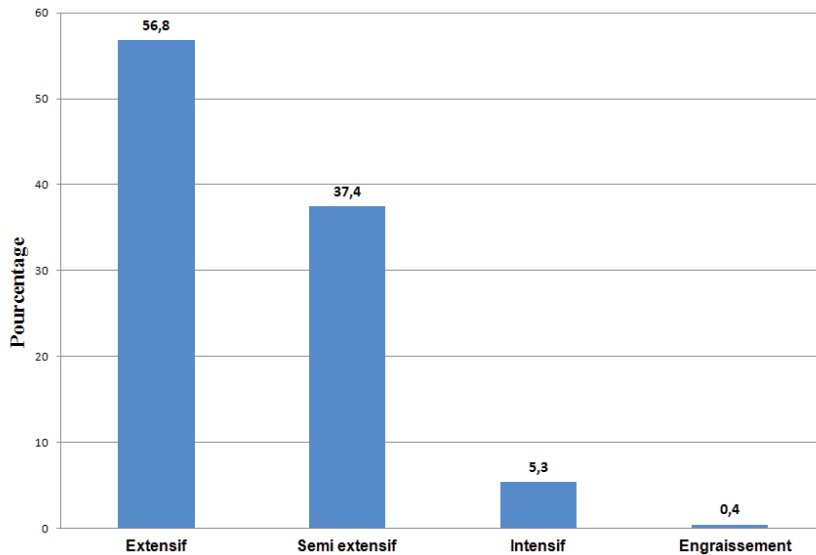
Dans les 243 troupeaux étudiés, les femelles représentaient 58,8% (fig. 2). Le reste du cheptel est composé de jeunes âgés de moins de 4 ans (39,1 %)

et 308 mâles (2,6 %). Les femelles de remplacement «Bakra» font environ 16%.

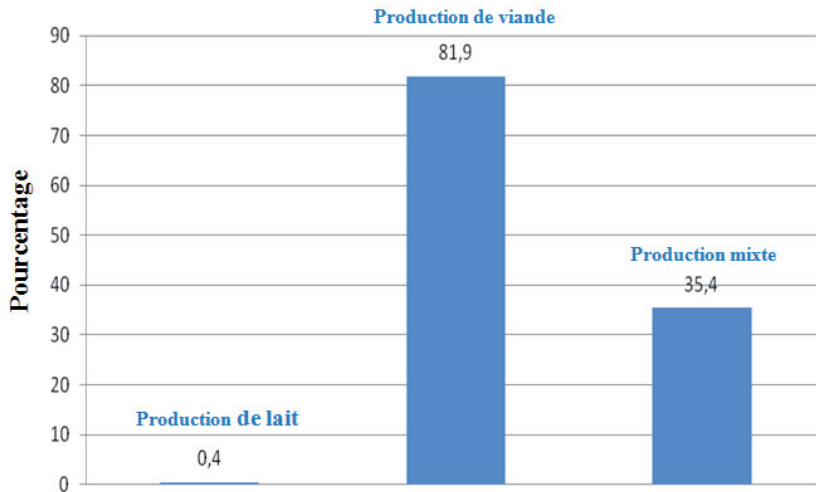


**Fig.2 :** Physionomie du troupeau étudié (tranches d'âge)

Ces troupeaux sont dans 57% en élevage extensif (fig.3) et ils sont utilisés à 82% pour la production de viande (fig.4)



**Fig.3 :** Type d'élevage



**Fig.4 :** Distribution des élevages selon le type de production

La mortalité des chameaux a été constatée dans 80% des troupeaux. Son taux était de 3,2% avec une prédominance dans la région de Mahdia

(7,7%) (Tableau 1). L'âge de mortalité est de 50% dans le premier mois de la vie du dromadaire et dans 80% avant l'âge de 6 mois (Tableau 2).

**Tableau 1 :** Taux des mortalités (des jeunes et des adultes) dans les troupeaux consultés

	Mortalité dans le troupeau	Chez les adultes	Chez les jeunes
<b>éleveurs qui ont signalés des mortalités</b>	<b>79,40%</b> Tataouine 95,8% Tozeur 53,6%		
<b>Taux (%)</b>	<b>6,2</b>	<b>3</b>	<b>3,2</b> Mahdia 7,7% Kébili 0,9%



**Tableau 2 : Mortalité des chamelons selon l'âge**

Age	Taux de Mortalité	
		%
Semaine 1	11,7	} 49,5
Semaine 2	10,9	
Semaine 3	12,4	
Semaine 4	14,9	
2 <sup>e</sup> mois	15,4	} 27,6
3 <sup>e</sup> mois	5,6	
4 - 6 <sup>e</sup> mois	6,6	
6-1 <sup>e</sup> mois	0,1	} 77,1
> 12 mois	0,3	

Les principales causes de perte des jeunes sont dues aux atteintes respiratoires (32,9%), la diarrhée (32,5%), les

parasites internes (20,2%) et la clavelée (15,2%) (Tableau 3).

**Tableau 3: Causes des mortalités chez les chamelons**

Maladies	Taux (%)
Atteinte respiratoire	32,9
Diarrhée	32,5
Parasites internes	20,2
Teigne	12,3
Clavelée	15,2
Gale	9,1
Chacal	2,5
Tique	2,1
Autres	< 1%

Le taux de vaccination contre la variole dépasse les 81% (fig.5).

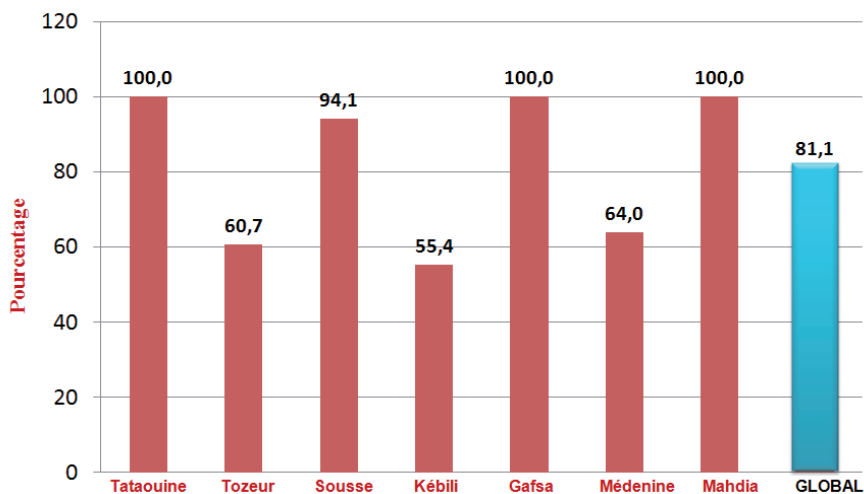


Fig.5 : Vaccination des dromadaires contre la variole caméline

#### 4-DISCUSSION

L'importance de l'élevage camelin en Tunisie n'est plus à démontrer et la mobilisation autour de cet animal dans le sud tunisien est bien justifiée et impose une préoccupation plus importante à cet animal par le développement de la recherche a apporté de nombreuses informations sur la conduite de l'élevage des dromadaires d'autant plus que l'enquête a touché 11829 dromadaires représentant environ 25 p. 100 des effectifs estimés dans les régions d'enquête (OEP, 2013). Les 243 élevages touchés par l'enquête ont été choisis selon la disponibilité des vétérinaires et la possibilité d'accès à ces troupeaux qui sont parfois très loin dans le Sahara.

Dans le sud tunisien, l'élevage du dromadaire est essentiellement extensif caractérisé par un mode de transhumance. Les troupeaux se déplacent

accompagnés ou non de chameliers sur un parcours bien déterminé en fonction de la disponibilité de fourrage et des points d'eau. Ces parcours s'étalent sur des centaines de kilomètres, les plus intéressants sont ceux de « Daher » et « ElOuara ». En hiver, les troupeaux retournent au point de départ pour la mise bas ou la saillie. C'est l'élevage qui totalise le plus important nombre des camelins en Tunisie, localisé au sud du pays. Chaque troupeau appartient à un ou plusieurs propriétaires (de 1 à 5). La taille moyenne des troupeaux est de 63 têtes

Dans le centre du pays (Kairouan, Sousse, et Mahdia), ce système d'élevage passe du mode de transhumance au mode sédentaire semi extensif exploitant particulièrement les sebkhas pour une période de l'année. Ce mode

est caractérisé par des troupeaux de faible effectif ou les animaux pâturent au voisinage des habitations. La taille moyenne des troupeaux est de 9 têtes.

Dans les zones touristiques le système d'élevage s'effectue en stabulation. Les randonnées à dos de dromadaire constituent pour les touristes une attraction importante pratiquée dans les zones touristiques et autour des hôtels de Sousse, Douz et Tozeur.

La composition des troupeaux fait apparaître trois catégories différentes d'animaux dans un troupeau. Les femelles reproductrices représentent le pourcentage le plus important dans les troupeaux (58%), les mâles (2,6%) alors que jeunes âgés de moins de 4 ans (39%). Les femelles de remplacement «Bakra» font environ 16%. Les chamelons représentent un taux relativement faible (10%). En effet, les pertes en chamelons est élevée suite aux épisodes d'avortement et des mortalités sévissant dans certaines régions et au taux d'infertilité considérable justifiant ce faible pourcentage.

L'enquête rétrospective sur la mortalité des chamelons a donné un taux de mortalité moyen de 3,2 %. Ce taux est acceptable dans les conditions d'élevage du dromadaire en Tunisie. Mais très faible par rapport au taux rapporté en Tunisie par BURGMEISTER en 1975 ou dans d'autres pays comme le Maroc (Bengoumi et col. 1998) et le Niger (Dioli et col.1992).

Ces mortalités diminuent la productivité de l'élevage déjà affaiblie par d'autres contraintes comme la faible fécondité des dromadaires (un chamelon tous les

2 à 3 ans en moyenne) et aggravée par d'autres pathologies.

L'âge de la mort se situait entre 0 et 6 mois dans 77 p. 100 des cas mais les 4 premières semaines sont difficiles pour les jeunes. Les premières causes de mortalité citées par les éleveurs étaient les atteintes respiratoires (32 p. 100), puis la diarrhée dans pratiquement toutes les régions d'étude.

Les diarrhées des chamelons sont signalées partout où l'élevage de dromadaires est pratiqué. Elles constituent la cause majeure de mortalité des chamelons. En Mauritanie, les éleveurs sont très préoccupés par les diarrhées des chamelons qui peuvent survenir quelques semaines après la mise bas. Selon eux, elles seraient seules responsables des causes de mortalité du chamelon (DIA et coll., 2000). Au Niger, 68,3% des causes de mortalité des jeunes sont attribuées aux diarrhées (Dioli et coll., 192). Le chamelon malade émet une diarrhée aqueuse abondante, jaunâtre et d'odeur désagréable. Les analyses bactériologiques réalisées par Fouda et col. (2007) ont mis en évidence dans des diarrhées pareilles des *Escherichia* et des *Proteus*.

Les atteintes respiratoires chez des chamelons sont associées à une atteinte de l'état général, une diminution de l'appétit et de l'hyperthermie. Les agents responsables dominants sont des staphylocoques et des virus (Fouda et col.2007)

Cette mortalité peut être rapportée aux différentes pathologies multifactorielles et d'origine complexe : pathologies, nutrition, environnement et pratiques

d'élevage (Bengoumi et col. 1998). Pour éviter les pathologies infectieuses et parasitaires, il faut favoriser l'immunité naturelle des jeunes et leur permettre de prendre du colostrum. La majorité des chameliers laissent le petit prendre le colostrum à volonté. D'autres pensent que le colostrum provoque de la diarrhée aux petits (Dia et col. 2000).

Cette enquête a prouvé aussi que les dromadaires adultes sont exposés à un grand nombre de maladies pouvant être mortelles, telles que les maladies parasitaires (trypanosomose et la gale), la variole et les atteintes cutanées. Ces dernières sont dominées par l'infestation par les tiques, la gale et la nécrose cutanée (Jemli et col. 1999). Nos résultats concordent avec ceux rapportés par Somia en 2003 et plus récemment ceux signalés par Ghodhbane en 2013. Il existe certainement une corrélation entre la mortalité des chamelons et certaines pathologies des dromadaires adultes, notamment le syndrome respiratoire, la variole et la gale. De même une corrélation entre la mortalité et les pratiques d'élevage qui y jouaient probablement un rôle important (Bengoumi et col.1998).

D'après les chameliers, la couverture sanitaire des animaux est satisfaisante dans les régions d'enquête ou la vaccination contre la variole dépassait les 81% (fig.5). Les traitements antiparasitaires sont réalisés soit à la demande des propriétaires soit lors des campagnes organisées par les services vétérinaires. Les éleveurs font appels aux vétérinaires dans 87% des cas pour toutes pathologies confondues si non dans 13 % des cas ils optent pour les traitements

artisanaux. Les chamelons malades sont consultés par les vétérinaires seulement dans 31,4% des cas.

La continuation de ce travail est nécessaire pour décortiquer les causes des mortalités en s'appuyant sur les analyses de laboratoires et l'isolement des agents pathogènes afin de proposer la médication adaptée et la prophylaxie adéquate.

Les règles d'hygiène et bonne conduite du troupeau sont nécessaires pour éliminer les facteurs de diarrhée et d'atteintes respiratoires autant que possible :

- donner du colostrum dans les premières heures suivant la naissance,
- réduire le risque de mélange d'animaux de différents âges,
- respecter la transition alimentaire et la bonne hygiène dans le troupeau.

## 5-CONCLUSION

Cette enquête a démontré que le taux de mortalité des chamelons est acceptable en Tunisie par rapport à d'autres pays. Ce phénomène est observé essentiellement le premier mois de vie du chamelon.

Les atteintes respiratoires et la diarrhée sont les deux causes majeures de cette perte en chamelon mais en réalité le phénomène est plus complexe et multifactoriel. Des études plus approfondies sur l'étiologie et la physiopathologie les principales causes de la mortalité des chamelons permettront de diminuer cette mortalité et d'améliorer la rentabilité de l'élevage camelin.

### Remerciements :

Nos remerciements reviennent aux responsables de l'ACSAD pour leur soutien financier et logistique.

De même à tous les éleveurs qui ont acceptés d'adhérer dans notre action mais aussi aux vétérinaires et les responsables régionaux (CRDA et OEP) pour leur aide et la bonne organisation.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGAB, H. and ABBAS, B. (1999) : Epidemiological studies on camel diseases in eastern Sudan. *World Animal Review*. (92) (1) : 42 – 51.
- BENGOUMI M., MICHEL J.F., HIDANE K., BONNET P., FAYE B. (1998) : Ecopathological study of the camel young mortality in the South of Morocco. In: Proc. 3rd Annual meeting for animal production under arid conditions, Al-Ain, UAE, 2-3 May 1998.
- BURGMEISTER R., (1975) : Problèmes posés par l'élevage de chameaux en Afrique : exemple du Sud tunisien. *Schreibe Gesellsch. Tech. Zu Arb.*, 21.
- DIA M.L., DIOP A., AHMAD O.M., DIOP C., EL HACEN O.T. (2000) : Diarrhées du chamelon en Mauritanie : résultats d'enquête. *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 53(2), 149-152.
- DIOLI M., SCHWARTZ H.J., SIMMELMAYR R. (1992): Management and handling of the camel. In: Schwartz H.J., Dioli M. Eds., The onehumped camel in Eastern Africa: a pictorial guide to diseases, health care and management. *Weikersshein, Germany, Verlag*, p. 62-68.
- FASSI-FEHRI M.M. (1987) : Les maladies des camélidés. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 6(2), 315-335.
- FAYE B. (1997) : Guide de l'élevage du dromadaire. 1<sup>ère</sup> Edition, *CEVA Santé Animale*, 126 p.
- FOUDA, TA; AL MUJALII, AM. (2007) : Pneumo-enteritis in Arabian camel-calves (*Camelus dromedarius*): clinical and laboratory investigations. *Journal of Camel Practice and Research*. 2007; 14(2): 119-124. ISSN: 0971-6777
- GHODHBANE A. (2013) : *Les dominantes du dromadaire utilisé par l'armée tunisienne à Kébili*. Thèse Doct. Mèd. Vèt. E.N.MV. Sidi Thabet 2013.
- JEMLI M.H., M. ZRELLI M., ARIDHI M., M'ZAH M. (1995) : Contraintes pathologiques majeures du développement de l'élevage du dromadaire en Tunisie. In Tisserand J.-L. (ed.) . *Elevage et alimentation du dromadaire = Camel production and nutrition* . Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. p. 131-136 : 1 table. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 13). Séminaire du Projet CEE-DGXII TS2\*0233-C (EDB), 1992/10/09-10, Douz (Tunisia).

- KANE Y. et DIALLO B.C. (2000) : Données sur les pathologies du chamelon en Mauritanie. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 2000, 53 (2) : 161-163
- OEP (Office de l'Élevage et du pâturage- Ministère de l'agriculture- Tunisie) (2013) : Rapport annuel, 2013.
- SCHWARTZ D., (1993) : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Ed 216 p.
- SOMIA M. (2003) : *Contribution à l'étude des dominantes pathologiques chez le dromadaire en Tunisie*. Thès. Doct. Méd. Vèt. E.N.MV. Sidi Thabet 2003.

---

## Effet d'un traitement à la mélatonine sur la reproduction des béliers et des antenais des races Noire de Thibar et Barbarine

R.TABOUBI et M. REKIK

Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 1082 Tunis, Tunisie.

### ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير الميلاتونين على إنتاج الحيوانات المنوية والسلوك الجنسي لدى الكباش من السلالة المحلية (البربرية) وسلالة أسود تيبار.

تم تخصيص 14 كبشا من سلالة البربري عمرها 18 شهرا و 8 كباش أخرى عمرها 4 سنوات و 8 كباش صغيرة السن (16 شهرا) من سلالة «أسود تيبار» وتقسيمها إلى مجموعتين متوازنتين وفق وزن الحيوان: تمت معالجة مجموعة منها بالميلاتونين وبقيت المجموعة الأخرى كشاهد.

تلقت المجموعة المعالجة بالميلوفين 3 تطعيمات وبينت النتائج أن الكباش المعالجة بالميلوفين من كلا السلالتين كانت لديها زيادة معنوية بـ ( $P < 0,05$ ) في محيط الخصيتين. لم تبرز مختلف المعلمات بخصوص الحيوانات المنوية فوارق كبيرة لدى السلالتين بالنسبة للتركيز والقدرة على الحركة الفردية كما لاحظنا اختلافا على مستوى قيمة كتلة الحركة الفردية لدى مجموعتي كباش أسود تيبار في نهاية التجربة ( $P < 0,001$ ).

أما بخصوص السلوك الجنسي فتميزت الكباش المعالجة بالميلاتونين من السلالتين بحماس وعدوانية جنسية بالمقارنة مع كباش مجموعة الشاهد وكان ذلك واضحا من خلال عدد من التصرفات الوحشية لكباش السلالة المحلية (البربرية) ووقت الحركة والنشاط.

### RÉSUMÉ

Les performances reproductives des béliers des races locales sont faibles lors de leur première mise à la reproduction. Cet état est en relation avec une sensibilité élevée des béliers à l'anoestrus de saison sous l'influence de la photopériode. L'utilisation des implants de mélatonine est une des méthodes à envisager pour l'amélioration des performances reproductives chez le mâle. L'objectif de cette étude était d'étudier l'effet d'implants sous cutanés de mélatonine sur la production spermatique, le statut endocrinien et le comportement sexuel de béliers des races Barbarine et Noire de Thibar. Un effectif de 14 antenais de la race Barbarine (18 mois) et de 8 béliers (4 ans) et de 8 antenais de la race Noire de Thibar (18 mois) a été réparti en deux lots équilibrés selon le poids vif des animaux: un lot traité à la Mélovine et un lot Témoin. Les béliers du lot Mélovine ont reçu trois implants de Mélovine. Les résultats ont montré que les béliers des deux races recevant la Mélovine avaient une circonférence scrotale plus élevée que les béliers du lot témoin ( $P < 0,05$ ). Pour les différents paramètres spermatiques, on n'a pas observé des différences significatives chez les deux races pour la concentration et la motilité individuelle. Chez les béliers Noire de Thibar, les valeurs de la motilité massale étaient différentes entre les deux lots vers la fin de l'essai ( $P < 0,001$ ).



Sur le plan comportemental, les béliers des deux races traités à la Mélovine ont montré une ardeur et une agressivité sexuelle plus prononcées que celles des antenais témoins et cela à travers le nombre d'approches latérales effectuées par les antenais de race Barbarine et le temps d'activité.

**Mots-clés :** Mélovine, béliers, antenais, paramètres spermatiques, libido, testostérone

## **SUMMARY**

The aim of this study was to investigate the effect of Melatonin treatment on sperm production, and sexual behavior of Barbarine and Noire de Thibar rams.

A total of 14 young Barbarine rams (18 months) and 16 Noire de Thibar rams (16 months and 4 years) were allocated to two balanced groups according to live weight. Rams of Melatonin group were treated with 3 melatonin subcutaneous implant (Melovine®; Laboratoires CEVA).

There was a significant increase ( $P < 0.05$ ) in scrotal circumference in both groups of rams; scrotal circumference was clearly higher for Melatonin-treated rams than Control rams.

Measured semen characteristics (sperm concentration and mass activity score) were not significantly different between two treatments for both breeds of sheep; Melatonin-treated Barbarine rams tended to have a higher sperm concentration at the end of the experiment. Concerning Noire de Thibar rams, the mass activity score was significantly different between two groups at the end of the trial ( $P < 0.001$ ).

As to sexual behavior, melatonin-treated Noire de Thibar and Barbarine rams revealed an ardor and sexual aggressiveness more pronounced than the Control counterparts. This was clear through the number of lateral approaches attempted by young Barbarine rams and also totals time of activity.

**Keywords:** Melatonin, rams, young rams, semen parameters, libido, testosterone

## **1-INTRODUCTION**

En Tunisie, les races ovines locales sont défavorablement exposées aux effets de la photopériode, la thermopériode et à la précarité des apports alimentaires naturels. En conséquence, la productivité des troupeaux est faible ; étant en moyenne de 0,8 agneau/brebis/an. La maîtrise de la reproduction des

mâles pourrait améliorer la productivité numérique des troupeaux et habiliter les géniteurs des centres d'insémination souvent soumis à un rythme accéléré de collecte de semence. Par ailleurs, l'activité sexuelle des béliers présente des variations saisonnières importantes. Les mâles produisent du sperme plus

abondant et de meilleure qualité en automne qu'en printemps. Cette forte variation est principalement expliquée par les changements photopériodiques (Ortavant, 1959), particulièrement chez les plus jeunes des races sensibles.

Dans les conditions tunisiennes, il est difficile d'intervenir sur le calendrier fourrager, mais plus facile de maîtriser l'époque de reproduction moyennant des techniques permettant la maîtrise de la saison de lutte et l'amélioration des performances de reproduction, telles que les techniques qui utilisent les hormones comme la mélatonine. Ainsi, le présent travail se propose d'étudier l'effet d'un traitement à la mélatonine sur la production spermatique et le comportement sexuel des jeunes béliers.

## 2- MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le travail expérimental a été réalisé dans deux zones. A la Direction d'Amélioration Génétique de l'OEP (Office de l'Élevage et des Pâturages) de la délégation de Sidi Thabet et au sein de la ferme pilote de l'OEP de la délégation de Saouaf sur une période de 6 mois. A Sidi Thabet, les animaux ont été logés dans un local exposé à la lumière naturelle. A Saouaf, les animaux ont été logés dans une bergerie semi-couverte et exposée à la lumière naturelle.

### 2.1- Matériel animal

A Sidi-Thabet, seize (16) mâles de race Noire de Thibar ; croisée à des degrés différents avec la race Brune Noire de Suisse ; (8 antenais âgés de 18 mois et 8 adultes âgés de 3-4 ans)

ont été utilisés. Ils ont été répartis, sur la base de leurs âges et leurs poids vifs, en deux lots équilibrés de 8 têtes. A Saouaf, 14 antenais (18 mois d'âge) de race Barbarine ont été utilisés pour les besoins de cette expérimentation. Les animaux ont été répartis sur deux lots équilibrés pour l'âge et le poids vif: un lot témoin et un lot mélovine.

### 2.2- Mesures et analyses

Chaque animal des lots Mélovine a reçu 3 implants de Melovine® (CEVA – Santé). Les béliers ont subi un entraînement à la collecte au vagin artificiel dès leur arrivée au Centre d'insémination artificiel de Sidi Thabet.

La collecte au vagin artificiel se fait en présence d'une femelle boute en train qui doit être en chaleur synchronisée à l'aide d'une éponge vaginale imprégnée de progestagène pendant 6 jours suivie par l'injection intramusculaire de 1 ml de benzoate d'œstradiol et une deuxième injection est faite 24 heures après pour prolonger le comportement d'œstrus.

Deux collectes par semaine ont été faites pour les béliers Noire de Thibar et une collecte par semaine pour les antenais Barbarins, le matin entre 9h et 11h après avoir alimenté les animaux.

#### 2.2.1. Circonférence Scrotale

A partir de la date de pose des implants, la circonférence scrotale a été mesurée pour tous les béliers et les antenais une fois toutes les deux semaines pendant toute la période expérimentale. Toutes ces mesures ont été effectuées

en utilisant un mètre ruban gradué en millimètres.

### **2.2.2. Caractéristiques de la semence**

La collecte de la semence a été faite à raison de deux jours par semaine pour les béliers Noire de Thibar et un seul jour par semaine pour les antenais Barbarine.

### **Détermination de la concentration par spectrophotométrie**

Un total de 10µl de semence pure a été prélevé et mélangé à 3990 µl d'une solution de sérum physiologique (NaCl à 0,9%). La concentration a été ainsi déterminée par un spectrophotomètre calibré pour la semence ovine (Accucell, IMV, Paris, France) à une longueur d'onde égale à 550 nm.

### **Examen microscopique**

**Motilité massale** (avant dilution) :

Une goutte de sperme a été posée sur une lame puis visualisée au microscope au grossissement (×10) puis (×20). Elle a été notée entre 0 et 5.

**Motilité individuelle** (après dilution) :

Après dilution de sperme avec du sérum physiologique, une goutte de ce contenu a été posée aussi entre lame et lamelle puis visualisée au microscope au grossissement (×40). Elle a été notée entre 0 et 5.

### **2.2.3. Test de comportement**

Ce test a été réalisé selon la méthode standard d'INRA France quand chaque bélier est placé pendant 10 minutes en présence d'une femelle induite en

œstrus et les observations sont notées : le nombre de flairage, le nombre de Flehmen, le temps de latence pour réagir, le nombre d'approches latérales, le nombre de montes et le temps d'activité.

### **2.3- Analyses statistiques**

La comparaison entre les béliers de deux lots expérimentaux (Mélovine et Témoin) pour les paramètres mesurés : Circonférence, Volume scrotale, Concentration, Motilité massale et motilité individuelle de la semence des béliers a été réalisée selon une analyse de la variance en utilisant le logiciel SAS (SAS, 2005) avec le traitement à la Mélovine comme variable explicative. Pour les résultats significatifs, les moyennes des moindres carrées entre les 2 lots expérimentaux ont été comparées.

## **3- RÉSULTATS ET DISCUSSION**

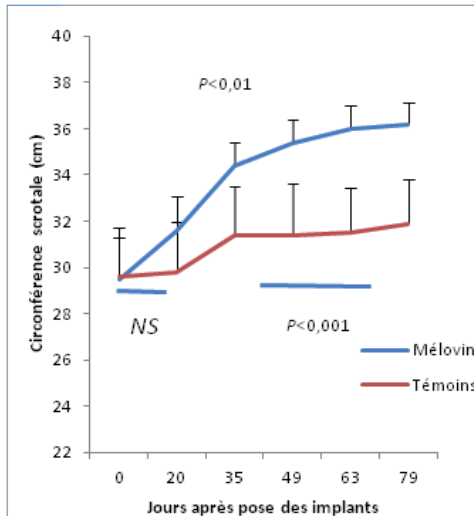
### **3.1- Circonférence scrotale**

La circonférence scrotale des béliers Noire de Thibar a augmenté d'une manière significative ( $P < 0,01$ ) après 35 jours du début de l'expérience (Figure 1). Cette différence devient très hautement significative après 49 jours ( $P < 0,001$ ) ( $36,2 \pm 0,96$  cm vs  $31,9 \pm 1,92$  cm, respectivement pour les béliers traités et les béliers témoins). Pour les antenais Barbarins et après 60 jours de suivi, la circonférence scrotale a continué à croître montrant ainsi une différence significative ( $P < 0,05$ ) vers la fin de l'essai (Figure 2).

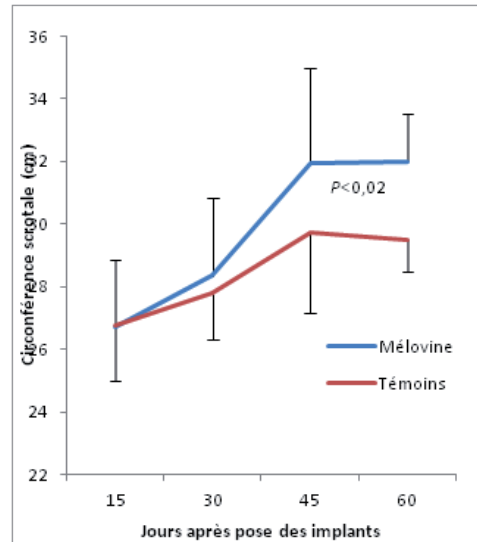
La différence entre les deux lots chez les deux races est expliquée par l'effet

des implants de Mélovin sachant que généralement durant le printemps le volume testiculaire est minimal. Ce résultat est similaire aux observations de Colas *et al.* (1987) et Chemineau *et al.*

(1992) qui ont prouvé chez les béliers de race Lacaune traités à la mélatonine une augmentation significative de la circonférence scrotale pendant le dernier mois de traitement.



**Figure 1.** Evolution de la circonférence scrotale des béliers et antenais Noire de Thibar



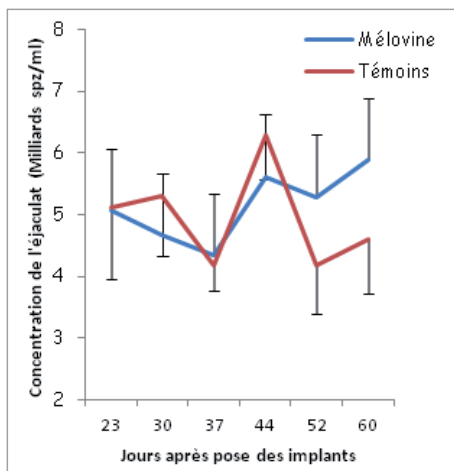
**Figure 2.** Evolution de la circonférence scrotale des antenais Barbarine

### 3.2- Evaluation quantitative et qualitative de la semence

#### 3.2.1- Concentration de la semence

La concentration en spermatozoïdes pour les béliers Noire de Thibar et les antenais Barbarine dans les deux lots n'a pas présenté de différence significative entre les lots traités et les contrôles malgré les variations interindividuelles très importantes (Figure 3 et 4). Dans le même sujet, Rosa *et al.* (2012) n'ont pas enregistré de différence significative ( $P > 0,05$ ) entre deux lots traités à la mélatonine et contrôles chez deux races Texel et Charollais,

malgré une augmentation de 84% de la concentration en spermatozoïdes pour le lot traité et juste une augmentation de 50% pour l'autre lot contrôle chez la race Charollais.



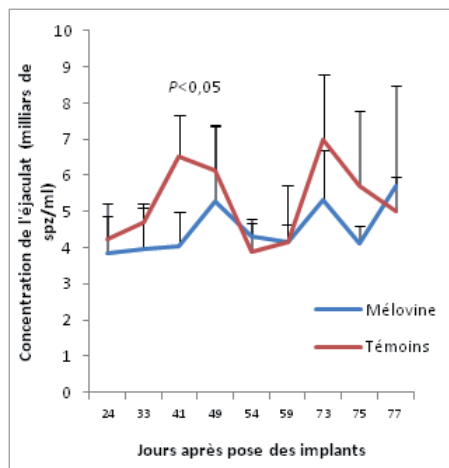
**Figure 3.** Variation de la concentration des éjaculats des béliers Noire de Thibar

### 3.2.2- Motilité massale

Pour les béliers Noire de Thibar, l'effet du traitement à la Mélovine a été hautement significatif ( $P < 0,001$ ) vers la fin de l'essai (Figure 5). Pour les antenais Barbarins aucune différence significative n'a été observée (Figure 6). Ce résultat sur les béliers Noire de Thibar, ressemble à celui de Chemineau *et al.* (1992) qui ont conclu qu'un traitement à la Mélovine a conduit à une meilleure qualité de la semence pour les béliers de race Lacaune (meilleure motilité massale et motilité individuelle).

### 3.2.3- Motilité individuelle

L'analyse statistique n'a pas révélé d'effet significatif pour les deux races (Figure 7 et 8) malgré les valeurs supérieures de la note de la motilité individuelle des béliers traités à la Mélovine par rapport aux béliers du lot Témoin en ce qui concerne les béliers Noire de Thibar. Ce résultat est



**Figure 4.** Variation de la concentration des éjaculats des antenais Barbarine

en accord avec ceux de Fitzgerald et Stellflug (1991) et Faigl *et al.* (2009) qui n'ont pas trouvé d'effet de la mélovine sur la motilité massale et la motilité individuelle.

### 3.3- Comportement sexuel

Le comportement sexuel a été évalué pour les deux races Barbarine et Noire de Thibar ; pour cette dernière race, le test a concerné aussi bien les adultes que les jeunes.

En effet, l'évaluation du comportement sexuel des béliers Noire de Thibar (Tableau 1) nous a permis de constater une supériorité des valeurs des paramètres étudiés pour le lot Mélovine par rapport au lot témoin mais sans enregistrer une différence significative sauf concernant le temps d'activité ( $6,9 \pm 3,44$  pour le lot Mélovine et  $4,25 \pm 2,81$  pour le lot Témoin) qui a montré une tendance statistique ( $P < 0,11$ ).

**Tableau 1.** Comportement sexuel des béliers et des antenais Noire de Thibar

Paramètres	Mélovine (n=8)	Témoins (n=8)	Signification
Temps de latence (secondes)	2,8±2,3	2,4±0,91	0,65
Temps d'activité (minutes)	6,9±3,44	4,25±2,81	0,11
Nombre de flairages	5±2,7	4,6±4,2	0,83
Nombre de Flehmen	0,87±0,64	0,87±0,83	0,97
Nombre d'approches latérales	19,6±9,54	13,1±8,78	0,51
Nombre de montes	6,5±3,65	4,5±3,98	0,62

Il est à noter, que l'effet de la mélatonine sur les paramètres du comportement sexuel des antenais était plus évident comparativement aux béliers adultes noirs de Thibar.

En outre, pour les antenais de race Barbarine et en ce qui concerne le temps de latence, le nombre de flairage et le nombre de flehmen, on n'a pas observé

de différence significative entre les deux lots Mélovine et Témoin ( $P > 0,05$ ) malgré la supériorité des valeurs du lot Mélovine par rapport à celles du lot Témoin (Nombre de Flairage :  $11,6 \pm 5,77$  vs  $8,6 \pm 3,78$  / Nombre de Flehmen :  $3 \pm 1,58$  vs  $1,8 \pm 1,64$  pour les deux lots Mélovine et Témoin respectivement) (Tableau 2).

**Tableau 2.** Comportement sexuel des antenais Barbarins

Paramètres	Mélovine (n=7)	Témoins (n=7)	Signification
Temps de latence (seconde)	1,8 ± 0,83	1,5 ± 0,57	0,56
Temps d'activité (minutes)	9,8 ± 0,44	5 ± 1,41	$P < 0,001$
Nombre de flairages	11,6 ± 5,77	8,6 ± 3,78	0,35
Nombre de Flehmen	3,00 ± 1,58	1,8 ± 1,64	0,27
Nombre d'approches latérales	68,2 ± 16,64	14,8 ± 11,07	$P < 0,001$
Nombre de montes	1,8 ± 0,44	0,2 ± 0,44	$P < 0,001$

Toutefois, le traitement à la mélovine a provoqué une différence hautement significative ( $P < 0,001$ ) entre les deux lots et cela est assez clair dans le Temps d'activité du bélier ( $9,8 \pm 0,44$  min vs  $5 \pm 1,41$  min), le Nombre de monte ( $1,8 \pm 0,44$  vs  $0,2 \pm 0,44$ ) et le Nombre d'approches latérales ( $68,2 \pm 16,64$  vs  $14,8 \pm 11,07$ ). Ainsi, on peut dire que les antenais traités à la mélovine ont montré une ardeur et une agressivité sexuelle plus prononcées que celles des antenais témoins.

Généralement, le comportement sexuel des béliers est corrélé avec les changements photopériodiques de la saison (jours courts / jours long). Une sécrétion intense de la mélatonine pendant les jours courts provoque un meilleur comportement sexuel du bélier. Une amélioration de comportement sexuel a été constatée par Rosa *et al.* (2012) en ce qui concerne précisément la libido.

#### **4- CONCLUSION**

L'administration de la mélatonine sous forme d'implants de Mélovine aux béliers Noire de Thibar et aux jeunes béliers de race Barbarine, a contribué à une amélioration des paramètres spermatiques et du comportement sexuel des antenais âgés de 18 mois en contre saison. En effet, on n'a pas observé un effet significatif sur la concentration et la motilité individuelle de la semence alors qu'on a observé un effet significatif sur la circonférence scrotale chez les deux races.

Pour conclure, il faut signaler qu'un simple traitement aux implants de Mélovine® en fin d'hiver quand les béliers auraient été exposés à quelques semaines de photopériode croissante, améliore le potentiel reproductif des antenais mais aussi des béliers plus âgés des races locales tunisiennes.

#### **5- Recommandations et perspectives**

Ces résultats représentent un début d'habilitation des élèves béliers pleinement fonctionnels dès leur première année de reproduction ce qui confirme l'effet important de la mélatonine (Implants de mélovine) sur la reproduction des ovins à activité saisonnière. Cette hormone agit au niveau des récepteurs spécifiques identifiés dans la tige hypophysaire. Chez les espèces de reproduction saisonnière tels que les ovins en Tunisie, le gène codant pour le récepteur MT1 mélatonine (oMT) est très polymorphe et de nombreuses données ont signalé l'existence d'une association entre un allèle du récepteur et une expression marquée de la saisonnalité de la reproduction chez les brebis et les béliers.

Alors peut-on étudier le polymorphisme génétique des récepteurs de cette hormone (la mélatonine) chez les races autochtones tunisiennes et établir ainsi une relation entre les gènes codant pour cette hormone et l'activité saisonnière chez les ovins.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chemineau P ; Malpaux B ; Delgadillo J.A ; Gužrin Y ; Ravault J.P ; Thimonier J ; Pelletier J. (1992) : Control of sheep and goats reproduction: use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30, 157–184.
- Colas G ; Gu.rin Y ; Briois M ; Ortavant R. (1987) : Photoperiodic control of testicular growth in the ram lamb. *Animal Reproduction Science* 13, 255-262.
- Faigl V; Keresztes M; Kulcsár M; Nagy S; Keresztes Z; Amiridis G.S; Solti L; Huszenicza G; Cseh S. (2009) : Testicular function and semen characteristics of Awassi rams treated with melatonin out of the breeding season. *Acta Vet. Hung.* 57, 531–540.
- Fitzgerald J. A et Stellflug J. S. (1991) : Effects of melatonin on seasonal changes in reproduction of rams. U.S. *J Anim Sci.* Department of Agriculture 3, Dubois, ID 83423.
- Ortavant R. (1959) : Déroulement et durée du cycle spermatogénétique chez le bélier. *Ann.Zoot.* 8, 183-271.
- Rosa H.J.D., Silva C.C., Bryant M.J. (2012) : The effect of melatonin treatment in rams on seasonal variation oftesticular size and semen production parameters. *Small Ruminant Research.*



---

## Effect of continuous female exposition on testosterone level and sexual behavior in male dromedary camel

M. FATNASSI<sup>1,2</sup>, B. PADALINO<sup>3</sup>, D. MONACO<sup>3</sup>, N. M. HAMED<sup>4</sup>, T. KHORCHANI<sup>1</sup>, G. M. LACALANDRA<sup>3</sup>, M. HAMMADI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Arid Lands Institute, 4100 Medenine, Tunisia

<sup>2</sup> Higher Institute of Agronomic Sciences of Chott-Mariem, Sousse, Tunisia

<sup>3</sup> University of Bari, 70010 Valenzano (Bari), Italy;

<sup>4</sup> Desert Research Centre, Cairo, Egypt

### ملخص

تعد الموسمية عاملا مقيدا للتكاثر لدى الجمل ذو السنام الواحد. تمت مؤخرا دراسة عدة أنظمة لتربية الجمال، لكن هذا الموضوع لا يزال قابل للنقاش. تهدف هذه الدراسة إلى اختبار استمرارية تعريض الجمال الذكور للإناث على مستوى هرمون التستوستيرون من جهة وعلى السلوك الجنسي من جهة أخرى. وفي هذا الإطار وخلال بداية موسم التكاثر، خضعت 5 جمال إلى ثلاثة أنظمة تربية مختلفة: أ: جمال غير معرضة للنوق: العيش في إسطنبول إنفرادي طوال اليوم، ب: معرضة باستمرار للنوق، ج: غير معرضة من جديد للنوق. استمرت متابعة كل نظام أسبوع وذلك بتصوير الجمال لمدة 30 دقيقة كل صباح في نفس الوقت. كما تم تسجيل وتقييم السلوك الجنسي لكل جمل بواسطة تمرير أنثى. إضافة إلى ذلك، فقد أخذت عينات دم كل صباح (اثنين، أربعاء، جمعة) لقياس مستوى تركيز التستوستيرون بالاعتماد على الطريقة الإشعاعية.

ارتفع مستوى هرمون التستوستيرون بشكل ملحوظ في النظام الثاني مقارنة بباقي الأنظمة. في النظام الثاني (التعريض المستمر للإناث) قضت الجمال الذكور معظم الوقت في النظر والمشي في اتجاه الإناث، مع تراجع سلوك الأكل والاجترار و انعدام الرتابة. كما ارتفعت بدرجة ملحوظة وتيرة جميع السلوكيات الجنسية لدى الجمل عند مرور الأنثى بما في ذلك العصبية وإفراز غدد مؤخرة الرأس. سجل أقصى معدل للسلوك الجنسي في النظام الثاني، في حين سجل المعدل الأدنى في النظام الثالث (غير معرضة من جديد للنوق).

ومن خلال البيانات الأولية، يبدو أن السلوك الجنسي للجمل ذو السنام الواحد ومستوى هرمون التستوستيرون ارتفعا إيجابيا نتيجة التعريض المستمر للإناث، وانخفضا قليلا في نظام العيش في إسطنبول إنفرادي.

**الكلمات المفتاح:** السلوك الجنسي، المرجع السلوكي، التستوستيرون، الجمل ذو السنام الواحد.

### SUMMARY

Breeding seasonality is a very limiting factor in dromedary reproduction and different management systems have been recently tested. However, male dromedary camel management in captivity is still a matter of debate. Hypothesizing that continued female exposition could have a positive impact on testosterone level and sexual behavior, the aim of this study was to test this management system in male captive dromedary camels (*Camelus dromedarius*) over the onset of the breeding season.

Five healthy male camels ( $10 \pm 4.1$  years,  $535 \pm 43$  kg) were used. The animals were subject to the following different management systems: i) Unexposed: housing in a single box for the whole day (Unexpo), ii) Continuous Exposed: exposed

continuously to females (ConExpoF) and iii) Re-unexposed: housing again in a single box (Re-Unexpo). Each experimental situation lasted a week. Camels were filmed for 30 min every morning at the same time and the videos were analyzed to determine the male camel behavioral repertoire. Furthermore, a female passage was used to fill an ethogram and to score the male sexual behavior. Blood samples were taken every morning and testosterone concentration was assessed using RIA method. All data were statistically analyzed by PROC mixed of SAS and Least significant difference (LSD) test was used to perform statistical multiple comparison.

Testosterone level was significantly higher in ConExpoF ( $22.2 \pm 1.9$  ng/ml) than in the other two systems (Unexpo:  $14.4 \pm 2.0$  ng/ml; Re-Unexpo:  $16.5 \pm 2.0$  g/ml). In ConExpoF, males spent more time looking and walking toward the females, they ate and ruminated less and did not show any stereotypy. The frequency of all typical sexual behaviors markedly increased at the female passage, including nervousness and occipital glands secretion, during continued female exposition situation. So, the sexual behavioral score was maximal in ConExpoF and minimal in Re-Unexpo.

From our preliminary data, it seems that male dromedary sexual behavior and testosterone secretion are positively stimulated by continuous female exposition and slightly suppressed by continuous single housing system.

**Key words:** Sexual behavior, Behavioral repertoire, Testosterone, Dromedary camel

## **RÉSUMÉ**

La saisonnalité est un facteur qui limite la reproduction des dromadaires en élevage traditionnel et quelques systèmes de gestion ont été récemment testés. Toutefois, la gestion des géniteurs en captivité reste encore un sujet de discussion. D'où, l'objectif de cette étude est de tester l'effet de l'exposition continue des géniteurs aux chamelles sur la concentration de la testostérone, leurs comportements et plus particulièrement leurs comportements sexuels au début de la saison sexuelle. Cinq dromadaires mâles, cliniquement sains, élevés en captivité ( $10 \pm 4,1$  ans d'âge et  $535 \pm 43$  kg de poids vif) ont été utilisés. Ils ont été soumis aux différents systèmes de gestion: i) non exposé: logés dans des boxes individuelles pour toute la journée (Unexpo), ii) exposition continue: exposés continuellement aux chamelles (ConExpoF) et iii) Re-non exposé: logés de nouveau dans des boxes individuelles (Re-Unexpo). Chaque situation expérimentale a duré une semaine. Les dromadaires ont été filmés pendant 30 min tous les matins à la même heure et les vidéos ont été analysées afin de déterminer le répertoire comportemental de chaque mâle. En outre, un passage femelle a été effectué pour évaluer leurs comportements sexuels. Des échantillons du sang ont été prélevés tous les matins et la concentration de la testostérone a été déterminée par méthode RIA. Les données ont été analysées statistiquement par la méthode proc mixed de SAS et le test LSD a été utilisé pour

effectuer les comparaisons multiples ( $P < 0,05$ ).

La concentration de la testostérone était significativement plus élevée dans ConExpoF ( $22,2 \pm 1,9$  ng/ml) que dans les deux autres systèmes (Unexpo :  $14,4 \pm 2,0$  ng/ml; Re-Unexpo :  $16,5 \pm 2,0$  ng/ml). Durant ConExpoF, les dromadaires ont passé la majorité du temps en regardant et en bougeant à proximité des femelles. En plus, ils ont mangé et ruminé moins et n'ont pas montré des comportements stéréotypiques. La fréquence de tous les comportements sexuels typiques de dromadaire mâle a nettement augmenté, y compris la nervosité et l'activité sécrétoire des glandes occipitales, pendant l'exposition continue aux chamelles. Par conséquent, le score de comportement sexuel était maximal dans ConExpoF et minimal dans Re-Unexpo. A partir de nos données préliminaires, il semble que le comportement sexuel et la sécrétion de la testostérone sont positivement stimulés par l'exposition continue des mâles aux chamelles et légèrement supprimées par le logement continu dans des boxes individuels.

**Mots clés :** Comportement sexuel, répertoire comportemental, Testostérone, dromadaire.

## 1-INTRODUCTION

The behavior of domestic animals, including sexual behavior, depends on the interaction between the animal and the environment. In camels, as in other mammals, testicular steroids are essential for sexual behavior, and testosterone has a particularly crucial function in sexual performance. The knowledge of the camel's sexual behavior is important for optimizing their reproductive performance and management appears to play an important role in the seasonal breeding pattern. In fact, both social isolation and captivity had a negative impact on camel's sexual behavior (Fatnassi et al., 2014b) and subsequently on welfare status (Padalino et al., 2014). However, in such cases, the effects of physical isolation are temporary; because the normal level of libido was restored after only 2 weeks of group housing (Price and Wallach, 1990);

suggesting that socio-sexual interactions could promote an increase in plasma testosterone, which markedly influence reproduction function. On the other hand, in fully mature boars long term (3 months) of continuous exposure to females could enhance their sexual performance (Hemsworth et al., 1981). Unlike, Fernandez-Baca (1993) indicated that in new word camelids, the continuous association of males and females somehow inhibits, after a certain period, the breeding activity of the males to the complete cessation of their sexual activity in spite of the presence of estrous females in the herd.

Hypothesizing that continued female exposition could have a positive impact on testosterone level and sexual behavior, the aim of this study was to test three different management systems in male captive dromedary camels

(*Camelus dromedarius*) over the onset of the Tunisian breeding season.

## **2-MATERIAL AND METHODS**

### **2.1-Animals, housing and feeding**

Five clinically healthy male dromedary camels ( $9.20 \pm 4.40$  yr of age,  $535 \pm 43$  kg BW and  $= 3.50 \pm 0.35$  arbitrary units BCS body condition score (Faye et al. (2001)), and one non-pregnant female camel (11 yr of age, 420 kg BW, and 3.0 BCS) were used in this study. Animals had been reared at the Arid Lands Institute's experimental station in Médenine, Tunisia ( $33^{\circ} 30' N$ ,  $10^{\circ} 40' E$ ), 18 m above sea level. Males were kept in a single boxes (Height = 3 m, Length = 5 m, Width = 3 m) with sand floors and restrained with a rope on the fetlock of the forelegs and were able to walk inside the box. The boxes were located far from the female's pen. Daily ration per animal consisted of a 6 kg oat hay at 9.30 a.m., and 3 kg concentrate supplement based on barley (60%), wheat bran (17.5%), olive cake (17.5%) and a mineral and vitamin complex (5%) at 3.00 p.m. The feeding quantity and quality remained constant during the experiment. Water was available once every two days.

### **2.2-Experimental design**

Camels were tested under three different management systems: i) Unexposed: housing in a single box for the whole day (Unexpo), ii) Continuous Exposed: exposed continuously to females (ConExpoF) and iii) Re-unexposed: housing again in a single box (Re-Unexpo). The trial was conducted during

the onset of the breeding season. Each experimental situation lasted 6 days and was preceded by a habituation week.

### **2.3-Behavioral parameters**

In each experimental situation, dromedary camels were filmed by a video-camera (Sony Camcorder digital video) for 30 min every morning at the same time for 6 days, without being disturbed by the operator. Afterwards, the videos were analyzed by an expert ethologist, who filled out a focal animal sampling ethogram. The duration of the subsequent behavioral states was noted down: feeding, rumination during standing, rumination during resting, resting, standing, stereotypy, opening legs and looking outside. The average time spent on these behavioral activities during 30-min was calculated for each management systems. The occurrence of the following behavioral events was also recorded: head out frequency, number of steps, defecation, urination, scratching, dulaa, blatering, teeth grinding, flehmen, tail flapping, opening legs frequency, interaction with females and with males. The frequency of recorded behavioral events was expressed as number of events per minutes ( $n/30\text{min}$ ). In addition, rutting behavioral intensity parameters such as froth on the mouth, nervousness and occipital gland secretion were scored using an arbitrary scale which refers to the degree of the behavioral intensity, from 1 (absent) to 5 (very high). Moreover, during each management systems every day (Monday to Saturday) at 5:00 p.m., the sexual behavior of each housed males

was evaluated and scored according to method proposed by Padalino et al. (2013) using one female in heat.

#### 2.4-Blood sampling and testosterone analysis

On Monday, Wednesday and Friday, blood samples were collected in the morning from the jugular vein into heparinized tubes. Immediately, the tubes were centrifuged at 4°C for 15 min, and the plasmas were stored at -20°C until testosterone analysis. Testosterone was assessed in duplicate by RIA method (Immunotech, Beckman Coulter Company, Ref 1087). Sensitivity was 0.04 ng/ml and intra- and interassay coefficients of variation were 7.4 % and 11.1%, respectively.

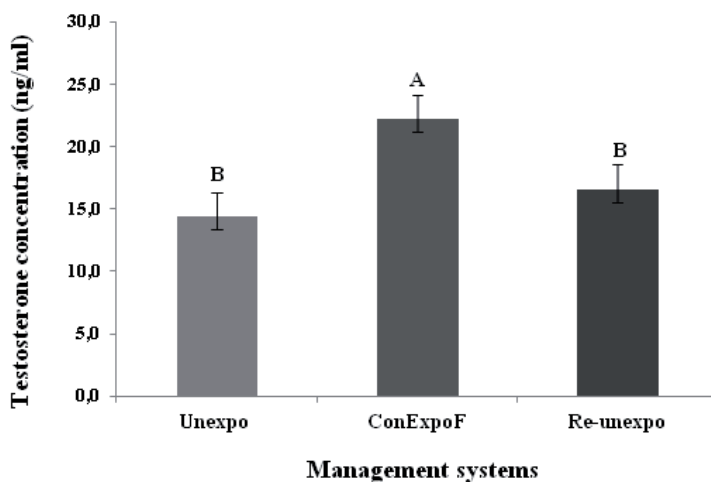
#### 2.5-Statistical analyses

Testosterone concentrations were statistically analyzed through an analysis

of variance using the Generalized Linear Model (GLM) procedure (SAS, version 9, 1999). Behavioral parameters (both duration and occurrence) and sexual behavior recorded during female passagewere analyzed by PROC mixed procedure (SAS). Least significant difference (LSD) test was used to perform statistical multiple comparison ( $P<0.05$ ). In the model, the random effect was camels. Management systems were specified as fixed factors. Results are presented in least square mean  $\pm$  standard error (SE).

### 3-RESULTS AND DISCUSSION

Testosterone concentration was significantly higher in ConExpoFsystem ( $22.2 \pm 1.9$  ng/ml) compared with Unexpo ( $14.4 \pm 2.0$  ng/ml) and Re-Unexpo ( $16.5 \pm 2.0$  g/ml) management systems (Fig.1) ( $df=2$ ;  $F= 4.17$ ;  $P=0.01$ ).

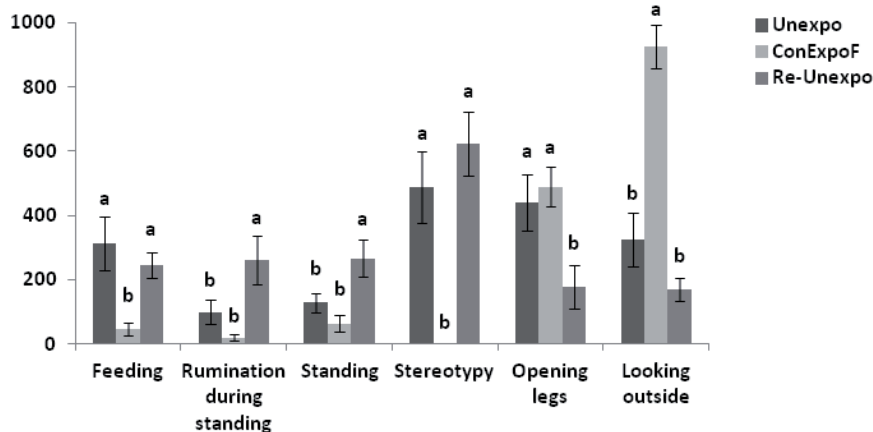


**Fig. 1.** Testosterone concentration in housed male dromedary camel (n=5) in three different management systems: housed in a single box for the whole day (Unexpo),exposed continuously to females (ConExpoF), and housed again in a single box (Re-Unexpo). A-B:  $P<0.05$

This current study shows that continuous housing of male camels in front to females allows an increase in the testosterone level as compared to housing in single boxes (Unexpo and Re-Unexpo), which in turn indicates, that sexual interaction with conspecifics promotes an increase in plasma testosterone. This is in accordance with Bhakat et al. (2005) who reported that a regular exposure of male camels in front to female contributed to the significant increase of testosterone level, as compared to unexposed camels. It is also noted that serum testosterone concentration in males rhinoceros housed in isolation was lower than those housed with two or three or more females (Christensen et al., 2009). Moreover, Garnier et al. (2001) suggested that female number exerts a strong positive effect on male serum testosterone concentrations. Thus, reducing contact with other stallions and increasing contact with mares might allow recovery of testosterone production and sexual behavior (Stout, 2005). On the contrary, Rabb et al. (1989) stated that exposing males stallion to oestrus females increase immediately cortisol concentrations; which could alter the testosterone secretion. Testosterone concentrations were affected by socio-sexual interaction, which could markedly influence reproductive function (Signoret, 1991; Mc Donnell, 1995). In fact, stallions that command a herd of mares have significantly higher testosterone concentrations than nearby bachelor stallions. Therefore, isolation of a harem male caused its

testosterone concentrations decrease to concentrations similar to bachelor stallions (Mc Donnell, 1995).

The duration of all behavioral activities recorded during 30 min observation period in three different management systems is reported in Fig.2. No significant difference was observed in all parameters for day effect (from the first to the sixth day of the week), except for rumination during standing ( $df=5$ ;  $F=2.51$ ;  $P=0.04$ ). In addition, there was no significant difference in the interaction between day and management system, with the exception of standing ( $df=10$ ;  $F=1.99$ ;  $P=0.04$ ). There was no significant difference in feeding, stereotypic and standing looking outside behaviors between the Unexpo and Re-Unexpo systems, but both were significantly different from the ConExpoF system (feeding,  $P = 0.001$ ; stereotypic behavior,  $P<0.0001$  and standing looking outside,  $P<0.0001$ ), except for rumination during resting ( $df=2, F=0.94, P=0.39$ ) and resting ( $df=2, F=0.74, P=0.47$ ) that were not significant among the three management systems.



**Fig. 2.** Behavioral states recorded during 30 min of observation mornings in housed dromedary camels in three different management systems: housed in a single box for the whole day (Unexpo), exposed continuously to females (ConExpof), and housed again in a single box (Re-Unexpo). For each parameter a-b:  $P < 0.05$ .

For standing, rumination during standing and standing with opened legs behaviors, there was no significant difference between the first and the second systems. Therefore, in ConExpof, males spent more time looking and walking toward the females, they ate and ruminated less and did not show any stereotypy. However, in Re-Unexpo system, rumination and standing were significantly higher compared to Unexpo and ConExpof systems. In addition, the duration of stereotypy behavior was greater in Re-Unexpo system.

Under the Unexpo and Re-Unexpo systems, the animals spent the majority of their time feeding and stereotyping. This is due mainly to the lack of stimulation caused by both social isolation and captivity. In traditional husbandry system (H24), Padalino et

al. (2014) reported that the incidence of stereotypies was maximal, because it was considered a sub-optimal management system; where camels did not satisfy their behavioral needs, suggesting that free movement and social contact with females had positive impacts on stereotypy. Rumination becomes higher when camels housed again in single boxes (Re-Unexpo). This behavior was considered as an anti-boredom activity caused by captivity and social isolation (Hoyer, 2013).

During Re-Unexpo system, camel shows a significant increase in standing behavior which might be explained by the lack of stimulation to move compared to bulls housed in ConExpof. This is in accordance with Fureix et al. (2012), who reported that “depressed” horse display a particular standing position.



Therefore, the major important constraints on behavior were the social and spatial restrictions.

In ConExpoF, camels showed a significant reduction in feeding, rumination, standing and stereotyping and an increase in opening legs and looking at females. This is in agreement with Fatnassi et al. (2014b), who reported that the management system that allows movements and interaction with females (ExF) had a positive impact on camel behavior repertoire and welfare. In fact, camels become more active and stimulated; they show a reduction in feeding and rumination and an increase in walking and looking with head outsider behaviors. In addition, our results was comparable to those stated

by Bhakat et al. (2005), who showed that the dry matter and body weight were significantly ( $P<0.01$ ) reduced in exposed camels as compared to unexposed one. Similar behaviors were observed in harem stallions which spend most of their time guarding the herd and surveying the fence line, with their attention apparently focused on the mares in nearby pastures, aggressively evicting intruders, and periodically harassing bachelor stallions (McDonnell, 2000).

The frequencies of all behavioral parameters studied were significantly higher in ConExpoF system than in the two others (Unexpo and Re-Unexpo), except scratching, stereotypic behavior and interaction with males.

**Table1.** Behavioral occurrence (n/30min) in housed dromedary camels in three different management systems: housed in a single box for the whole day (Unexpo),exposed continuously to females (ConExpoF), and housed again in a single box (Re-Unexpo)

Behavioralfrequency	Unexpo	ConExpoF	Re-Unexpo
Head out	2.0 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.3 <sup>b</sup>
Number of steps	37.0 ± 7.0 <sup>b</sup>	242.1 ± 45.7 <sup>a</sup>	36.4 ± 8.0 <sup>b</sup>
Defecation	0.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.1 <sup>b</sup>
Urination	0.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>c</sup>
Scratching	2.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.2 <sup>b</sup>	1.6 ± 0.3 <sup>ab</sup>
Yawning	1.1 ± 0.4 <sup>b</sup>	2.7 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.4 <sup>b</sup>
Dulaa	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>	4.5 ± 0.5 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0 <sup>b</sup>
Blatering	0.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	9.3 ± 0.9 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
Grindingteeth	0.2 ± 0.6 <sup>b</sup>	42.8 ± 15.3 <sup>a</sup>	0.5 ± 0.2 <sup>b</sup>
Flehmen	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	5.5 ± 0.7 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>
Tailflapping	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	5.5 ± 0.5 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>
Open leg	1.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	3.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.2 <sup>c</sup>
Stereotypicbehavior	27.5 ± 7.5 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.7 <sup>b</sup>	34.4 ± 8.1 <sup>a</sup>
Interaction with males	1.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>
Interaction withfemales	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	19.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>

Least square means ( $\pm$  SE) in each column with no common lowercase letter differ significantly ( $P < 0.01$ )

Furthermore, intensity of frothing in mouth, nervousness and occipital glands secretion was significantly higher ( $P < 0.01$ ) during continued female exposition situation as compared to Unexpo and Re-Unexpo systems (Table2).

**Table 2.** Sexual behavioral intensity (1 to 5) in housed dromedary camels in three different management systems: housed in a single box for the whole day (Unexpo), exposed continuously to females (ConExpoF), and housed again in a single box (Re-Unexpo)

	Unexpo system	ConExpoF system	Re-Unexpo system
Froth on the mouth	1.0 $\pm$ 0.0 <sup>b</sup>	2.0 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	1.0 $\pm$ 0.0 <sup>b</sup>
Nervousness	1.2 $\pm$ 0.6 <sup>b</sup>	2.8 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	1.1 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>
Occipital Secretion	1.5 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	2.3 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	2.2 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>

Least square means ( $\pm$  SE) in each column with no common lowercase letter differ significantly ( $P < 0.01$ )

In male dromedary camel, all rutting behavioral frequency and intensity parameters were enhanced by giving continuous exposure to female camels for one week during the onset of the breeding season. This increase was explained by sexual stimulation through visual, olfactory and auditory signals. Similar results were obtained by Vyas et al. (2001) and Bhakat et al. (2005). Housing dromedary camels in a single box negatively affects male camels' sexual behavior. It seems also that exposing bull to females for 30 min improved significantly the occurrence of all rutting behavior (Fatnassi et al., 2014b) and consequently their welfare status (Padalino et al., 2014). Camels rutting behavioral frequency increased significantly in exposed group, as compared to unexposed group (Bhakat et al., 2005). In camels, Dörge et al. (1992) reported that dulaa, blathering, and tail flapping are expression of dominance and territoriality showed by two antagonist males. Novel and sexually receptive females elicited the greatest amount of sexual activity in bulls; hypothesizing that continually pairing bull with novel female induced the most flehmen responses (Bailey et al., 2005). Furthermore, in stallion, sexual behavior have improved and become successful breeders when simply provided greater access to mares (McDonnell, 2000).

On the other hand, continuous sensory exposure of bulls to females and intermittent opportunity to copulate enhanced their sexual performance (Hemsworth et al., 1983). Similar

results were obtained when fully mature boars were given continuous long-term (3 months) sensory exposure to females (Hemsworth et al., 1981). Price and Wallach (1990) suggested also that short-term individual housing can reduce sexual interest or libido in bulls. However, in such cases the effects of physical isolation are temporary; normal levels of libido were restored after only 2 weeks of group housing.

In new word camelids, sexual activity is particularly intense during the first week after introduction of males into herd of females. Nevertheless, the continuous association of males and females somehow inhibits, after a certain period of time, the breeding activity of the males to the complete cessation of their sexual activity in spite of the presence of estrous females in the herd (Fernandez-Baca, 1993).

Under ConExpoF system, the frequencies of the majority of sexual behavior (sniffing, grinding teeth, dulaa, blathering and tail flapping) recorded during female passage were significantly higher compared to Unexpo and Re-Unexpo systems (Table 3).

**Table3.** Frequency of each sexual behavior during female passage under three different management systems: housed in a single box for the whole day (Unexpo),exposed continuously to females (ConExpoF), and housed again in a single box (Re-Unexpo)

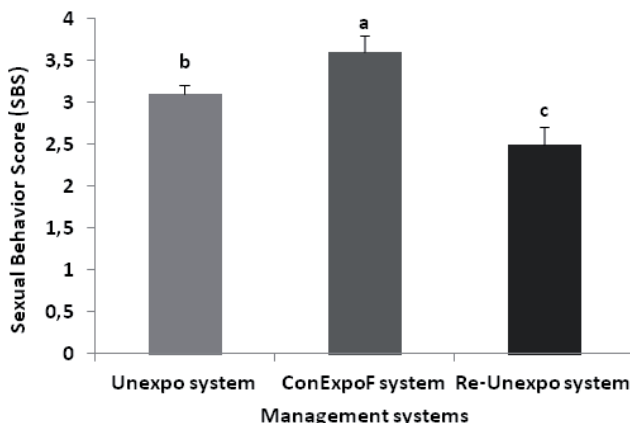
Behavioralfrequency	Unexpo system	ConExpoF system	Re-Unexpo system
Sniffing	9.7 ± 0.8 <sup>b</sup>	13.1 ± 1.0 <sup>a</sup>	11.3 ± 1.3 <sup>ab</sup>
Flehmen	6.5 ± 0.7	6.8 ± 0.7	5.6 ± 0.8
Grindingteeth	21.6 ± 4.0 <sup>b</sup>	33.9 ± 4.2 <sup>a</sup>	18.8 ± 2.6 <sup>b</sup>
Urination	0.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.1 <sup>b</sup>
Defecation	1.1 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.1	0.7 ± 0.2
dulaa	0.4 ± 0.2 <sup>b</sup>	4.1 ± 0.7 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.2 <sup>b</sup>
blatering	7.3 ± 1.2 <sup>b</sup>	12.6 ± 1.6 <sup>a</sup>	3.8 ± 1.0 <sup>c</sup>
Tailflapping	2.7 ± 0.9 <sup>b</sup>	10.1 ± 2.7 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.7 <sup>b</sup>
Yawning	6.0 ± 0.8 <sup>a</sup>	3.8 ± 0.5 <sup>b</sup>	5.1 ± 0.8 <sup>ab</sup>

Least square means (± SE) in each column with no common lowercase letter differ significantly (P<0.05)

However, there was no difference (P>0.05) between different management systems in Flehmen and defecation. The lowest yawning frequency was registered in the second system.

As a result, the sexual behavior score (SBS) was maximal during

ConExpoF and minimal in Re-Unexpo system (Fig 3). This is an accordance with Fatnassi et al. (2014b), who published that sexual behavior score was significantly higher when camels exposed to females for 30 min (ExF) than for traditional husbandry system (H24 and H23).



**Fig.3.** Sexual behavior score (SBS) after female passage in housed dromedary camels in three different management systems: housed in a single box for the whole day (Unexpo),exposed continuously to females (ConExpoF), and housed again in a single box (Re-Unexpo)

The average SBS was  $3.1 \pm 0.1$ ;  $3.6 \pm 0.2$  and  $2.5 \pm 0.2$  in Unexpo, ConExpoF and Re-Unexpo systems, respectively. The significant decrease in SBS during Re-Unexpo system was probably due to the frustration which the animal felt after two weeks exposition, suggesting that putting again camel in a single box after females exposure could have a negative feedback, which causes a sharply decrease of testosterone and libido of dromedary camels. It is also noted that female's exposure could provide a good olfactory and visual cue stimulating the onset of rutting behavior in housed male dromedary camels and

represents a useful tool to monitor their sexual behavior (Fatnassi et al., 2014a).

In conclusion, during the onset of the breeding season the short term continuous association of male camels to females lead to a significant increase in testosterone secretion and in their sexual behaviors. However, further studies are needed to investigate the effects of long term of ConExpoF on testosterone and sexual behavior. It is essential also to study the effects of continuous exposure to females on camels' libido and semen quality.

## REFERENCES

- Bailey, J.D., Anderson, L.H. and Schillo, K.K. (2005) : Effects of novel females and stage of the estrous cycle on sexual behavior in mature beef bulls, *Journal of Animal Science*, 83, 613–624
- Bhakat, C., Raghavendra, S. and Sahani, M.S. (2005) : Effect of different management conditions on rutting behavior of Indian dromedary camel, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 17, 1–13
- Christensen, B.W., Troedsson, M.H.T., Young, L.J., Oliva, M., Penfold, L.M. (2009) : Effects of sociosexual environment on serum testosterone in captive male *African rhinoceros*. *Theriogenology*, 71: 1105 – 1111.
- Dörge, B., Heucke, J. and Klingel, H. (1992) : Behaviour and social organization of feral camels in Central Australia. In: Allen, W.R., Higgins, A.J., Mayhew, I.G., Snow, D.H., Wade, J.F.,
- Fatnassi, M., Padalino, B., Monaco, D., Khorchani, T., Lacalandra, G.M. and Hammadi, M. (2014a) : Evaluation of sexual behavior of housed male camels (*Camelus dromedarius*) through female parades: correlation with climatic parameters, *Tropical Animal Health and Production*, 46: 313-321.
- Fatnassi M., Padalino, B., Monaco, D., Aubé L., Khorchani, T., Lacalandra, G.M. and Hammadi, M. (2014b) : Effect of different management systems on rutting behavior and behavioral repertoire of housed Maghrebi male camels (*Camelus dromedarius*), *Tropical Animal Health and Production*, 46, 861-867.

- Faye, B., Bengoumi, M., Cleradin, A., Tabarani, A. and Chilliard, Y. (2001) : Body condition score in dromedary camel: A tool for management of reproduction, *Emirates Journal of Agricultural Science*, 13, 01 – 06.
- Fernandez-Baca, S. (1993) : Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. *Animal Reproduction Science*, 33: 307 – 323.
- Fureix, C., Jego, P., Henry,S., Lansade, L., Hausberger, M. (2012) : Towards an Ethological Animal Model of Depression? A Study on Horses. *Plos one*, 7, issue 6, e39280.
- Garnier, J.N., Bruford, M.W., Goossens, B. (2001) : Mating system and reproductive skew in the black rhinoceros. *Molecular Ecology*, 10:2031–12031.
- Hemsworth, P.H., Winfield, C.G. and Chamley, W.A. (1981) : The influence of the presence of the female on the sexual behaviour and plasma testosterone levels of the mature male pig. *Animal Production*, 32: 61-65.
- Hemsworth, P.H., Winfield, C.G., Hansen, C. and Makin, A.W. (1983) : The influence of isolation from females and mating frequency on the sexual behaviour and semen quality of young post- pubertal boars. *Animal Production*, 37: 49-52.
- Hoyer, B.H. (2013) : ‘*Environmental enrichment*’—*Strategies to improve the housing conditions of breeding bulls. Impact on time budget, physical activity, rumination, sexual behavior and semen quality*. Thesis Doctor of Veterinary Medicine, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, 160 p
- Laudadio, V., Tufarelli, V., Dario, M., Hammadi, M., Seddik, M.M., Lacalandra, G.M. and Dario, C. (2009) : A survey of chemical and nutritional characteristics of halophytes plants used by camels in Southern Tunisia. *Tropical Animal Health Production*, 41, 209 – 215.
- McDonnell, S. M. (1995) : Stallion behaviour and endocrinology: what do we really know? *Proc Am Ass Equine Pract*. 41:18–9.
- McDonnell, S.M. (2000) : Reproductive behavior of stallions and mares: comparison of free-running and domestic in-hand breeding. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 211–219.
- Padalino, B., Fatnassi, M., Monaco, D., Hammadi, M., Khorchani, T. and Lacalandra, G.M. (2013) : A new ethogram for evaluating housed male dromedary camel behavior and libido, Proceeding of the XI congress of Italian Society of Animal Reproduction (SIRA), Ustica, Italy, 137–142.
- Padalino, P., Aubé, L., Fatnassi, M., Monaco, D., Kkorchani, T., Hammadi, M., Lacalandra, G.M. (2014) : Could Dromedary Camels Develop Stereotypy? The First Description of Stereotypical Behaviour in Housed Male Dromedary

- Camels and How It Is Affected by Different Management Systems, *Plos one*; volume 9, issue 2, e89093.
- Price, E.O and Wallach, S.J. (1990) : Short-term individual housing temporarily reduces the libido of bulls. *Journal of animal science*, 68: 3572 – 3577.
  - Rabb, M.H., Thompson, D.L., Barry, B.E., Colborn, D.R., Garza, F., Henke, K.E. (1989) : Effects of sexual stimulation with and without ejaculation, on serum concentration of LH, FSH, testosterone, cortisol and prolactin in stallions. *Journal of Animal Science*, 67:2724–9.
  - SAS, 9th version. (1999) : The SAS System for Windows, Release 9.00. SAS Institute, Cary.
  - Signoret, J.P. (1991) : Sexual pheromones in the domestic sheep: importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *Journal of Steroid Biochemistry Molecular and biology*. Vol.39, No, 4B, pp. 639 – 645.
  - Stout, T.A.E. (2005) : Modulating reproductive activity in stallions: *A review Animal Reproduction Science*, 89, 93 – 103.
  - Vyas, S., Pareek, P. K., Purohit, G. N. and Sahani, M. S. (2001) : Management practices for augmenting rut in male (*Camelus dromedarius*). *Veterinary Practitioner*, 2, 132 – 34.

## Délimitation et caractérisation des zones à risque pour la maladie du Krafft chez le dromadaire dans les parcours du Dhahar (Sud tunisien)

M. M SEDDIK., M. TARHOUNI., F. ABDELLI & T. KHORCHANI

Institut des Régions Arides, 4119 Médenine - Tunisie.

E-mail: [seddik.mouldi@ira.rnrt.tn](mailto:seddik.mouldi@ira.rnrt.tn).

### المخلص:

يهدف هذا العمل إلى تحديد وتوصيف المساحات الرعوية التي تساعد على ظهور مرض الهشام لدى الإبل بالجنوب التونسي بالاعتماد على استمارات ميدانية مع مربّي الإبل بمراعي الظاهر من جهة وعلى نظم المعلومات الجغرافية التي مكنت من اعداد خارطة لهذه المناطق من جهة ثانية.

بينت المعطيات المجمعّة أن المناطق المساعدة على ظهور هذا المرض تتميز بترتية يغلب على سطحها الحجر الجيري والجبس وبغطاء نباتي ضعيف تهيمن عليه نبتتا الغزدير (*Anthyllis henoniana*) والشمشور (*Fagonia glutinosa*) في حين تتميز المناطق التي لا تساهم في ظهور هذا المرض بترتية رملية وبغطاء نباتي متنوع يغلب عليه نبات البائل (*Haloxylon schmittianum*)، والعرفج (*suaveolens*) و(*Rhanterium*) والسبّط (*Stipagrostis pungens*). تساهم هذه النتائج في مزيد معرفة الأسباب المساعدة على ظهور مرض الهشام لدى الإبل بمراعي الظاهر لغاية الحد من تأثيراتها السلبية.

**مفاتيح:** خارطة، مرض الهشام، الإبل، مراعي الظاهر، تونس.

### RÉSUMÉ

Ce travail a pour objectifs la délimitation et la caractérisation des zones du parcours de Dhahar qui favorisent l'apparition de la maladie de Krafft chez les camelins en se basant sur des investigations de terrain, des enquêtes auprès des exploitants de ces parcours et sur des systèmes d'information géographiques permettant l'établissement de la carte de ces zones. Les principaux résultats montrent que les zones à risque élevé sont marquées par des sols rocheux à croûte calcaro-gypseuse et un faible couvert végétal dominé par *Anthyllis henoniana* et *Fagonia glutinosa*. Cependant, les parcours qui ne contribuent pas à l'apparition de la maladie sont caractérisés par des sols sableux et un couvert végétal diversifié à base d'*Haloxylon schmittianum*, *Rhanterium suaveolens* et *Stipagrostis pungens*. Ces résultats constituent des éléments de base pour mieux connaître la pathogénie et les circonstances d'apparition de la maladie de Krafft chez les camelins.

**Mots clés :** Carte, maladie de Krafft, camelins, parcours du Dhahar, Tunisie.



## SUMMARY:

This work aims to delimitate and to characterize the pastoral zones of the Dhahar rangelands that promote the camel's Krafft disease using field investigations with breeders and the geographical information systems in order to establish the map of these zones. The main results show that zones with high risk are characterized by rocky soils with calcareous-gypsum crust dominated by a weak vegetation cover composed by *Anthyllis henoniana* and *Fagonia glutinosa*. However, zones with low risk are distinguished by their sandy soils and diversified vegetation cover where *Haloxylon schmittianum*, *Rhanterium suaveolens* and *Stipagrostis pungens* dominate. These results provide basic elements to know the pathogenesis and the appearance causes of the camel's Krafft disease.

**Keywords:** Map, Krafft disease, camels, Dhahar rangelands, Tunisia.

## 1-INTRODUCTION

En Tunisie, le dromadaire (*Camelus dromedarius*) est exploité surtout dans les régions arides et désertiques du pays selon un système d'élevage extensif caractérisé par la mobilité des troupeaux entre les différents parcours du sud. En effet, pour satisfaire les besoins alimentaires du cheptel, les éleveurs se trouvent annuellement obligés de faire des déplacements de moyennes ou de grandes envergures appelées transhumances notamment entre les parcours d'El Ouara (sud-est) et ceux du Dhahar (sud-ouest) ou entre les parcours de Nefzaoua (extrême sud-ouest) et ceux du Dhahar. Toutefois, la prédisposition des dromadaires à une pathologie connue sous le nom du Krafft limite la mobilité des troupeaux et l'utilisation des parcours du Dhahar. Cette maladie est caractérisée par l'atteinte de l'appareil locomoteur des animaux qui entrave leurs déplacements d'une part et perturbe le programme de transhumance souhaité par l'éleveur d'autre part.

Les causes favorisantes sont diverses et parmi celles les plus incriminées on signale la carence minérale des parcours du Dhahar, l'état physiologique des animaux et la saison (Seddik, 2010). Mais, un déséquilibre minéral semble être la cause déterminante de l'apparition de cette maladie d'après les rares études réalisées (Leveque 1957 ; Durand 1958 ; Zahzah 1981 ; Seddik 2006). Le présent travail a pour objectif de caractériser et de délimiter les zones du parcours de Dhahar les plus favorables à l'apparition de la maladie du Krafft chez les camelins.

## 2-MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1-Caractéristiques de la zone d'étude

La zone d'étude représente la majeure partie des parcours de Dhahar situés dans le sud tunisien et exploités par les élevages de dromadaires et de petits ruminants. Elle s'étale sur une distance d'environ  $200 \pm 10$  km de longueur, limitée par Oued Elleguen au nord et

Oued Jnayen au Sud et d'environ  $40 \pm 5$  Km de largeur, limitée du côté Ouest par le grand erg oriental et du côté Est par les monts de Matmata. Elle couvre ainsi une superficie de 968224 ha. Les parcours du Dhahar, dont l'altitude varie de 300 à 500 mètres, sont identifiés par les oueds qu'ils traversent. Plusieurs oueds prennent naissance dans les monts de Matmata et se déversent dans les dépressions de la région dite « garaât », les terrains plats appelés « sih » ou dans les accumulations sableuses locales (dunes, ergs). Ils s'inclinent régulièrement vers l'Ouest et le Sud Ouest pour arriver au grand Erg oriental. Nous citons en l'occurrence la présence du nord vers le sud des oueds suivants : O. Elleguen , O. Oum Labbess, O. Zmerten, O. El hallouf, O. Berrasaf, O. Bel khacheb, O. Laaraj, O. Ghebey Ennaguer, O. Ghebey Errachada, O. Elmahbess , O. Sih Essaraya, O. Sih Saber ben Said, O. Ghebey Ejdaria, O. Lesseri, O. Elkamour, O. Sih Essabat, O. Garaat Emaghatta, O. Elghdamsi Edhaharaoui, O. Elghdamsi Elgueblaoui, O. Ghebey Edhomrane, O. Ennakhala, O. Khnag, O. Sanghar, O. Abdellah et O. Jnayen.

Du point de vue climatique les parcours du Dhahar sont soumis à l'influence de deux centres d'action. Le premier est le Sahara à l'ouest caractérisé par un climat subtropical saharien chaud et sec et le deuxième est le Golf de Gabès au Nord-est qui est marqué par un climat méditerranéen, tempéré, chaud et relativement humide (Floret et Pontanier,1982). Les parcours

du Dhahar se situent dans l'étage bioclimatique saharien caractérisé par une pluviométrie faible et irrégulière variant de 51 à 244 mm/an, un nombre de jours de pluies ne dépassant guère les 20 à 30 jours et une amplitude thermique moyenne annuelle variant entre 18 à 21,2°C. La température du mois le plus chaud se situe entre 28 et 32°C ; celle du mois le plus froid (janvier) est de l'ordre de 10°C. Les vents chauds (Sirocco) et les vents du sable sont fréquents (BERA, 2000, PANLCD, 2006).

Au niveau géologique, la majorité des sols du Dhahar sont des sols développés sur un substrat calcaire. Ce sont des sols caillouteux avec la présence d'une texture sableuse à sable fin. Les sols à voile éolien sont localisés au niveau des zones avales des oueds et notamment au niveau des garaâts à la limite du grand Erg Oriental. Trois grandes classes de sols sont présentes dans le Dhahar : i) les sols minéraux bruts (les sols d'érosion et les sols d'apport éolien), ii) les sols peu évolués (les sols peu évolués d'érosion lithosolique et régosolique, les sols peu évolués d'apport hydrique, les sols peu évolués d'apport éolien) et iii) les sols calcimagnésiques qui sont représentés par des rendzines sur encroutement calcaire ou gypseux.

La pluviométrie, la température, la salinité ainsi que le type du sol peuvent tous jouer un rôle décisif dans le développement des plantes dans les parcours du Dhahar. La végétation est généralement steppique, dominée par des espèces pérennes ligneuses et herbacées et constituée essentiellement

par des chamephytes. Le quasi totalité du Dhahar est formé par des steppes ayant un taux de recouvrement faible à base d'*Anthyllis henoniana*. L'Est est dominé par certaines espèces xérophiiles (*Gymnocarpos decander*, *Helianthemum kahiricum*, *Artemisia herba-alba*...) alors qu'à l'Ouest se trouvent des espèces psammophiles (*Helianthemum confertum*, *Henophyton deserti*, *Calligonum comosum*...). Les dépressions salées sont très rares dans cette région. Les Regs sableux pulvérulents, calcaires ou gypseux, portent une végétation clairsemée à *Traganum nodatum*. Les oueds et les zones d'épandage abritent, grâce à leur condition relativement favorable, une végétation riche et diversifiée à base de *Tamarix ssp*, *Retama raetam*, *Pennisetum elatum*, *Stipagrostis pungens*, *Calligonum comosum* etc.

## **2.2-Méthodologie adoptée**

La délimitation des zones à risque a été basée sur des enquêtes de terrain auprès des éleveurs et des chameliers et sur l'observation de la nature des sols. L'investigation a touché 197 sites d'observations bien répartis sur la totalité de la région du Dhahar. Pour chaque site, les coordonnées GPS

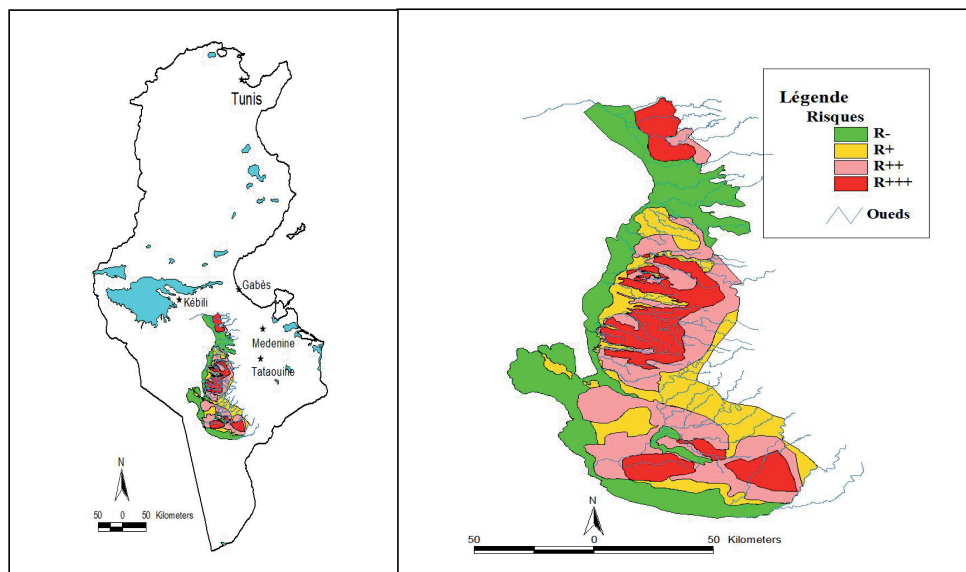
ainsi que les espèces végétales les plus dominantes (une à trois) ont été notées. La contribution de chaque site dans l'apparition de la maladie de Krafft chez les camelins a été également marquée. Finalement les sites observés ont été classés en 4 groupes (ou zones) selon une échelle croissante de risque de la maladie. Les zones qui ne présentent pas de risque pour la maladie de Krafft sont notées R-, celles qui présentent un risque minimale sont notées R+, les zones qui présentent un risque moyen sont notées R++ et celles qui présentent un risque élevé sont notées R+++.

Une analyse en composantes principales a été faite pour montrer la corrélation entre la végétation dominante et le risque de la maladie.

## **3-RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1- Cartographie des zones à risques**

Les résultats montrent que parmi les 197 sites d'observations, on trouve 75 sites n'ayant pas de risque pour la maladie de Krafft, 36 sites présentent un risque minimale, 42 sites à risque moyen et 44 sites à risque élevé. La typologie de ces sites a permis d'élaborer une carte des zones à risque pour la maladie de Krafft chez les camelins (figure 1).



**Figure 1.** Carte des parcours à risque pour la maladie de Krafft dans du la région du Dhahar au sud tunisien.

### 3.1.1-Caractéristiques des zones sans risque (R-)

Les zones qui ne présentent pas de risques pour la maladie du Krafft chez les camelins sont localisées dans les avales des oueds et dans les zones d'épandage appelées garaât à la limite du grand Erg oriental. Les oueds représentent des refuges pour les chameliers dans toute la région du Dhahar pour se prévenir de la maladie. La majorité des sols de ces zones sont des sols à voile éolien caractérisés par une structure sableuse à sable fin. En effet, toute la partie limitrophe du grand erg oriental ne présente pas de risque pour la maladie de même pour toute la région entre Oued Elhallouf et Oued Belkacheb ainsi que les parcours de Bir Aouine et la partie au sud d'Oued Sanghar. La superficie des zones non incriminées dans l'apparition

de la maladie est estimée à 297144 ha ce qui représente 31% de la totalité de la zone d'étude.

### 3.1.2-Caractéristiques des zones à faible risque (R+)

Les zones qui présentent un risque minime pour la maladie de Krafft sont caractérisées par des sols plus ou moins sableux. Elles sont localisées d'une part au niveau de la partie Est du Dhahar à côté de la chaîne montagneuse de Matmata (la zone en amont de Oued Ennakhala et Oued Elkhanag ainsi que la région de khachem Mariem) et d'autre part les parcours limitrophes des zones d'épandage (au sud de garaât Bouflija). La superficie totale présentant des risques minimes dans l'apparition de la maladie est estimée à 196364 ha soit 20% de la superficie de la zone d'étude.

### **3.1.3-Caractéristiques des zones à risque moyen (R++)**

Les zones qui présentent un risque moyen pour la maladie sont caractérisées par des sols peu évolués d'érosion avec une structure plus ou moins rocheuse. Elles se localisent sur la partie intermédiaire et avale du Dhahar notamment entre Laârej et Khachem Mariem ainsi que sur les parcours en amant (djebels et collines). On cite surtout une première zone au nord de la région d'étude située à l'Est de la région Mthenine et une deuxième au sud située à l'Est de la région Sanghar. La superficie totale présentant des risques moyens dans l'apparition de la maladie est estimée à 278531 ha soit 29% de la superficie de la zone d'étude.

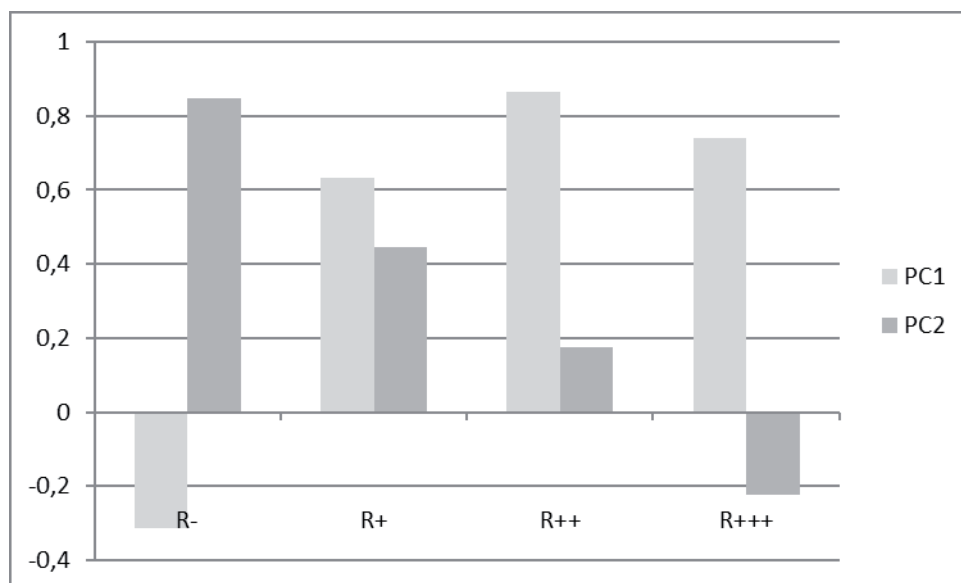
### **3.1.4-Caractéristiques des zones à risque élevé (R+++)**

Les zones qui présentent un risque élevé pour l'apparition de la maladie, sont caractérisées essentiellement par la présence d'une couche calcaro-gypseuse affleurant à la surface donnant aux sols un aspect très caillouteux/rocheux notamment au niveau de la région du Kamour. Ces zones à risque élevé sont présentes au nord, au centre et au sud du Dhahar. Au nord, elles couvrent surtout la partie entre Mthenine et Oued Elleguen ; au centre, elles sont observées entre Oued Elmahbess et Sih Essaraya et entre Oued Lissri et Oued Elghdamsi elgueblaoui ; au sud, ces zones couvrent les parties du Bnoud, Sanghar et Ebdellah. La superficie totale des zones à risque élevé dans l'apparition de la maladie est estimée à 196184 ha soit

20% de la superficie de la zone d'étude.

### **3.2- Relation entre le couvert végétal et le risque de la maladie du Krafft**

Soixante-six combinaisons floristiques ont été établies sur la base de la présence et de la fréquence relatives de 13 espèces végétales dominantes dans les parcours du Dhahar. Une analyse en composantes principales (ACP) a été appliquée sur ces données pour montrer la corrélation entre la végétation dominante et le risque de la maladie. L'ACP permet de remarquer la présence de deux axes (PC1 et PC2) qui accumulent une valeur propre de 2,79 et un pourcentage d'inertie de 69,96%. Le PC1 (1,79 ; 44,95%) est marqué par les sites à risque élevé de la maladie du côté positif et les sites à faible risque du côté négatif. Le PC2 (1 ; 25,01%) est dominé par les sites à faibles risque du côté positif et par les sites à risque élevé du côté négatif (figure 2).

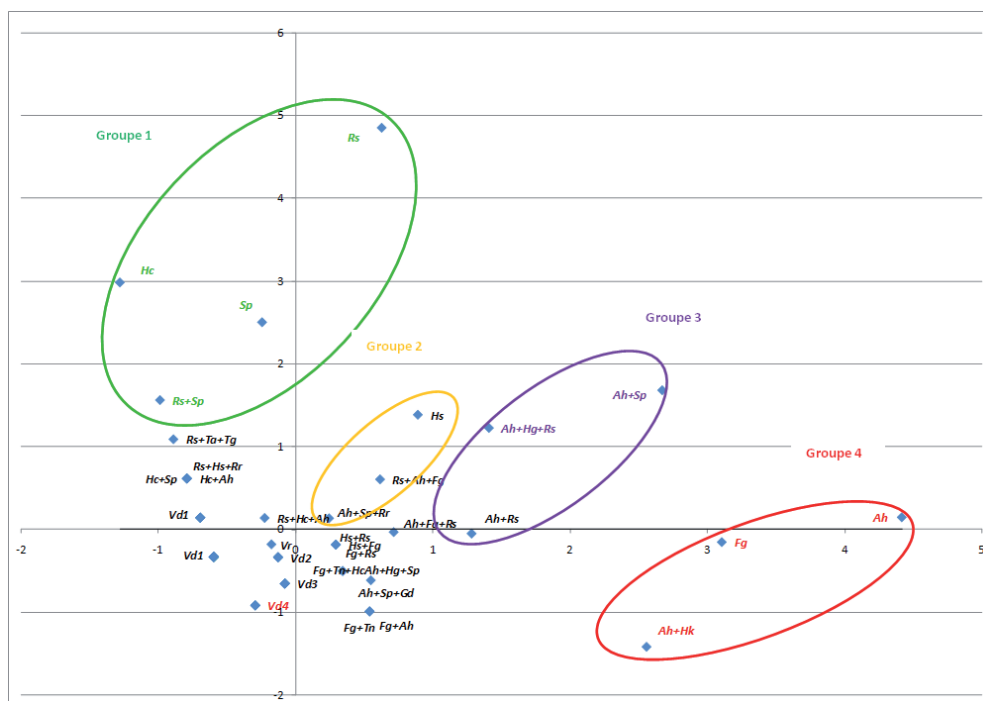


**Figure 2.** Poids du degré de risque de la maladie sur les deux axes de la composante principale PC1 et PC2.

Les groupes des plantes liés à l'apparition de la maladie de Krafft chez les troupeaux camélins sont présentés à la figure 3. Pour les zones R-, qui ne présentent pas de risque de la maladie, le couvert végétal est formé essentiellement par *Rhanterium suaveolens*, *Haloxyylon schmittianum* et *Stipagrostis pungens* (groupe 1). En plus de ces espèces, on trouve une végétation diversifiée (Vd1) formée par *Haloxyylon scoparium*, *Retama raetam*, *Fagonia glutinosa*, *Traganum nudatum*, *Stipa tenacissima* et *Calligonum comosum*.

Pour la zone R+ (groupe 2, Vd2), le couvert végétal est marqué par la dominance d'*Haloxyylon scoparium* seul ou en présence de *Rhanterium suaveolens*, *Anthyllis henoniana*,

*Fagonia glutinosa*, *Stipagrostis pungens* et *Retama raetam*. Par ailleurs, la zone R++ (groupe 3, Vd3) est caractérisée par un couvert végétal marqué par la dominance d'un premier groupement à *Anthyllis henoniana* et *Stipagrostis pungens*, un deuxième groupement à base d'*Anthyllis henoniana*, *Helianthemum kahiricum* et *Rhanterium suaveolens* et un troisième formé d'*Anthyllis henoniana* et *Rhanterium suaveolens*. Les zones présentant un risque élevé pour la maladie (groupe 4, Vd4) sont caractérisées par la présence d'*Anthyllis henoniana* d'une part et *Fagonia glutinosa* d'autre part, ainsi que l'association à *Anthyllis henoniana* et *Helianthemum kahiricum*.



**Figure 3.** Représentation des différents groupes d'espèces végétales en relation avec la maladie de Krafft sur les axes 1 et 2 de l'ACP.

Groupe 1 : pas de risque ; Groupe 2 : risque faible ; Groupe 3 : risque moyen ; Groupe 4 : risque élevé. *Ah*: *Anthyllis henoniana*; *Rs* : *Rhanterium suaveolens*; *Hc* : *Haloxylon schmittianum*; *Sp* : *Stipagrostis pungens*; *Hs* : *Haloxylon scoparium* ; *Rr* : *Retama raetam* ; *Fg*: *Fagonia glutinosa*; *Hk* : *Helianthemum kahiricum*; *Tn* : *Traganum nudatum*; *Gd*: *Gymnocarpus decander*; *St* *Stipa tenacissima*; *Hd*: *Henophyton deserti* ; *Va*: végétation annuelle; *At*: *Tamarix affila* ; *Tg*:*Tamarix gallica*; *Cc*:*Calligonum comosum*; *Aa* :*Astragalus armatus* ; *Vd1* : végétation diversifiée du groupe 1 (*Rs*+*Hc*+*Rr* ; *Rs*+*Hc*+*Sp* ; *Rs*+*Ah* ; *Rs*+*Sp*+*Rr* ; *Hs*+*Tn* ; *Rr*+*Hs* ; *Hg*+*Sp*;

*Hc*+*Tn*; *Hc*+*Ah*+*Sp*; *Hc*+*Sp*+*Rr*; *Hc*+*Rr*+*Cc* ;*Hc*+*Rr*+*Sp*; *St*+*Hs*; *Hs*+*Rr*; *Hs*+*Fg* ; *Rr*+*Hs*+*Aa* ; *Sp*+*Rs* et *Sp*+*Rr*+*Hc*) ; *Vd2* : végétation diversifiée du groupe 2 (*Rs*+*Hc*+*Rr* ; *Rs*+*Hc*+*Sp* ; *Rs*+*Ah* ; *Rs*+*Sp*+*Rr* ; *Hs*+*Tn* ; *Rr*+*Hs*) ; *Vd3* : végétation diversifiée du groupe 3 (*Hc*+*Rs*; *Ah*+*Hg*+*Gd*; *Ah*+*Gd*+*Rs*; *Ah*+*Gd* ;*Hs*+*Hc*+*Rs*) ; *Vd4* : végétation diversifiée du groupe 4 (*Rs*+*Ah*+*Hs* ; *Fg*+*Hk* ; *Ah*+*Rs*+*Gd* ; *Ah*+*Rs*+*Hk*).

D'après ces résultats 49% des superficies des parcours de la région du Dhahar présentent un risque moyen à élevé pour la maladie du krafft. Ces zones sont peu utilisées par les troupeaux. En effet, les chameliers se trouvent obligés à limiter

la période d'utilisation de ces parcours pour se prévenir de la maladie. Ces risques sont plus envisageables pour les troupeaux qui se trouvent libres sur parcours (sans gardiennage) ou pour les animaux qui se trouvent perdus et isolés du reste du troupeau. La non utilisation des vastes zones à risque élevé d'une part et la surcharge animale excessive dans les zones présentant un faible risque de la maladie d'autre part conduisent à la dégradation des parcours et favorisent ainsi le processus de désertification dans une région fragile. Ce fait, à ses impacts sur les plans socio-économique et environnemental du fait que les parcours contribuent, d'une manière considérable, non seulement au maintien de l'activité d'élevage dans le Sud, mais aussi à la lutte contre la désertification (Ben Rhouma, 2002).

#### 4-CONCLUSION

La maladie de Krafft a des répercussions sur le mode de conduite des troupeaux de dromadaire touchés à cause des difficultés qu'elle engendre aux chameliers et aux éleveurs pour surveiller et traiter leurs animaux

malades. Les résultats obtenus dans la présente étude montrent qu'environ la moitié de la superficie des parcours du Dhahar présente des risques moyens à forts pour l'apparition de la maladie. Les zones à risque se caractérisent par un couvert végétal dominé par *d'Anthyllis henoniana* et *Fagonia glutinosa* et des sols rocheux marqués par la présence d'une croûte calcareo-gypseuse. En revanche les parcours qui ne favorisent pas l'apparition de la maladie sont caractérisés par un couvert végétal diversifié dominé par *Haloxylon schmittianum*, *Rhanterium suaveolens* et *Stipagrostis pungens* sur des sols à sable fin. Ainsi, la mise à la disposition des éleveurs d'une solution pratique, telle que des compléments minéraux adéquats, pour remédier à cette maladie, permettrait l'utilisation des parcours à risque élevé sans contrarier l'état sanitaire du cheptel et ouvre de nouveaux horizons aux éleveurs pour mieux exploiter ces vastes superficies pastorales et assurer une exploitation plus équilibrée et rationnelle des parcours du Dhahar.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ben Rhouma, H., Souissi, M. (2002) : Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens = Range land and pasture rehabilitation in Mediterranean areas Zaragoza (Spain): CIHEAM-IAMZ, 2004. 489 p. (*Cahiers Options Méditerranéennes*; v. 62).
- DIRECTION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITE DE LA VIE (2006) : Programme d'action régional de lutte contre la désertification du Gouvernorat de Tataouine. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. 123 p



- DIRECTION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITE DE LA VIE (2006) : Plan d'action régional de lutte contre la désertification pour le gouvernorat de Médenine. Tunis, Tunisie, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 206 p.
- Durand, M. et Chkouk, M. (1958) : Le Krafft, une ostéopathie dystrophique du dromadaire. *Archive de l'Institut Pasteur. Tunis* 35, N° 2 p107-152.
- Floret, C., Pontanier, R. (1982) : L'aridité en Tunisie présaharienne : Climat, Sol, végétation. *Trav.de l'ORSTOM*, no. 150, 544 pp.
- Leveque, H , (1957) : Contribution à l'étude d'une maladie appelée « Krafft » chez les chameaux du sud tunisien. *Rev. Du corpvet. de l'armée.* 12, 3 115-120.
- Seddik M. M. (2006) : Apport minérale alimentaire et maladie de « krafft » chez le dromadaire (*Camelus dromedarius* ). *Mastère en biochimie dynamique Faculté des Sciences de Tunis.* 84 p.
- Seddik M. M., Khorchani T. et Benromdhane M. N. (2010) : Bases épidémiocliniques de la maladie de « krafft » chez le dromadaire (*Camelus dromedarius* ) dans le Sud tunisien. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 63 (1-2) : 29-33
- Zahzah, K. (1981.) Etude de la pathologie du chameau du sud tunisien le krafft. *Thèse. Doct. Méd. Vét. Sidi Thabet.* (Tunisie).

## Comportement sexuel et synchronisation des chaleurs chez la chamelle laitière (*Camelus dromedarius*)

A. DHAOUI, M. CHNITER, M. FATNASSI, T. KHORCHANI ET M. HAMMADI

Institut des Régions Arides 4100 Médenine, Tunisie

e-mail : [amel.ghiloufi@yahoo.com](mailto:amel.ghiloufi@yahoo.com)

### ملخص

يهدف هذا العمل إلى تحديد مؤشرات السلوك الجنسي وتجميع الشبق لدى النوق الحلوب في نمط التربية المكثف. وقعت متابعة عوارض الشبق لدى النوق بعد عملية تمرير فحل هائج أمام مكان الإيواء. بعد ثلاثة أسابيع من المتابعة أخضعت النوق لحقنيتين من «اليزرلين» يفصل بينهما 14 يوما كما أخذت عينات من الدم لمتابعة تركيز هرموني البرجسترون والاستراديول. بينت النتائج وجود تباين كبير في السلوك الجنسي بين الإناث ويعد البحث عن الفحل من أهم السلوك انتشارا. بمتابعة مستوى تركيز هرمون البرجسترون في مصل الدم تبين أن مرور الفحل الهائج أدى إلى حدوث إباضة تلقائية لدى 37,7% من النوق. كما أدت الحقنة الأولى من «اليزرلين» إلى حدوث الإباضة عند 87,7% من النوق و ارتفع هذا المعدل إلى 100% مباشرة بعد الحقنة الثانية. يمكن اعتبار تجربة تجميع الشبق باستعمال حقنتي بزرلين بفاصل 14 يوم برنامجا مناسباً لتحسين معدل التلقيح لدى النوق الحلوب في النمط المكثف.

الكلمات المفتاحية: تجميع الشبق, نوق حلوب, مادة اليزرلين

### RÉSUMÉ

Ce travail a pour objectifs de caractériser le comportement sexuel et synchroniser les chaleurs chez la chamelle laitière élevée en système intensif. Les signes des chaleurs ont été détectés par un passage du mâle à la barre. Après 3 semaines de suivi, une double injection de busérelina de 14 jours d'intervalle a été réalisée chez les chammelles. Des prélèvements de sang ont été réalisés et les concentrations plasmatiques d'œstradiol 17 $\beta$  et de la progestérone ont été déterminées par RIA. Une variabilité individuelle importante des signes de chaleurs a été observée chez les chammelles dont le comportement le plus exprimé est la recherche du mâle. Le suivi du profil de la progestérone a montré que le passage du mâle à la barre a provoqué l'ovulation spontanée chez 37,5% des chammelles. De même, la 1<sup>ère</sup> injection de la busérelina a induit l'ovulation chez 87,7% des chammelles et ce taux a atteint 100% après une 2<sup>ème</sup> injection. La synchronisation des chaleurs par double injection de la busérelina avec 14 jours d'intervalle s'avère une pratique appropriée pour augmenter le taux de fécondité et avoir des saillies regroupées chez les chammelles laitières.

**Mots clés :** Synchronisation des chaleurs, chamelle laitière, busérelina.

### SUMMARY

This work aims to characterize the sexual activity and synchronize the estrus activity in dairy camels reared in intensive system. An active male was exposed in the front

of the females which are maintained in common closure in order to detect their estrus. After 3 weeks of monitoring, the females were subjected to a double injection of buserelin with an interval of 14 days in order to synchronize their estrus. Blood samples were taken from females to assess the concentrations of estradiol-17 $\beta$  and progesterone using RIA. An important variability of estrus behaviors was observed in the females and the commonly behavior detected was the seeking of male. The progesterone monitoring showed that spontaneous ovulation was induced in 37.5% of the females after the exposition of the male. Furthermore, a simple injection of buserelin induces the ovulation in 87.7% of the females whereas a rate of 100% was obtained after a second injection and following the introducing of the male. The synchronization of estrus using double injection of buserelin with 14-day interval is recommended to enhance the conception rate in dairy females camel.

**Keywords:** estrus synchronization, dairy camel, buserelin.

## 1. INTRODUCTION

En Tunisie, l'élevage de dromadaire se caractérise par une faible efficacité de reproduction à cause d'un âge tardif à la puberté, une activité sexuelle saisonnière qui s'étale sur une courte période et un long intervalle entre deux mise-bas (Hammadi, 2003). Depuis quelques années, des élevages camelins laitiers ont été développés dans les oasis et les périmètres irrigués du sud tunisien. Dans un tel système, où le potentiel laitier a été nettement amélioré, l'intensification laitière exige une bonne maîtrise de l'activité de reproduction de la chamelle (Faye et al., 2004). En effet, la particularité de l'ovulation provoquée de la chamelle impose une préalable détection de l'œstrus pour déterminer le moment opportun de l'introduction du mâle aux femelles et améliorer le taux de conception. Afin d'optimiser le potentiel laitier chez la chamelle, l'amélioration de l'efficacité de la reproduction par des techniques de synchronisation des

chaleurs et d'induction de l'ovulation s'avère nécessaire. La synchronisation des chaleurs permet de regrouper les mise-bas, et par conséquent, avoir un lot des chammelles au même stade de lactation, des chammellons ayant des poids homogènes ce qui améliore la production laitière et bouchère et répond au besoin du consommateur (Al-Eknaah, 2000). Ce travail cherche à ; 1) détecter les chaleurs et caractériser les comportements associés et ; 2) évaluer l'utilisation de la buséreline pour améliorer la technique de synchronisation des chaleurs et de l'ovulation.

## 2- MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1. Animaux et conduite d'élevage

Le présent travail a été réalisé à la Station Expérimentale de l'Institut des Régions Arides (IRA de Chenchou, Gabès) entre le mois d'octobre et décembre 2012. Huit chammelles et un

mâle en rut appartenant au troupeau de l'IRA, et élevés en système intensif ont été choisis pour cette étude. Les chamelles étaient multipares, en bon état corporel, ayant un poids moyen de 525,5 kg et âgées de 6 à 19 ans. Elles étaient maintenues en stabulation libre séparées du géniteur d'une distance leur permettant d'échanger des signaux visuels, acoustiques et olfactifs. La ration distribuée était basée sur 8 kg du foin de luzerne ou d'avoine et 2 kg du concentré n°7 (tête/jour) avec un accès *ad libitum* à l'abreuvement.

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Détection des chaleurs

Un suivi quotidien du comportement sexuel a été effectué le matin pour détecter les chaleurs chez les chamelles après un passage à la barre du mâle en rut de 30 min. Des comportements exprimant un intérêt envers le mâle ont été enregistrés chez les femelles (rapprochement, aller-retour, urination

fréquente, blatèrement, flehmen, flairage du mâle, agitation).

### 2.2.2. Synchronisation des chaleurs

La synchronisation des chaleurs a commencé après 23 j du début du passage du mâle à la barre. Vingt (20) µg de buséréline (analogue du GnRH, Receptal®) ont été administrées à 14 jours d'intervalle aux chamelles réparties aléatoirement en 3 groupes (Tableau 1). Le but de cette répartition était d'augmenter la chance de leurs saillies. Le mâle a été introduit aux femelles de chaque groupe le lendemain de la deuxième injection. Le comportement sexuel a été suivi chez les femelles après l'introduction du mâle et lors de la saillie (agitation intense, saut fréquent, urination, chevauchement au mâle, position adéquate pour l'accouplement). De même, des comportements sexuels (agressivité, blatèrement, extériorisation du voile du palais, activation de la glande occipitale) ont été suivis chez le mâle.

**Tableau 1:** Traitement par la buséréline et mise en lutte des chamelles

	G 1 (#227, #707, #245)	G 2 (#228, #413)	G 3 (#229, #240, #247)
1 <sup>ère</sup> injection	16/10/2012	17/10/2012	18/10/2012
2 <sup>ème</sup> injection	30/10/2012	31/10/2012	01/10/2012
Introduction du mâle	31/10/2012	01/10/2012	02/10/2012

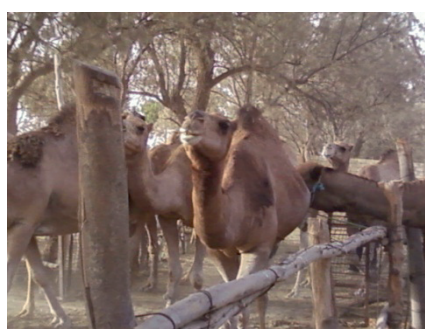
### 2.2.3. Prélèvements sanguins

Des prélèvements du sang par la veine jugulaire ont été réalisés chez les chamelles dans des tubes Vacutainer® de 10 mL et contenant un anticoagulant (EDTA). Après centrifugation (3000 × g, 20 min, 4 °C), le plasma récupéré a été stocké à - 20°C jusqu'aux analyses. Les concentrations plasmatiques d'œstradiol-17β et de la progestérone ont été déterminées par dosages radio-immunologiques (RIA).

## 3- RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1- Détection des chaleurs

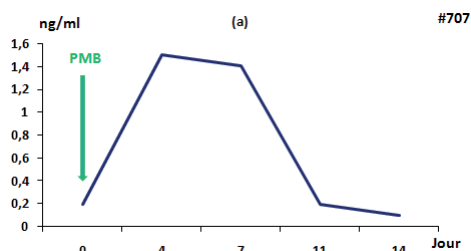
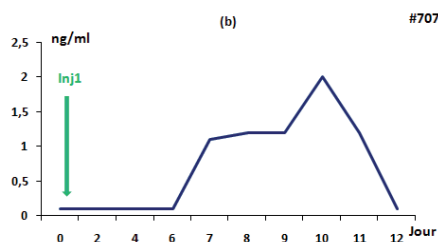
Au premier passage du mâle à la barre, les chamelles ont exhibé des signes de chaleurs avec une grande variabilité individuelle dont le comportement le plus commun est la recherche du mâle. Cet intérêt au mâle est accompagné par des blatètements, un état d'agitation, des mouvements d'aller/retour et de suivi du mâle (Photos 1,2).



**Photos 1 et 2:** Comportement des chamelles au premier contact avec le mâle.

Le suivi du comportement a montré que 7 chamelles parmi 8 ont manifesté des signes d'œstrus avec une durée qui varie de 1 à 13 jours. Cependant, l'ovulation

spontanée est survenue chez 3 chamelles parmi 8 (37,5 %). Ces observations ont été confirmées par l'augmentation de la concentration de la progestérone (figure 1).



**Figure 1 :** Evolution de la concentration plasmatique de la progestérone suite à une ovulation spontanée(a) et induite(b). PMB : passage du mâle à la barre, Inj1 : première injection de busérelina.

L'occurrence de l'ovulation spontanée chez 37,5% des chamelles est stimulée par des stimuli olfactifs, oculaires, tactiles ou acoustiques en provenance du mâle qui blatère constamment, extériorise le voile du palais et pulvérise son urine par des mouvements verticaux de la queue. De même, la glande occipitale activée semble avoir des effets significatifs. Ces observations s'accordent avec les constatations de Nagy et al. (2005) signalant que le contact étroit avec le mâle sans chevauchement a induit l'ovulation spontanée chez 41,7% des chamelles. La durée de l'activité du corps jaune formé est de 4-5 jours. Cette valeur est plus ou moins comparable à la durée d'un corps jaune résultant d'une ovulation induite (8-10 jours) mais de faible niveau de sécrétion de la progestérone (Skidmore, 2011).

### 3.2- Synchronisation des chaleurs

Suite à la 1<sup>ème</sup> injection de la buséréline, une chamelle a exhibé intensément

le comportement des chaleurs, et par conséquent, elle a dominé ses autres congénères. Cette chamelle dominante se comporte comme un mâle en blatérant, exprimant le flehmen, flairant l'urine et les chamelles. L'augmentation de la concentration plasmatique de la progestérone (figure 1b) après la 1<sup>ème</sup> injection de la buséréline a prouvé que l'ovulation est induite chez 7 chamelles parmi 8.

L'introduction du mâle après la 2<sup>ème</sup> injection de la buséréline a intensifié le comportement des chaleurs chez les chamelles. En contact direct avec le mâle, la femelle devient trop agitée, saute successivement, suit le mâle et adopte une position d'accouplement. Lors de l'accouplement, il arrive que les autres chamelles en chaleur se rapprochent du mâle, flairent et même mordent sa partie urogénitale (Photos 3,4). Ces comportements particuliers de chaleur de durée 1 à 3 jours ont été observés après la 2<sup>ème</sup> injection de la buséréline.



**Photos 3,4:** Comportement des chamelles après la 2<sup>ème</sup> injection de buséréline et l'introduction du mâle.

Le traitement hormonal avec une seule injection de la buséréline induit l'ovulation avec un taux de 87,7 % alors que l'introduction du mâle au groupe après deux injections de 14 jours d'intervalle bonifie l'ovulation jusqu'à 100% (Tableau 2).

**Tableau 2:** Ovulation spontanée et taux d'ovulation suite à 2 injections de buséréline chez les chamelles

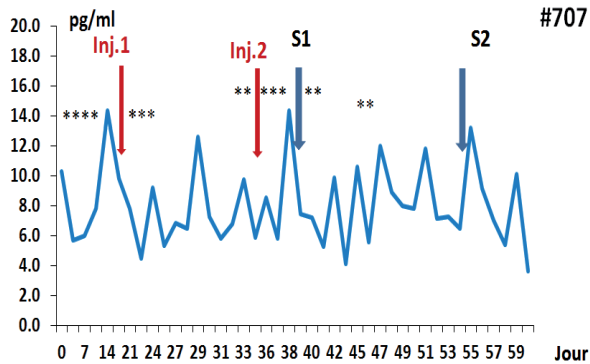
	Passage du mâle à la barre (ovulation spontanée)	1 <sup>ère</sup> injection	2 <sup>ème</sup> injection
Femelles ovulées 3/8		7/8	8/8
Taux d'ovulation (%)	37,5	87,7	100

Ces résultats sont plus ou moins comparables avec les observations de Skidmore et al. (2009) qui ont montré qu'un traitement similaire des chamelles a induit l'ovulation avec des pourcentages de 46% et 83%, respectivement, après la première et la deuxième injection d'un analogue de la GnRH.

La manifestation des chaleurs intenses après le traitement avec la buséréline a été justifiée par l'augmentation des pics d'œstradiol-17 $\beta$  post-injection (figure 2). Les résultats de notre étude sont conformes à ceux de Atigui et al. (2011) qui ont signalé 3 parmi les 4 chamelles injectées avec la buséréline ont exhibé des signes des chaleurs durant 4-5 jours. Ainsi, l'administration de la buséréline augmente la fréquence et l'amplitude de sécrétion de l'œstradiol-17 $\beta$  et réduit l'intervalle entre l'émergence de deux vagues folliculaires successives chez les chamelles. Ces observations sont en accord avec les résultats de Nkijou et al. (2008) qui ont rapporté que l'intervalle entre deux vagues folliculaires

successives chez la chamelle bactriane a diminué de 2-6 jours à 2 jours entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> injection d'un analogue de la GnRH.

La concentration plasmatique d'œstradiol-17 $\beta$  a augmenté chez les chamelles après 11-14 jours de l'accouplement. La même tendance a été signalée vers 13 jours de l'accouplement et elle s'explique par la présence d'un nouveau follicule pré-ovulatoire (Skidmore, 2011). Il arrive que quelques pics d'œstradiol-17 $\beta$  coïncident avec l'augmentation de la concentration de progestérone. Autrement, la présence du corps jaune n'inhibe pas le développement des vagues folliculaires (Hammadi, 2003).



**Figure 2:** Sécrétion de l'œstradiol-17 $\beta$  et comportement des chaleurs observées (\*) chez une chamoelle. S: saillie, Inj : injection de 20  $\mu$ g de buséréline.

Nous avons marqué que 7 chamoelles ont été fécondées après la 2<sup>ème</sup> injection. La saillie fécondante se produit de 8 à 18 jours après la 2<sup>ème</sup> injection

chez 3 chamoelles (# 227 ; # 707 et # 240). Cependant, 4 chamoelles ont été fécondées après 3 semaines ou plus de la 2<sup>ème</sup> injection (Tableau 3).

**Tableau 3:** Occurrence de saillies après la 2<sup>ème</sup> injection.

Chamoelle	Intervalle (jours) 2 <sup>ème</sup> Injection/1 <sup>ère</sup> saillie	Intervalle (jours) 2 <sup>ème</sup> Injection/Saillie fécondante
# 227	8	8
# 245	2	21
# 707	2	15
# 228	7	22
# 413	2	-
# 229	6	22
# 247	2	39
# 240	2	18



Après une saillie fécondante, les chamelles changent leur comportement envers le mâle, elles s'enfuient dès qu'il se rapproche, elles lèvent la queue et s'urinent d'une manière très fréquente. Ces observations sont des signes de gestation (Hammadi., 2003). Le maintien d'une concentration plasmatique de progestérone élevée après 10 à 14 jours de l'accouplement est également un indice fiable pour détecter la gestation. Après une saillie fécondante, les chamelles se calmaient et elles se comportaient indifféremment envers le mâle. Ainsi, 2 chamelles parmi les 7 gestantes préféraient la compagnie du mâle alors que les autres étaient indifférentes.

En conclusion, l'administration de la buséréline aux chamelles au début de la saison sexuelle raccourcit l'intervalle inter-vague et permet de réduire la phase lutéale en faveur de la phase de croissance folliculaire. Ce traitement par deux injections de GnRH avec un intervalle de 14 jours synchronise les chaleurs et améliore le taux d'ovulation et le développement d'un corps jaune fonctionnel. Un programme de synchronisation des chaleurs par double injection de la buséréline à 14 jours d'intervalle est approprié pour maîtriser et harmoniser les cycles sexuels pour saillie ou insémination artificielle des chamelles laitières.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Atigui M., Hammadi M., Khorchani T. (2011) : Induction d'oestrus et détection des chaleurs chez la chamelle laitière (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. *Bull. Soc. Zool. Fr.* 136: 265-275.
- Al Eknah M.M. (2000) : Reproduction in old world camels. *Animal Reproduction Science.* 61: 583–592.
- Faye B., Grech S. et Korchani T. (2004) : Le dromadaire entre féralisation et intensification. *Anthropozoologica.* 39: 7-14.
- Hammadi M. (2003) : Caractérisation, modulation nutritionnelle et implication du système IGF dans la fonction de reproduction chez la chamelle (*Camelus dromedarius*). Thèse de doctorat. Faculté Universitaire des sciences Agronomiques de Gembloux. 160 p.
- Nagy P., Juhasz J., Wernery U. (2005) : Incidence of spontaneous ovulation and development of the corpus luteum in non-mated dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Theriogenology* 64: 292–304.
- Nikjou D., Niasari-Naslaji A., Skidmore J.A., Mogheiseh A., Razavi K., Gerami A., Ghanbari A. (2008): Synchronization of follicular wave emergence prior to superovulation in Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Theriogenology.* 69: 491-500.

- Skidmore, J.A., Adams, G.P., Billah, M. (2009) : Synchronization of ovarian follicular waves in the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Animal Reproduction Science*. 114: 249-255.
- Skidmore J.A. (2011): Reproductive physiology in female Old World Camelids. *Animal Reproduction Science*. 4226, p 7.

---

## Heart rate of indigenous Nigerian ewes as affected by sampling period and physiological state during the hot-dry season

A.M ABDUSSAMAD<sup>1</sup> and D. J. U. KALLA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Bayero University, PMB 3011, Kano State, Nigeria

<sup>2</sup> Abubakar Tafawa Balewa University, P.M.B.0248, Bauchi, Bauchi State, Nigeria

\*email: [abdussamad0575@yahoo.co.uk](mailto:abdussamad0575@yahoo.co.uk)

### ملخص

تم إجراء دراسة لتحديد تأثير الحالة الفيزيولوجية للنعاج (غير حامل , حامل ومدرة للحليب ) على معدل ضربات القلب خلال ثلاث فترات قياس (صباحاً , بعد الظهر ومساءً) خلال الموسم الحار الجاف. شملت التجربة 27 نعجة تتكون من 9 نعاج غير حوامل, 9 حوامل و 9 نعاج مدرة للحليب بمتوسط وزني 21.05 ± 1.528 و 37.33 ± 2.778 و 35.69 ± 1.956 كغ، على التوالي . كانت النعاج من سلالات مختلفة تضم Balami و Uda و Yankasa وهجنها.

تم قياس معدل ضربات القلب عن السادسة و النصف صباحاً، الثانية عشر والنصف بعد الظهر و السادسة و النصف مساءً لمدة ثلاثة أيام وبمعدل يوم واحد في الأسبوع (22 و 29 مارس و 9 أبريل)، تم تسجيل القيم كضربة في الدقيقة ضربة/د. أظهر تحليل التباين ضمن العينات وبين العينات تأثيراً عالي المعنوية لتداخل تأثير فترة القياس مع الحالة الفيزيولوجية

[Wilk's Lambda = 0.77, F (4, 154) = 5.26, p = 0.001, partial eta squared = 0.12] مع نمط (منخفض- مرتفع- منخفض) خلال فترات الصباح، بعد الظهر و المساء على التوالي. فترة القياس بعد الظهر سجلت أعلى قيمة لمعدل ضربات القلب عند النعاج غير الحوامل (84.19 ± 2.546) مقابل 2.870 و 82.82 ± 2.435 و 78.19 ± 2.435 (ضربة/د)، الحوامل (90.00 ± 2.546) مقابل 2.870 و 88.00 ± 2.435 (ضربة/د) و المدرة للحليب (71.44 ± 2.546) مقابل 2.870 و 65.70 ± 2.435 و 67.67 ± 2.435 (ضربة/د) بالمقارنة مع فترات الصباح و المساء .

لوحظ أيضاً أن النعاج تلهث بشكل مفرط بينما كانت تحاول تقليل الحمل الحراري بواسطة التبريد عن طريق التبخر. كان التأثير الرئيسي بمقارنة الحالات الفيزيولوجية الثلاث عالي المعنوية [F (2, 78) = 15.54, p = 0.00, partial eta squared = 0.29]، مما يفترض وجود اختلاف في معدل ضربات القلب باختلاف الحالة الفيزيولوجية للنعاج. معدل ضربات القلب كان أعلى بصورة غير معنوية (p > 0.05) في النعاج الحوامل (84.77 ± 2.227) بالمقارنة مع نظيراتها غير الحوامل (81.73 ± 2.227) و لكنها ارتفعت بصورة معنوية (p < 0.05) بالمقارنة مع النعاج المدرة للحليب (68.27 ± 2.227)، و التي بدورها أظهرت معدل نبض أقل معنويًا (p < 0.05) بالمقارنة مع النعاج الحوامل و غير الحوامل.

ظهرت فترة القياس بعد الظهر كأكثر الفترات إجهاداً حرارياً للنعاج بغض النظر عن الحالة الفيزيولوجية. اعتماداً على ذلك، ينصح بتجنب الإجهاد الإضافي للنعاج أو تخفيفه إلى الحد الأدنى نظراً لأثره السلبي على النعاج من الناحية الفيزيولوجية. من الممكن استخدام فترة القياس أيضاً في السبر البيولوجي لمورثات و الأليلات الإجهاد الحراري ، نظراً لأن علامات الإجهاد اللاحيوي تظهر بصورة أوضح خلال هذه الفترة.

### SUMMARY

A study was conducted to determine the effect of physiological state (non-pregnant, pregnant and lactating) on heart rate of ewes across three sampling periods (morning, afternoon and evening) during the hot-dry season. The experiment comprised 27

ewes made up of 9 each of non-pregnant, pregnant and lactating animals with an average weight of  $21.05 \pm 1.528$ ,  $37.33 \pm 2.778$  and  $35.69 \pm 1.956$  kg, respectively. The ewes were of different breeds comprising Yankasa, Uda, Balami and their crosses. Heart rate measurements were taken at 06:30 (morning), 12:30 (afternoon) and 18:30 (evening) hours, for three days, one day per week (on 22<sup>nd</sup> and 29<sup>th</sup> March, and 5<sup>th</sup> April, 2009). Values were recorded in beats per minute (bpm). Results of the mixed between-within subjects analysis of variance (ANOVA) showed a large significant effect for sampling x physiological state interaction [Wilk's Lambda = 0.77,  $F(4, 154) = 5.26$ ,  $P = 0.001$ , partial eta squared = 0.12] with a low-high-low heart rate pattern across the morning, afternoon and evening sampling periods, respectively. The afternoon sampling period recorded the highest heart rate value for non-pregnant ( $84.19 \pm 2.546$  vs.  $82.82 \pm 2.870$  vs.  $78.19 \pm 2.435$  bpm), pregnant ( $90.00 \pm 2.546$  vs.  $76.30 \pm 2.870$  vs.  $88.00 \pm 2.435$  bpm) and lactating ( $71.44 \pm 2.546$  vs.  $65.70 \pm 2.870$  vs.  $67.67 \pm 2.435$  bpm) groups when compared with morning and evening sampling periods. Ewes were observed to pant excessively while trying to reduce heat load by evaporative cooling. The main effect comparing the three physiological states was substantially significant [ $F(2, 78) = 15.54$ ,  $P = 0.000$ , partial eta squared = 0.29], suggesting a difference in heart rate among the different physiological states. Heart rate values ( $84.77 \pm 2.227$  bpm) during pregnancy were non-significantly ( $P > 0.05$ ) higher than corresponding values ( $81.73 \pm 2.227$  bpm) in non-pregnant ewes but increased significantly ( $P < 0.05$ ) when compared with corresponding values ( $68.27 \pm 2.227$  bpm) in lactating ewes. However, lactating ewes presented a significantly ( $P < 0.05$ ) lower heart rate than their non-pregnant and pregnant counterparts. The afternoon sampling period was considered thermally stressful irrespective of physiological state and therefore, additional stress must be avoided or minimized in order to reduce the risk of adverse effects on the physiology of ewes. This period could also be utilized in bioprospecting for heat stress genes and alleles mining since markers of abiotic stress are likely to be expressed during stress episodes.

**Keywords:** Ewe; Heart rate; Heat stress; Hot-dry season; Nigerian indigenous sheep

## 1. INTRODUCTION

Heat stress phenomenon has become a major issue in this era of climate change (Kapila et al, 2013). Heat stress is a stress associated with high temperature and is of particular interest to livestock producers. Heat stress occurs when animals experience a negative balance between the net energy released by an animal into the surrounding environment, and the amount of heat energy the animal

produces (Ajakaiye et al, 2011). Heat stress can be divided into "acute" and "chronic". Acute heat stress is characterized by short, sudden periods of extremely high temperatures; chronic heat stress is characterized by long periods of high temperature (DEFRA, 2004). The heat shock response, characterized by increased expression of heat shock pro-

teins (Hsps) is induced by exposure of cells and tissues to extreme conditions that cause acute or chronic stress.

Heat stress in sheep can manifest as an increase in heart rate. Healthy cardiac function is characterised by irregular time intervals between consecutive heart beats (Moss et al, 1995). This variability is a result of rhythmic oscillation of the regulatory component of cardiac activity that function to maintain cardiovascular homeostasis within a defined range and to orchestrate response to challenges (Cerutti et al, 1995). Heart rate, at any point in time in healthy individuals, represents the net interactions between vagal (which reduces heart rate) and sympathetic (which increases heart rate) regulation (Hainsworth, 1995). At rest, vagal regulation dominates whereas increasing physical activity is frequently characterised by increasing sympathetic regulation. A rise in heart rate is mainly caused by an increase in sympathetic activity (Hainsworth, 1995), but it may also result from a decrease in vagal regulation or from simultaneous changes in both regulatory systems.

Vital parameters like the heart rate have great impact on an animal's performance and health status. The need to document local reference values of heart rates in indigenous Nigerian ewes of different physiological states during the hot-dry season necessitated this study. The result obtained could be of great significance in diagnosis of stress-related ailments and in flock management during the hot-dry season. It will also enhance bioprospecting for heat stress genes and alleles mining for tolerance to abiotic stress.

The current study was undertaken as a prelude to future studies on expression of molecular markers of heat stress in indigenous Nigerian sheep during the hot-dry season. This paper, therefore, aimed to determine the effect of physiological state on heart rate of ewes across three sampling periods during the hot-dry season. In this context, the most suitable sampling period for expression of heat stress proteins under different physiological states will be indirectly established using heart rate as an indicator of heat stress.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Study area

The study was conducted at Bayero University livestock farm, Kano. Kano State covers an area extending between latitude 12° 40' and 10° 30' North and longitude 7° 40' and 9° 30' East (Ahmed, 2011). The climatically defined vegetation types in the State are the Northern Guinea Savannah and Sudan Savannah (Ahmed, 2011). Annual rainfall and temperature ranges between 787 and 960 mm and 21°C and 39°C respectively (KNARDA, 2001).

### 2.2 Experimental procedure

Heart rates were obtained from 27 experimental ewes comprising nine non-pregnant, nine pregnant and nine lactating animals with an average weight of  $21.05 \pm 1.528$ ,  $37.33 \pm 2.778$  and  $35.69 \pm 1.956$  kg respectively. The ewes were of different breeds made up of Yankasa, Uda, Balami and their crosses. They were confined under a shed and fed *Penisetum pedicellatum* hay supplemented with wheat offal and poultry litter in the ratio of 2:1 respectively and were given

water *ad libitum* throughout the experimental period of three weeks.

Heart rate measurements were taken at three sampling periods, 06:30 (morning) and 12:30 (afternoon) and 18:30 (evening) hours for three days, one day per week (on 22<sup>nd</sup> and 29<sup>th</sup> March and 5<sup>th</sup> April, 2009). This period corresponds to the hot-dry season in the State. The animals were accustomed to the experimental procedure one week prior to the commencement of the experiment.

After light restraining of the animals, the heart rate was taken using a stethoscope (ACON laboratories, INC., Japan) with the chest piece placed on the left axillary region touching the chest wall. On expiration of 1 minute, the heart beat counts were recorded in beats per minute (bpm).

### 2.3. Statistical analyses

The effects of physiological state (non-pregnant, pregnant and lactating) and

period of sampling (morning, afternoon and evening) on heart rate in indigenous Nigerian sheep was determined by subjecting the data to a mixed between-within subjects analyses of variance (ANOVA). The physiological state and period of sampling were included in the model as between- and within-subjects variables, respectively. Where significant differences exist, Bonferroni adjustment for multiple comparisons was carried out. SPSS statistical package version 16 was used throughout the statistical analyses.

### 3. RESULTS

The minimum ambient temperature in the study area ranges between 23°C and 27°C while the maximum ambient temperature was between 38°C and 42°C (Table 1) with a diurnal range of 15°C. The minimum relative humidity was  $24.67 \pm 4.177\%$  while the maximum relative humidity was  $36.00 \pm 12.423\%$  (Table 1).

**Table 1.** Meteorological data during the experimental period

Day	Ambient Temperature (°C)		Relative Humidity (%)		Wind Speed (km/h)	Evaporation (mm)
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum		
1	23	38	21	37	3.8	11.5
2	25	39	20	14	2.9	8.8
3	27	42	33	57	4.5	9.3
Mean	25.00	39.67	24.67	36.00	3.73	9.87
±						
SEM	1.155	1.202	4.177	12.432	0.463	0.829

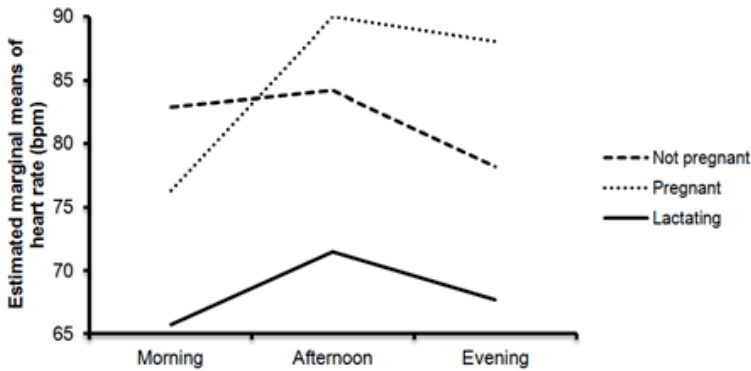
Source: International Institute for Tropical Agriculture (IITA) Kano Station, Weather Data (March and April, 2009).

Results showed a large significant effect for sampling x physiological state interaction [Wilk's Lambda = 0.77,  $F(4, 154) = 5.26$ ,  $P = 0.001$ , partial eta squared = 0.12] (Table 2) with a low-high-low heart rate pattern across the morning, afternoon and evening sampling periods, respectively (Figure 1).

**Table 2.** Multivariate tests for within-subjects effects

Effect	W i l k ' s Lambda ( $\Lambda$ )	$F$	df	Error df	P-value	Partial Eta Squared
Sampling period	0.78	10.82	2	77	0.000	0.22
Sampling period × physiological state	0.77	5.26	4	154	0.001	0.12

The afternoon sampling period recorded the highest heart rate value for non-pregnant ( $84.19 \pm 2.546$  vs.  $82.82 \pm 2.870$  vs.  $78.19 \pm 2.435$  bpm), pregnant ( $88.00 \pm 2.435$  vs.  $65.70 \pm 2.870$  vs.  $67.67 \pm 2.435$  bpm) groups when compared with morning and evening sampling periods (Figure 2).



**Figure 1.** Profile plots for sampling period x physiological state interaction



Ewes were observed to pant excessively while trying to reduce heat load by evaporative cooling. The main effect comparing the three physiological states was substantially significant [ $F(2, 78)$

$= 15.54, P = 0.000$ , partial eta squared  $= 0.29$ ], suggesting a difference in heart rate among the different physiological states (Table 3).

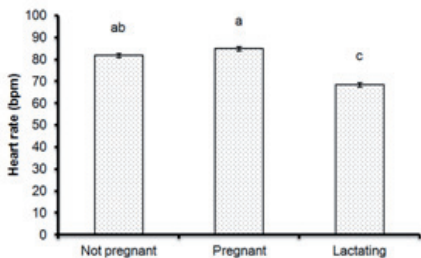
**Table 3.** Univariate tests of between-subjects effects

Source	Sum of squares	df	Mean square	Partial Eta Squared
Physiological state	12483.59	2	6241.79***	0.29
Error	31332.59	78	401.70	

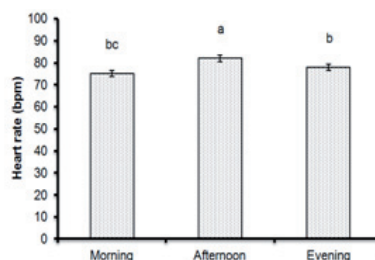
\*\*\* $P < 0.001$

Heart rate values ( $84.77 \pm 2.227$  bpm) during pregnancy were non-significantly ( $P > 0.05$ ) higher than corresponding values ( $81.73 \pm 2.227$  bpm) in non-pregnant ewes but increased significantly ( $P < 0.05$ ) when compared with corresponding values ( $68.27 \pm 2.227$  bpm) in lactating ewes (Figure

2). However, lactating ewes presented a significantly ( $P < 0.05$ ) lower heart rate than their non-pregnant and pregnant counterparts (Figure 2). The afternoon sampling period was considered thermally stressful irrespective of physiological state (Figure 3).



**Figure 2.** Effect of physiological state on heart rate of indigenous Nigerian ewes during the hot-dry season



**Figure 3.** Effect of sampling period on heart rate of indigenous Nigerian ewes during the hot-dry season

---

#### 4. DISCUSSION

In the present study it was generally observed that heart rate across the three physiological states (non- pregnant, pregnant and lactating) increased in the afternoon compared to corresponding values in the morning and evening periods. The afternoon period of the day was thermally stressful to the ewes as they were observed to pant excessively while trying to reduce heat load by evaporative cooling. This corroborates the findings of Lowe et al (2001) that heart rate of sheep exhibits a circadian rhythm reaching maximum during the middle of the day. Barkai et al (2002) working with sheep found that heart rate in this species show a clear diurnal pattern, the lowest value occur at night and the highest value were recorded during the middle of day.

The proper determination of the most stressful period of the day during the hot-dry season could enhance efforts to bioprospect for heat stress genes and alleles mining. Dangi et al (2012) demonstrated in goats that there is higher expression of heat shock proteins (HSPs) during thermal stress and suggested that they could be possibly involved in amelioration of deleterious effect of stress so as to maintain cellular integrity and homeostasis. Using primary mammary epithelial cells subjected to an hour of thermal stress condition at 42°C for varying periods, Kapila et al (2013) studied the heat stress response of mammary epithelial cells in buffaloes. They observed that all the HSPs (HSP40, HSP60, HSP70, HSP90, and HSP1) showed immediate induction in their expression after heat

shock and remained upregulated at the later stages as well. The current study has, therefore, established that the afternoon period is the most stressful for indigenous Nigerian ewes during the hot-dry season and could serve as a better sampling period for expression studies on markers of heat stress because there is the likelihood of upregulation of heat stress genes during this period leading to abundant expression of HSPs.

Heart rates during pregnancy in experimental ewes were significantly higher than corresponding values in lactating ewes. This could be explained by the probable increase in blood flow from the heart in order to support the increased requirement of nourishing the developing foetus as pregnancy progresses. This is supported by Jellyman et al (2005) who reported that pregnancy in the ewe not only affects basal function but also stimulated cardiovascular function.

Lactating experimental ewes presented a significantly lower heart rate than their non-lactating, non-pregnant counterparts. This finding could be attributed to the likely presence of an ameliorating factor *via* the Hypothalomo-Pituitary-Adrenal (HPA) axis in lactating ewes that is probably absent or inoperable in non-pregnant ones. Tilbrook et al (2006) reported that the presence of the offspring and suckling by the offspring modify the stress induced activity of the HPA axis in lactating ewes. They further observed that both the maximal plasma concentration of adreno-corticotrophic hormone (ACTH) and cortisol and the periods of significant elevation in plasma

concentrations of these hormones were reduced in lactating ewes. It is a well known fact that a number of hormones affect heart rate either directly or indirectly (Taylor et al, 1998). The most important of these is adrenaline (epinephrine) which is produced in the adrenal medulla. The adrenal medulla is exposed to sufficiently high level of cortisol due to centripetal blood flow from the cortex (Brandt, 1999). Cortisol is required for phenyl ethanolamine-N-methyl-transferase (PNMT) expression, and therefore for epinephrine synthesis and inhibiting catecholamine breakdown. The attenuation of the stress induced activity of the HPA axis in lactating ewes in this study could possibly be explained by the production of less cortisol which translates into less synthesis of epinephrine leading to the low heart rate observed in lactating ewes when compared with their non-lactating, non-pregnant counterparts.

### **Acknowledgement**

We are indebted to Mallam Aminu Bala Garba for his kind assistance with animal management during the course of this study.

### **REFERENCES**

- Ahmed, K. (2011) : The Kano physical environment. Available from: <http://www.kanoonline.com/jmsqs/index.php/component/content/article/34-information/58-physical-environment> [Accessed 13th September 2014]
- Ajakaiye, J.J., Perez-Bello, A. & Mollineda-Trujillo, A. (2011) : Impact of heat stress on egg quality in layer hens supplemented with l-ascorbic acid and dl-tocopherol acetate. *Veterinarski Arhiv*, 8, 119-132.
- Barkai, D., Landau, S., Brosh, A., Baram, H. & Molle, G. (2002): Estimation of energy intake from heart rate and energy expenditure in sheep under confinement or grazing condition. *Livestock Production Science*, 73, 237-246.
- Brandt, M. (1999): Steroid hormone synthesis. Available from: <http://www.rose-hulman.edu/~brandt/chem430steroid.pdf> [Accessed 10th October 2014].

### **5. CONCLUSIONS**

The present study revealed that indigenous Nigerian ewes had higher heart rate values during the afternoon sampling period in the hot-dry season. This implies that the afternoon period of the day was more stressful to the ewes. It was also observed that physiological status had an effect on heart rate of ewes with pregnant ones more stressed than non-pregnant and lactating ewes. The afternoon period could serve as a better sampling period for bioprospecting for markers of heat stress and alleles mining for abiotic stress tolerance. It is, therefore, recommended that additional stress should be avoided or minimized during the afternoon period of the day in order to reduce the risk of adverse heat stress effects on ewes. Also, pregnant ewes should be given extra care during this period of the day.

- Cerutti, S., Bianchi, A.M. & Mainardi, L.T. (1995) : Spectral analysis of the heart rate variability signal. In: Malik, M. & Camm, A.J. (eds.) *Heart rate variability*. Armonk, New York, Futura Publishing Company, Inc., pp. 63-74.
- Dangi, S.S., Gupta, M., Maurya, D., Yadav, V.P., Panda, R.P., Singh, G., Mohan, N.H., Bhure, S.K., Das, B.C., Bag, S., Mahapatra, R., Sharma, G.T. & Sarkar, M. (2012): Expression profile of HSP genes during different seasons in goats (*Capra hircus*). *Tropical Animal Health & Production* [Online]. Available from: doi: 10.1007/s11250-012-0155-8 [Accessed 26th June 2004].
- DEFRA (2004): Heat stress in poultry – Solving the problem. Available from: [http://www.gov.uk/government/uploads/attachment\\_data/file/69373/pb10543-heat-stress-050330.pdf](http://www.gov.uk/government/uploads/attachment_data/file/69373/pb10543-heat-stress-050330.pdf) [Accessed 10th October 2014].
- Hainsworth, R. (1995) : The control and physiological importance of heart rate. In: Malik, M. & Camm, A.J. (eds.) *Heart rate variability*. Armonk, New York, Futura Publishing Company, Inc., pp. 3-19.
- Jellyman, J.K., Gardner, D.S., Edwards, C.M.B., Fowden, A.L. & Giussani, D.A. (2005) : Fetal cardiovascular, metabolic and endocrine responses to acute hypoxaemia during and following maternal treatment with dexamethasone in sheep. *The Journal of Physiology*, 567, 673-688.
- Kapila, N., Kishore, A., Sodhi, M., Sharma, A., Mohanty, A.K., Kumar, P. & Mukesh, M. (2013) : Temporal changes in mRNA expression of heat shock protein genes in mammary epithelial cells of riverine buffalo in response to heat stress *in vitro*. *International Journal of Animal Biotechnology*, 3, 5-9.
- KNARDA (2001) : Kano Agricultural and Rural Development Authority. Meteorological Station Reports Temperature Record Book and Management, 11, 1-3.
- Lowe, T.E., Cook, C.J., Ingram, J.R. & Harris, P.J. (2001) : Impact of climate on thermal rhythm in pastoral sheep. *Physiology & Behavior*, 74, 659-664.
- Moss, A.J. (1995) : Preface. In: Malik, M. & Camm, A.J. (eds.) *Heart rate variability*. Armonk, New York, Futura Publishing Company, Inc., pp. iii-iv.
- Taylor, J.A., Carr, D.L. Myers, C.W. & Eckberg, D.L. (1998) : Mechanisms underlying very-low-frequency RR-interval oscillations in humans. *Circulation*, 98, 547-555.
- Tilbrook, A.J., Turner, A.I., Ibbott, M.D. & Clarke, I.J. (2006) : Activation of the Hypothalamo-Pituitary-Adrenal axis by isolation and restraint stress during lactation in ewes: Effect of the presence of the lamb and suckling. *Endocrinology*, 147, 3501-3509.

---

## Response of sandy and loamy steppes to protection in Mediterranean arid environment

F. ABDALLAH<sup>1</sup>, A. OULED BELGACEM<sup>2</sup> and M. CHAIEB<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Sciences Sfax, 3000 - B.P.1171, Sfax, Tunisia.

<sup>2</sup> International Center for Agricultural Research in the Dry Areas -P.O. Box 13979 Dubai UAE,  
f.abdallah1@voila.fr, mohamed.chaieb@gnet.tn;

### ملخص :

تدهور الأراضي هو مشكل متشعب في جميع أنحاء شمال أفريقيا وترميمه يشكل تحديا للعديد من المناطق القاحلة. هذه الدراسة، التي أجريت في جنوب تونس، تختص في تقييم فعالية المحميات الطبيعية على المدى الطويل (67 عاما) وذلك في السهول الرملية و الطفلية.

وطبقا لهذه الدراسة فقد كان إجمالي الغطاء النباتي، وكثافة النباتات المعمرة وتنوعها أكبر داخل المحمية مما كان عليه في المناطق غير المحمية. كما وجدنا أن المناطق المحمية تكون مجالا ملائما لتكاثر بعض النباتات المستساعة.

من ناحية أخرى لاحظنا أن ارتفاع إجمالي الغطاء النباتي المسجل في التربة الرملية أكثر من ذلك المسجل في سهول التربة الطفلية، وهذا ما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار من طرف الإدارة المختصة.

كما تبين هذه الدراسة أن نسبة مغذيات التربة أعلى في المنطقة المحمية، من المنطقة غير المحمية.

في نفس الوقت، كانت درجة الحموضة والشحنة الكهربائية أعلى داخل المحمية من خارجها .

ومع ذلك، فإن التأثير المفيد للمحميات الطبيعية على مغذيات التربة يبقى أكثر أهمية في السهول الرملية من السهول الطفلية.

**الكلمات المفتاح:** المناطق القاحلة، النباتات، التربة، السهول الرملية، السهول الطفلية، المحميات الطبيعية

### SUMMARY

Land degradation is an extensive problem throughout North Africa and its restoration is a challenge for the management of many arid areas. This study assessed the effectiveness of sandy and loamy steppe enclosure that has been protected since 67 years in southern Tunisia. The total plant cover, density of perennial species and species composition of herbaceous plants were higher in the protected than in the unprotected areas. Some palatable species were frequently found in this area. The total plant cover recorded in the sandy soils increased more than that recorded in the loamy soil steppe, this must be taken into consideration for rangeland management.

The nutrient status of soil (organic matter, total N, extractable P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) was found to be higher in the protected area, than in the unprotected area. In the same way, pH and electrical conductivity were higher inside than outside the park. However, the beneficial effect of protection on soil nutrients is more remarkable in

the case of a sandy steppe than loamy steppe.

**Keywords:** Arid environment, Vegetation, Soil, Sandy steppe, Loamy steppe, Protection.

## **RÉSUMÉ**

La dégradation des terres est un problème caractérisant toute l'Afrique du Nord. Cette étude a évalué l'efficacité de la protection à long terme des steppes sableuses et limoneuses du sud tunisien. La couverture totale de la végétation, la densité des espèces pérennes et la composition des espèces herbacées ont été plus élevés dans la zone protégée que dans les zones non protégées. Certaines espèces appréciées sont fréquemment répandues dans cette zone. Toutefois, l'effet bénéfique de la protection sur les différents paramètres de végétation a été plus significatif dans le cas des steppes sableuses que celui des steppes limoneuses, cela doit être pris en considération pour la gestion des parcours.

La teneur du sol en nutriment (matière organique, N total, P extractible,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ) a été plus élevée dans la zone protégée que dans la zone non protégée. De même, le pH et la conductivité électrique ont été plus élevés à l'intérieur qu'à l'extérieur du parc. Cependant, l'effet bénéfique de la protection sur les éléments nutritifs du sol est plus remarquable dans le cas d'une steppe sableuse que d'une steppe limoneuse.

**Mots clés :** Environnement aride, Végétation, Sol, Steppe sableuse, steppe limoneuse, Protection.

## **1-INTRODUCTION**

Several studies on the effect of grazing on plant communities have been investigated in different terrestrial ecosystems [1]. Plant diversity can be significantly affected (reduced or increased) by grazing intensity [2]. These contrasting patterns of response have frequently been attributed to differences in grazing intensity, with greatest diversity expected at intermediate levels of grazing [3, 4]. Other research, however, has shown that grazing effect in plant community was influenced by ecosystem characteristics such as primary productivity, evolutionary history and resulting vegetation physiognomy and plant life-forms [2, 5, 6].

Many of the empirical conclusions for grazing effects on arid-land plant communities have emerged from enclosure studies that compared a fenced, ungrazed condition with ambient levels of grazing by wild and domestic herbivores [7-11].

However, lack of information about management x soil type interaction has made it difficult to draw definitive conclusions from these studies. Here, we studied the effects of protection on herbaceous dynamics on sandy and loamy steppe; in southern Tunisia. We used two protected sites (sandy site and loamy site) in the National Park of Bou Hedma, to examine changes

in total plant cover, perennial species density, flora diversity and soil fertility. We hypothesized that protection from herbivores would generate an increase in plant cover, increase perennial species density, and enhanced soil fertility this effect is more pronounced in sandy steppe.

## 2-MATERIALS AND METHODS

### 2.1-Study area

The present study was carried out in four sites, located in and adjacent to Bou Hedma National Park (South of Tunisia), differing in grazing intensity. Two sites (sandy soil site and loamy soil site), inside the park, are submitted to light grazing with small number of introduced fauna (Addax and Oryx). The two other sites (sandy and loamy soil site), are located outside the park and subjected to intensive grazing by sheep and goats. Bou Hedma National Park (34° 39'N and 9° 48'E), is classified by Le Houérou (1959) in the arid Mediterranean bioclimate with a moderate winter. The mean annual rainfall varied between 150 mm to 300 mm in the plain and the mountain respectively. The annual mean temperature is about 17.2°C while the

minimal value (3.8°C) was recorded in January and the maximal value (36.2°C) was recorded in August.

The soils are sandy to sandy loamy soils, medium and coarse textured, undeveloped due to old and clastic deposit of Quaternary age on the slopes of Jebel torn by water erosion (Karem et al., 1993) and covered by *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* pseudo-savanna. *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* (Savi), the most important woody species, is in association with perennial herbaceous species such as *Cenchrus ciliaris*, *Hammada schmittiana*, *Hammada scoparia*.

### 2.2-Climatic conditions during the investigation periods

The study was conducted at the beginning of the 2003/2004 growing seasons. The studied year was a wet season since the annual precipitation reached 218.4 mm (Table 1). Precipitation started with a good quantity during the month of September (63.5 mm) and was well distributed in time, which facilitates the annual species appearance and the starting of the perennial species development.

Table 1

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
2003/2004	63.5	22.4	20.5	57.8	3	0	36.5	7	6.7	1	0	0	218.4
Annual mean	30.9	27.5	15.4	15.2	16.8	5.8	11.2	16.8	9.6	1.3	2.2	2.2	154.9



### **2.3-Vegetation Sampling**

Inside the park, 48 transects (24 transects in the sandy and 24 in the loamy soil site respectively) of 7.5 m long were, randomly, set up in order to measure the floristic composition, total plant cover and individual species cover using the quadrat point method [14]. In the same way, 24 transects were placed outside the park (12 transects in the sandy and 12 in the loamy soil site respectively). Observations were made every 5 cm, for a total of 150 points along each transect to determine total plant cover (%) and cover (%) of each herbaceous species sampled.

Each transect was associated with 7.5 m<sup>2</sup> area quadrats used to determine perennial species density.

The importance and the distribution of species in the protected and unprotected areas were studied using the Shannon-Weaver index [15]. This index is defined by the following formula:  $H' = - \sum P_i \log_2 P_i$  with  $P_i = n_i/n$

where  $P_i$  is the relative frequency of the species;  $n_i$ , the mean cover of the species  $i$ , and  $n$  the total cover of all species.

### **2.4-Soil Sampling**

Samples of soil were taken at 0-20 cm of depths. A total of 16 samples were collected (4 samples in each site). The soil samples were kept in plastic bags, labelled, sealed and transported to laboratory. Soils were air-dried and sieved with a sifter of 2 mm. For chemical analyses, soil pH and electrical conductivity were determined (Saturated paste method, 16) by pH meter and conductivity meter respectively.

Total nitrogen (N) (Kjeldahl method, 17), % of total C [18], and phosphorus (calorimetric method, 19) were also determined. Potassium (K<sup>+</sup>), calcium (Ca<sup>2+</sup>), magnesium (Mg<sup>2+</sup>) and sodium (Na<sup>+</sup>) were determined by atomic absorption method (Atomic Absorption spectrophotometer 6800, Analytical Instruments Division Kyoto Japan, SHIMODZOU corporation, www.shimodzou.com).

### **2.5-Data Analysis**

Plot ordination was carried out with Correspondence Analysis [20] using species frequency data. This analysis was used to examine variation in plant species composition among plots and to investigate possible gradients in species composition. Correspondence Analysis is recommendable for such an analysis since it can be viewed as a canonical correlation analysis between the indicator variables of plots and those of species. The projections in the two axes of ordination of the plot types were interpreted to relate the axes to different treatment levels. The species groups corresponding to each axis were then identified as functional groups of response to the different treatment levels.

All the data were subjected to analysis of repeated measures ANOVA model by using XLSTAT2009. The values of the probability lower than 0.05 ( $p < 0.05$ ) were regarded as statistically significant. We have two fixed factors (management and soil type) and one interaction factor (management x soil type) whereas total plant cover, density and soil nutrients were the dependent variables.

### 3-RESULTS

#### 3.1-Plant cover

Statistical analyses of total plant cover produced a significant difference between protected and unprotected area (Table 2). In the sandy steppe, this parameter varied from 46 % to 83 % inside the National Park of Bou Hedma ( $p=0.002$ ), and from 40 % to 48 % outside the park. However, in the loamy steppe, the total plant cover did not exceed 41% and 27% in the protected and unprotected areas respectively ( $p=0.04$ ). Significant interaction ( $p=0.05$ ) has been recorded between management (protected and unprotected) and soil type (sandy and

loamy).

#### 3.2-Perennial species density

Our results showed that when the sandy steppe was protected from grazing, perennial species density increased by 4 times compared to the unprotected area (Table 2). In the same way the present study proved that perennial species density, on loamy steppe, was significantly affected by grazing intensity ( $p<0.0001$ ). The mean density of perennial species was about 9 Plants.m<sup>-2</sup> in the protected area, but it did not exceed 3 Plants.m<sup>-2</sup> in the grazed area (Table 2). A significant management soil interaction has been recorded ( $p=0.001$ ).

Table 2.

Management	Sandy steppe		Loamy steppe		Management × Soil
	Protected area	Unprotected area	Protected area	Unprotected area	
Total plant cover (%)	68.24±1.09a	43.58±1.75b	41.37±4.13a	27.56±3.01b	ns
Density (Plants.m <sup>-2</sup> )	36.51±1.77a	9.03±2.40b	8.5±3.02c	2.99±0.43d	*
Floristic richness	31±1.52a	33±2.90a	26±2.34b	25±3.14b	*
H'	3.29±0.39a	3.85±0.18a	1.86±0.51b	1.79±0.42b	*

#### 3.3-Diversity index and floristic richness

In the sandy steppe as well as in the loamy steppe, no significant difference ( $p=0.01$ ) was found between the protected and the unprotected area for the diversity index (Table 2). However, we must note that, in the case of the sandy steppe, the Shannon-Weaver index H', was relatively higher in the unprotected area.

The protection has no insignificant influence on the floristic richness ( $p>0.05$ ). In the sandy steppe, floristic richness varied from 31 inside the park to 33 outside the park. However this

value didn't exceed 25 to 26 in loamy steppe, in the unprotected and protected area respectively. Significant interaction ( $p<0.05$ ) has been recorded between management and soil type for diversity index and species richness.

#### 3.4-Floristic composition

The first two axes of the Correspondence Analysis (CA) which together explain 90.30% of the variance in species space were retained for interpretation (Fig. 1). Overall, the CA ordination showed two important contrasts related to the management type (protected versus unprotected area) and soil type (sandy versus loamy soil).

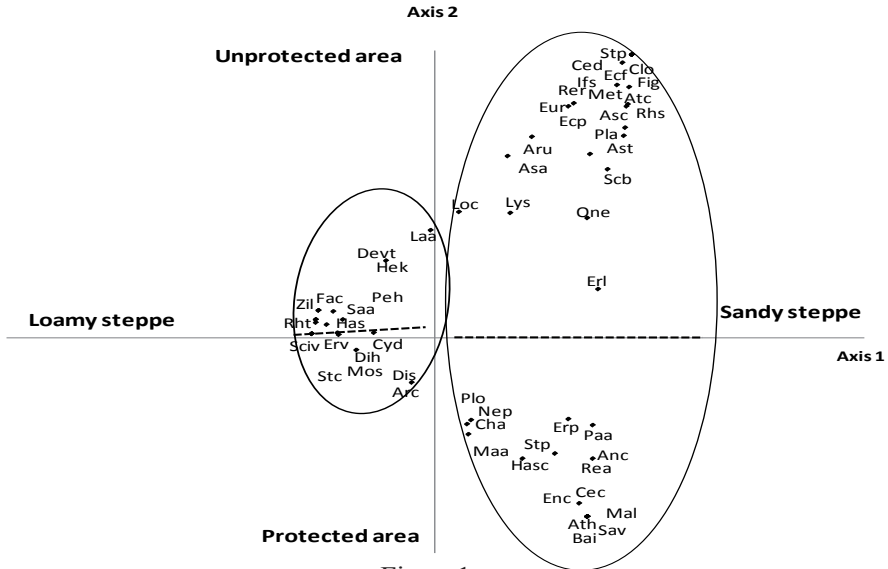


Figure 1

The axis 1 opposed the sandy soil in its positive part to the loamy soil in its negative part.

However, axis 2 showed the management effect, it opposed protected area in its negative part to the unprotected area in its positive part.

Indeed, this analysis permitted to divide the distribution of the species into four groups. The first group was composed of species that characterize the sandy protected area. Several palatable species such as *Cenchrus ciliaris*, *Chenopodium album*, *Eragrostis papposa*, *Hammada schmittiana*, *Stipagrostis plumosa*, *Malva aegyptiaca* and *Matthiola longipetala* are included in this group. The second group was composed by species which more abundant in the unprotected sandy soil such *Astragalus armatus*, *Astragalus corrugatus*, *Asphodelus*

*tenuifolius*, *Atractylis carduus*, *Cleome amblyocarpa*, *Euphorbia retusa*, *Lotus creticus*, *Plantago albicans*, and *Stipagrostis pungens*. Most of these species are of low range value and palatability and constitute indicators of degradation by overgrazing. The third group was composed by species abundant in the protected loamy soil and represented by *Cynodon dactylon*, *Stipa capensis*, *Scilla villosa*. The fourth group was represented by *Fagonia cretica*, *Hammada scoparia*, *Deverra tortuosa*, *Peganum harmala* which are frequently recorded in the loamy unprotected soil.

Table 3

Families	Species	Species codes	Life forms	Palatability	Protected area		Unprotected area	
					Sandy steppe	loamy steppe	Sandy steppe	loamy steppe
Caryophyllaceae	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC	Paa	Th	Palatable	27.79±4.24	0.20±0.12	6.67±1.99	0.25±0.08
Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i> L.	Ath	NPh	palatable	0.47±0.47	0	0	0
	<i>Bassia indica</i> (Wight) A. J. Scott	Bai	Th	Palatable	0.67±0.24	0	0	0
	<i>Hammada schmittiana</i> (Pomel) Botsch.	Hasc	Ch	Palatable	2.78±0.84	0	0.06±0.06	0.92±0.42
	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel) Hjin	Has	Ch	Unpalatable	0.06±0.04	0.42±0.35	0	1.13±0.71
	<i>Salsola villosa</i> Schuttes	Sav	Ch	Unpalatable	0.06±0.06	0	0	0
Brassicaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	Cha	Th	Palatable	0.83±0.46	0.67±0.38	0.06±0.98	0
	<i>Diploxix simplex</i> (Viv.) Spreng.	Dis	Th	Palatable	0.08±0.06	0	0	0.15±0.07
	<i>Diploxix harra</i> (Forssk) Boiss.	Dih	Th	Palatable	0	1.27±0.83	0.11±0.11	0.36±0.14
	<i>Moricandia suffruticosa</i> (Desf.) Coss.	Mos	Ch	Unpalatable	0	0.53±0.50	0	0
	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Erv	Ch	Palatable	0	0.22±0.15	0	0
	<i>Mathiola longipetala</i> (Vent.) DC	Mal	Th	Palatable	0.11±0.09	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Delile ex Godr.	Enc	Th	Palatable	1.90±1.10	0	0	0
	<i>Euphorbia retusa</i> Forssk.	Eur	Ch	Unpalatable	0	0.14±0.14	1.56±0.38	0.21±0.11
Geraniaceae	<i>Erodium laciniatum</i> Desf.	Erl	Th	Unpalatable	1.53±0.61	0.05±0.03	1.50±0.66	0.07±0.02
Poaceae	<i>Stipagrostis plumosa</i> (L.) Munro ex. T. Anderson	Stpl	He	Palatable	0.39±0.19	0	0	0
	<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.) deWinter	Stp	He	Palatable	0	0	1.28±0.78	0
	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Cec	He	Palatable	7.40±1.65	0.25±0.19	0.11±0.11	0
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Cyd	Ge	Palatable	3.17±1.14	19.97±6.01	2.16±0.72	0
	<i>Eragrostis papposa</i> (Roem. and Schult.) Steud	Erp	He	Palatable	9.42±2.57	1.27±0.62	2.22±0.82	0
	<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.	Scb	Th	Palatable	1.10±0.30	0.22±0.22	3.61±1.84	0
	<i>Stipa capensis</i> Thunb.	Ste	Th	Palatable	8.17±1.79	72.81±6.03	2.28±1.10	45.72±5.81
	<i>Argyrolobium uniflorum</i> (Decne.) Jaub. and t Spach	Aru	Ch	Palatable	0	0.11±0.11	1.06±0.98	0.38±0.67
	<i>Lotus creticus</i> L.	Loc	He	Palatable	0.28±0.14	2.28±1.22	4.06±1.13	2.84±1.02
	<i>Medicago truncatula</i> Gaertn.	Met	Th	Palatable	0.03±0.03	0.03±0.02	0.67±0.32	0
Fabaceae	<i>Astragalus corrugatus</i> Bertol.	Asc	Th	Unpalatable	0.10±0.05	0±0.55	0.78±0.34	0
	<i>Astragalus armatus</i> Willd.	Asa	Ch	Unpalatable	0	0	1.22±0.72	0.80±0.22
	<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb	Rer	NPh	Unpalatable	0	0	0.61±0.61	0
	<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cav.	Ast	Th	Unpalatable	0.06±0.04	0	0.28±0.15	0
Liliaceae	<i>Scilla villosa</i> Desf.	Sev	Th	Unpalatable	0	2.72±1.27	0	0
	<i>Malva aegyptiaca</i> L.	Maa	Th	Palatable	1.22±0.88	0.75±0.55	0	0.54±0.36
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i> L.	Pla	He	Palatable	0.53±0.25	0	2.78±1.01	0
	<i>Plantago ovata</i> Forssk.	Plo	Th	Palatable	10±2.02	5.42±1.44	0	2.22±0.87
Resedaceae	<i>Reseda alba</i> L.	Rea	Th	Palatable	0.42±0.31	0	0.06±0.06	0
Neuradaceae	<i>Neurada procumbens</i> L.	Nep	Th	Unpalatable	0.36±0.16	0	0	0.29±0.13
Solanaceae	<i>Lycium shawii</i> Roem. and Schult.	Lys	NPh	Unpalatable	0.47±0.34	0	1.67±0.87	1.25±0.33
Zygophyllaceae	<i>Fagonia cretica</i> L.	Fac	Ch	Unpalatable	0.78±0.39	1.92±0.70	0	2.50±0.22
	<i>Peganium harmala</i> L.	Peh	He	Unpalatable	0	0.19±0.11	0	0.17±0.15
Asteraceae	<i>Artemisia campestris</i> L.	Arc	Ch	Unpalatable	0	0.22±0.16	0	0
	<i>Onopordum espinae</i> (Desf.) Pomel	One	Th	Unpalatable	0.03±0.03	0	0.06±0.06	0.01±0.01
	<i>Rhanterium suaveolens</i> Desf.	Rhs	Ch	Unpalatable	0.36±0.36	0	2.94±0.96	0
	<i>Filago germanica</i> L.	Fig	Th	Palatable	0	0	0.06±0.06	0
	<i>Ifluga spicata</i> (Forssk.) Sch. Bip.	Ifs	Th	Unpalatable	0	0	0.06±0.06	0
	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	Anc	Th	Unpalatable	0.75±0.34	0	0	0
	<i>Atractylis carduus</i> (Forssk.) C. Chr.	Ate	Th	Unpalatable	0.06±0.06	0	0.78±0.34	0
	<i>Centaurea dimorpha</i> Viv.	Ced	Th	Unpalatable	0	0	0.72±0.32	0
	<i>Launaea angustifolia</i> (L.) Kuntze	Laa	Th	Palatable	0	0.56±0.51	0.33±0.19	0
	Anacardiaceae	<i>Rhus tripartita</i> (Ucrnia) Grande	Rht	NPh	Palatable	0	0.19±0.10	0
Labiatae	<i>Salvia aegyptiaca</i> L.	Saa	Ch	Palatable	0	0	0	0.22±0.10
Cistaceae	<i>Helianthemum hahricum</i> Del.	Hek	Ch	Palatable	0	0.08±0.08	0.06±0.06	0.13±0.22
Apiaceae	<i>Deverra tortuosa</i> (Desf.) DC.	Det	Ch	Unpalatable	0	0.41±0.35	0	0.64±0.25
Boraginaceae	<i>Echium pycnanthum</i> Desf.	Ecp	He	Unpalatable	0	0	0.94±0.46	0.24±0.10
	<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.	Ecf	Ch	Palatable	0	0	0.89±0.59	0.03±0.01
Capparaceae	<i>Cleome amblyocarpa</i> Battates & Murb.	Cla	Th	Unpalatable	0	0	2.39±0.11	0
Rhamnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam.	Zil	NPh	Unpalatable	0	0	0	0.09±0.01

### 3.5- Soil Properties

Both on the sandy and loamy steppe, OM, N, P, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> concentrations were significantly higher in the protected than in unprotected areas (Table 4). The protection has no significant effect on soil pH, but

it affected significantly ( $p= 0.001$ ,  $p=0.02$  in the sandy and loamy steppes respectively) the conductivity. For all studied parameters, significant interaction between management and soil type was recorded only for K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup>.

Table 4

Soil types	Sandy steppe		Loamy steppe		Management x soil
	Protected area	Unprotected area	Protected area	Unprotected area	
OM (%)	0.40a	0.29b	0.25c	0.2d	ns
N (%)	0.26a	0.15b	0.14c	0.11d	ns
P (mg. Kg <sup>-1</sup> )	30.28a	5.84b	29.98a	23.3b	ns
Ca <sup>2+</sup> (mg. Kg <sup>-1</sup> )	21.79a	12.82b	8.43c	5.53d	ns
Mg <sup>2+</sup> (mg. Kg <sup>-1</sup> )	4.94a	3.03b	1.02c	0.66d	ns
K <sup>+</sup> (mg. Kg <sup>-1</sup> )	14.37a	6.88b	3.24c	2.31d	***
Na <sup>+</sup>	13.99a	7.06b	10.39a	9.67b	**
pH	7.75a	7.64a	7.95b	7.15b	ns
Conductivity (mS)	0.97a	0.58b	2.57c	1.97d	ns

## 4-DISCUSSIONS

In accordance with Ouled Belgacem *et al.* [21], Brown and Al Mazrooei [22] and Belsky [8], the main results of this study show that total plant cover was higher in the protected area. Other studies have also shown that cessation of grazing can increase plant cover [23, 24, 25]. The increase of this parameter can be attributed to the improvement of soil conditions inside the park which facilitated herbaceous regeneration and development [26]. In other hand, our results showed that the beneficial effect of protection on the vegetation cover was more significant on sandy steppe. This is in agreement with [27] proving that plant cover increases were greatest on sandy steppe compared with

those on loamy steppes.

On other hand, our results are in agreement with those obtained by [28, 29, 30, 31] who emphasized an increase of perennial species density with the protection. Vegetation seemed to respond to protection by increasing the numbers of palatable species as was shown in previous studies of grazing exclusion [32, 33, 34]. A high perennial species density supports the fixation of soil particles, which has a positive effect on soil fertility and water balance (reduction of evapo-transpiration). Conversely, the decrease of perennial species density in the unprotected area can be possibly due to a long history of overgrazing. These results are in

agreement with those obtained by Yong-Zhong *et al.* [35] in China. Noy-Meir *et al.* [36] reported that when there is a decrease in perennial grasses, which superficial roots encourage soil aeration, there is an increase of soil compaction and a decrease of water infiltration coupled with ligneous species reduction. Soil compaction does not appear to be important at grazed sandy soils, unlike on the finer textured such as the case of loamy soil [37].

In term of plant diversity, several authors [38, 39] agree on the fact that plant diversity is strongly influenced by the degree of disturbance. Similarly, Banda *et al.* [40], show that protected National Parks do not necessarily conserve the greatest diversity. This is in agreement with our results showing that the diversity of habitats increases with disturbance and decreases under the effect of long term protection. Indeed, the Schannon diversity index ( $H'$ ) increases regularly until 10 years of protection. However, beyond 10 to 18 years of protection  $H'$  decreases abruptly [41]. In the same way, Yaineshet *et al.* [30] showed that extended protection reduces herbaceous species diversity and even the herbaceous biomass. These results can be explained by the phenomenon of therophytization that characterized the arid Mediterranean steppes i.e. the dominance of therophytes under heavy anthropogenic degradation especially during rainy period. This explains the high diversity recorded in the disturbed sites as shown in our study.

Of viewpoint floristic composition, our results bring evidence supporting the theoretical prediction [41] that herbivore

induced changes in community composition are controlled by a suite of factors influencing ungulate selectivity and plant tolerance to herbivory. The positive effect of protection is observed by the appearance inside the park of some grasses species known by their high palatability such as *Cenchrus ciliaris*, *Cynodon dactylon*, *Eragrostis papposa*, *Stipagrostis plumosa*, *Malva aegyptiaca* and *Matthiola longipetala*. The highest abundance of some palatable species in the unprotected area can be explained by their great ability to occupy disturbed habitats. The higher productive capacity of *Plantago albicans* and its ability to the vegetative multiplication could be the source of his wealth outside the park.

In the unprotected area, the pasture is generally selective and the palatable species were very threatened. Intense grazing of rangelands often results in highly competitive palatable species being replaced by less palatable species such as *Astragalus armatus*, *Astragalus corrugatus*, *Asphodelus tenuifolius*, *Atractylis carduus*, *Cleome amblyocarpa*, *Euphorbia retusa*, *Lotus creticus*, *Plantago albicans*, and *Stipagrostis pungens*, which are often considered less desirable or even worthless plants [41]. Comparable results were reported by Primack [42], West and Smith [43] and Aronson and Le Floch [44] whose reported a rarefaction or even extinction of good pastoral value species in the grazed areas. In the protected areas, Assaeed and Al-Doss [45] evaluated the soil seed bank and concluded that most of the desirable perennial species are disappearing.

The significant difference of protection effect on sandy and loamy steppes can be attributed to the development of a crust cover on the soil surface [46]. This phenomenon is particularly important on loamy soils. Beymer and Klopatek [47] showed that crust cover was highly reduced on unprotected as compared to protected areas. Indeed, in the absence of animal trampling, the ground «closes up» and, inhibit seeds germination and restrict infiltration [48]. This leads to a low increase of different vegetation parameters after loamy steppe protection. Noble [49] observed the same phenomenon in a protected area in the Australian arid zone. Hiernaux *et al.* [50] noted that, grazing resulted in a reduction and fragmentation of crusted soils. However, Eldridge and Greene [51], consider that soil crusts stabilize the soil against water and wind erosion, increasing landscape stability, particularly in areas of low vascular plant cover.

The high cover of herbaceous plants and the changes in species composition under protected condition could have affected soil organic matter and nutrient contents [52]. In fact, the increase of soil organic matter and nutrient content which accompanies protection could be due either to an increase in the amount of plant litter decomposition and mineralization and a decrease in soil compaction [53]. Grazing restricted water movement into and through the soil profile [54]. This effect can be attributed to both compacted soil and reduced vegetation cover [55]. In New Zealand, McDowell *et al.* [56] showed that cattle grazing pastures on sloping

land contribute to runoff, soil erosion and loss of nutrients.

In accordance with the Pei *et al.* [57] and Armand and Black [58]; the main results of this study show that concentration of total N and P was significantly greater in protected compared to unprotected areas. However, Belnap [59] confirmed that surface disturbances reduce significantly nitrogen cycling by crust development. This confirmation can explain the difference recorded between sandy and loamy soils.

Moreover, higher values of pH and electrical conductivity were reported in the protected area. These results are in agreement with those obtained by Liu *et al.*, [60]; and Ying *et al.*, [61] whose showed that various soil fertility indices were significantly higher inside the park compared to grazed areas. In the same way Binkley *et al.* [62] reported that grazing substantially reduced extractable calcium, magnesium, potassium and phosphorus. Li *et al.* [63] found contrary results that grazing had no effect on the concentrations of soil available P, available N, electrical conductivity, or soluble ions such Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>.

Contrary to reports of a lower pH inside the park [53, 62], higher soil values were recorded in the protected area in this study. Based on the positive association between increases in exchangeable cations and soil pH [64], a higher pH is often correlated with a higher content of exchangeable cations in this area [65].

In conclusion, the outputs of the present study testify that the positive effect of protecting sandy and loamy steppes is mainly expressed by the

increase in soil fertility, plant cover and species composition and density. This positive effect was more important on the sandy than on the loamy steppe. Protection could be very effective way of conservation if grazing is regulated as evidenced from arid regions.

## REFERENCES

- ABDALLAH, F. & CHAIEB, M. (2012) : The influence of trees on nutrients water light availability and understorey vegetation in an arid environment. *Applied Vegetation Science* 15 (4), 501- 512.
- AFNOR (1987) : Recueil de normes françaises qualité des sols méthodes d'analyses. Première édition ed. par l'association française de normalisation (afnor), 19-30.
- ANDERSON, L.J., BRUMBAUGH, M.S. & JACKSON, R.B. (2001) : Water and tree-understory interactions: A natural experiment with oak wilt in a savanna ecosystem. *Ecology* 82, 33-49.
- ANGASSA, A. & OBA, G. (2010) : Effects of grazing pressure age of enclosures and seasonality on bush cover dynamics and vegetation composition in southern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 74, 111–12.
- ARMANDBAUER, C.V. COLE & BLACK, A.L. (1987) : Soil Property Comparisons in Virgin Grasslands Between Grazed and Nongrazed Management Systems. *Soil Science Society of America* 51, 176-182.
- ARONSON, J. & LE FLOC'H, E (1995) : Que faire de tant de Notions du paysage ? *Nat. Sci. Soci.* 4, 264-266.
- AUGUSTINE, D.J. & MCNAUGHTON, S.J. (1998) : Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: Herbivore selectivity and plant tolerance. *J. Wildl Manage* 62, 1165–1183.
- ASSAEED, A.M. & AL-DOSS, A.A. (2002) : Soil seed bank of a desert range site infested with *Rhazya stricta* in Raudhat al-Khafs Saudi Arabia. *Arid Land Res Manage.* 16, 83-95.
- BANDA, T., SCHWARTZ MARK, W. & CARO BASTIN, T. (2006) : Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a Miombo ecosystem of western Tanzania. *Forest Ecology and Management* 230, 179-185.
- BASTIN, G.N., LUDWIG, J.A., EAGER, R.W., LIEDLOFF, A.C., ANDISON, R.T. & COBIAC, M.D. (2003) : Vegetation changes in a semiarid tropical savanna northern Australia. *The Rangeland Journal* 25, 3–19.
- BELSKY, J. (1992) : Effects of Grazing Competition Disturbance and Fire on Species Composition and Diversity in Grassland Communities. *J. Veg. Sci.* 3, 187-200.



- Benzécri, J.P., (1973) : L'analyse des données. In: L'analyse des Correspondances, Tome II. Dunod, Paris, 619 pp.
- BELNAP, J. (2002) : Impacts of road vehicles on nitrogen cycles in biological soil crusts: resistance in different US deserts. *J. Arid Environ* 52, 155–165.
- BEYMER, R.J. & KLOPATEK, J.M. (1992) : Effects of Grazing on Cryptogamic Crusts in Pinyon-juniper Woodlands in Grand Canyon National Park. *American Midland Naturalist* 127, 139-148.
- BROWN, G. & AL MAZROOEI, S. (2003) : Rapid vegetation regeneration in a seriously degraded *Rhanterium epapposum* community in northern Kuwait after 4 years of protection. *J. Environ. Manag.* 68, 387–395.
- BINKLEY, D., SINGER, F., KAYE, M. & ROCHELLE, R. (2003) : Influence of elk grazing on soil properties in Rocky Mountain National Park. *Forest ecology and management* 185, 239-247.
- CALLAWAY, R. & TYLER, C. (1999) Facilitation in rangelands: direct and indirect effects. *VI International Rangeland Congress* 197-202.
- CONNELL, J.H. (1978) : Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302–1310.
- COURTOIS, D.R., PERRYMAN, B.L. & HUSSEIN, H.S. (2004) : Vegetation change after 65 years of grazing and grazing exclusion. *J Range Manage* 57, 574–582.
- DAGET, P. & POISSONET, J. (1971) : An ecological analysis method of prairies. Criteria's of application. *Annales Agronomiques* 22, 5-41.
- ELDRIDGE, D.J. & GREENE, R.S.B. (1994) : Microbiotic Soil Crusts: A Review of their Roles in Soil and ecological Processes in the Rangelands of Australia. *Aust. J. Soil Res.*, 32, 389-415.
- FRANK, D.A. & GROFFMAN, P.M. (1998) : Denitrification in a semi-arid grazing ecosystem. *Oecologia* 117, 564–569.
- FLORET, C. (1981) : The effects of protection on steppic vegetation in the Mediterranean arid zone of southern Tunisia. *Plant Ecology* 46-47, 117-129.
- GARDNER, J.L. (1950) : Effect of thirty years of protection from grazing in desert grassland. *Ecology* 31, 44-50.
- GRIME, J.P. (1973) : Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242, 344–347.
- HAGOS, M.G. & SMIT, G.N. (2005) : Soil enrichment by *Acacia mellifera* subsp. *detinens* on nutrient poor sandy soil in a semi-arid southern Africa savanna. *Journal of Arid Environments* 61, 47-59.

- HATTON, J.C. & SMART, N.O.E. (1984) : The effect of long-term exclusion of large herbivores on soil nutrient status in Murchison Falls National Park Uganda. *African Journal of Ecology* 22, 23-30.
- HIERNAUX P., C.L. BIELDERS, C. VALENTIN, A. BATIONO, S. FERNANDEZ-RIVERA, (1999) : Effects of livestock grazing on physical and chemical properties of sandy soils in Sahelian rangelands. *J. Arid Environ.* 41, 231–245.
- HOSHINO, A., TAMURA, K., FUJIMAKI, H., ASANO, M., OSE, K., HIGASHI, T. (2009) : Effects of crop abandonment and grazing exclusion on available soil water and other soil properties in a semi-arid Mongolian grassland. *Soil and Tillage Research* 105, 228-235.
- HUSTON, M. (1994) : Biological Diversity: the Coexistence of Species on Changing Landscapes. Cambridge University Press: Cambridge.
- JACKSON, M.L. (1958) : Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Englewood Cliffs NJ.
- JAFARI, M., EBRAHIMI, M., AZARNIVAND, H. & MADAH, A. (2009) : The effects of rangeland restoration treatments on some aspects of soil and vegetation parameters (Case study: Sirjan rangelands). *J. Rangeland* 3(3), 371-384.
- JAUFFRET, S. (2001) : Validation et comparaison de divers indicateurs des changements a long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides : Application au suivi de la désertification dans le sud tunisien. Thèse Univ. Droit Econ. Sci. d'Aix-Marseille (Aix-Marseille III) 364 pp.
- JAUFFRET, S., LAVOREL, S. (2003) : Are plant functional types relevant to describe degradation in arid southern Tunisian steppes? *Journal of Vegetation Science* 14, 399-408.
- LE HOUÉROU, H.N. (1959) : Ecological and floristic researches on the vegetation of the southern Tunisia. Mémoire Inst. Rech. Sah. Alger 1<sup>er</sup> Vol. Les milieux naturels la végétation.
- LIU, Y., WANG, T. & CHEN, G. (1997) : The effect of animal grazing on the soil animals in grassland (Chinese Engl. Summary). *Steppe Ecosystem Research*. Science Press Beijing (Chinese English Summary).
- LI, C., HAO, X., ZHAO, M., HAN, G. & WILLMS, W.D. (2008) : Influence of historic sheep grazing on vegetation and soil properties of a Desert Steppe in Inner Mongolia Agriculture. *Ecosyst. Environ.* 128, 109–116.
- LINNARTZ, N.E., HSE, C. & DUVALL, V.L. (1966) : Grazing impairs physical properties of a forest soil in Central Louisiana. *J. Fore.* 64, 239-243.

- MCDOWELL, R.W., DREWRY, J.J., MUIRHEAD, R.W. & PATON, R.J. (2005) : Restricting the grazing time of cattle to decrease phosphorus sediment and *E. coli* losses in overland flow from cropland. *Aust. J. Soil Res.* 43, 61-66.
- MILCHUNAS, D.G. & LAUENROTH, W. (1993) : Quantitative effects of grazing on vegetation and soils cover a global range of environments. *Ecological Monographs* 6, 327-366.
- MILCHUNAS, D.G., SALA, O.E. & LAUENROTH, W. (1988) : A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132, 87-106.
- Murphy, J., Riley, J.P., (1962) : A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analyt. Chim. Acta* 27, 31-39.
- Noble, I.R. (1977) Long term biomass dynamics and arid chenopod shrub community at Koonamore South Australia. *Aust. J. Bot.* 25, 639-653.
- NORTON, B.E. (1978) : The impact of sheep grazing on long-term successional trends in salt desert shrub vegetation in southwestern Utah. In: *Proceedings of the First International Rangeland Congress* August 14-16 Colorado USA.
- NOY-MEIR, I., GUTMAN, M. & KAPLAN, Y. (1989) : Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *J. Ecology* 77, 290-310.
- OULED BELGACEM, A., CHAIEB, M., NEFFATI, M. & TIEDEMAN, J. (2006) Response of *Stipa lagascae* R. and Sch. to Protection under Arid Condition of Southern Tunisia. *Pakistan J. Biol. Sci.* 9, 465-469.
- PETTIT, N.E. & FROEND, R.H. (2001) : Long-term changes in the vegetation after the cessation of livestock grazing in *Eucalyptus marginata* (jarrah) woodland remnants. *Aust. Ecol.* 26, 22-31.
- PEI, S., FU, H. & WAN, C. (2006) : Observations on Changes in Soil Properties in Grazed and Nongrazed Areas of Alxa Desert Steppe Inner Mongolia. *Arid Land Research and Management* 20, 161 - 175.
- PROULX, M. & MAZUMDER, A. (1998) : Reversal of grazing impact on plant species richness in nutrient-poor vs. nutrient-rich ecosystems. *Ecology* 79, 2581-2592.
- PROFFITT, A.P.B., BENDOTTIA, S, MCGARRYB, D. (1995) : A comparison between continuous and controlled grazing on a red duplex soil. I. Effects on soil physical characteristics. *Soil and Tillage Research* 35 (4), 199-210
- PRIMACK, R.B. (1993) : Essentials of Conservation Biology. Sinauer Associates Sunderland MA USA pp, 564.

- RADFORD, B.J., YULE, D.F., BRAUNACK, M. & PLAYFORD, C. (2008) : Effects of Grazing Sorghum Stubble on Soil Physical Properties and Subsequent Crop Performance. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3, 734-742.
- Renee J. Beymer and Jeffrey M. Klopatek (1992) : Effects of Grazing on Cryptogamic Crusts in Pinyon-juniper Woodlands in Grand Canyon National Park *American Midland Naturalist*. 127 (1), 139-148.
- ROMKENS, M.J.M., PRASAD, S.N., & WHISLE, F.D. (1990) : Surface sealing and infiltration. In 'Process Studies in Hillslope Hydrology'. (Eds Anderson, M.G. & Burt I.P.) pp. 127-72 (John Wiley: New York.).
- SARR, D.A. (2002) : Riparian livestock enclosure research in the western United States: a critique and some recommendations. *Environ. Manage.* 30, 516–526.
- SAFI, M.I. & YARRANTON, G.A. (1973) : Diversity floristic richness and species evenness during a secondary (post-fire) succession. *Ecology* 54, 897–902.
- SCHULTZ, T.T. & LEININGER, W.C. (1990) : Differences in riparian vegetation structure between grazing areas and enclosures. *J. Range. Manage.* 43, 295–299.
- SASAKI, T., OKAYASU, T., SHIRATO, Y., UNDARMAA, J. & TAKEUCHI, K. (2007) : Quantifying the resilience of plant communities under different grazing intensities in a degraded shrubland: a case study in Mandalgobi Mongolia. *Grassland Sci.* 53, 192–195.
- Wallkey, A., Black, I.A., (1934) : An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37, 29–38.
- WEST, N.E. & SMITH, E.L. (1997) : Improving the monitoring of rangelands. *J. Rangelands* 19, 9-14.
- XIE, Y. & WITTIG, R. (2004) : The impact of grazing intensity on soil characteristics of *Stipa grandis* and *Stipa bungeana* steppe in north China (autonomous region of Ningxia). *Acta Oecol.* 25, 197-204.
- YATES, C.J., NORTON, D.A. & HOBBS, R.J. (2000) : Grazing effects on plant cover soil and microclimate in fragmented woodlands in south-western Australia: implications for restoration. *Austral. Ecol.* 25, 36–47.
- YAYNESHET, T., EIK, L.O. & MOE, S.R. (2009) : The effects of enclosures in restoring degraded semi-arid vegetation in communal grazing lands in northern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 73, 542–549.
- YONG-ZHONG, S., YU-LIN, L., JIAN-YUAN, C. & WEN-ZHI, Z. (2005) : Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandy grassland Inner Mongolia northern China. *Catena* 59,

267–278.

- YING, Z., STEPHAN, P., JULIA, K., RAINER, H., ZHONGYAN, W., MARKUS, S., CARSTEN, H. & XINHUA, P. (2007) : Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. *Ecological Modelling* 205, 241-254.
- ZHANG, J., ZHAO, H., ZHANG, T., ZHAO, X. & DRAKE, S. (2005) : Community succession along a chronosequence of vegetation restoration on sand dunes in Horqin Sandy Land. *Journal of Arid Environments* 62 (4), 555-566.

## Preliminary investigation on the Olive knot disease (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) in the Tunisian southeast

N. GHANNEY<sup>a,d</sup>, N. S. IACOBELLIS<sup>b</sup>, K. BELHOUCLETTE<sup>a</sup>, S. NAHDI<sup>c</sup> and A. FERCHICHI<sup>A,d</sup>

<sup>a</sup>Institut des Régions Arides de Médenine, 4119, Medenine, Tunisie.

<sup>b</sup>Università degli Studi Della Basilicata, Potenza, Italy.

<sup>c</sup>Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef, Tunisia

<sup>d</sup>Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 1082 Tunis, Tunisie.

e-mail: [nadia.ghanney@gmail.com](mailto:nadia.ghanney@gmail.com)

### ملخص:

يهدف هذا البحث الى دراسة التوزيع الجغرافي لمرض سلّ (ثلال) أشجار الزيتون بالجنوب الشرقي التونسي «ITM317» وتحديد خصائصه المرفولوجية والبيوكيميائية مقارنة بسلالة مرجعية. قمنا بجمع البكتيريا من عينات ثلال بأشجار زيتون بمختلف الأعمار والأصناف، مصابة طبيعياً بعدة أماكن بالجنوب الشرقي للبلاد التونسية وخاصة الزّرازي الذي يبدو الأكثر عرضة للإصابة. كعامل مسبّب للأورام في أشجار الزيتون المصابة، تم تحديد *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* وهذا هو التّقرير الأوّل لهذا المرض بالجنوب الشرقي للبلاد التونسية. الكلمات المفتاحية: مرض سلّ أشجار الزيتون : «*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*»، التوزيع الجغرافي، الجنوب الشرقي التونسي، الزّرازي.

### SUMMARY

This work aims to study the geographical distribution of the olive knot disease in southeastern Tunisia and to characterize, morphologically and biochemically compared to ITM317 as reference strain, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* that is identified as the causal agent of swellings on infected olive trees. The bacterium was recovered from knots on different natural infected olive trees in different locations in the Tunisian southeast, with different ages and cultivars, especially from Zarrazi, that seems to be the most susceptible. The symptoms were found in the mountainous regions (Matmata, Zammour, Fjij) and irrigated olive groves (Kettana, Arram, Zerkin). No symptoms were observed in coastal areas.

**Keywords:** Olive knot disease, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, Geographical distribution, Southeast of Tunisia, Zarrazi.

## RÉSUMÉ

Ce travail vise à étudier la répartition géographique de la maladie de la tuberculose de l'olive dans le sud de la Tunisie, et de caractériser *Pseudomonas* pv. *Savastanoi*, qui est identifié comme l'agent causal de tumeurs sur les arbres d'oliviers infectés, morphologiquement et biochimiquement par rapport à ITM317; souche de référence. La bactérie a été récupérée à partir de galles sur quelques cultivars d'oliviers de différents âges infectés dans divers endroits dans le sud-est tunisien. Les symptômes ont été trouvés dans les régions montagneuses (Matmata, Zammour, Fjij) et dans les oliveraies conduites en irrigué (Kettana, Arram, Zerkin). Aucun symptôme n'a été observé dans les zones côtières. La variété Zarrazi semble être la plus sensible.

**Mots-clés:** maladie de noeud Olive, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, Répartition géographique, du Sud-Est de la Tunisie, Zarrazi.

## 1-INTRODUCTION

With more than 70 millions of olive plants, Tunisia is the fourth most important producer of the olive oil in the world, the second after the EU and the first in the south shore of the Mediterranean (COI, 2012). Olive oil is the main exported agricultural product. It is evaluated to 50% of the total exportation. From November 2014 to August 2015, Tunisia exported 300,000 tons of olive oil, worth 2 billion dinars surpassing for the first time in history, Spain (ONAGRI, 2015).

In Tunisia, there are more than 50 olive cultivars, which are spread in all the Tunisian areas with prevalence in the south and the center. In fact, we evaluate about 87% of national plantations (ONH, 2012). In the Southeast, we count an important diversity of cultivars. Some of them are indigenous. For instance, as oil olive plants, Gerbouii, Zalmati and Zarrazi are more grown in Zarzis, Matmata, Ben Guerdene and Beni

Khedech. As table olive, we mention Meski, Besbessi, Bidh Hmem, Limi and Limouni.

Although olive plant is relatively rustic, it may suffer from some diseases caused by bacteria, fungi and viruses. Olive knot, caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, is currently the only disease found, since years, in the most of olive cultivation areas. It is considered till now the most subservient disease to the olive tree (Quesada *et al.*, 2012; 2008).

Since a long time, olive knot (Gardan *et al.*, 1992) disease is potentially widespread in almost countries where olive tree is grown. It has different names related to the country; "thoulel" in Tunisian dialect, "rogna" in Italy, "verrue" in Spain and "tuberculose" ou "chancre" de l'olivier in the north of Africa and in France (Loussert and Brousse, 1978).

The first reported observations on

this disease go back to the late 1870s (Savastanoi, 1878).

Since the beginning of the 20<sup>th</sup> century (Smith and Rorer, 1904), the olive knot has occurred in almost all countries of the world where olive trees are grown.

In case of strong attacks, it kills the branches and shoots that withers gradually the tree (Diaz, 1985). As consequence, it induces important economic incidence on olive production (Schroth *et al.*, 1968; 1973; Young *et al.*, 1996) ...

*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* is a Gram negative bacterium that takes 0,4-0,8\*0,1-0,3 µm as size (Ramos *et al.*, 2012). It has one to four polar flagella which give it its mobility to move. It grows, *in vitro*, at 1 to 32°C, with an optimum of 26°C. *In vivo*, it proliferates very well at room temperature with 70 to 100% of relative humidity (Temsah *et al.*, 2008). The minimal temperatures of 18-22°C are essential for the onset of the disease (Iannotta *et al.*, 2007). Tissues can be infected through leaf scars (after the leaves fall), wounds and fissures on stem and twigs caused by meteorological phenomena (hail and frost) and insect miners, as well as by harvest and pruning practices.

Symptoms are characterized by outgrowths on different parts of infected plants, mainly shoots and branches. The galls are initially small protuberances or swellings. Over time, these tumors are increasing in diameter and showed irregular cracks, their surfaces become brown and hardened with age (Diaz,

1985)..

The development of these galls is dependent on bacterial production of the phytohormone indole-3-acetic (IAA) acid and cytokinins (Penyalver *et al.*, 2006).

Olive knot disease is considered as an important problem for olive crops because of its effect on vegetative growth, olive yield and even possibly on olive oil quality like inferior organoleptic characteristics (Civantos López-Villalta, 1999).

The identification of this pathogen is based on some tests. In the present work, we will identify the bacterial isolates by the LOPAT (Levane, Oxydase, Pectinase, Arginine hydrolase and Tobacco hypersensitivity) (Lelliot *et al.*, 1966), the Salkowski (Gordon and Weber, 1954) tests.

## 2-MATERIAL AND METHODS

### 2.1-Prospection in the southeast of Tunisia

#### 2.1.1-Surveys of south east olive areas and collections of galls

To evaluate the distribution and severity of the olive knot disease in olive trees in the southeast of Tunisia, we made prospections. All were almost guided (by contacting officials exercising previously whether in the CRDA or in institutions research of the considered area) in different groves spread over almost the territory.

Thus, we prospected arbitrarily various groves in different governorates of the



Southeast: Medenine (Beni Khedech, Zammour, El Medhhar, Ben Guerden, Zarziz), Gabes (Matmata, Zmerton, Toujen, Zerkine, Merth, Kettana, Arram) and Tataouine (Chenini, Gordhab).

### 2.1.2-Pathogen isolation

Knots (galls) were removed from the infected materials using a sterile scalpel, washed with water, surface sterilized in a 1:10 dilution of a household bleach (5.25% active sodium hypochlorite). After rinsing in sterile water, the knots were chopped up in a Petri dish. The internal tissue of hydropic appearance was excised, minced in a 50- $\mu$ l drop or sterile water, and crushed to release the bacteria.

After 15 minutes, a loopful of the resulting suspension was streaked with a platinum wire loop on plates of surface-dried King B agar (KBA) medium. Streaks were made in three right angle directions, flaming the loop after each directional streak. The plates were incubated at 26 °C for 3 to 5 days. After purification, individualized bacterial colonies were seeded in tubes containing a KB liquid medium and incubated at 26 °C, with shaking at 120 rpm for 48 hours, and thereafter kept in Eppendorf tubes with glycerol (30%) at -20°C.

### 2.1.3-Pathogen Identification

#### **Gram test**

A drop of an aqueous solution of 3% KOH was deposited on a microscope slide. Then using a loop we took a single

colony and made a bacterial culture emulsion with the solution. The result was read immediately.

#### **Fluorescence Test**

The KB medium is used for the detection of fluorescein, a fluorescent green or blue, water-soluble, chloroform insoluble pteridine pigment. Bacterial isolates were streaked onto KB medium plates and incubated at 26° C. After 24-48 hours of growth, colonies were examined for fluorescence with a long wave-length (366 nm) with an ultraviolet lamp.

#### **The LOPAT tests**

##### **Levane test**

Bacterial colonies from fresh subcultures were streaked onto nutrient agar to which 5% (w/v) sucrose has been added. White mucoid, dome-shaped colonies after 3 to 5 days incubation indicate a positive reaction. We used *P. syringae* pv. *syringae* as positive and *Erwinia carotovora* as negative control.

##### **Oxidase test**

An oxidase disc was impregnated with trimethyl-para-phenylene diamine. This reagent give a purplish colour when oxidized A loopful of the bacterial cells, taken from agar KB medium, is smeared over the oxidase disc. The time, in seconds, required to develop the purple colour in the bacterial mass is a measure of the height of oxidase activity. Colour developing 30 sec or more after the bacteria come in contact with the reagent is considered negative.

### ***Arginine dihydrolase***

3 ml medium were deposited in tubes and were allowed at room temperature for 5 days before use. By a sterile loop, we inoculated the tubes separately by the bacterial isolates. Then, 1cm of sterile mineral oil was added to the tubes which were finally incubated at 26 ° C for 48 hours.

### ***Pectinase***

Potato slices were used instead of pectinase environment since it contains pectin.

This test demonstrates the secretion of pectinase enzyme by the bacterium. This is to file a bacterial suspension in a pit dug on a potato slice. After 24 hours of incubation, the pectinolytic activity is revealed by the formation of a depression of the wells.

### ***Tobacco hypersensitivity test***

This test demonstrates the pathogenicity of a bacterium by the necrosis of inoculations areas.

For each isolate, 100 µl of prepared suspension ( $10^8$  CFU/ml), prepared in a sterile physiological water (NaCl 0.85%), was injected using sterile syringes on tobacco leaves (Burley).

After 48 h, a positive reaction should be detected by observing at the inoculated areas of a wet appearance. Then, these areas should be dried out and eventually become brown to beige.

### ***Salkowski test***

Salkowski test (Gordon and Weber,

1950) allows to reveal the presence or absence of AIA in a solution.

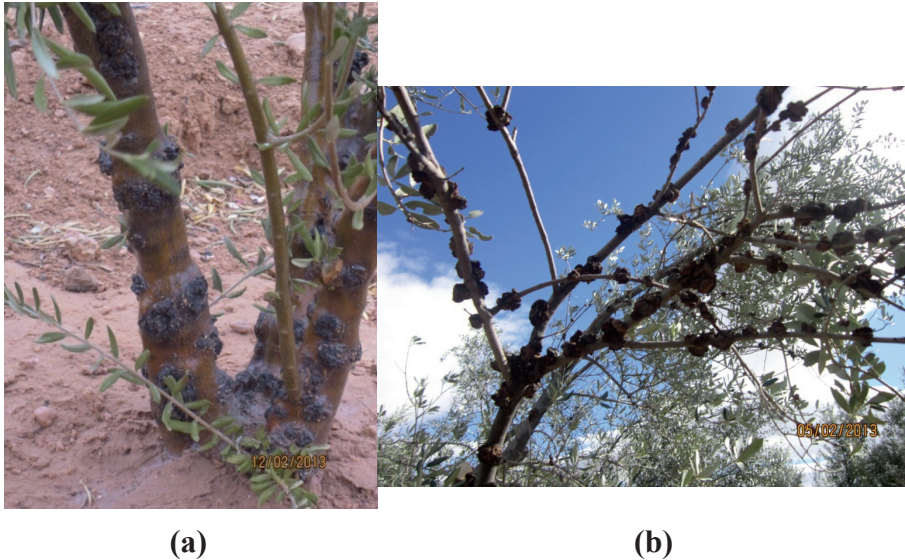
In our case, the bacterial suspensions were centrifuged at 10000 rpm for 10 minutes. 1 ml of each supernatant was added to 2 ml of Salkowski reagent already prepared and stored at 4 ° C in the dark. The mixtures were then homogenized by vortex.

After 30 minutes, a red color indicates a positive reaction of the test.

## **3-RESULTS AND DISCUSSION**

### **3.1-Symptoms of olive knots and distribution in the Tunisian Southeast**

As shown in **figure 1**, the olive knot disease is characterized by producing raised 'knots' or galls (hyperplasia formation) on olive trees (Surico, 1986). Galls appear either singly or close together on any organ of the plant. They are most common on twigs and young branches (Fig1-b), but also appear around wounds on the main trunk (Fig1-a). Starting as cream/white small swellings, knots grow rapidly into smooth spherical green knots 3-5mm across, increasing in size as they mature (up to 2.5 cm) and becoming darker and more furrowed.



**Fig.1. (a):** Young olive plant (variety Zarrazi) attacked by olive knot (photo taken in Beni Khedech). **(b):** Olive knot symptoms on twigs (Photo taken in Kettena).

Among the surveyed regions in the south-east of Tunisia, the disease has been found in mountainous areas (Zammour, Matmata, Fjij) and irrigated olive groves (Kettena, Arram, Zerkin) which are conducted with the intensive cultivations.

In Zarzis and Ben Guerdene groves, where olive trees are more separated (more aeration) and dependent only on rainfall, we did not notice any case of olive knot infection.



**Fig.2 :** Geographical Distribution of the olive knot disease in the Tunisian Southeast

---

### 3.2-The Gram stain and biochemical identity of isolates

The results of the Gram stain, biochemical characterization (LOPAT) and Salkowski test are summered in the table 1. All the 27 isolates examined were compared to the reference strain ITM317 in each test. All of them are Gram negative bacteria, negative for levan, arginine

dihydrolase, potato soft rot (LOPAT tests). Some of them were positive for oxidase and for fluorescence. All were able to induce a hypersensitive response (HR) on tobacco leaves with different degrees. And all were positive for IAA production (Salkowski test) which takes part directly in the knot genesis (cell hyperplasia and hypertrophy) (Surico *et al.*, 1985).

**Table 1 :** Characterisation of isolates for Gram, Fluorescence, LOPAT and Salkowski tests

Isolates	Gram stain	Fluorescence	L	O	P	A	T	Salkowski
Fji: 1, 2	—	+	—	—	—	—	+	+
Zam: 1,2, 3,4,5	—	+	—	—	—	—	+	+
Mat: 1, 2,3,4,5	—	+	—	±	—	—	+	+
Zer: 1, 2, 3, 4, 5	—	±	—	±	—	—	+	+
Arr: 1, 2, 3, 4, 5	—	±	—	±	—	—	+	+
Ket: 1, 2, 3, 4, 8	—	+	—	—	—	—	+	+
ITM 317 (Ref strain)	—	+	—	—	—	—	+	+



Isolate Zam 2

ITM317

Negative Control

**Fig.3 :** Hypersensitivity test on tobacco leaves inoculated with an isolate (Zam 2), a reference strain (ITM317) and a negative control.

According to these results, we conclude that there is a clear phenotypic homogeneity in the isolates collection and this homogeneity in biochemical traits may be related to the fact that they belong to the same species: *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. This assumption should be confirmed by pathogenicity and molecular characterization.

#### 4-CONCLUSION

Olive knots (galls) were found and recovered from olive plants growing up in mountainous sites (Matmata, Zammour, Fjj) and irrigated groves (Kettena, Arram, Zerkin) where the temperature and relative humidity are more convenient for the disease setting

up and development. Based on the symptoms on natural infected plants, combined with the results of Gram stain, LOPAT, fluorescence and Salkowski tests, it should be concluded that the causal agent is *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*.

This is a preliminary report about *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* in the Southeast of Tunisia.

Differences in susceptibility of the olive cultivars to *Pseudomonas savastanoi* are not demonstrated yet. However, according to our field surveys, Zarrazi appears to be the most susceptible to the infection by the bacterium, regardless of the location where the disease takes place.

## REFERENCES

- Civantos López-Villalta, M. (1999) : Olive Pest and Disease Management. International Olive Oil Council, Madrid.
- Conseil Oléicole International (2012) : Salon international de l'olive, Huile d'olive et dérivés de l'olivier. « Pour une amélioration quantitative et qualitative de la production oléicole » *Mad Mag Oliva Events*.
- Diaz, F. (1983) : Olives in biotechnology. Edited by Rehm H Jet Reed G. Verlag chemie, Weinheim. 5: 379 – 397.
- Gardan, L., Bollet, C., Abu-Ghorrah, M.A., Grimont, F., & Grimont, P.A.D. (1992). DNA relatedness among the pathovar strains of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* Janse (1982) and proposal of *Pseudomonas savastanoi* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 42, 606-612,
- Gordon, S.A., Weber R.P., (1951) : Colorimetric estimation of indole acetic acid. *Plant Physiology* 26: 192–195.
- Iannotta, N., Monardo, D., Noce, M. E., Perri, L. (2007) : Susceptibility of olive genotypes to *Pseudomonas savastanoi* (Smith). Proceedings of the meeting, Working Group “Intergated Protection of Olive Crops”, Florence, Italy, 2005. *IOBC/wprs Bull.*, 30(9): 253-258.
- Lelliott, A., Billing, E., Hayward, A.C., (1966) : A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic *Pseudomonas*. *Journal of Applied Bacteriology*, 29, 470-489.
- Loussert, R., Brousse, G., (1978) : L'olivier; techniques agricoles et productions méditerranéennes Ed. G.P. Maisonneuve et Larose (Paris), 465p.
- ONAGRI, 2015. La balance agroalimentaire à fin Septembre (2015). *ONAGRI VIGILANCE*, N° 18.
- Ouzari, H., Khsairi, A., Raddadi, N., Jaoua, L., Hassen, A., Zarrouk, M., Daffonchio, D., Bendabbous, A., (2008) : Diversity of auxin-producing bacteria associated to *Pseudomonas savastanoi*-induced olive knots. *Journal of Basic Microbiology*, 48, 370-377.
- Penyalver, R., García, A., Ferrer, A., Bertolini, E., Quesada, J. M., Salcedo, C. I., Piquer, J., Pérez- Panadés, J., Carbonell, E. A., del Río, C., Caballero, J. M., López, M. M. (2006) : Factors Affecting *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* Plant Inoculations and Their Use for Evaluation of Olive Cultivar Susceptibility. *Phytopathology*, 96: 313-319.
- Quesada, J.M., Pérez-Martinez, I., Ramos, C., Lopez, M., Penyalver, R., (2008) :

- IS53: an insertion element for molecular typing of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Research in Microbiology*, 159, 207-215.
- Quesada JM, Penyalver R, López MM (2012) : Epidemiology and control of plant diseases caused by phytopathogenic bacteria: the case of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, *Plant Pathology*, Dr. Christian Joseph Cumagun (Ed.), ISBN: 978-953-51-0489-6, InTech, 299–326.
- Ramos C, Matas IM, Bardaji L, Aragon IM, Murillo J (2012) : *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*: some like it knot. *Mol. Plant Pathol.* 13: 998–1009.
- Temsah M., Hanna L., Saad A.T. (2008) : Anatomical pathogenesis of *Pseudomonas savastanoi* on olive and genesis of knots. *Journal of Plant Pathology* 90: 225-232.
- Smith, E.F. and Rorer JB. (1904). The olive tubercle. *Science N. Y.*, 19:416-417
- Surico G, Sparapano L, Lerario P, Durbin RD, Iacobellis NS (1975) : Cytokinin-like activity in extracts from culture filtrates of *Pseudomonas savastanoi*. *Experientia* 31: 929–30.
- Surico, G., Iacobellis, N.S., and Sisto, A., (1985) : Studies on the role of indole-3-acetic acid and cytokinins in the formation of knots on olive and oleander plants by *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. *Physiol. Plant Pathol.* 26:309-320.
- Surico, G., and Lavermicocca, P. (1989) : A semiselective medium for the isolation of *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. *Phytopathology* 79: 185-189.
- Schroth M.N., Hildbrand, D.C., & Reilly, H.J. (1968) : Off-flavor of olives from trees with olive knot tumors. *Phytopathology*, Vol. 58, pp. 524-525, ISSN 0031-949X
- Schroth, M.N., Osgood, J.W., & Miller, T.D. (1973) : Quantitative assessment of the effect of  
the olive knot disease on olive yield and quality. *Phytopathology*, Vol. 63, No. 8, (August 1973), pp. 1064–1065, ISSN 0031-949X
- Iacobellis, N.S., (2001) : Olive knot. *Encyclopedia of Plant Pathology*, eds O.C. Maloy and T.D. Murray (New York: John Wiley and Sons),713–715.
- Young, J.M., Saddler, G.S., Takikawa, Y., De Boer, S.H., Vauterin, L., Gardan, L., Gvozdyak, R.I., and Stead, D.E. (1996) : Names of plant pathogenic bacteria 1864–1995. *Rev. Plant Pathol.* 75:721-763.