

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS

2014 Época II N° 25



COMITÉ CIENTÍFICO:

G. U. CARAVELLO

S. G. CONARD

A. FARINA

A. FERCHICHI

A. A. RAMOS



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias

Revista electrónica anual

COMITÉ CIENTÍFICO:

S. G. CONARD. USDA Forest Service. Riverside. U.S.A.
A. FARINA. Lab. Ecología del Paisaje. Museo Historia Natural. Aulla. Italia.
A. FERCHICHI. I.R.A. Medenine. Túnez.
G. U. CARAVELLO. Istituto di Igiene. Università di Padova. Italia.
A. A. RAMOS. Dep. CC. Del Mar y Biología Aplicada. U.A. España.

COMITÉ EDITORIAL:

V. Peiró, A. Pastor-López, E. Seva. U.A.

DIRECCIÓN:

Eduardo Seva. Instituto Interdisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef»
(IMEM). Universidad de Alicante.

SECRETARÍA:

Victoriano Peiró (V.peiro@ua.es). Gestor Jefe: Gema Iglesias (gema.iglesias@ua.es).
IMEM. Universidad de Alicante.

EDITA:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante.
<http://publicaciones.ua.es>

CORRESPONDENCIA:

Instituto Interdisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef» (IMEM)
Ap. 99 - 03080 Alicante. España.
Teléfono de Secretaría: +34965903400, ext. 1184
Fax: Rev. Mediterránea. IMEM. +34965909873

I.S.S.N.: 0210-5004
Depósito Legal: A-1059-1984

Maquetación:

Marten Kwinkelenberg

Notas para los autores

Los trabajos versarán sobre aspectos de ecología, recursos naturales, paisaje, gestión ambiental, en los ecosistemas de la cuenca mediterránea.

Los manuscritos mecanografiados a doble espacio y por una sola cara se enviarán a la dirección del **Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef» de la Universidad de Alicante (IMEM), Ap. 99 (03080 Alicante, España) —RevistaMediterranea—**. Los autores deberán enviar original y dos copias, así como en CD compatible en programas de tratamiento de texto WORD.

LENGUA: Redactados en español, inglés, francés o italiano.

NOMBRE DE AUTORES: Apellidos y nombres sin abreviaciones.

DIRECCIÓN: Dirección profesional (Organización, Centro de Investigación, Universidad,...) teléfono, telefax, dirección electrónica.

TÍTULO: conciso y completo, sin abreviaciones (max. 60 espacios).

RESÚMEN: Después del título, un resumen en inglés y otro en francés, de 1500 espacios como máximo, independientemente de la lengua utilizada en el texto del trabajo

PARÁGRAFOS: El manuscrito debe respetar el siguiente orden: (contenido) introducción sin título, párrafos con títulos cortos (max. 50 espacios), conclusiones, agradecimientos (si procede), referencias bibliográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Obligatorias para las publicaciones citadas en el texto, que irán en mayúscula. Las referencias de información no publicada (informes, comunicación personal...) se incluyen en el texto entre paréntesis. La bibliografía se presentará según los modelos siguientes:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECCIÓN DE PRUEBAS: Será realizada por la redacción de la revista, aunque los autores deben enviar un texto muy claro y definitivo. Si se hallan deficiencias notorias en el texto, el trabajo será remitido a los autores de inmediato.

TABLAS: Cada tabla en página por separado, numeradas siguiendo el orden de aparición en el texto y llevarán leyenda. El método de escritura admitido puede ser WORD o EXCEL.

GRÁFICAS y DIBUJOS: Presentados en papel blanco no reciclado, exclusivamente en blanco y negro. Las láminas en color deberán ser costeadas por los autores. Gráficas y dibujos deben ser presentados de forma que, modificando su dimensión, no se vea modificada su comprensión. Deberán acompañar las leyendas al gráfico, suficientemente grandes e incluidas en la caja del mismo. Es obligatorio acompañar archivo en el disco compatible y formato TIF o JPGE.

ILUSTRACIONES: Las fotografías, separadas del texto, con leyenda y número de orden, posición en el texto, etc.

NOTAS: Excepcionalmente se incluirán notas a pie, pero éstas deben ir en hojas separadas y debidamente numeradas.

EXTENSIÓN: El texto comprenderá una extensión de 5 (min.) a 25 (max.) páginas dactilomecanografiadas. El número de gráficos, dibujos y fotografías debe ser proporcional al tamaño del texto.

La dirección de la revista se reserva el derecho de revisar los trabajos presentados con el fin de adaptarlos a la publicación.

<http://publicaciones.ua.es>

Notes for the authors

SUBJECTS

Ecology

Natural Resources

Landscape

Environmental Management

Manuscripts typed on duplicate on one side of the sheet only, should be sent to the magazine direction: **Mediterranea. Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio «Ramón Margalef» (IMEM). Universidad de Alicante. Ap. 99 (03080 Alicante) Spain.** All authors are kindly requested to send their papers in writing, but namely on compatible CD, using WORD program. Every paper should conform to the following rules:

LANGUAGE: Spanish, English, French or Italian.

NAME OF THE AUTHORS: Preceded by the full first name without abbreviations.

ADDRESS: Institutional address of author(s) (Institutions, Research Centre, University), telephone, fax, electronic adress..

TITLE: Concise but detailed enough, without abbreviations (max. 60 strokes).

ABSTRACTS: In English and French, whatever it might be the language of the paper. The lenght should not exceed 1500 strokes.

PARAGRAPHS: Should be arranged as follows: (contents) introduction without title, paragraphs with short titles (max. 50 strokes), conclusions, acknowledgments (if required), references.

REFERENCES: Should include only publications mentioned in the text. References to unpublished informations (reports, personal communications, etc.) should be included between parentheses in the text. The bibliography should be presented in conformity with the following patterns:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECTIONS TO THE PROOF: Will be done by the editorial staff. Authors are kindly requested to submit a clear and final paper.

TABLES: Each table should be on a separate sheet, numbered consecutively, with a legend. The writing method admitted is WORD, EXCEL..

GRAPHICS AND DRAWINGS: Separated from the text, should be lettered on white or glossy paper, in black and white in compatible disks TIF or JPGE format. They should be clearly “constructed”, with sufficiently big letters within the block of the graph.

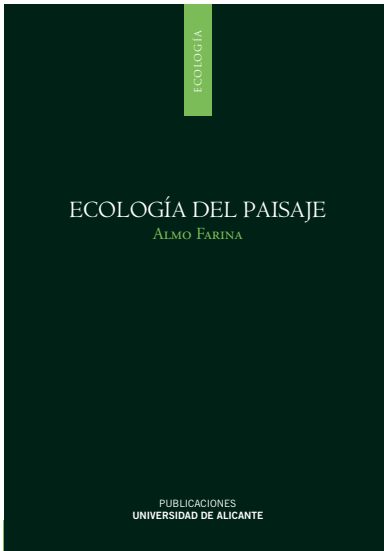
ILLUSTRATIONS: Photographs should be numbered and lettered.

NOTES: They should be numbered and referred to in the text. They should be compiled on separate sheets.

LENGHT: Preferably between 5 (min.) and 25 (max.) typed pages. The number of illustrations, tables and graphs should be proportional to the lenght of the text.

The articles are reviewed by the editorial staff to be conformed for their publication.

<http://publicaciones.ua.es>



La ecología del paisaje es una rama reciente de la ecología que ofrece teoría y métodos para explicar las dinámicas ecológicas de grandes áreas y abre nuevas perspectivas sobre los problemas relacionados con la gestión de los ecosistemas y la planificación del uso del territorio. La atención de la ecología del paisaje se centra en la identificación de las causas y las consecuencias de la heterogeneidad espacial, que es fruto de complejas interacciones entre la biota y el ambiente, además de en la actividad humana que ha contribuido desde tiempos prehistóricos a los cambios del paisaje y es responsable actualmente de profundas y repentinas alteraciones. El punto de vista de la ecología del paisaje integra el contexto natural con el contexto humano y centra su atención en lo que Almo Farina denomina “el

mundo real”, es decir, en las interacciones entre procesos naturales y procesos antrópicos. Los ambientes influidos por el hombre han sido durante largo tiempo cosecha ignorada por los ecólogos porque resultaban poco atractivos desde el punto de vista naturalista; sin embargo son precisamente los “paisajes culturales” (es decir, áreas moderadamente modificadas por el hombre que comprenden elementos naturales) los que proporcionan la clave para la comprensión de los procesos que llevan a la integración entre las realidades naturales y la realidad humana.

Almo Farina está profundamente convencido de que el conocimiento de los procesos que rigen la presencia, la distribución y la abundancia de especies en los ambientes modificados sugerirá al ser humano nuevos caminos que garantizarán un desarrollo de la sociedad humana compatible con las capacidades que emergen de los sistemas naturales.

La convicción de que la ecología del paisaje es un potente instrumento de integración de las teorías ecológicas dentro de la dimensión humana confiere al autor de este texto una carga de entusiasmo que se traduce en una presentación apasionante de la disciplina. Al interés intrínseco de los argumentos cabe añadir: a) la simplicidad del lenguaje específico que facilita la comprensión; b) una serie de ejemplos de muchas de ellas referidas a los ambientes montañosos de los Apeninos donde el autor ha realizado gran parte de sus investigaciones) que esclarecen el corpus doctrinal presentado pero que, en definitiva, son puramente mediterráneos; c) la continua referencia a los argumentos relacionados y a sus aplicaciones.

Una excelente publicación de ecología espacial de la Universidad de Alicante

Índice

Portada

Créditos

Aïda SAÏFOUNI & Mohammed BELLATRECHE

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien) 10

EL BOUHISSI, Mayssara; MEHDADI, Zoheir; EL ZEREY, Wael

Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux. Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale) 53

Blanca GARCÍA-ÁLVAREZ Y Remedios CABRERA-CASTRO

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz 90

BELLIFA, Mohammed; BENCHERIF, Kada;

LATREUCHE, Belarouci Nouredine

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria) 143

TERRAS, Mohamed; LABANI, Abderrahmane; BENABDELLI, Kheloufi et ANTEUR, Djamel

Ecological role of *Tamarix gallica* *Whal* in an arid region (Algeria) 171

Índice

- YAHIAOUI, Fatima Zohra; LABANI, Abderrahmane; TERRAS, Mohamed; BOUDJEMAA, Mokhtar; HADDOUCHE, Moulay Idriss; ADDA-HANIFI, Nadia Nora et ANTEUR, Djamel
- Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérie)..... 186**
- BENABADJI, Noury ET BENCHENAFI, Lachachi Souhila
- Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons *Lygeum spartum* L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link. (Oranie – Algérie) 204**
- Antonio BELDA, Vicente FERRI, Benito ZARAGOZÍ, Roque BELENGUER
- Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)..... 234**
- Bensenane IBTISSEM, Benabadji NOURY, Ghezlaoui B-EDDINE et Berkouki RAHMA
- Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale) 257**
- Antonio PASTOR-LOPEZ, José Emilio MARTÍNEZ PÉREZ, Isabel NOVELLA FERRÁNDIZ
- ¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)..... 314**

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Aïda SAÏFOUNI (1) & Mohammed BELLATRECHE (2)

Résumé

Les prospections et observations réalisées en 2007 en période estivale, sur les habitats naturels et l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (Parc National d' El-Kala), ont permis d'identifier 16 habitats de reproduction dans lesquels nous avons obtenus 6923 contacts de 19 espèces d'oiseaux d'eau nicheuses. La plus forte densité en oiseaux nicheurs a été observée au niveau du secteur Nord-Est du lac Tonga. Les habitats les plus utilisés sont représentés par la scirpaie, le rubanaie et la typhaie. L'espèce la plus abondante, est le Grèbe castagneux (*Tachybaptus rufficollis*), avec 1574 contacts. La

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

cartographie numérique des habitats naturels du lac Tonga a permis de mieux cerner la relation « habitats de reproduction – avifaune nicheuse ». L'approche cartographique utilisée dans cette étude, a confirmé l'importance des SIG dans la gestion des ressources naturelles.

Summary

The investigations and observations done during summer season in 2007 for natural habitats and breeding water birds at the Tonga Lake (National park of El-Kala), have permitted to identify 16 natural reproductions habitats, in which we have got 6923 contacts of 19 various species of water birds. The most important density of breeding water birds is located in the North East of the lake. The habitats which are most used by the breeding water birds at Tonga lake are the “Scirpaie, the Rubaniae, and the Typhaie”. The most important specie of water birds is a *Tachybaptus rufficollis*, with 1574 contacts. The numerical cartography of natural reproduction habitats, have permitted to have a better understanding of the relationship between reproduction habitats – breeding water birds at Tonga Lake. The cartography simulation used in this study, has confirmed that the GIS, is important in the management of the natural resources.

Introduction

Les zones humides algériennes, ont fait l'objet de plusieurs études avifaunistiques grâce à leur intérêt pour les oiseaux d'eau (JACOBS & OCHANDO, 1979). Ces zones attirent régulièrement un grand nombre d'espèces d'Anatidés et de Foulques, grâce aux bonnes conditions qui sont offertes, durant l'hivernage et la saison de nidification (CHALABI, 1990 ; LEDANT *et al.*, 1981 ; ISENMANN & MOALI, 2001).

La région Algérienne la plus importante et la plus riche en zones humides est la région du Nord-Est d'Algérie, qui totalise pas moins de 72 sites humides (31,58% de l'effectif national), cette région représente aussi le quartier d'hivernage le plus important de l'avifaune aquatique en Algérie, abritant 33,92% de l'effectif national en oiseaux d'eau (SAIFOUNI, 2009).

Le complexe de zones humides d'El-Kala, situé dans le Nord – Est de l'Algérie, est le plus important complexe de zone humide du pays. Il a fait l'objet de plusieurs recherches sur la faune et la flore (SKINNER & SMART, 1984 ; CHALABI *et al.*, 1985 ; CHALABI & VAN DIJK, 1988 ; CHALABI, 1990 ; BOUMEZBEUR, 1993 ; GEHU *et al.*, 1993 ; SAMRAOUI & DE BELAIR, 1998 ; BOULAHBEL, 1999 ; BENYACOUB & CHABI, 2000 ; BAKARIA, 2002 ; HOUHAMDI, 2002 ; SAMRAOUI &

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

KADID, 2010). Les dénombrements annuels hivernaux de l'avifaune aquatique, ont mis en évidence le rôle majeur joué par ce complexe, notamment pour les Anatidés avec un effectif moyen de l'ordre de 90000 à 100000 individus (VAN DIJK & LEDANT, 1983 ; SKINNER et SMART, 1984) ; comme espèces remarquable on cite : le Canard siffleur (*Anas penelope*), le Canard souchet (*Anas clypeata*) et le Canard chipeau (*Anas strepera*). Ce complexe est également important pour les oiseaux d'eau nicheurs, et pour les oiseaux de passage lors des deux principales périodes de migration de printemps et d'automne. Parmi les principales zones humides de ce complexe, figure le lac Tonga (ISENMANN & MOALI, 2001 ; BAKARIA, 2002). Dans ce travail, nous présentons les résultats des prospections et observations réalisées en période estivale sur l'avifaune nicheuse et ses habitats de reproduction dans le cadre du lac Tonga.

Le résultat recherché est l'identification et la cartographie numérique des principaux habitats de reproduction des oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga. Les prospections réalisées ont été également mises à profit pour identifier certains facteurs écologiques qui renseignent sur la répartition des espèces nicheuses.

L'objectifs de cette étude étant de connaître les caractéristiques des habitats naturels du lac Tonga et de son avifaune nicheuse en vue de leur conservation et leur utilisation rationnelle et durable, voire fournir aux gestionnaires du Parc National d'El Kala, les informations nécessaires, pour leur permettre de gérer efficacement et durablement les oiseaux d'eau dans leur habitats du lac.

Materiels et methodes

1. Site d'étude

Le lac Tonga est un site de type continental, classé réserve intégrale au niveau du Parc National d'El-Kala, et inscrit depuis 1982 sur la liste des sites du réseau Ramsar (MEDWET, 1998). Le lac Tonga est situé a environ 6 km à l'Est de la ville d'El Kala dans la plaine d'Oum Teboul.

Le lac Tonga est situé à 36° 49' N – 8° 32' E, à l'extrême Nord-Est du Parc National d'El-Kala, il a la forme d'une ellipse, il couvre une superficie de 2.600 ha et a un périmètre évalué à 17,7 km. Sa profondeur moyenne varie de 1 à 1,5 m, avec un maximum de 3 m (PNEK, 2006). Le lac Tonga est relié à la mer par un canal de près d'un kilomètre de long.

Site remarquable sur le plan écologique, le lac Tonga se distingue par la richesse et la diversité de son avifaune, à qui

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

il offre d'excellentes conditions en matière de reproduction, d'alimentation et de repos (BOUMEZBEUR, 1993 ; ISENMANN & MOALI, 2001) (Fig. 1, 2, et 3).

La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau, elle est principalement composée par des ilots de *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus*, *Phragmites australis*, *Salix pedicellatt* et *Sparganium erectum*.



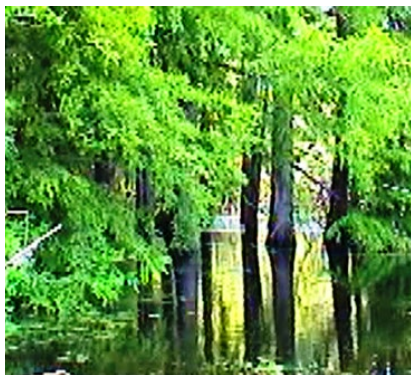
Fig. 1 : Le chalet du lac Tong dans le secteur Nord-Est .
« Photo : Saifouni A, 2007 ».



Fig. 2 : Vue du lac Tonga à partir du mirador dans le secteur Nord-Ouest. « Photo : Saïfouni A, 2007 ».

tum. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaea alba* (ABBACI, 1999). Le Lac Tonga est également un site de nidification utilisé par de nombreuses espèces telles que la Foulque macroule *Fulca atra*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura eucocephala* (CHALABI, 1990 ; BOUMEZBEUR, 1993).

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)



A



B



C



D

Fig. 3 : Richesse floristique et faunistique du lac Tonga. « Photo : Saifouni A, 2007, 2007».

- A. Formation à Cyprès chauve
- B. Formation à Tamaris commun
- C. Poussin de Foulque macroule
- D. Nid d'Erismature à tête blanche

2. Photo-interpretation

Avant de faire notre prospection sur le terrain, nous avons procédé à la photo-interprétation préliminaire des images satellites et des photos aériennes, nous avons aussi utilisé une carte topographique de la zone d'étude (source : Institut National de la Cartographie I.N.C Alger).

Cette première évaluation du site au laboratoire, nous a permis d'identifier les différentes formes physionomiques du lac Tonga. L'image satellite principale sur laquelle nous avons travaillé est issue du satellite SPOT 2007. Le principe utilisé consiste à dresser la carte des zones homologues (isophènes) à partir des caractéristiques photo-grammétriques de l'image satellite (la teinte de l'image satellite). La photo-interprétation de l'image satellite assistée par ordinateur (MapInfo), a permis d'effectuer une première analyse thématique.

La première carte élaborée, a été traitée et quadrillée en mailles ou quadrats (découpage avec des coordonnées UTM), afin de faciliter la détermination et la localisation des différents habitats du lac Tonga. Ainsi, le lac a été divisé selon une grille de 47 cellules de 800 mètres de côté en latitude et longitude ; les cellules centrales mesurent 0,64 km² (Fig. 4).

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

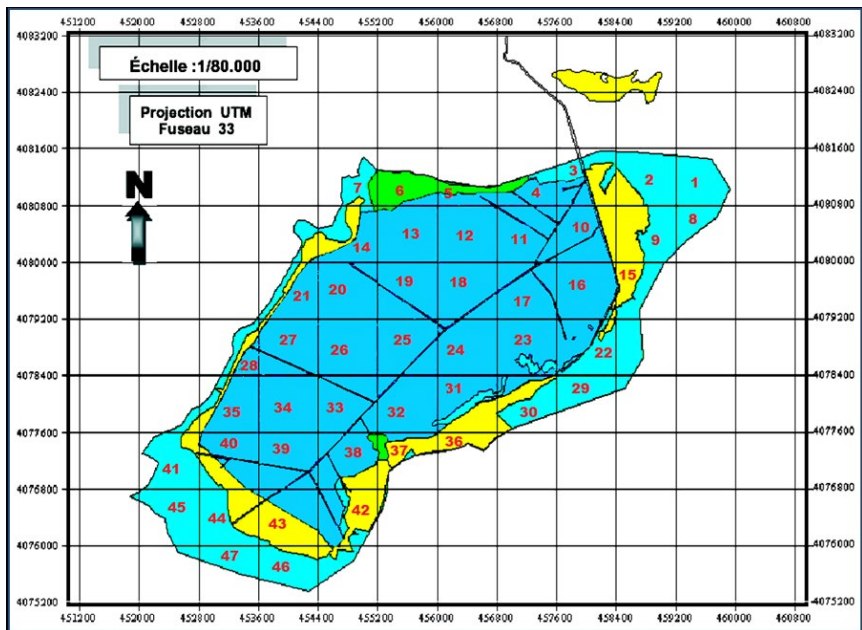


Fig. 4 : Carte préliminaire du lac Tonga avec grille d'échantillonnage de l'inventaire

Cette photo-interprétation nous a permis d'établir une vue générale de site d'étude et de déterminer les différentes formations végétales et leur emplacement, les formes et les contours des habitats ayant été déterminés.

Grâce à l'intensité de la couleur grise de l'image satellite SPOT 2007, qui exprime la densité de la végétation, ou en-

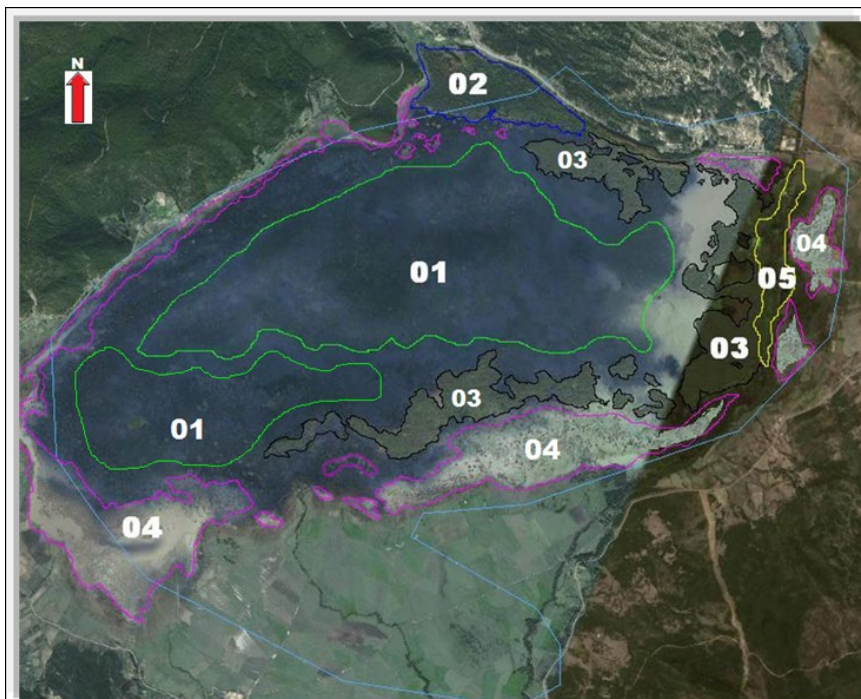


Fig. 5 : Zones isophènes du lac Tonga (en fonction de la teinte de l'image satellite SPOT 2007).

core son recouvrement, nous avons pu distinguer les différentes classes de teinte (Fig. 5). Sur ce, nous avons entrepris 03 sorties sur le terrain afin d'effectuer une interprétation complète de la carte des zones isophènes réalisée au laboratoire.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

3. Enquetes realisees sur le terrain

pour les besoins de nos prospections et observations de terrain, nous avons réalisé 3 sorties sur le lac Tonga : la première du 1^{er} au 18 avril 2007, la seconde du 8 au 26 juin et la troisième du 12 au 29 juillet 2007, soit un total de 53 jours. Cette période d'investigation a été nécessaire pour parcourir l'ensemble du site à étudier, couvrant au moyenne 1 à 2 cellules par jour (Fig. 4) ; elle également englobé l'ensemble de la végétation qu'abrite le lac Tonga et ses alentours.

Echantillonnage de la zone d'étude

La stratégie des investigations ainsi que le plan d'échantillonnage ont été établis de manière à couvrir de façon optimale et représentative l'ensemble de cellules retenues pour l'étude.

Etant donnée la petite surface du site d'étude (2.600 ha), nous avons effectué un échantillonnage systématique des formations végétales ainsi que tous les nids et individus d'oiseaux contournees rencontrés dans ces formations, réalisant l'inventaire de chaque cellule.

Le déplacement à l'intérieur du lac s'est fait à l'aide d'une barque à fond plat manoeuvrée par des perches.

Un GPS (Global Positioning System), a été utilisé pour géoréférencer les transects ainsi que les relevées de la végétation, l'avifaune aquatique nicheuse et les nids.

a)– La première sortie de reconnaissance du lac, nous a permis de cerner les limites géographiques du site d'étude, ainsi que l'identification préliminaire des formations végétales existantes grâce a la photo-interprétation.

Cette première prospection sur le terrain nous a aidé à corriger et à avoir une bonne information, car la relation teinte-végétation n'était pas totalement objective, et cela nous l'avons constaté sur le terrain, en plus la même teinte peut renseigner sur différentes formations végétales et une formation végétale peut apparaître sur l'image satellite sous différentes teintes.



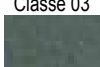
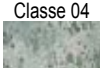
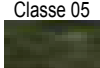
Ainsi, les différentes zones isophènes délimitées ont subi des corrections de contours, et certaines zones dont la texture n'était pas claire, ont été mieux identifiées.

En conclusion, la photo-interprétation pour les documents cartographiques réalisée au laboratoire, nous a permis de déterminer 5 classes de teinte (Fig. 5), et grâce à notre première prospection sur le terrain, nous avons effectué une interprétation complète de la carte des zones isophènes (tableau

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

1). Ces dernières nous ont permis de délimiter les différents types d'habitats naturels rencontrés sur le site.

Tableau 1 : Identification des habitats naturels du lac Tonga sur le terrain selon les zones isophènes

Classe de teinte	Habitats naturels correspondants, identifiés sur le terrain						
Classe 01 	Nénupharaie	Plage d'eau libre					
Classe 02 	Aulnaie	Prairie humides					
Classe 03 	Ceinture de Saulaie	Saulaie flottant	Formation boisée à Cyprès chauve				
Classe 04 	Formation a Tamaris	Prairie humide et Pelouse naturelle	Scirpaie	Sparganaie	Typhaie	Phragmitaie	
Classe 05 	Scirpaie	Sparganaie	Typhaie	Phragmitaie	Iridaie	Formation à Acacia	Pelouse Naturelle

b)– Durant la seconde sortie, nous avons prospecté systématiquement 22 cellules (environ 1300ha), en vue de repérer les différents habitats abritant des nids. Les coordonnées géographiques des observations réalisées (espèces, nids et habitats) sont notées à chaque fois, avec recensement des

couples cantonnés, des individus isolés (mâles et femelles) et des nids, ainsi que l'interprétation des photos aériennes pour les habitats de reproduction.

c)– Durant la troisième sortie, nous avons exploré les 24 cellules restantes (environ 1400ha), en utilisant le même procédé que la deuxième sortie.

La prolongation des investigations jusqu' à fin juillet a été dictée par des considérations climatiques, car l'année 2007 a été caractérisée par une période pluvieuse assez longue qui s'est traduite par une nidification tardive des oiseaux dans le Nord Est Algérien.

Différents types d'informations ont été collectés selon la nature de l'observation. Ce qui suit représente la méthodologie adoptée pour le dénombrement des oiseaux d'aux nicheurs et leur nids et l'identification de leurs habitats de reproduction pendant notre prospection sur le terrain.

Dénombrement des oiseaux d'eau nicheurs dans leurs habitats naturels

De nombreux travaux ont été consacrés à la recherche de méthodes précises et fiables pour caractériser un habitat en vue d'une corrélation avec les paramètres qui caractérisent les peuplements d'oiseaux (MAC ARTHUR & MAC ARTHUR,

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

1961 ; CODY, 1966 ; BLONDEL et al., 1973 ; BLONDEL & CUVILLER, 1977, in BENYACOUB, 1993).

En ce qui nous concerne, nous avons utilisé deux méthodes qui permettent de connaître les effectifs des oiseaux nicheurs, à savoir :

- **le recensement des couples cantonnés et des individus adultes isolés** : nous avons retenu cette méthode de dénombrement car elle a déjà été utilisée en Europe (KOSHIMIES, 1949 ; HILDEN, 1964 in DZUBIN, 1969 ; GRENQUIST, 1965 – 1966 in DZUBIN, 1969) et aux Etats-Unis (EVANS et al., 1956 ; DZUBIN, 1969).
- **la recherche des nids** : la recherche des nids s'applique aux espèces dont la structure en couples et le cantonnement sont peu marqués (BEZZEL, 1969 in BOUMEZBEUR, 1993). Cette méthode est tout indiquée pour les espèces qui nichent dans la végétation, en bordure des plans d'eau, et dont les nids sont assez visibles. Elle consiste à prospecter méthodiquement la végétation émergée sur toute la surface étudiée, afin de noter les habitats susceptibles d'accueillir des nids. Durant nos prospections, nous avons visité la quasi totalité du site d'étude.

Identification des habitats de reproduction des espèces nicheuses

Selon KAABACHE (2000), les méthodes d'étude physiologiques et phytosociologiques, constituent les principales approches méthodologiques, habituellement utilisées pour analyser les communautés végétales.

Pour l'identification des habitats de reproduction du lac Tonga, nous avons opté pour l'approche physiologique en identifiant les différentes formations végétales du lac Tonga. Chaque habitat a été défini sur la base de deux critères :

- La connaissance / l'identification des espèces végétales dominantes ;
- La diversité structurale de la végétation, qui est définie en fonction de :

H = hauteur de la strate arborée, de la strate buissonnante et de la strate herbacée,

R = recouvrement de la strate arborée, de la strate buissonnante et de la strate herbacée (BLONDEL et al., 1973 ; BLONDEL et al., 1976 ; MACARTHUR, 1961 ; KARR, 1971 in BENYACOUB & CHABI, 2000).

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Comme autres critères utilisés, citons la profondeur de l'eau ainsi que les caractéristiques physiques de la formation végétale identifiée (notamment morphologie, couleur).

4. Réalisation d'un SIG

Les données obtenues par télédétection associées à des études de terrain, sont le moyen le plus approprié, le plus rentable et le plus précis pour dresser la carte des ressources naturelles (KARTERIS, 1992 in COSTA et al., 1996).

L'élaboration des cartes numériques s'est effectuée en deux étapes : acquisition et saisie des données, et réalisation de couches thématiques.

Avant d'entamer les prospections sur le terrain, nous avons procédé à une photo-interprétation préliminaire des photos aériennes et des images satellites disponibles, nous avons également utilisé une carte topographique de la zone d'étude. Cette première évaluation du site, nous a permis d'identifier les différentes formes physiologiques du lac Tonga.

La réalisation de notre prototype SIG, s'est effectuée à l'aide du logiciel de cartographie MapInfo professionnel 7.5. Les documents collectés ont servi de support de travail, pour la conception de notre base de données.

Resultats et discussions

Identification des habitats naturels du lac Tonga

Nos investigations de terrain qui ont couvert tout le lac Tonga, grâce aux 230 relevés réalisés sur la végétation du site, nous ont permis d'identifier 16 habitats naturels parmi lesquels 10 habitats appartiennent à la végétation lacustre et 6 habitats à la végétation palustre.

VEGETATION LACUSTRE

Habitat 1 : Plage d'eau libre à végétation immergée ;

Habitat 2 : La Scirpaie : Formation à Scirpe lacustre (*Schoenoplectus lacustris*) et à Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*) ;

Habitat 3 : Sparganaie : Formation à Rubanier (*Sparganium erectum*) ;

Habitat 4 : Scirpaie-Sparganaie ;

Habitat 5 : Typhaie : formation à Massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*) et formation a Massette à larges feuilles (*Typha latifolia*) ;

Habitat 6 : Phragmitaie : formation à Phragmite commun ou à Roseau commun (*Phragmites communis*) ;

**Cartographie numérique des habitats de reproduction de
l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala
(Nord Est Algérien)**

Habitat 7 : l'Iridaie : Formation à Iris des marais (*Iris pseudacorus*) ;

Habitat 8 : Prairie humide, avec du Fourrage naturel, des Arachides, des cultures maraichères, de petits vergers fruitiers, qui se partagent les sols profonds et fertiles de la zone humide ;

Habitat 9 : Pelouse naturelle, c'est une formation à Paspale à 2 épis (*Paspalum distichum*) ;

Habitat 10 : Nénupharaie : Formation à Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*).

VEGETATION PALUSTRE

Habitat 11 : Aulnaie : Formation à Aulne glutineux (*Aulus glutinosa*) ;

Habitat 12 : Formation à Cyprès chauve (*Taxodium distichum*) ;

Habitat 13 : Saulaie flottante : Formation à Saules blanc (*Salix pedicellata*) ;

Habitat 14 : Ceinture de Saulaie : Formation à Saules blanc émergents (*Salix pedicellata*) ;

Habitat 15 : Formation à Acacia (*Acacia eburnea*) ;

Habitat 16 : Formation à Tamaris commun (*Tamarix gallica*).

Parmi les 16 habitats identifiés, 4 habitats n'abritent pas des oiseaux d'eau nicheurs (aucun indice n'ayant été noté), il s'agit de deux habitats lacustres : l'iridaie et la prairie humide et de deux habitats palustres : l'aulnaie et la ceinture de saulaie.

Cartographie des habitats de reproduction du lac Tonga

La carte élaborée grâce au SIG pour le lac Tonga donne une première vision sur la répartition des 16 habitats de reproduction identifiés (Fig. 6).

L'étude de la répartition spatiale de ces habitats aquatiques a permis de mettre en évidence :

1. Une imbrication par endroits des habitats de reproduction, ce qui atteste probablement d'une diversité floristique très appréciable au sein du lac ;
2. Approximativement, la surface du lac est recouverte à 50 % de végétation émergente, à 20 % de plage d'eau libre à végétation immergée et 30 % de Végétation flottante ;
3. Une physionomie dominée par la Nénupharaie (*Nymphaea alba*), la ceinture de Saulaie (*Salix pedicellata*), la Scir-

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

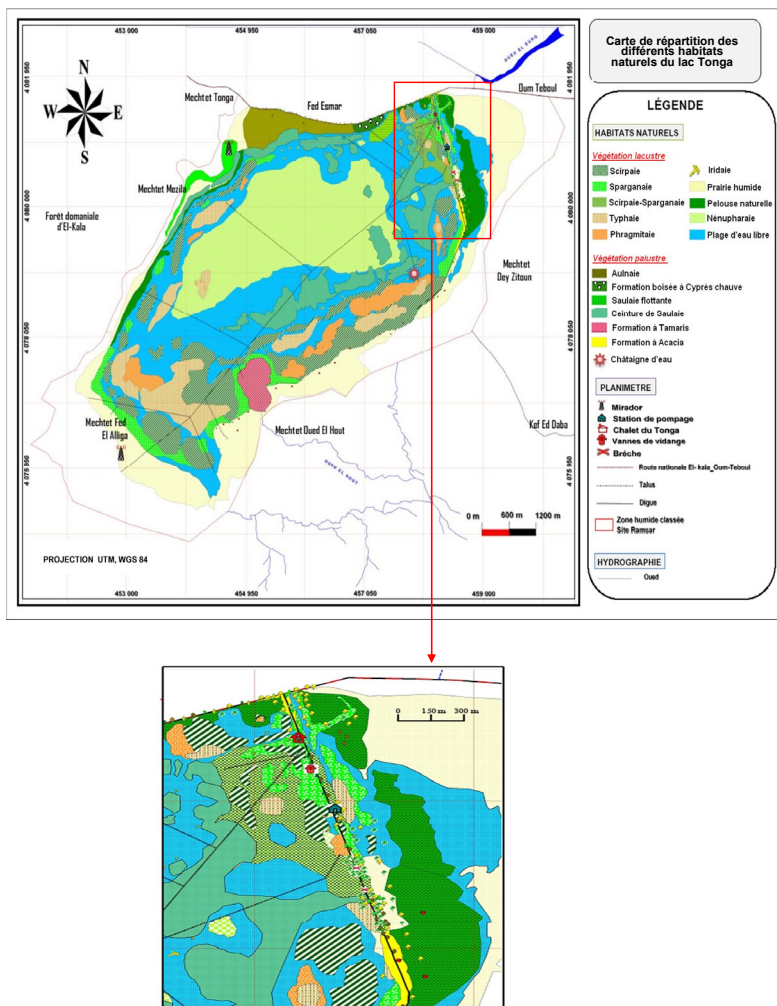


Fig. 6 : Carte de répartition des différents habitats de reproduction du lac Tonga

paie (*Schoenoplectus lacustris*) et le Sparganaie (*Sparganium erectum*) ;

4. La Nénupharaie, qui semble être l'habitat dominant du site d'étude, est essentiellement représentée dans la partie centrale du lac, car le Nénuphar blanc est une espèce de haute profondeur ;
5. La Formation à Iris des marais apparaît sous forme de taches de végétation bien distinctes, d'une superficie plus réduite, elle est plus dispersée en grande partie sur la rive Nord ;
6. Une répartition discontinue de formations végétales de *Schoenoplectus lacustris*, qu'on trouve sur les rives, et qui se développent souvent en îlots concentriques ;
7. Souvent, la Scirpaie est accompagné du Sparganaie, ces deux habitats se trouvent surtout dans la partie Nord-Est de la rive ;
8. Les habitats à Typhaie et à Phragmitaie se développent en peuplements denses à fort recouvrement, on les rencontre surtout dans la partie Sud-Est et Sud-Ouest du lac ;
9. La Ceinture de Saulaie (*Salix pedicellata*) et la Nénupharaie (*Nymphaea alba*) occupent des superficies importantes à l'intérieur du lac ;

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

10. Depuis la partie Nord-Est jusqu'au Sud-Ouest, les prairies et les terres agricoles occupent une superficie considérable ;
11. Les habitats de reproduction arborés (Aulnaie, Formation boisée à Cyprès chauve, Saulaie flottante, Formation à Acacia), sont localisés principalement dans la partie Nord du lac.

Les espèces de l'avifaune aquatique nicheuse

Lors de nos déplacements à l'intérieur du lac Tonga, nous avons obtenu 6923 contacts (individus et nids), toutes espèces confondues (tableau 2).

La richesse spécifique avienne observée est de 19 espèces qui se distribuent dans 5 familles :

- 7 espèces d'Ardeidés : Blongios nain *Ixobrychus minutus*, Grande aigrette *Egretta alba*, Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron garde-boeuf *Bubulcus ibis*, Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Héron crabier *Ardeola ralloides* et Héron pourpré *Ardea purpurea* ;
- espèces d'Anatidés : Canard souchet *Anas clypeata*, Eris-mature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, Fuligule nyro-

Tableau 2 : Nombre de contacts avec les oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga dans leurs habitats de reproduction

Famille	Espèces	Statut phé-nologique	Nombre de contacts (couples cantonnés + individus mâles et femelles isolés+nids)	%	Habitat de nidification
ARDEIDAE	Blongios nain <i>Ixobrychus minutus</i>	Estivant	5	0,07	Typhaie
	Grande aigrette <i>Egretta alba</i>	Sédentaire	10	0,14	Saulaie flottante
	Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	Sédentaire	47	0,68	Saulaie flottante
	Héron garde-boeuf <i>Bubulcus ibis</i>	Sédentaire	236	3,4	Saulaie flottante
	Héron bihoreau <i>Nycticorax nycticorax</i>	Sédentaire	133	1,92	Saulaie flottante
	Héron crabier <i>Ardeola ralloides</i>	Sédentaire	275	3,97	Saulaie flottante
	Héron pourpré <i>Ardea purpurea</i>	Sédentaire	18	0,26	Saulaie flottante
	ANATIDAE	Canard souchet <i>Anas clypeata</i>	Estivant	3	0,04
Erismaure à tête blanche <i>Oxyura leucocephala</i>		Estivant	193	2,79	Scirpaie-Typhaie
Fuligule nyroca <i>Aythya nyroca</i>		Estivant	662	9,56	Typhaie
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>		Sédentaire	698	10,08	Formation à Tamaris
Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i>		Sédentaire	4	0,06	Non identifié (nid introuvable)
RALLIDAE	Foule macroule <i>Fulica atra</i>	Sédentaire	858	12,39	Scirpaie – Sparganaie – Typhaie – Phragmitaie – Prairie humide – Pelouse naturelle
	Poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	Sédentaire	521	7,53	Scirpaie – Sparganaie – Phragmitaie – Prairie humide – Pelouse naturelle – Formation boisée à Cyprès chauve – Formation à Acacia
	Râle d'eau <i>Rallus aquaticus</i>	Sédentaire	8	0,12	Non identifié (nid introuvable)
	Talève sultane <i>Porphyrio porphyrio</i>	Sédentaire	405	5,85	Scirpaie – Sparganaie – Typhaie – Phragmitaie
PODICEPIDAE	Grèbe castagneux <i>Tachybaptus rufficollis</i>	Sédentaire	1574	22,73	Plage d'eau libre à végétation immergée – Nénupharaie
	Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	Sédentaire	581	8,39	Plage d'eau libre à végétation immergée – Nénupharaie
LARIDAE	Guifette moustac <i>Chlidonias hybridus</i>	Estivant	692	10	Nénupharaie
TOTAL	19 espèces	/	6923	100	/

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

ca *Aythya nyroca*, Canard colvert *Anas platyrhynchos* et Sarcelle d'été *Anas querquedula* ;

- 4 espèces de rallidés : Foulque macroule *Fulica atra*, Poule d'eau *Gallinula chloropus*, Râle d'eau *Rallus aquaticus* et l'Taleve sultane *Porphyrio porphyrio* ;
- 2 espèces de Podicipédidés : Grèbe castagneux *Tachybaptus rufficollis* et Grèbe huppé *Podiceps cristatus* ;
- 1 espèce de Laridés : la Guifette moustac *Chlidonias hybridus*.

Le nombre de contacts obtenu par famille, donné par ordre d'importance décroissant, est le suivant : Podicipedidae : 2155 contacts, Rallidae : 1792 contacts, Anatidae : 1560 contacts, Ardeidae : 724 contacts et Laridae : 692 contacts.

Les oiseaux appartenant aux deux familles ayant fourni le plus de contacts – Podicipedidae et Rallidae – utilisent des surfaces d'eau libre relativement importantes, particulièrement au niveau des rives Nord-Est.

En ce qui concerne les espèces, le Grèbe castagneux arrive en tête avec 1574 contacts, suivi de la Foulque macroule avec 858 contacts et du Canard colvert avec 698 contacts.

La plus forte densité d'oiseaux d'eaux nicheurs estimée à partir des contacts obtenus, a été notée dans le secteur Nord-Est (3387 contacts), où existe une importante surface en végétation (Roselière et la Ceinture de Saulaie), la plus faible densité est enregistrée dans le secteur Sud-Ouest (639 contacts), là où les sources de dérangement sont plus importantes (activités agricoles).

Concernant le statut phénologique, nous avons trouvé deux catégories d'espèces nicheuses : les sédentaires et les estivantes :

1 – les sédentaires : sont majoritaires, avec 14 espèces (77,54 % du total) : le Canard colvert, l'Erismature à tête blanche, la Foulque macroule, la Poule d'eau, le Râle d'eau, la Talève sultane, le Grèbe castagneux, le Grèbe huppé, la Grande aigrette, l'Aigrette garzette, l'Héron garde-bœuf, l'Héron bihoreau, l'Héron crabier, et le Héron pourpré.

2 – les estivantes : sont représentées par 5 espèces (22,46 % du total) : le Canard souchet, la Sarcelle d'été, le Fuligule nyroca, le Blongios nain et la Guifette moustac.

Par ailleurs, il faut préciser que les nids sont inaccessibles pour 3 espèces d'Ardeidés : la Grande aigrette, l'Aigrette garzette et le Héron crabier.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Pour deux autres espèces sédentaires (la Sarcelle d'été et le Râle d'eau), et une espèce estivante (le Canard souchet), aucun nid n'a été trouvé ; ce qui nous a amené à attribuer à ces trois espèces un statut de nicheur potentiel, sans indication sur leur habitat de reproduction. Les observations obtenues concernant ces 3 dernières espèces, se résument comme suit :

- Canard souchet : observation de 3 individus volant au-dessus de l'Aulnaie (secteur Nord Ouest) ;
- Sarcelle d'été : observation de 4 individus dans la Saulaie flottante (secteur Nord Est) ;
- Râle d'eau : observation de 8 individus dans la formation à Tamaris (secteur Sud).

Cartographie des habitats de reproduction

Pour obtenir la carte des habitats de reproduction, nous avons superposé les cartes de la distribution spatiale des oiseaux d'eau nicheurs et les cartes des habitats correspondants (Fig. 7).

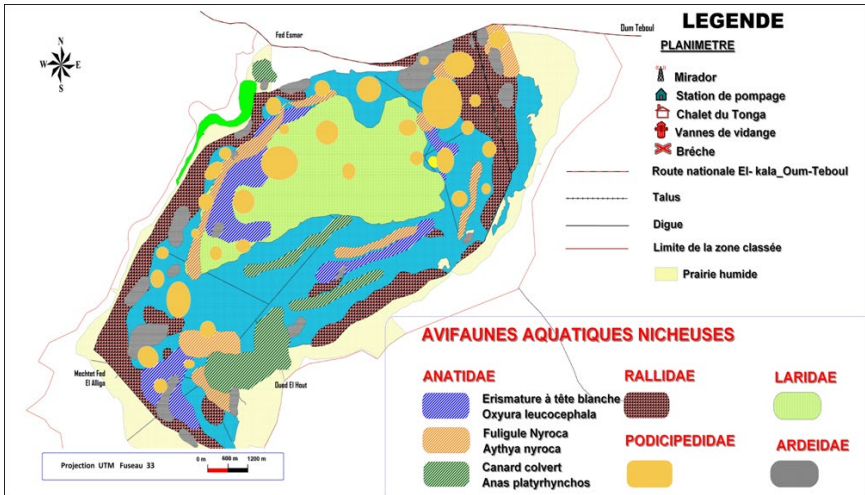


Fig. 7 : Carte de répartition spatiale des oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga

Occupation de l'espace par les principaux groupes d'oiseaux d'eau nicheurs

Nous entendons ici par groupes d'oiseaux, les principales familles d'oiseaux d'eau représentées par des espèces nicheuses dans le lac Tonga.

Rallidés : ce groupe se répartit sur les rives du lac, principalement sur les rives Nord-Est, et Sud-Ouest. Les oiseaux de ce groupe sont qualifiés d'espèces de faible profondeur, car on les rencontre dans les eaux dont la profondeur moyenne est

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

de 75 cm. Pour nicher les Rallidés se rapprochent d'avantage de la rive, à une distance moyenne de 60 m, ce qui permet de les considérer comme des oiseaux de « bordure».

Ardeidés : sont concentrés principalement dans le secteur Nord-Est, là où se trouve la saulaie flottante, appelée aussi « l'héronnière de Tonga », la profondeur moyenne en eau est de 100 cm. La distance à la rive varie entre 10 à 60 mètres.

Anatidés : ce groupe se réparti sur presque tout le contour du lac, avec une forte concentration dans les secteurs Nord-Ouest et Sud-Est, soit parallèlement à la ceinture de Saulaie. La profondeur moyenne de l'eau, où évolue ce groupe, est comprise entre 130 cm et 190 cm. Les nids sont construits à environ 300 m de la rive.

Podicipédidés : l'habitat des oiseaux de ce groupe est constitué essentiellement par les plages d'eau libre, situées approximativement dans la partie centrale du lac Tonga. Les grèbes fréquentent les endroits où la profondeur moyenne en eau est de 2,8 m et les nids (flottants ou dans la Nymphaeae) sont construits à environ 1.000 m de la rive.

Laridés : ce groupe est représenté par une seule espèce abondante, la Guifette moustac, qui occupe de grandes étendues de Nénuphar blanc, situées au centre du lac où la pro-

fondeur de l'eau varie entre 1,30 et 3,60 mètres. Les nids flottants sont situés dans une zone distante de 600 à 2000 m de la rive Nord.

Par ailleurs, l'analyse de la distribution des oiseaux d'eau nicheurs du lac Tonga suggère l'influence de trois facteurs écologiques, à savoir :

La profondeur de l'eau : pour le mois de juin et de juillet 2007, on a pu noter une profondeur qui varie de 1 à 3,6 m. Cette profondeur permet de classer les oiseaux nicheurs dans trois catégories :

- Catégorie d'espèces périphériques, dites espèces de faible profondeur, qui concerne les Rallidae et les Ardeidae ;
- Catégorie d'espèces intermédiaires, dites espèces de profondeur moyenne, qui concerne surtout les Anatidae ;
- Catégorie d'espèces du centre du lac, dites espèces de hautes profondeurs, qui concerne les Podicipedidae et les Laridae.

L'éloignement de la rive : Les Rallidés sont les espèces d'oiseaux d'eau qui nichent le plus près de la rive. En second lieu, on trouve les Ardeidés. Enfin, les Podicipedidés et les Laridés évoluent dans des habitats éloignés des rives.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Les Anatidés ne semblent pas influencés par le facteur éloignement de la rive.

Le recouvrement de la formation végétale : La plupart des espèces d'oiseaux d'eau du lac Tonga préfèrent des habitats à fort recouvrement de végétation, en particulier les Rallidés. Les Grèbes font l'exception, car ils recherchent généralement une végétation de faible densité caractérisée de parcelles d'eau libre (cas du Grèbe huppé).

Distribution spatiale des espèces nicheuses dans les habitats de reproduction

Pour mieux comprendre la distribution spatiale des espèces nicheuses dans les différents habitats de reproduction, nous nous sommes intéressés à la distribution des habitats de nidification et les espèces d'oiseaux qui les occupent (Fig. 8).

La Fig. 8 montre que la Poule d'eau est l'espèce qui utilise la plus grande diversité en habitats (8 habitats), suivie par la Foulque macroule (6 habitats) et la Taleve sultane (4 habitats). L'Erismature à tête blanche, le Fuligule nyroca, le Grèbe castagneux et le Grèbe huppé occupent 2 habitats chacun. Le Canard colvert et les 7 espèces d'Ardeides n'utilisent qu'un seul habitat.

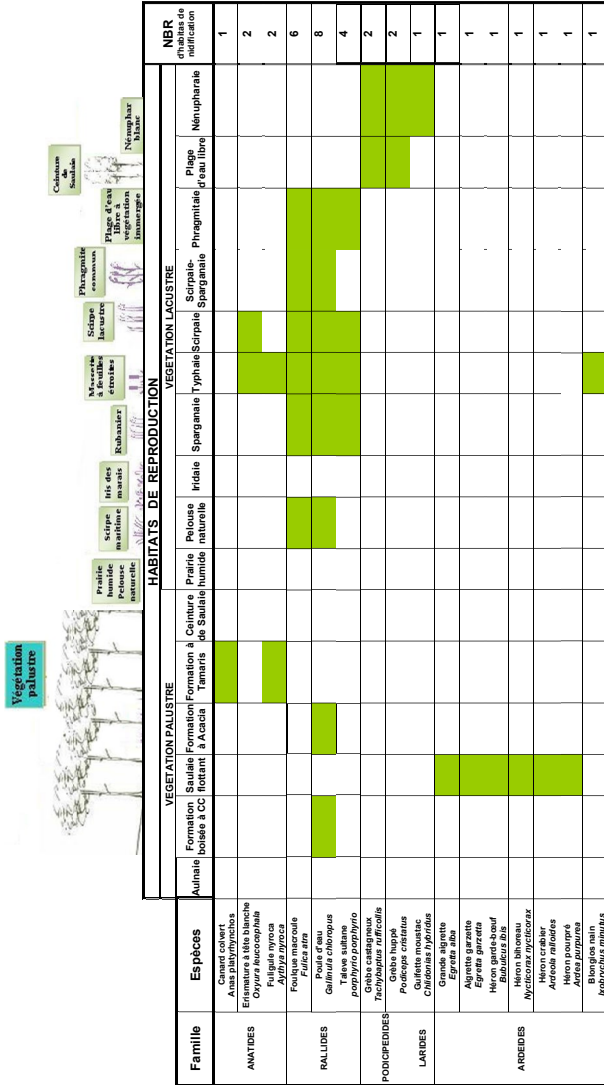


Fig. 8 : Distribution des oiseaux d'eau nicheurs par habitats de reproduction

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

En tenant compte du nombre de contacts, nous donnons pour chaque habitat de reproduction, les espèces d'oiseaux d'eau qui le fréquentent (Tableau 3).

D'après le tableau 3, les plages d'eau libre sont des habitats de prédilection pour les deux espèces de Grèbes. La Scirpaie est recherchée par les trois espèces de Rallidés et l'Erismature à tête blanche. Le Sparganaie et le Phragmitaie sont surtout fréquentés par les trois espèces de Rallidés. La Typhaie, est l'habitat préférée de l'Erismature à tête blanche, du Fuligule nyroca, du Blongios nain, ainsi que les deux espèces de Rallidés (Foulque macroule et Poule d'eau).

D'importantes colonies d'oiseaux d'eau, sont localisées dans certains habitats de la végétation palustre, c'est le cas de la Saulaie flottante dite « héronnière de Tonga » qui abrite une grande colonie d'Ardéidés (6 espèces). Une colonie du Canard colvert occupe la formation à Tamaris. La Poule d'eau a une certaine préférence pour la formation boisée à Cyprès chauve et la formation à Acacia.

La Nénupharaie, située au centre du lac, n'est utilisée que par la Guifette moustac, le Grèbe huppé et le Grèbe castagneux.

Tableau 3 : Espèces contactées par type d'habitat de reproduction

Type de végétation	Habitat de reproduction	Espèces	
Végétation lacustre	1 – Plage d'eau libre à végétation immergée	Grèbe castagneux Grèbe huppé	<i>Tachybaptus rufficollis</i> <i>Podiceps cristatus</i>
	2 – Scirpaie	Erismature à tête blanche Foulque macroule Poule d'eau Taleve sultane	<i>Oxyura leucocephala</i> <i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus porphyrio porphyrio</i>
	3 – Sparganaie	Foulque macroule Poule d'eau Taleve sultane	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus porphyrio porphyrio</i>
	4 – Scirpaie – Sparganaie	Foulque macroule Poule d'eau	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus</i>
	5 – Typhaie	Erismature à tête blanche Fuligule nyroca Foulque macroule Taleve sultane Blongios nain	<i>Oxyura leucocephala</i> <i>Aythya nyroca</i> <i>Fulica atra porphyrio porphyrio</i> <i>Ixobrychus minutus</i>
	6 – Phragmitaie	Foulque macroule Poule d'eau Talève sultane	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus porphyrio porphyrio</i>
	7 – Iridaie		/
	8 – Prairie humide		/
	9 – Pelouse naturelle	Foulque macroule Poule d'eau	<i>Fulica atra</i> <i>Gallinula chloropus</i>
	10 – Nénupharaie	Grèbe castagneux Grèbe huppé Guifette moustac	<i>Tachybaptus rufficollis</i> <i>Podiceps cristatus</i> <i>Chlidonias hybridus</i>
Végétation palustre	11. – Aulnaie		/
	12 – Formation boisée à Cyprés chauve	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
	13 – Saulaie flottante	Grande aigrette Aigrette garzette Héron garde-boeuf Héron bihoreau Héron crabier Héron pourpré	<i>Egretta alba</i> <i>Egretta garzetta</i> <i>Bubulcus ibis</i> <i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Ardeola ralloides</i> <i>Ardea purpurea</i>
	14 – Ceinture de Saulaie		/
	15 – Formation à Acacia	Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>
	16 – Formation à Tamaris	Canard colvert Fuligule nyroca	<i>Anas platyrhynchos</i> <i>Aythya nyroca</i>
Total	12 Habitats utilisés par les oiseaux d'eau nicheurs	16 espèces d'oiseaux d'eau nicheuses	

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

Conclusion

Ce premier travail sur les habitats de reproduction de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga nous a permis, grâce aux 230 relevés avifaunistiques et floristiques réalisés, d'identifier 12 habitats de reproduction (sur les 16 habitats naturels que compte le site) occupés par 19 espèces nicheuses réparties dans 5 familles. Pour 16 espèces, la nidification est vérifiée, et leur statut de nicheur est précisé. Pour les 3 autres espèces, la nidification est considérée comme potentielle, et leur habitat de reproduction doit être identifié et précisé, les espèces concernées sont la Sarcelle d'été et le Râle d'eau (espèces sédentaires) et le Canard souchet (espèce estivante).

Parmi les espèces nicheuses recensées, certaines étaient signalées et/ou connues comme nicheuses sur le lac Tonga (LEDANT et al., 1981 ; BOUMEZBEUR, 1993 ; BELHADJ & al., 2007 ; AISSAOUI et al., 2009), mais sans indication sur leur habitat de reproduction.

Par ailleurs, l'Ibis falcinelle, donnée comme nicheuse par BELHADJ (2008), n'a pas été observée en 2007. L'absence de cette espèce durant nos prospections reste énigmatique.

Certaines espèces nicheuses peuvent être qualifiées d'ubiquistes, comme les Rallidés (présentes dans 4 à 8 habitats de reproduction), alors que d'autres espèces sont plutôt des spécialistes, comme c'est le cas des Ardeidés et des Laridés (présentes dans un seul habitat de reproduction).

La richesse spécifique et l'abondance en oiseaux d'eaux nicheurs sont plus importantes dans la Saulaie flottante qui abrite 6 espèces d'Ardeides. En seconde position on trouve la Typhaie avec 5 espèces et ensuite la Scirpaie avec 4 espèces. La richesse spécifique la plus faible est notée dans la Formation boisée à Cyprès chauve, formation à Acacia et la formation à Tamaris, qui abritent une seule espèce chacune.

Le choix et la préférence des habitats de reproduction des espèces nicheuses mérite une meilleure attention. A cet effet, soulignons qu'au stade actuel, au moins 3 facteurs peuvent être retenus comme étant déterminants : La profondeur de l'eau, le recouvrement de la formation végétale et l'éloignement de la rive.

Enfin, d'autres facteurs méritent également d'être étudiés pour mieux comprendre le choix des sites de nidification, parmi lesquels, nous citons : le nombre de strates végétales, la surface occupée par la végétation, la physionomie de l'espace et sa qualité (visibilité, mobilité...), la disponibilité en

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

matériaux pour les construction des nids, la proximité des sites d'alimentation, les sources des dérangement (activités agricoles, concentrations des riverains, etc.), ainsi que l'état sanitaire du milieu (pollution, dégradation...).

L'application des SIG dans la cartographie de l'avifaune aquatique nicheuse au sein des habitats de reproduction du lac Tonga, a pour finalité une meilleure représentation des habitats de reproduction, ce qui nous a permis d'apprécier tout l'intérêt écologique du site d'étude pour l'avifaune nicheuse. Cette approche nous a montrée que les SIG sont des outils indiqués qui peuvent être utilisés dans la gestion des ressources naturelles.

En effet, l'utilisation des SIG nous a permis de mettre en évidence l'occupation de l'espace par les oiseaux nicheuses, et de mieux comprendre l'importance de certains habitats naturels.

Remerciements— Je finalise cet article, tout en remerciant toutes les personnes qui m'ont porté aide au cours de mon travail de thèse. Je voudrais exprimer ma sincère gratitude à M. BELLATRECHE M, professeur à l'Ecole National Supérieure d'Agronomie (ENSA) d'Alger, pour avoir accepté de m'intégrer dans son laboratoire et m'accompagner par ses

conseils et orientations tout le long de cette période de travail, qu'il trouve ici ma plus chaleureuse reconnaissance.

Bibliographie

- ABBACI H., (1999), *Ecologie du Lac Tonga: Cartographie de la végétation, Palynothèque et utilisation de l'espèce lacustre par l'avi-faune*. Thèse de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 143 p.
- AISSAOUI R. HOUHAMDI M. & SAMRAOUI B., (2009), Eco-Ethologie des Fuligules nyroca *Aythya nyroca* dans le lac Tonga (site Ramsar, Parc National d'El-Kala, Nord – Est de l'Algérie). *European Journal of Scientific Research*, Vol. 28, n° 1, pp : 47-59.
- BAKARIA F., (2002), Contribution à l'étude de la reproduction de la population de Guifette moustac, *Chlidonia hybridus* (Pallas. 1811), dans les zones humides du Nord-Est algérien : cas du lac Tonga. Thèse Magister (Biologie), Université Badji Mokhtar, Annaba, 160 p.
- BELHADJ G., (2008), Contribution a l'étude des exigences écologiques des Ardeidae et de l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, dans le complexe de zones humides d'El-Kala (Algérie), Thèse Doctorat (scencse agronomiques), I.N.A, El-Harrach, Alger, 195 p, annexes.
- BELHADJ G., CHALABI B., CHABI Y., KAYSER Y., & GAUTHIER – CLERC G., (2007), Le retour de l'ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*) nicheur en Algérie. *Aves* 44 (1) : 29 – 36.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

- BENYACOUB, S., (1993), Écologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord – Est algérien). Thèse Doctorat (Ecologie), Université de Bourgogne, Dijon, 287 p, annexes.
- BENYACOUB S., & CHABI Y., (2000), Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Rev. Des sciences et Technologie, Synthèse n°7, Université Badji Mokhtar, Annaba, 100 p.
- BLONDEL J., FERRY C., & FROCHOT B., (1973), Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 :63-84.
- BOUBAKER Z., BELLATRECHE, M. & MOUSSOUNI, A. (2011), Apport de la géostatistique à la prédiction de la diversité avienne dans le Parc national de Gouraya (Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Volume 66, pp : 215 – 229.
- BOULAHBEL R., (1999), Caractéristique d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs. Cas du lac Oubeira et ou marais du lac Mellah (Parc National d'E-Kala – Wilaya d'El-Tarf). Thèse magister. Université Badji Mokhtar, Annaba, 80 p.
- BOUMEZBEUR A., (1993), Écologie et biologie de la reproduction de l'Erismature a tête blanche *Oxyura leucocephala* et du Fuligule Nyroca *Aythya Nyroca* sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est Algérien). Mesure de protection et de gestion du lac Tonga. Thèse de Doctorat, E.P.H.E, Montpellier, 254 p.
- CHALABI B., (1990), Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour l'avifaune. Cas du lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse Magistère, I.NA, El-Harrach, Alger, 133 p.

- CHALABI B., SKINNER J., HARRISSON G., & VAN DIJK G., (1985), Les zones humides du Nord Est Algérien en 1984, W.I.W.O., n°8, 45 p.
- CHALABI B., & VAN DIJK G., (1988), Les zones humides dans la région de Annaba et d'El-Kala en Mai 1987, W.I.W.O., n°23, 36 p.
- COSTA L.T., FARINHA J.T., HECKER N., & TOMAS P., (1996), Inventaires des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence MedWet. Vol I. 55 p.
- GEHU J. M., KAABECHE M., & GHARZOULI R., (1993), Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs de la région de El-Kala (Algérie)– Colloque Phytosociologie et Syntaxonomie typologique des habitats, Bailleul, 1993. France. XXII : 297-329.
- HOUHAMDI M. (2002), Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux (Numidie Orientale. Thèse de Doctorat d'état. Université Badji Mokhtar, Annaba, 183 p, annexes.
- ISENMANN P. & MOALI A., (2001), Oiseaux d'Algérie, Birds of Algeria. Ed. S.E.O.F, M.N.H.N., Paris – Quetzal Communications, Paris, 336 p.
- JACOBS P. & OCHANDO, B, (1979), Répartition et importance numérique des anatidés hivernant en Algérie. *Le Gerfaut*, 69 : 239 – 251
- KAABACHE M., (2000), Guide des habitats aride et saharien (typologie phytosociologique de la végétation d'Algérie). Projet ALG/00/G35, D.G.F, 59 p.

Cartographie numérique des habitats de reproduction de l'avifaune nicheuse du lac Tonga, parc national d'El-Kala (Nord Est Algérien)

- KADID Y., (2010), Les communautés végétales des zones humides en Algérie. Syntaxonomie. Phytodiversité. Conservation. Cas des lacs d'eau douce du Parc National d'El Kala". Thèse de Doctorat (Sciences agronomiques), E.N .S.A, EL-Harrach, Alger, 191 p, annexes.
- LEDANT J.P., JACOBS J.P. MALHER F. OCHANDO R. & ROCHE J., (1981), Mise à jour de l'avifaune algérienne. *Le Gerfaut* 71 : 295 – 398.
- MEDWET., (1998), le lac Tonga. Fiche descriptive. Direction Générale des Forêts (DGF). Ben-Aknoun – Alger. 7 p.
- P.N.E.K (Parc National d'El-Kala)., (2006), Plan De Gestion Du Parc National d'El Kala. Approche Descriptive et Analytique. Doc Adm., Parc National d'El-Kala, 55 p.
- SAIFOUNI A., (2009), État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Description et cartographie des habitats de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (Parc National d'El-Kala). Thèse Magistère, E.N .S.A, EL-Harrach, Alger, 272 p, annexes.
- SAMRAOUI B. & DE BELAIR., (1998), Les zones humides de la Numidie Orientale : bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse* (Numéro spécial) 4 : 1 – 90.
- SKINNER J. & SMART M., (1984), The El-Kala wetlands of Algeria and their use by waterfowl. *Wilfowl*, 35 : 106-118.
- TOMAS P., (1996), Inventaires des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence MedWet. Vol I. 55 p.

VAN DIJK G., (1985), Les zones humides du Nord Est Algérien en 1984, W.I.W.O., n°8, 45 p.

Notas

1. Auteur correspondant. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, 16.010 Alger, Algérie. saifo_aida@yahoo.fr
2. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach, 16.010 Alger, Algérie. bellatmoha@yahoo.fr

Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

EL BOUHISSI, Mayssara (1); MEHDADI, Zoheir (2);
EL ZEREY, Wael (3)

Résumé

Les montagnes sont très sensibles à tout déséquilibre écologique causé par l'activité humaine ou d'une cause naturelle. Ce sont les plus vulnérables aux changements climatiques dans l'atmosphère.

Notre travail consiste à inventorier l'ensemble des espèces végétales dans le versant sud du mont de Tessala selon un gradient altitudinal. *Asphodelus microcarpus*, est une forme de vie dominante et une conséquence de la dégradation des écosystèmes forestiers dans le versant sud de monts

de Tessala. L'étude statistique basée sur l'analyse factorielle des correspondances «AFC», a révélée une corrélation avec d'autres espèces telles que : *Calycotome spinosa* Link., *Chaemerops humilis* L., *Urginea pancration* (Steinh) Phil. et *Asparagus acutifolius* L., ces derniers font partie des formations garrigues qui évoluent sur des sols faiblement calcaires. Cette alliance est la conséquence de l'action anthropozoïque qui se déroule dans cette région.

Mots clés : *Asphodelus microcarpus* Viv., montagne, phytosociologie, AFC, anthropozoïque, dégradation, Tessala

Abstract

The mountains are very sensitive to ecological imbalance caused by human activity or natural causes. These are the most vulnerable to climate change in the atmosphere.

Our job is to inventory all plant species in the southern slope of Mount Tessala by an altitudinal gradient. *Asphodelus microcarpus* is a dominant life form and a consequence of the degradation of forest ecosystems in the southern slopes of mountains Tessala. The statistical study based on correspondence analysis " FAC ", revealed a correlation with other species such as *Calycotome spinosa* Link *Chaemerops humilis* L., *Urginea pancration* (Steinh) Phil.. and *Asparagus acutifolius*

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

L., they are part of scrubland formations that evolve on weakly calcareous soils. This alliance is the result of anthropozoic action taking place in this region.

Keywords: *Asphodelus microcarpus*, Mount, phytosociology, FAC , anthropozoic, degradation, Tessala

Introduction

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé par les utilisations multiples. Les agressions qu'elles ont subi ont cependant considérablement varié en fréquence et en intensité au cours des âges en fonction de la démographie humaine, ce qui a déterminé des phases de progression ou régression de leurs surfaces (QUEZEL & BARBERO, 1990).

En Algérie, la forêt revêt un caractère particulièrement important car elle constitue un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des régions rurales en particulier et du pays en général. Nulle part ailleurs, la forêt n'apparaît aussi nécessaire à la protection contre

l'érosion, la désertification, à l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement (FERKA ZAZOU, 2006)

Dans la région méditerranéenne, les géophytes ont une capacité à se répandre et à dominer dans tous les domaines dégradés par le surpâturage et le feu, il reflète sa capacité à faire face non seulement aux particularités du climat méditerranéen, mais aussi de résister à ces perturbations les plus courantes dans son habitat (PANTIS et MARGARIS, 1988), en synchronisant l'évolution annuelle de son cycle biologique par le maintien de la turgescence cellulaire racinaire est cela pour la survie en période de sécheresse. *Asphodelus microcarpus* Viv. est une tubéreuses vivaces géophyte de la famille de Asphodelaceae (Asparagales), largement réparties sur le bassin Méditerranée (DIAZ LIFANTE, 1996; Polunin et Huxley, 1965). elle est très répandue dans les sols calcaires, les pâturages et les prairies. Le genre *Asphodelus* se trouve à la fois dans les zones arides et semi-arides dans l'écosystème méditerranéens (MARGARIS, 1984) et dans certaines régions d'Afrique du Nord (LE HOUÉROU, 1979; NAVEH, 1973). L'asphodèle caractérise une étape de dégradation finale de la région Méditerranéene (AYYAD, 1976; AYYAD et HILMY, 1974; LE HOUÉROU, 1981). *Asphodelus microcarpus* Viv est devenu une forme de vie dominante de certains écosystèmes méditerranéens dégradés.

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

I. Matériels et methode

I.1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Tessala (Fig. 1) fait partie d'un ensemble de communes montagneuses à cheval entre trois wilayas (Sidi Bel Abbés, Oran et Ain Témouchent). Elle couvre une superficie de 11.824 ha et regroupe une population estimée par la

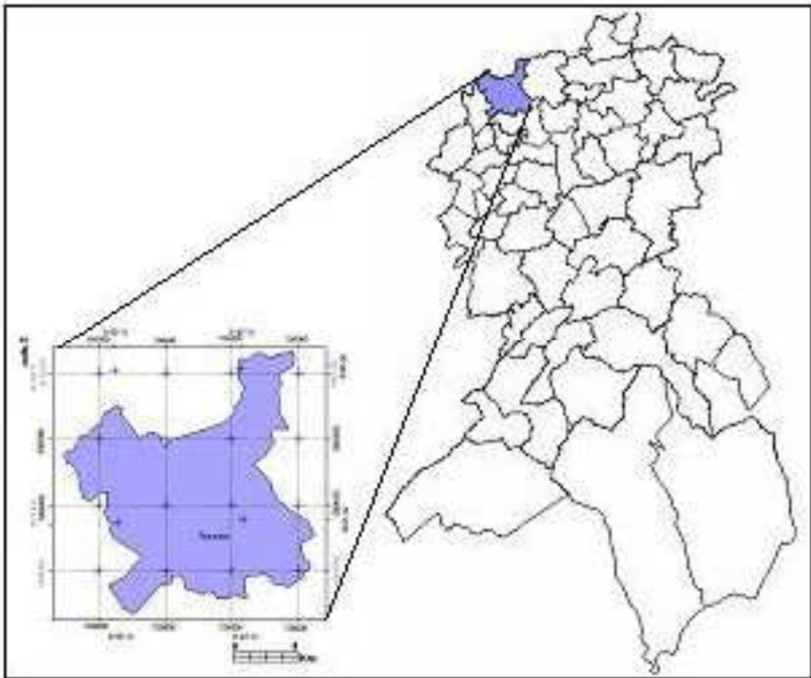


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Ferka Zazou, 2006)

DPAT à 7222 habitants, soit une densité de 61 hab/km², équivalente à la moyenne de la wilaya (62 hab/km²).

Elle s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes :

X1= 35°17'20.34", Y1= 0°51'54.67"

X2= 35°20'31.04", Y2= 0°42'54.96"

Elle est délimitée :

- au Nord par la commune de Sidi Boumédiène et Oued Sebbah (wilaya de Ain Témouchent)
- à l'Ouest par la commune de Sehala ;
- à l'Est de la commune de Ain Trid ;
- au Sud de la commune de Sidi Lahcen.

Elle est caractérisée par des sommets qui atteignent des altitudes moyennes de 600 mètres. Le djebel Tessala culmine à 1061m.

Dans la commune de Tessala, la répartition saisonnière des pluies met en évidence un rapport très marqué entre le régime thermique et le volume des pluies.

Le climat de la région de Tessala montre deux périodes équivalentes (environ six mois) :

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux**
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

- une période sèche estivale typique du climat méditerranéen pendant les mois les plus chauds,
- une période froide et humide, se concentrant sur les mois d'automne et d'hiver.
- Le régime pluviométrique est de type H.A.P.E.
- la région d'étude est localisée dans un étage bioclimatique de type semi aride à hiver frais

1.2. Objectif du travail

Notre travail consiste à inventorier l'ensemble des espèces végétales. dans le versant sud du mont de Tessala selon un gradient altitudinal. A cet effet, nous avons choisi six stations dont les localisations géographiques (tab.1) sont citées sur la figure 2.

Les relevés de chaque station, ont été disposés sur un tableau (sous Excel) avec les variables biologiques et édaphique en « colonnes » et les stations en « lignes » constituant ainsi la

Tableau 1 : Localisation géographique des stations étudiées

Stations	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Longitude	35°1551.27	35° 1610.91	35° 1613.79	35° 1608.06	35° 1633.06	35° 1634.96
Latitude	0°.4608.80	0°.4613.31	0°.4632.19	0°.4645.82	0°.4627.27	0°.4625.18

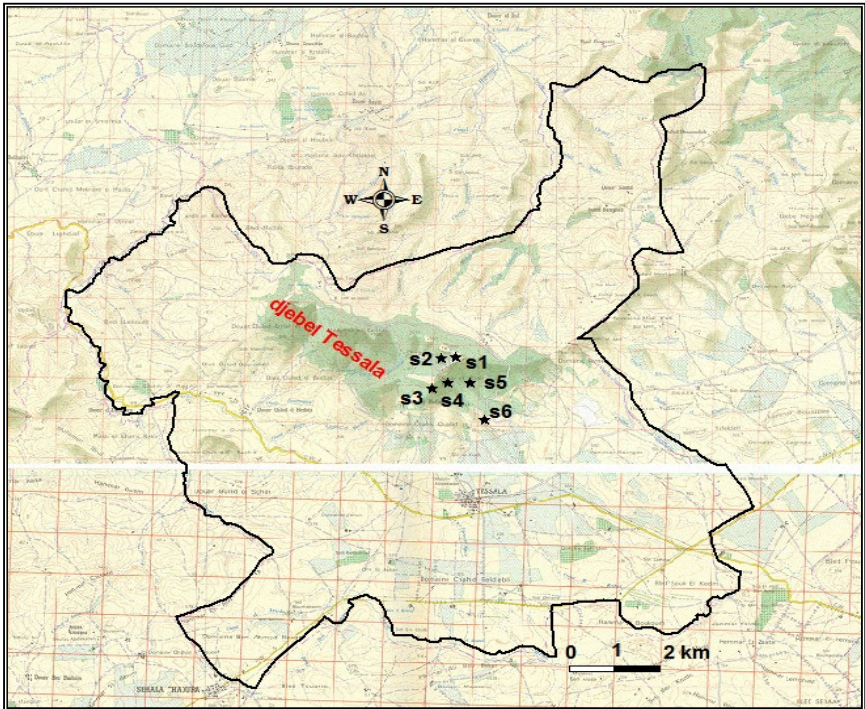


Figure 2 : Localisation des stations de la zone d'étude

matrice sur laquelle les calculs sont appliqués à l'aide d'un logiciel statistique (statistica 6.1). Pour les études phytosociologiques, on adopte une approche statistique nommée l'analyse factorielle des correspondances, cette dernière permet de traiter les deux variables floristiques et pédologiques conjointement (DJEBAILI, 1984).

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux**
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

La méthodologie appliquée est la technique d'échantillonnage sigmatiste (BRAUN BLANQUET, 1952 ; GUINOCHET, 1973). Lors de l'inventaire floristique, les limites de la station étudiée sont reliées à la notion de l'aire minimale qui diffère selon la strate étudiée (GORDON *et al.*, 1983). Dans notre cas, nous avons adopté une aire minimale de 100 m² pour chaque relevé floristique dans chaque station, en suite nous avons noté les conditions du milieu nécessaires à notre étude est qui caractérisent chaque relevé telles que la pente, l'altitude, l'exposition et les coordonnées Lambert.

L'analyse des différents relevés effectués dans les stations choisis (Fig. 3) a fait ressortir certaines caractéristiques se rapportant aux conditions de survie de l'espèce étudiée selon un inventaire par station et selon le gradient altitudinale dans l'ensemble des sites explorés : diversité systématique, types biologiques et types biogéographiques.

II. Résultats et discussion

Après un inventaire floristique des espèces dans les différentes stations, ces derniers on été noté dans un tableau avec leurs indices d'abondance-dominance et sociabilité ainsi que leurs fréquences d'apparitions (Tab. 2).



Figure 3 : Etat actuel des stations étudiées

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

Tableau 2 : Tableau de synthèse d'inventaire floristique

Stations	S1	S2	S3	S4	S5	S6	F %
Altitude	1015	990	882	819	809	718	FREQUENCE
Pente	>25	0-3	> 25	3-15	3-15	3-15	
Exposition	Sud	Sud-est	Sud-ouest	Sud-est	Sud-est	Sud-ouest	
Texture du sol	S/limo- neuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse	Sableuse	
Structure du sol	Polyédri- que	Grumele- use	Grumele- use	Grumele- use	Polyédri- que	Polyédri- que	
Strate arborescente							
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	2.1	-	-	-	-	-	16.67
<i>Ficus carica</i> L.	-	-	-	-	-	1.+	16.67
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	3.2	-	-	-	-	-	16.67
<i>Olea europea</i> L.	-	-	1.+	-	-	-	16.67
Strate arbustive							
<i>Olea europea</i> Var. <i>Oleaster</i> Dc.	-	-	-	1.+	-	-	16.67
<i>Pistachia lentiscus</i> L.	1.+	-	2.1	-	-	-	33.33
<i>Quercus ilex</i> L.	-	-	3.2	-	-	-	16.67
Strate herbacée							
<i>Aegilops neglecta</i>	-	-	++.	-	1.+	-	33.33
<i>Anagallis arvensis</i> L.	++.	++.		++.	-	-	50
<i>Anagallis monelli</i> L.	++.	++.	++.	-	++.	-	66.67
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1.+	-	2.1	2.2	2.1	1.1	83.33
<i>Asparagus officinalis</i> L.	-	-	-	-	-	1.1	16.67
<i>Asphodelus microcarpus</i> Sal & Viv.	3.3	4.3	4.4	4.4	3.2	3.2	100
<i>Avena stiriis</i> L.	++.	-	++.	++.	-	-	50
<i>Ballota hirsuta</i> L.	1.1	-	2.1	3.3	1.1	2.1	83.33
<i>Bellis silvestris</i> L.	-	++.	-	-	-	-	16.67

El Bouhissi, Mayssara; Mehdadi, Zoheir; El Zerey, Wael

<i>Briza maxima</i> L.	-	-	++	-	-	-	16.67
<i>Bromus rubens</i> L.	++	-	1.+	1.1	-	-	50
<i>Bromus sterilis</i> L.	-	-	-	-	1.+	-	16.67
<i>Calendula arvensis</i> L.	-		++		-	++	33.33
<i>Calycotome spinosa</i> Link.	2.1	3.2	3.2	3.2	4.3	3.3	100
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	++	-	1.+	1.+	-	1.+	66.67
<i>Centaurea pullata</i> L.	++	-	++	++	++	-	66.67
<i>Chamaerops humilis</i> L.	2.2	2.1	3.2	3.3	3.2	3.2	100
<i>Cistus salvifolius</i> L.	-	-	-	-	++	-	16.67
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	-	-	-	++	-	++	33.33
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	-	-	-	1.+	1.1	50
<i>Daucus carota</i> L.	-	-	-	++	-	++	33.33
<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medicus.	-	-	-	-	-	++	16.67
<i>Eryngium amethystinum</i>	-	-	-	-	-	1.+	16.67
<i>Eryngium triquetrum</i> L.	-	-	-	-	-	++	16.67
<i>Hordeum murianum</i> L.	-	++	++	-	++	++	66.67
<i>Iris sisyrinchium</i> (L.) Parl.	-	-	-	1.+		++	33.33
<i>Lagurus ovatus</i> L.	1.1	++	-	++	++	++	83.33
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	-	-	-	-	-	1.+	16.67
<i>Malva sylvestris</i> L.	-	-	-	-	++	-	16.67
<i>Marrubium vulgare</i> L.	-	-	-	-	-	1.1	16.67
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	-	-	-	-	-	++	16.67
<i>Muscari neglectum</i> Guss.	-	1.+	-	-	-	-	16.67
<i>Narcissus tazeta</i> L.	3.1	-	-	-	-	-	16.67
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	-	-	1.1	++	++	-	50
<i>Papaver hybridum</i> L.	-	-	++	-	++	-	33.33

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	-	++.	-	-	1.+	33.33
<i>Paronchya argentea</i> Pourr.	-	-	-	-	-	++.	16.67
<i>Plantago lagopus</i> L.	2.1	++.	1.1	++.	++.	-	83.33
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	1.+	-	-	-	-	-	16.67
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	1.1	-	++.	-	-	-	33.33
<i>Reseda alba</i> L.	-	-	++.	-	++.	++.	50
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	-	-	-	-	1.1	-	16.67
<i>Ruta chalepensis</i> L.	-	-	-	++.	1.1	-	33.33
<i>Scilla peruviana</i>	-	-	-	-	-	++.	16.67
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	-	-	-	-	++.	++.	33.33
<i>Sinapis arvensis</i> L.	-	++.	++.	-	-	-	33.33
<i>Sylbium murianum</i> L.	++.	-	-	-	++.	++.	50
<i>Teucrium polium</i> L.	-	-	-	-	1.+	-	16.67
<i>Torilis nodosa</i>	-	1.+	-	1.+	-	-	33.33
<i>Trifolium stellatum</i> L.	++.	-	++.	-	++.	-	50
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	1.+	++.	++.	++.	++.	-	83.33
<i>Urgenia pancracion</i> (Steinh) Phil.	2.1	-	1.+	-	1.+	-	50
Nombre d'espèces = 59	24	13	27	20	26	27	

L'espèce se développe dans des altitudes allant de 718 à 1015 mètre dans des pentes faibles ainsi que des pentes fortes (de -3 % à 25 %). *Asphodelus microcarpus* n'est pas très exigeante, elle peut se développer dans des sols à texture sableuse avec une structure grumeleuse ou polyédrique.

Après avoir collecté les informations dans le tableau 2, nous avons trouvé 59 espèces répartie selon un gradient altitudinal, le nombre d'espèce le moins important est celle de la station 2 avec 13 espèces, la station 3 et 6 représentent le maximum d'espèce avec 27 espèces.

Le cortège floristique de *Asphodelus microcarpus* est diversifié ou nous avons pu constater la présence de trois strates, la première qui est la strate arborescente représentée par les phanéropytes avec 04 espèces dont les fréquences d'apparition ne dépassent pas les 16.67 %, en seconde lieu la strate arbustive, elle est représentée par 03 espèces avec une fréquence d'apparition de l'ordre de 16.67% à 33.33 % pour le cas l'espèce *Pistachia lentiscus* L. (lentisque) et finalement la strate herbacée avec 52 espèces et une fréquence d'apparition qui varie entre 16.67 a 100 %.

II.1. Caractérisation systématique

Il y a une hétérogénéité spatiale qui se traduit par une richesse spécifique reliée à la présence des différentes familles, les plus représentées sont Les Poacées et les Astéracées avec 23.33% et 20 % (Fig. 4), répartie en 6 genres pour chaque famille, en seconde position viennent les familles Liliacées, Fabacées et Apiacées par un taux de 13.33 %. La troisième

Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

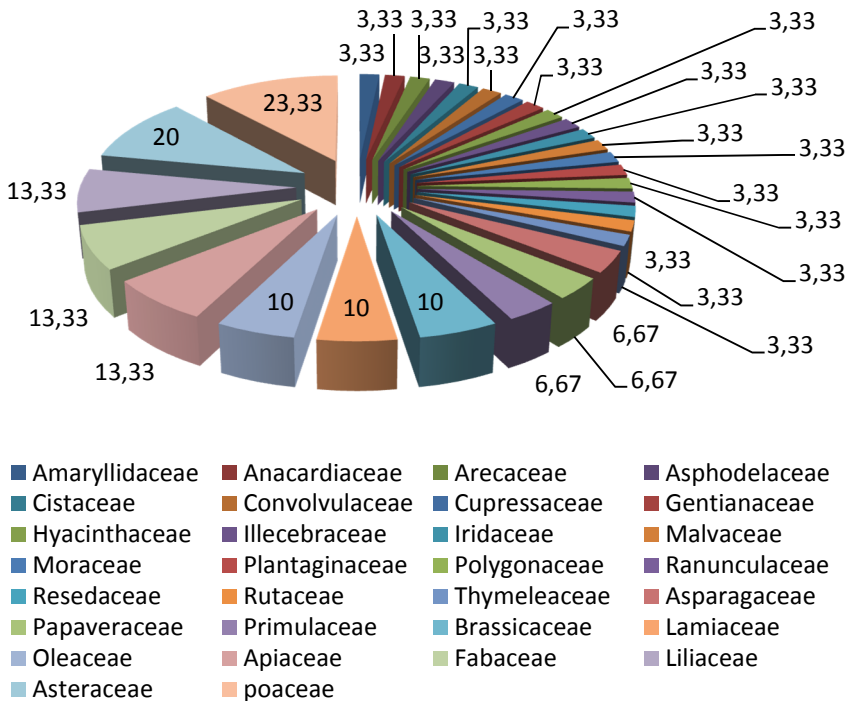


Figure 4 : Spectre global de la diversité taxonomique

position par les Oléacées, Lamiacées et Brassicacées avec 10 %, le reste des familles se partage avec des taux faibles dont lesquelles est affiliée l'espèce *Asphodelus microcarpus* Viv.

II.2. Les types biologiques

La classification la plus utilisée, celle de (RAUNKIAER, 1934) est de nature «morphologique». Rappelons qu'elle prend en compte la position, par rapport au sol, des bourgeons de « rénovation » du végétal et permet de reconnaître cinq type.

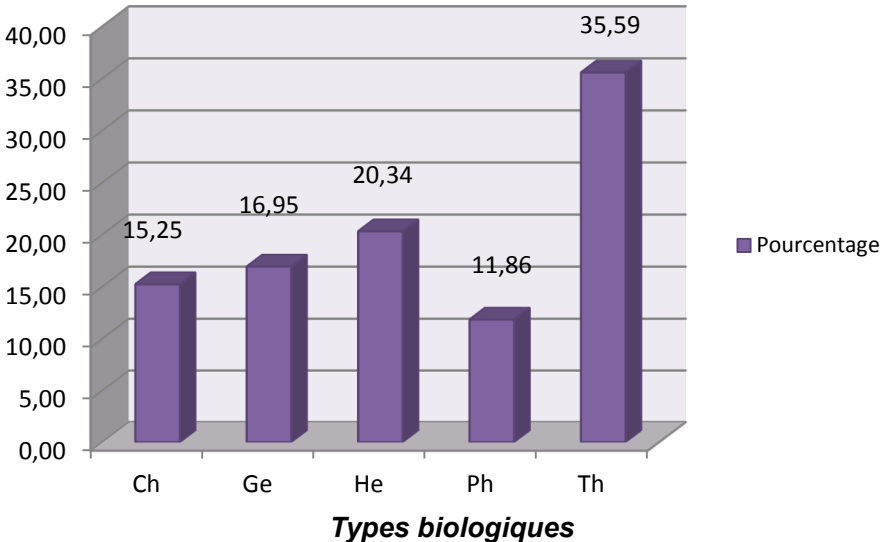
L'analyse des types biologiques des espèces identifiées (Fig. 5) fait ressortir la prépondérance des thérophytes qui renferment un taux de 35.59 %, ces derniers représente l'expression de l'adaptation aux habitats perturbés (GRIME, 1977), ceci témoigne d'une dégradation dont l'origine est l'action anthropique. La présence des hémicryptophytes avec un taux de 20.34 % peut être expliquée par la présence des sols plus au moins riche en matières organique, Les géophytes viennent au troisième rang et contribuent à 16.95 % de la flore.

Pour l'ensemble des stations étudiées, la répartition des types biologiques est la suivant :

Th > He > Ge > Ch > Ph.

Malgré l'importance des thérophytes, les hémicryptophytes gardent une place importante dans les formations végétales de la zone d'étude avec 12 espèces, soit 20.34 % de l'effectif total.

Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)



Ch: chamephytes, **Ge:** géophytes, **He:** Hemicryptophyte,
Ph: Phanérophytes **Th:** Thérophytes

Figure 5 : Proportions des types biologiques

BARBERO ET QUEZEL (1989), expliquent l'abondance des hémicryptophytes au Maghreb, par une plus grande richesse en matière organique en milieu forestier et par l'altitude.

Enfin, on peut dire que les thérophytes sont les plus représentés dans la région d'étude.

Plusieurs auteurs ont mis l'accent dans leurs travaux sur l'origine de l'extension des thérophytes :

- Soit dans l'adaptation à la contrainte du froid hivernale (RAUNKIAER, 1934); ou à la sécheresse estivale (DAGET, 1980 ; NEGRE, 1966 ; BOUAZZA et *al.*, 2004 ; BENABADJI et *al.*, 2004).
- Soit encore aux perturbations du milieu par le pâturage, les cultures, ... etc. (GRIME, 1977). D'après BARBERO et *al.*, (2001), la thérophytisation est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces subnitratophiles liées aux surpâturages.

L'indice de perturbation est calculé selon Loisel et Gamila (1993), il nous a permis de quantifier la thérophytisation d'un milieu.

$$IP = \frac{\text{(Nombre de chamaephytes + Nombre de thérophytes)}}{\text{Nombre total des espèces}}$$

L'indice de perturbation étant de l'ordre de 52.54 % pour toute la zone d'étude. Ceci montre nettement la dégradation que subissent ces formations végétales ainsi que l'importance de cet indice est proportionnelle à la dominance des thérophytes

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

et des chamaephytes ce qui est le cas pour l'ensemble des stations d'études.

Par rapport a d'autre sites tels que : Beni saf, Ghazaouet et Zenata Sidi Driss, Ouled Youcef et Ziatene du littoral de Honaine avec des indices qui dépassent 60 % (BENMEHDI, 2012 ; CHERIF, 2012), les monts de Tessala sont moins perturbant mais présente une dynamique régressive de son cortège floristique dominés par les thérophytes et les hémicryptophytes.

II.3. Caractéristiques phytogéographiques globale

Une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité (QUEZEL, 1991). Elle constitue également, un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (OLIVIER, 1995).

Quezel (1983) a expliqué l'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène ce qui a entraîné des migrations d'une flore tropicale.

Sur le plan phytogéographique, la figure 6 montre que la flore dans le mont de Tessala se caractérise par un ensemble hétérogène d'éléments d'origines très diverses. En effet, les espèces de la liste floristique se répartissent en 13 classes caractérisant plusieurs domaines, voire empires floristiques.

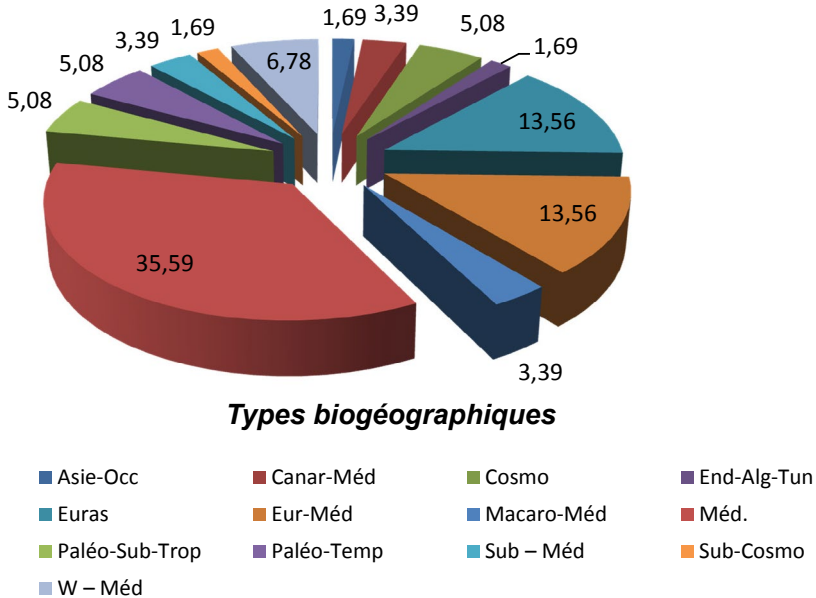


Figure 6 : Proportions des types biogéographiques

Des regroupements ont été élaborés selon l'amplitude de distribution des espèces révélant ainsi la prédominance des espèces à aire géographique méditerranéenne avec un taux de 35.59 %, ainsi que d'autres éléments qui confirment l'appartenance du territoire étudié à la flore méditerranéenne incluant : West-méditerranéens représentés par 6.78 %, canarien méditerranéen (3.39 %), Macaro-méditerranéen (3.39 %). Le caractère méditerranéen de la flore dans le mont de Tessa-

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

la est nuancé par des influences européennes. Les espèces plus nordiques, Eurasiatiques (13.56 %) et Euro-méditerranéennes (13.56 %) notamment, forment un assez important groupe floristique avec 27,12 %.

Les espèces à large répartition tempérée (Paléo tempérées, Cosmopolites, Sub-cosmopolites, Paléo subtropicales) représentent 16.95%.

Les résultats trouvés dans les stations : Beni saf, Ghazaouet et Zenata dans le littoral de Honaine selon une étude phytécologique des groupements à *Tetraclinis articulatales* montrent que les espèces à aire géographique méditerranéen ont un pourcentage de 24.27%, ensuite le type ouest méditerranéen avec un pourcentage de 5.50%, après l'élément européen méditerranéen vient en troisième position avec 4.53% (CHERIF, 2012)

Selon (Benmehdi, 2012) les sites : Sidi Driss, Ouled Youcef et Ziatene littoral de Honaine montrent une prédominance des espèces de type biogéographique méditerranéenne dans la zone d'étude avec un pourcentage de 39.45%, suivies par des éléments ouest méditerranéen, avec 11 espèces soit 10.09 %.

Les éléments Sub-Cosmopolite occupent la troisième position dans la zone d'étude avec 5.50 %. Les éléments Cos-

mopolite reste relativement plus faible avec 4.58 %, et les éléments circum-méditerranéen, européen-méditerranéen, paléo-tempéré, macaronésien-méditerranéen, partagent le même pourcentage 3.67 %.

L'élément méditerranéen-atlantique reste relativement plus faible avec 2.75%, et le même effectif pour le type biogéographique : eurasiatique. Les autres éléments sont encore plus faibles ; leurs taux restent inférieurs à 2 %.

II.4. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'une des meilleures techniques d'ordination appliquée au traitement des données phytoécologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances, c'est sûrement la méthode la plus appropriée pour la discrimination des groupements végétaux (BENMEHDI, 2012)

Cette approche d'analyse multivariée a été utilisée en phytosociologie et en phytoécologie par de nombreux chercheurs, notamment : GUINOCHET, 1952; CHARLES et CHEVAS-SUT, 1957; FENNANE, 1987; EZZAHIRI, 1989; HADJADJ AOUAL, 1991; BENABADJI, 1995; BOUAZZA, 1995 ; HAS-NAOUI, 2008 ; MEZIANE, 2010.

La projection des points espèces et variables dans le plan des axes F1 avec 20.92 % d'inertie et F2 avec 17.90 % met

Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

évidence l'apparition de quatre groupes (G1, G2, G3, G4) représentés dans le schéma suivant (Fig. 7).

Les espèces ainsi que les facteurs du milieu ont été codifiés pour faciliter la manipulation en utilisant le logiciel statistica.

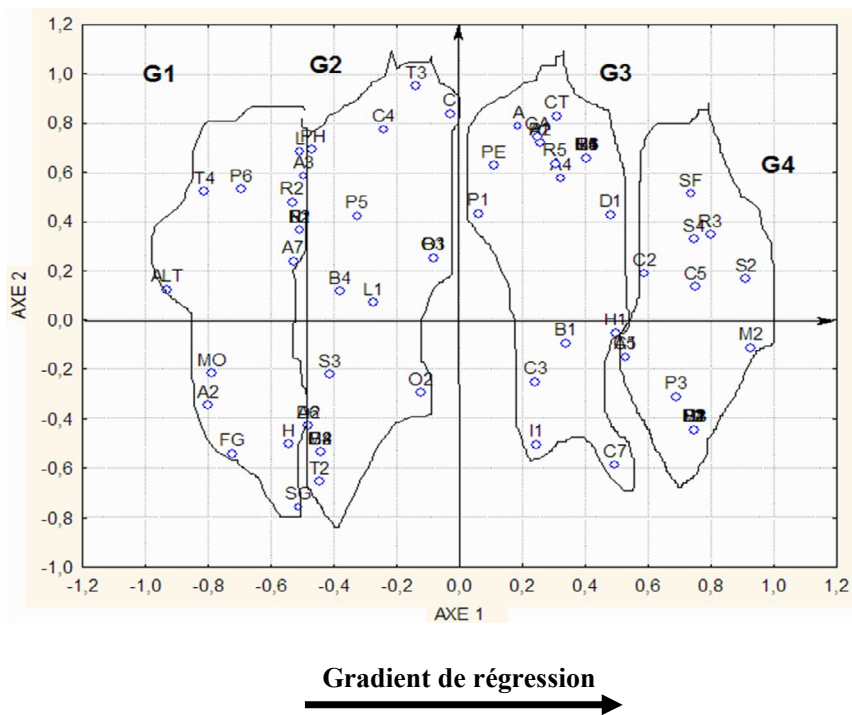


Figure 7 : l'axe factorielle des correspondances

A partir des nuages de points obtenus relatifs aux espèces et des axes factoriels significatifs, on peut mettre en évidence des gradients écologiques qui agissent sur la distribution des végétaux et des groupements qui le constituent notamment dans les matorrals du versant sud du mont de Tessala. Nous avons retenu les relevés et les espèces qui apportent le plus d'informations à l'axe considéré et à sa répartition d'une part du côté négatif et d'autre part du côté positif de chacun des axes.

Le groupe **Gr1** formé par les espèces qui sont presque absente dans les autres relevés d'origine divers est qui ont pu s'adapté mieux à ces condition climatique et édaphique dans le versant sud du mont de Tessala, ce lot d'espèces domine dans les stations S1 et S2, Les espèces caractéristiques de cet ordre sont : *Fraxinus excelsior* L., *Narcissus tazeta* L., *Urgenia pancracion* (Steinh) Phil., *Trifolium tomentosum* L., *Anagallis arvensis* L., *Plantago lagopus* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Avena sterilis* L., *Ranunculus arvensis* L., la dominance de ces espèces est étroitement liée aux affinités avec l'altitude, matière organique, fraction grossière, humidité, sable grossier, Limon (ELBOUHISSI, 2011)

Pour le groupe **G2** les phanérophyte tels que *Cupressus sempervirens* L., *Olea europea* L., *Olea europea* Var. *Oleaster*

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

Dc., sont faiblement représentés dans les stations, associés à leurs tours à des poacées : *Anagallis monelli* L., *Bromus rubens* L., *Sinapis arvensis* L., mais restent dominats par leurs biomasse constituant ainsi des forets. Ces espèces appartenant à l'association végétale (BRAUN BLANQUET, 1974) dont le recouvrement est important, connues par leurs adaptations aux conditions écologiques les plus sévères, l'espèce caractéristique de la dégradation dans la zone d'étude *Asphodelus microcarpus* Salz & Viv., cette dernière avec les autres espèces de ce groupe présentent des affinités à la conductivité et au pH (ELBOUHISSI, 2011), découlant de la dégradation des formations forestières méditerranéennes proprement dites. Ces formations évoluent sur des sols non salés peu calcaire avec des exigences minimales en matières organiques (Fennane, 2006), rajoutons que l'altitude est facteur limitant caractérisant ainsi un étage bioclimatique semi arides.

La présence de l'olivier est attribuée à un acte volontaire qui met en exergue l'action anthropique, ce qui est confirmé par l'installation de *Asphodelus microcarpus* qualifiée de rudérale peu appétente (BENABADJI et al., 2001).

Le groupe **G3** formé par les espèces thérophyte qui ne tolère pas les conditions climatiques extrêmes tel que *Pallenis spino-*

sa (L.) Cass., *Carduus pycnocephalus* L., *Iris sisyrinchium* (L.) Parl., *Aegilops neglecta*, *Papaver hybridum* L., *Convolvulus althaeoides* L., *Hordeum murianum* L., *Calendula arvensis* L., Les espèces caractéristiques de cet ordre sont : *Asparagus acutifolius* L., *Daphne gnidium* L., *Calycotome spinosa* Link. nous notons que ce groupe est en affinité avec la pente, le calcaire et l'argile (ELBOUHISSI, 2011). L'ensemble de ces contraintes se reflète sur la végétation qui ne propose que des façades très dégradés. Ces espèces font parties des garrigues qui évoluent sur des sols peu alcalins et cette alliance serait une conséquence de l'action anthropozoïque qui sévit dans ces contrées, elle traduit la dégradation que subit les formations végétales dans le sud méditerranéen. Le *Calycotome spinosa* dans le mont de Tessala semble être conditionné par l'importance du *Chamérops humilis* qui permet le maintien d'une certaine humidité (BOUAZZA, 2001). Avec un taux de recouvrement important correspondant à une strate buissonnante. Les facteurs édaphiques jouent un rôle évident sur la gestion des ressources en eau et des différentes capacités hydriques des sols.

L'ensemble **G4** est composé des espèces : *Papaver rhoeas* L., *Sylibium murianum* L., *Dipcadi serotinum* (L.) Medicus., *Eryngium amethystinum*, *Eryngium triquetrum* L., *Ficus ca-*

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux**
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

rica L., *Lobularia maritima* (L.) Desv., *Muscari comosum* (L.) Mill., *Paronchya argentea* Pourr., *Scilla peruviana.*, *Chamaerops humilis* L., *Reseda alba* L., *Silyblum marianum* L., *Marubium vulgare* L. présentant une affinité aux milieux à texture sableuse (ELBOUHISSI, 2011), ce cortège floristique est dominé par la forte présence du *Chamaerops humilis* L. selon Alcaraz (1969) cette espèce forme le 4^{ème} stade de dégradation après le thuya suivi de l'*Asphodelus microcarpus*, attribuée aux groupements anthropozogènes (ACHOUR, 1983 ; DAHMANI, 1984 ; GAOUAR, 1984). Ce groupement forme une chaméropaie.

Ces végétaux se développent dans une ambiance bioclimatique sub-humide inférieur à semi-aride supérieur. Leur présence renseigne déjà sur la manifestation d'une certaine dégradation qui, par ailleurs, est encore révélée par la présence d'espèces déjà adapté à ces cantons

L'homogénéité relative de la flore, aggravée par l'action destructrice de l'homme et de ses animaux, est à l'origine de la disparition d'une grande partie de celle-ci dans notre région, notamment les espèces appétentes. Malgré la présence d'une strate arbustive, qui peut faire illusion, il ne s'agit plus d'une pré-forêt mais d'un matorral dégradé et les espèces récoltées le confirment nettement (BOUAZZA et al 2001).

A ce sujet, ALCARAZ (1989) caractérise l'évolution de ces groupements par la présence des espèces anthropiques.

Selon BOUAZZA et *al* (2001), Un matorral signant la dégradation ultime des formations ligneuses se distingue par la présence : *Urginea maritima*, *Asphodelus microcarpus*, *Ferula communis*.

Conclusion

En bioclimat semi-aride et aride, la transformation des forêts potentielles déjà matorralisées se traduisent par la modification des matorrals originaux où s'installent de nouveaux occupants arbustifs mieux adaptés à l'accentuation des contraintes liées aux actions anthropiques. L'espèce *Asphodelus microcarpus* Viv. est un model de régression des formations végétale forestière méditerranéenne. Cette dernière se présente sous un cortège floristique dominé par le palmier nain et calicotome, dans des sols calcaires moyennement riches en matières organiques dans des pentes plus aux moins fortes, elle peut même se développé dans des sommets dépassant les 1000 m d'altitude. L'espèce *A. microcarpus* Viv. présente un pouvoir d'adaptation remarquable dans cette région par sa phénologie et son système racinaire qui joue le rôle de réservoir d'eau dans les saisons estivale.

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux**
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

La complexité floristique des matorrals du versant sud de la zone d'étude apparaît comme le résultat des effets anthropoclimatiques qui y sont survenus durant plusieurs d'années.

Cette anthropisation est un accélérateur de l'érosion de la biodiversité où les matorrals ont longtemps souffert des activités humaines et ses troupeaux (pâturage et surpâturage, défrichement et déforestation, incendie ...) s'étalant tout au long de la chaîne de l'atlas tellien.

Cette dégradation avancée engendre des modifications importantes au niveau de la végétation dans le sens dynamique avec l'apparition des espèces beaucoup plus adaptées à la xéricité.

L'impact des critères bioclimatiques : le rythme des précipitations, l'accroissement des températures moyennes annuelles et l'allongement de la période de sécheresse estivale, se traduit par des modifications importantes de la composition floristique, modifiant ainsi le paysage en imposant une végétation xérophile plus adaptée au stress écologique.

L'intensité des pressions anthropiques découlent de l'accroissement des populations, un aménagement adéquat soit une suggestion pour ces situations critiques, la protection et la

conservation s'imposent plus que jamais, ceci doit être en étroite relation avec un aménagement sylvo-agro-pastorale.

Aux jours qui viennent, nous allons reconnaître des modifications de plus en plus importantes dans la constitution du cortège floristique avec la disparition de la plus part des végétaux.

A ce sujet, QUÉZEL (1995) précise qu' il est urgent, si l'on veut sauvegarder au moins les vestiges encore en place, de définir une politique concertée d'aménagement et de protection pour l'ensemble des pays du pourtour méditerranéen. Ce même auteur ajoute que la connaissance théorique précise des forêts méditerranéennes sera tout d'abord nécessaire. Elle devra couvrir les problèmes écologiques, phytosociologiques, génétiques, bioclimatiques et éco-physiologiques.

Références bibliographiques

ALCARAZ C., 1989. Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ilex* et *Quercus faginea* subsp. *Tlemcenensis* des Monts de Tlemcen (Algérie). Eco. Medit., XV(3/4) : 15-32.

ALCARAZ C.L., 1969. Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell oranais. Thèse de doctorat de spécialité. Fac. AC. Montpellier. 183 p.

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

- AYYAD, M.A., 1976. Vegetation and environment of the western mediterranean coastal land of Egypt. IV. The habitat of non-saline depressions. *J. Ecol.* 64, 713–722.
- AYYAD, M.A., HILMY, S.H., 1974. The distribution of *Asphodelus microcarpus* and associated species on the western Mediterranean coast of Egypt. *Ecology* 55, 511–524.
- BARAKA D., 2008. Inventaire et caractérisation des plantes médicinales de Djebel Tessala (Wilaya de Sidi Bel Abbes). Mémoire de Magister, Univ .Djillali Liabès, Sidi Bel Abbes. 171p. + Annexes.
- BARBERO M. ET QUEZEL P., 1989. Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals de la Méditerranée Orientale. *Lazaco*11. Pp : 37-56.
- BARBERO M., LOISEL R., MEDAIL F. ET QUEZEL P., 2001. Signification biogéographique et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. *Boccone*, n°13. Pp: 11-25.
- Bellakhdar.J. , 1997. Pharmacopée traditionnelle marocaine, ibis press, Paris.
- BENABADJI N., 1995. Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Et à *Salsola vermiculata* au Sud de Sebdou (Oranie – Algérie). Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Tlemcen. 158 p + annexes.
- BENABADJI N., BOUAZZA M., MERZOUK A. et GHEZLAOUI S.M., 2004. Aspects phyto-écologiques des Atriplexaies au Nord de

Tlemcen (Oranie-Algérie). Rev.Sci.Techn.N° 22. Constantine. Algérie. Pp : 62-80.

BENMEHDI I., 2012. Contribution à une étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia lentiscus* du littoral de Honaine (Tlemcen, Algérie occidentale), mém. Magit., 159 p

BOUAZZA M., 1995. Etude phyto-écologique des steppes à *Stipa tenacissima* L et *Lygeum spartum* L au Sud de Sebdou (Oranie – Algérie). Thèse Doct. Univ. Tlemcen. 153 p + annexes.

BOUAZZA M., BENABADJI N., LOISEL R. et METGE G., 2004. Evolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Tome 30, Fasc. 2, 2004. Pp : 219-231

BOUAZZA M., MAHBOUBI A., Loisel R. ET BENABADJI N. 2001. Bilan De La Flore De La Région De Tlemcen (Oranie – Algérie) – forêt méditerranéenne. t. XXII, n° 2, juin 2001

BOUKEF M. K., (1986). Médecine traditionnelle et pharmacopée : les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne, A.C.C.T., Paris. 355p.

BOUTERFAS K., MEHDADI Z., LATRECHE A., CHERIFI K., 2013. Autoécologie du Marrube blanc (*Marrubium vulgare* L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie nord-occidentale), écologie méditerranéenne, Vol. 39, N° 2, 2013, page 39-57

BOUZIDI M.A., LATRECHE A., ATTAOUI I., MEHDADI Z. ET BENYAHIA M., 2009. Caractérisation des matorrals et des garrigues à *Ur-*

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux**
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

- ginea pancration* Phil. dans le Djebel Tessala (Algérie occidentale).
Physio – géo Volume 3 – p. 131-149.
- BRAUN-BLANQUET J., 1952. Phytosociologie appliquée. Comm. S.G.M.A. n° 116.
- CHARLES G. ET CHEVASSUT G., 1957. Sur la présence de peuplements de végétaux steppiques : *Lygeum spartum* L. et *Artemisia herba-alba* Asso. dans la région de Hammam Righa (Tell Algérois). Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. Pp : 524-536.
- CHERIF I., 2012. Contribution à une étude phytoécologiques des groupements à *Tetraclinis articulata* du littoral de Honaine (Algérie occidentale).mém. magist.216p
- CHERIFI k., MEHDADI Z., LATRECHE A. & BACHIR BOUIADJARA S.E., 2011. Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algerie occidentale). Sécheresse, 22 (3) : 197–206.
- DAGET PH., 1980. Un éléments actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. Nat. Mons. P. H. S. Pp : 101-126.
- DIAZ LIFANTE, Z., 1996. Reproductive biology of *Asphodelus aestivus* (Asphodelaceae). Plant Syst. Evol. 200, 177–191.
- DJEBAILI S., 1984. Steppe algérienne : phytoso-cologie et écologie . Ed .O.P.U. Alger.171p.
- EL BOUHISI M., 2011. Etude de *Asphodelus microcarpus* Salzm & Viv. Du mont de Tessala wilaya de sidi bel Abbes (Algérie occidentale), histologie, autoécologie et dosage des polysaccharides pariétaux.

Mémoire de magister. Département des sciences de l'environnement, Sidi Bel Abbes. 166 p

EZZAHIRI M., 1989. Application de l'analyse numérique à l'étude phytoécologique et sylvicole de la cédraie du Moyen Atlas tabulaire : l'exemple de la cédraie de Sidi-Mguild, Thèse de doctorat. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat. 163 p.

FENNANE M., 1987. Etude phyto-écologique des tetracliniaies marocaines. Thèse Doct. Es-Sc. Fac. Sc. Aix– Marseille III. 150p.

FERKA ZAZOU N., 2006. Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de sidi bel Abbes, Algérie. Mémoire de magister. Département de Foresterie, Tlemcen. 114p + annexes

GATTEFOSSE JEAN, 1921. Voyage d'études au Maroc – 2^{me} éditions – Annale de la société botanique de Lyon tome XLI.

GRIME J.P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. The American Naturalist. III. Pp: 1169– 1194.

GUINOCHET M., 1952. Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Af. du Nord. Pp : 131-153.

GUINOCHET M., 1973. Phytosociologie. Ed. Masson, 2 : 7 p.

HADJADJ AOUAL S., 1991. Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran (Algérie). Eco Medit. XVII. Pp : 63-76.

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux**
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)

- HASNAOUI O., 2008. contribution à l'étude de la *Chamaeropaie* de la région de Tlemcen. Thèse de Doct. Uni. Abou Bakr Belkaid Tlemcen. Pp : 20-70 + annexes.
- KIKKEN R., 1962. *Géologie et stratigraphie des monts de Tessala*. Édité. FOUQUET, Oran, 220 p.
- LE HOUEROU, H.N., 1979. North Africa. In: Goodall, D.E., Perry, R.A. (Eds.), *Arid Land Ecosystems*, vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge.
- LE HOUEROU, H.N., 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In: Di Castri, F., Gooddall, D.W., Specht, R. (Eds.), *Ecosystems of the World, Mediterranean-type Shrublands*, vol. II. Elsevier, Amsterdam, pp. 479–521.
- LOISEL R. ET GAMILA H., 1993. Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et pré-forestiers par un indice de perturbation. *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. De Toulon du var*. Pp : 123-132.
- MARGARIS, N.S., 1984. Desertification in Greece. *Progr. Biometeorol.* 3, 120–128.
- MEZIANE H., 2010. Contribution à l'étude des groupements psamphytes de la région de Tlemcen. Thèse de Doct. Eco.Vég.Dép. Biol. Fcu. Scie. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- NAVEH, Z., 1973. The ecology of fire in Israel. In: *Proceedings of the 13th Tall Timber Fire Ecology Conference*, Tallahassee. Florida, pp. 139–170.

- Negre R., 1966. Les thérophytes. Mém. Soc. Bot. France. Pp : 92-108.
- OLIVIER L., MURACCIOLE N. ET RUDERON JP., 1995. Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observation diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France (5-8 octobre 1993) à l'occasion des débats et conclusions. Pp: 356-358.
- PANTIS, J., MARGARIS, N.S., 1988. Can systems dominated by asphodels be considered as semi-deserts? Int. J. Biometeorol. 32, 87-91.
- POLUNIN, O., HUXLEY, A., 1965. Flowers of the Mediterranean. Chatto and Windus, London.
- QUEZEL P. & BARBERO M., 1990. Les forêts méditerranéennes, problème posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta botanica Malacitana, n°15, pp 145-178.
- QUEZEL P., 1983. Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de la végétation passées. Bothalia, 14. Pp: 411-416.
- QUEZEL P., 1991. Structures de végétation et flore en Afrique du Nord: Leurs incidences sur les problèmes de conservation. In Rejdali M et Heywood H.V. Edi consevation des ressources végétales. Rabat. Actes éditions. Inst agro. Et vété. Hassan. II. Pp : 19-32.

**Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un
écosystème montagneux
Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale)**

QUÉZEL P., 1995. La flore du bassin méditerranéen. Origine, mise en place, endémisme. *Ecologia Mediterranea*. XXI (1/2) : 19-39.

QUEZEL P., 2000. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. Ibis Press. Paris. L I, 7p.

RAUNKIAER C., 1934. The life form of plants and statistical plant geography. *Collected papers*, Clarendon Press, Oxford, 632.

SOMSON E., 1987. Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. *Facul Sci. Univ. Alger. I.N. Agronomique. El Harrach (Alger)*. 143 p.

Notas

1. Laboratoire de la biodiversité végétale : conservation et valorisation, Faculté des sciences de l'environnement, Université Djillali Liabes – Sidi Bel Abbès, Algérie. Email : elbouhissimayssara@yahoo.com
2. Laboratoire de la biodiversité végétale : conservation et valorisation, Faculté des sciences de l'environnement, Université Djillali Liabes – Sidi Bel Abbès, Algérie
3. Faculté des sciences de l'environnement, Université Djillali Liabes – Sidi Bel Abbès, Algérie

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

Blanca GARCÍA-ÁLVAREZ (1) y Remedios CABRERA-CASTRO (2)

Resumen

La etiqueta azul del Marine Stewardship Council, pesca sostenible certificada, indica que un producto de pescado, fresco o transformado, procede de un recurso natural, salvaje, gestionado de manera respetuosa con el medio. Para obtenerla es necesario cumplir una serie de requisitos que son evaluados por una empresa certificadora (a la cual MSC ha dado el visto bueno y que es, a su vez, evaluada por otro organismo que asegura su completa imparcialidad). MSC presenta un modo de gestionar pesquerías que, según la propia organiza-

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

ción, asegura la continuidad de la especie objetivo, de otras especies dependientes de ésta y del medio donde habitan. Sin embargo, obtener dicha eco-etiqueta azul es complejo y, sobre todo, económicamente difícil. El objetivo de este artículo es comprobar si el enfoque ecosistémico de este estándar ayudaría a paliar el impacto negativo de una pesquería que es fuente de riqueza, alimento y empleo perdurable en el Golfo de Cádiz. Es decir, aplicar los principios y criterios de MSC como herramienta de gestión de la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica.

Palabras clave: Certificación MSC, *Chamelea gallina*, draga hidráulica, gestión de pesquerías, Golfo de Cádiz, pesca sostenible.

Abstract

The Marine Stewardship Council ecolabel, certified sustainable seafood, shows that a fresh or transformed seafood product comes from a natural wild resource managed in an environment friendly way. In order to obtain this ecolabel many criteria must be fulfilled. These are evaluated by a certified body (CB), approved by MSC. The CB is itself evaluated by a third part which makes of its impartiality assessments. MSC presents a management system which ensures the continuity

of the target specie population, the dependent species and their habitat. Anyway, obtaining the blue ecolabel is complex and economically difficult. This article objective is knowing if the ecosystem approach of this ecolabel would help to minimize the negative impact of a fishery –which is a resource of food, economy and job in the Gulf of Cadiz. In other words, applying the MSC criteria and principles to the *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) clam with hydraulic dredge fishery as a management tool.

Key words: MSC certification, *Chamelea gallina*, hydraulic dredge, fisheries management, Gulf of Cadiz, sustainable fishery.

Résumé

Le label bleue, de pêche durable certifiée, du Marine Stewardship Council, indique qu'un produit de poisson, frais ou transformé, provient d'une ressource naturelle et sauvage, géré de façon écologique. Pour l'obtenir, il faut répondre à un certain nombre d'exigences qui sont évaluées par une société de certification (à laquelle MSC a donné son approbation et qui est elle-même évaluée par un organisme tiers pour assurer son impartialité). MSC propose une gestion des pêches qui assure la continuité de l'espèce cible, des autres espèces

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

dépendantes et de l'environnement où ces espèces vivent. Cependant, obtenir le bleu label est complexe et, surtout, économiquement difficile. Le but de cet article est de vérifier si l'approche écosystémique de cette norme contribuerait à atténuer l'impact négatif d'une pêche qui est une source de richesse, de nourriture et d'emploi durable dans le Golfe de Cadix. En d'autres termes, appliquer les principes et les critères du MSC comme un outil pour la gestion de la pêche de cette petite coque, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), avec la drague hydraulique.

Mots clés: Certification MSC, *Chamelea gallina*, drague hydraulique, gestion de la pêche, Gulf de Cadix, pêche durable.

Introducción

Según el último informe de la FAO (SOFIA 2014), nunca antes se ha consumido tanto pescado ni se ha dependido tanto del sector pesquero. La pesca es una fuente no solo de salud, sino también de riqueza (KALFAGINI & PATTBERG, 2013). El empleo en el sector ha crecido más rápido que la población mundial y el suministro de peces comestibles se ha incrementado a una tasa media anual del 3,2 %, superando así la tasa de crecimiento de la población mundial del 1,6 %. Sin embargo, en 2011, según las estima-

ciones de la FAO, el 28,8 % de las poblaciones de peces resultaron sobreexplotadas. Es, por tanto, necesario poner en práctica planes de ordenación eficaces para evitar el deterioro de las poblaciones y de los ecosistemas (SOFIA, 2014).

Esta creciente preocupación por la capacidad finita de los recursos de la Tierra y el valioso reconocimiento de los recursos marinos como fuente renovable de alimento, ha aumentado el interés de la sociedad por las pesquerías gestionadas de manera sostenible (JACQUET & PAULY, 2007; SHELTON, 2009; GOYERT *et al.*, 2010; OKES *et al.*, 2012; VILLASANTE *et al.*, 2012). El origen de los recursos marinos, los métodos de extracción y el seguimiento a lo largo de la cadena de suministro de alimentos están en auge. Cada vez más, se exige como requisito de los principales países importadores de pescado que éste haya sido capturado de forma legal y que proceda de una pesquería gestionada de forma sostenible. En esta línea, se han desarrollado diversos estándares de gestión para la pesca por distintos gobiernos, organizaciones de gestión regional de pesquerías, grupos ecologistas y otras organizaciones sin ánimo de lucro (GULBRANDSEN, 2009; SHELTON, 2009; FROESE & PROELSS, 2012; SULLIVAN *et al.*, 2012; KALFAGINNI & PATTBERG, 2013; PORTLEY & SOUSA, 2013; SOFIA 2014). También se han introducido

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

estrategias de mercado en esta línea, como son las guías de clasificación, para ayudar al consumidor en su elección y conocimiento sobre si el recurso se ha obtenido a partir de una gestión sostenible. Estas estrategias difieren en rigor, detalle y alcance pero, posiblemente, el estándar gubernamental mejor desarrollado es el de Nueva Zelanda (SHELTON, 2009). La organización de etiquetado orgánico sueca, (KRAV), aprobó en 2004 su eco-etiqueta para pescado y marisco, pero se mantiene como estándar nacional sin alcanzar la eco-etiqueta azul del Marine Stewardship Council (MSC) que se posiciona como el único esquema de certificación global para pesquerías (GULBRANDSEN, 2009; GOYERT *et al.*, 2010; SULLIVAN *et al.*, 2012).

El reconocimiento de MSC se basa en la transparencia y responsabilidad en sus procedimientos y resultados (BUSH *et al.*, 2013). Las líneas de trabajo de la FAO, en las que se basa el estándar, parecen haber consolidado la posición de MSC liderando los estándares de eco-etiquetado para la pesca y dificultando a potenciales competidores crear otro esquema con requerimientos de igual magnitud o fortaleza (GULBRANDSEN, 2009; VILLASANTE *et al.*, 2012). El programa de certificación del Marine Stewardship Council (MSC), es una herramienta apolítica, neutral y científica que lucha con-

tra la sobrepesca, garantiza la renovación de los recursos marinos y que, además, pone la sostenibilidad al servicio de intereses comerciales (PONTE *et al.*, 2008).

El pescado sigue siendo una de las fuentes de proteínas más importante y uno de los productos alimenticios básicos más comercializados de todo el mundo (SOFIA, 2014) y MSC se presenta, precisamente, como una estrategia de mercado (AGNEW *et al.*, 2014) que promueve pesquerías bien gestionadas, animando a los productores a alcanzar ciertos estándares basados en tres principios: 1.– el estado de la población objetivo (stocks sostenibles); 2.– el impacto de la pesquería en el ecosistema (minimizar el impacto ambiental); y 3.– el sistema de gestión de la pesquería – gestión eficaz (MSC, 2012). MSC diseñó una etiqueta para los productos pesqueros que reciben su aprobación, de color azul, y que los identifica claramente con la certificación de pesquería sostenible. De este modo, también el consumidor final, con la elección de estos productos en su compra, se involucra o interviene en el propio proceso.

El gran número de sistemas internacionales y nacionales de certificación y de órganos de acreditación ha generado cierta confusión y costos innecesarios (SOFIA, 2014) pero, de todos ellos, MSC aparece como el más completo, robusto

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

y transparente en la ejecución de su evaluación (PARKES *et al.*, 2010; MARTIN *et al.*, 2012). Aunque la mayoría de pesquerías certificadas son pesquerías importantes a nivel global con grandes volúmenes de capturas (como la primera pesquería certificada, en marzo de 2000, de langosta de roca australiana (*Panulirus cygnus*), con 10.750 Tm; primera pesquería certificada en el 2000) o la pesquería de bacalao (*Gadus morhua*) del Mar de Barents de Pescafría-Pesquera Rodríguez, con 3.760 Tm en 2010; primera pesquería española certificada, en febrero de 2012), la importancia de la certificación o de un etiquetado ecológico debe atender también las necesidades de pesquerías a pequeña escala (como la pesquería de navaja (*Ensis arcuatus*) en la Ría de Pontevedra con 55 Tm anuales, de certificación más reciente, en enero de 2013) y así poder ser considerada como una mejora global de la gestión de la pesca (JACQUET & PAULY, 2007).

La pesca de la chirla es hoy en día una de las pesquerías más importantes del litoral onubense constituyendo el mayor volumen en desembarco (SILVA & JUÁREZ, 2009). Algunos datos apuntan que, en la segunda mitad de 2010, se observó un aumento del esfuerzo pesquero (horas de faena) acompañada de una disminución muy importante de las capturas de años anteriores (2.379 Tm en 2010 frente a las 3.178 Tm de

2009 ó 3.570 Tm de 2007, según la estadística de producción pesquera andaluza para los años citados). En 2011, el desembarco de chirla descendió a 1.169 Tm, lo que supuso una pérdida en facturación de casi 5 millones de euros menos que el año anterior, la modalidad de pesca con draga hidráulica experimentó una caída del 57% de la facturación (GALISTEO *et al.*, 2012). Posteriormente se ha experimentado un aumento y recuperación de la facturación, 3.489 Tm en 2012 y en 2013 se volvió a datos próximos a los de 2005, superando las 4.000 Tm. Desde 2010 el número de dragas hidráulicas se mantiene estable en 96 embarcaciones. Se faena en aguas interiores, de la Reserva de Pesca de la Desembocadura del Río Guadalquivir, hasta la profundidad de 20 metros (SILVA & JUÁREZ, 2009).

La flota que faena por este recurso supone, en el ámbito local, una actividad económica importante (4.304 Tm, 10'53 millones de euros en 2013), ya que agrupa un gran número de barcos: 96 dragas hidráulicas (Figuras 1a y 1b) y 34 rastos remolcados, en 2013, tripulantes y mariscadores a pie, lo que se traduce en un gran número de empleos directos e indirectos.

Los esfuerzos continuos de la Administración para lograr la sostenibilidad del recurso, así como, la diversidad de da-

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz



Figura 1. 1a. Embarcación para captura de chirla con draga hidráulica en proa. 1b. Detalle de la draga hidráulica que lleva instalada la embarcación. (Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/reservapesca/actividades-permitidas/index.html>).

tos, legislación y estudios disponibles sobre esta actividad pesquera nos lleva a plantearnos la posibilidad de que esta pesquería podría optar a una eco-certificación. AGNEW *et al.*, (2006), indicaron que de los beneficios de la certificación MSC, si bien es en los sistemas de gestión donde se observan mayores mejoras, con respecto a la misma pesquería antes de su certificación, también se encuentran beneficios sociales y económicos tras ella. Como mínimo, el sistema de gestión, en pesquerías certificadas, se vuelve más abierto y cuantificable (GULBRANDSEN, 2009) y esto es lo que se espera al menos, en el caso de la chirla: una mejora en la

gestión y en la opinión pública que se tiene de ella y que daría como resultado un recurso más sostenible ambientalmente, mayor protección, no sólo para el recurso sino para quienes dependen directamente del mismo (en una zona donde el desempleo ronda el 28'14% en 2014), y una focalización de los esfuerzos realizados por la administración. En el año 2011 la cuota de mercado de chirla italiana se incrementó al 54% (GALISTEO *et al.*, 2012). Si la pesquería española se certificara se obtendrían ventajas de mercado, diferenciándose y posicionándola frente a la italiana. Además, se estaría adelantando a las expectativas europeas que pretende que en sus mercados se venda únicamente pescado certificado MSC para el 2015 (BUSH *et al.*, 2013).

El objetivo de este trabajo es el análisis de la pesquería de chirla con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz, suponiendo una gestión según los principios e indicadores del estándar MSC, en el área donde se faena actualmente (Figura 2).

Metodología

La metodología empleada en este estudio ha sido el árbol de evaluación de MSC para pesquerías sostenibles (MSC 2012 y 2013; MARTIN *et al.*, 2012). El estándar MSC se basa en el código de Conducta para la Pesca Responsable adoptado

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz



Figura 2. Zonificación de la Reserva de pesca de la desembocadura del río Guadalquivir. Se permite la captura de *Chamelea gallina* con draga hidráulica en la zona C desde septiembre a febrero y en la zona D desde julio a marzo. (Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/reservapesca/actividades-permitidas/index.html>).

por la Conferencia de la FAO en octubre de 1995, fue adaptado después de dos años (entre 1997 y 1999) de consultas que involucró a más de 300 organizaciones o expertos: industria, gestores, científicos, grupos ecologistas, y otros sectores involucrados (LEADBITTER *et al.*, 2006), tras el cual se adoptaron los principios y criterios de MSC que, a su vez, son evaluados a partir de 31 indicadores de comportamiento (MSC, 2010; 2013).

El principio 1 se refiere a la sostenibilidad del recurso, asegurando su continuidad en el tiempo. Analiza en profundidad la especie objetivo, dividiendo el estudio entre la población explotada y la estrategia de captura, y para ello se emplean seis indicadores de comportamiento. En el caso de una población en vías de recuperación tras una sobreexplotación los indicadores de comportamiento serían siete.

El principio 2 se refiere a la sostenibilidad del ecosistema incluyendo su estructura, función y diversidad. Este principio analiza en profundidad el caladero donde opera la pesquería incluyendo un total de quince indicadores de comportamiento. Se estudian las especies que acompañan a la especie principal en su captura (bycatch), retenidas para su posterior comercialización, así como las especies descartadas o aquellas con algún tipo de protección especial, vulnerables

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

o que se encuentren amenazadas o en peligro de extinción (ETP). También analiza el hábitat donde opera la pesquería y el ecosistema al que pertenece incluyendo su estructura y función trófica.

Por último, el principio 3 se refiere al sistema de gestión. Analiza en profundidad, por un lado, la gobernanza y política general de la pesquería, incluyendo legislación local, nacional e internacional así como tratados de cumplimiento voluntario, e incluye un proceso de consulta a otros sectores involucrados que se puedan ver afectados por la actividad de la pesquería. Por otro lado, se centra en el sistema concreto de gestión de la pesquería que desea obtener el reconocimiento de MSC. Para ello emplea 11 indicadores de comportamiento (Tabla 1). Para cualquier aclaración del proceso o en caso de dudas se puede consultar los manuales específicos elaborados por MSC (www.msc.org).

Respecto al funcionamiento, a cada indicador de comportamiento una vez analizado, se le asigna una puntuación, siendo necesario superar un valor (≥ 60) para poder considerarlo aceptable, un valor inferior en un solo criterio supondría no entrar en el sistema de certificación de MSC. Para superar la certificación es necesario que cada uno de los tres principios obtenga un promedio \geq a 80, que indicaría que se encuentra

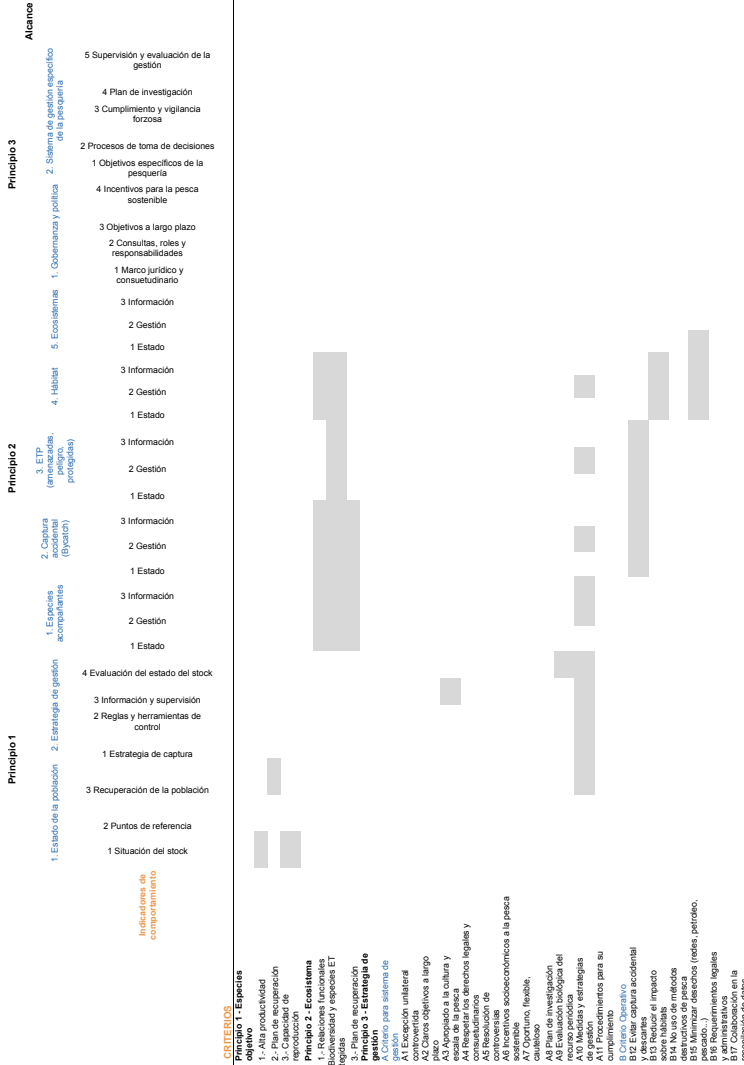


Tabla 1. Cuadro de Principios, Criterios e Indicadores de comportamiento. En la fila superior se observa: en un primer nivel, los tres principios operacionales de MSC (Principios 1, 2 y 3); en el segundo nivel, los aspectos clave correspondientes a cada principio; y, en el tercer nivel, los indicadores de comportamiento a analizar y cuantificar (A1-A2, ...). Nótese que en los cinco aspectos clave del principio 2, los tres indicadores de comportamiento son iguales, pero el elemento de estudio varía. En la primera columna se observan los criterios en los que se divide cada principio. Finalmente los criterios del principio 3 son tenidos en cuenta en el análisis de cada principio. (Fuente: Documento: *Metodología MSC para la evaluación de pesquerías*, pg. 16. Archivo: *ES_Fisheries_Assessment_Methodology_v2_1.pdf* © Marine Stewardship Council, 2010).

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

en buen estado. Aunque alguno de los indicadores de comportamiento no alcance esa puntuación, pero se prevea una pronta solución mediante la aplicación de alguna medida correctora, también se le asigna dicha puntuación.

Para este estudio se realizó el análisis teórico de la captura de chirla mediante draga hidráulica en el Golfo de Cádiz, de forma que se asignó un sistema de gradación de color, haciendo una estimación de la puntuación en lugar de asignar un número concreto, es lo que se llama una pre-evaluación de la pesquería.

La Preevaluación propuesta por MSC, en este caso, es una herramienta para el análisis de pesquerías con falta de datos, como sería el caso de chirla que no figura entre las especies analizadas por ICES o con una regulación internacional por cuotas. Este es el llamado Marco de Evaluación de Riesgos (RBF) concebido para los principios 1 y 2 y se aplica a cada componente en función de la información de la que se dispone. Se divide en dos fases: Análisis de Escala, Intensidad y Consecuencias (SICA), que se basa en la obtención de información cualitativa, un *juicio sobre riesgos* a partir de la opinión de expertos en el tema (no se ha realizado en nuestro estudio teórico debido a la dificultad que supondría la obtención de esta información con los escasos recursos disponi-

bles para el mismo); y el Análisis de Productividad-Susceptibilidad (PSA) que se basa en un análisis semicuantitativo (edad y talla de maduración sexual, fecundidad, estrategia de reproducción, disponibilidad de la especie y probabilidad de captura) que dará como resultado una estimación del riesgo que pueda sufrir la especie. Este último PSA, debido a que los indicadores de comportamiento son muy concretos, no se aplica ni a hábitats ni a ecosistemas.

La escala de gradación de color utilizada fue la siguiente: en negro, los indicadores de comportamiento que alcanzan una puntuación menor de 60, motivo suficiente para no obtener la certificación MSC. En gris, indicadores de comportamiento con una puntuación entre 60 y 80, que podrían superar la certificación bajo determinadas condiciones. Finalmente, los indicadores en blanco mostrarían un buen comportamiento de la pesquería.

Una evaluación completa de la pesquería requeriría un nivel de análisis más exhaustivo y la asignación de una puntuación numérica concreta a cada indicador de comportamiento. Entre otras actividades, sería necesario mantener reuniones con todos los implicados, empezando por los pescadores y terminando por otros afectados indirectamente por la pesquería. Sería necesaria una implicación directa de los intere-

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

sados en la evaluación completa, que no es el caso de esta pre-evaluación. Además, este es un proceso que puede durar entre 6 y 24 meses con una persona dedicada en exclusividad a realizar el análisis y la colaboración de expertos en diferentes materias (de ahí el elevado precio de las certificaciones MSC). El alcance de este estudio es ver si la gestión según el modelo del MSC es factible para esta pesquería.

Los datos sobre la biología de las especies se han considerado teniendo en cuenta diferentes estudios en la zona (PÉREZ & RODRÍGUEZ DEL VALLE, 2001; TIRADO *et al.*, 2002; RODRÍGUEZ DE LA RUA *et al.*, 2003; GASPARG *et al.*, 2004; MAMAN *et al.*, 2005; RODRÍGUEZ DE LA RUA *et al.*, 2008) y sobre la draga hidráulica y sedimentos (PRANOVI & GIOVANNARDI 1994; GILKINSON *et al.*, 2005; LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2006; MOSCHINO *et al.*, 2008; SILVA & JUAREZ, 2009).

Resultados

Se aplicó el árbol de evaluación de MSC en base a la información disponible de la pesquería. Se analizó la sostenibilidad de la misma en función de los diferentes criterios. Los resultados se muestran a continuación según los tres principios: sostenibilidad del recurso (especie objetivo), sosteni-

bilidad del ecosistema (entorno) y sistema de gestión de la pesquería.

Principio 1. Sostenibilidad del recurso

La chirla es un animal sedentario (SILVA & JUAREZ, 2009; MOSCHINO *et al.*, 2008). La larva es pelágica durante el primer mes, antes de comenzar su vida bentónica (SILVA & JUAREZ, 2009). Por tanto, el principio 1 se refiere a la población del Golfo de Cádiz, pero considerando la suma de todas las capturas realizadas tanto por draga hidráulica como por rastro remolcado.

Según el marco de evaluación de riesgos (RBF), figura 3, el riesgo de impacto de la pesquería sobre la población de la chirla fue medio. En efecto, se trata de una especie con una alta productividad, debido a la combinación de varios factores: la reproducción de la especie, además de ser alta es dispersa lo que facilita la supervivencia de las larvas; su talla de primera madurez, que se alcanza a los 12-16 meses de vida, se ha estimado en los 16 mm (pero podría darse a los 13 mm como en el Mar de Alborán) y la talla comercial (25 mm) está muy por encima (SILVA & JUAREZ, 2009). Aunque tanto la draga como el rastro capturan individuos jóvenes, por debajo de la talla comercial, éstos son devueltos al mar con una alta

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

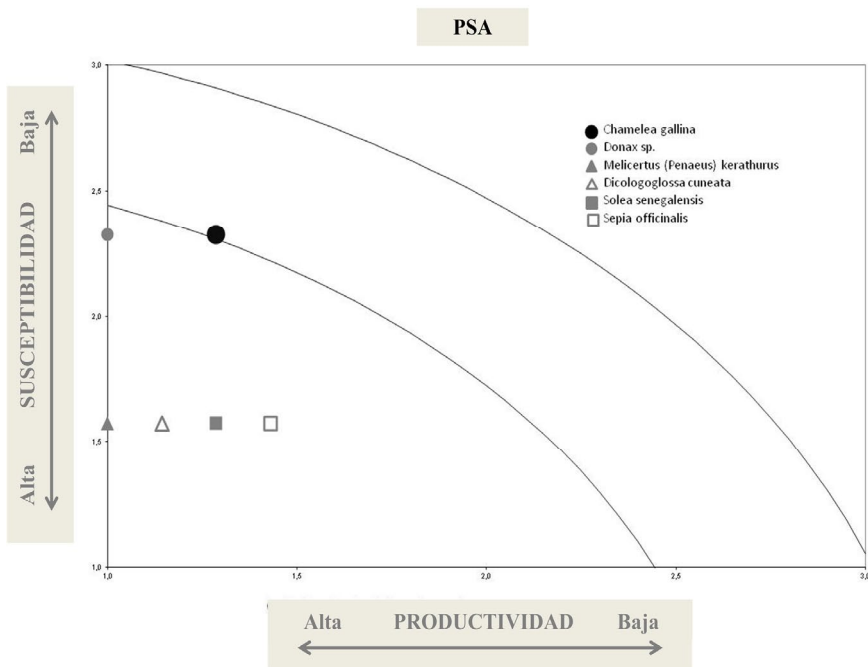


Figura 3. Marco de Evaluación de Riesgos (RBF): Análisis de Productividad - Susceptibilidad (PSA) para la especie del principio 1, Chirla, *Chamelea gallina*, especie objetivo de la pesquería, analizada en función del stock del Golfo de Cádiz; y para las especies del principio 2, principales especies acompañantes: Choco, *Sepia officinalis*, coquinas, *Donax spp.*, langostino, *Melicertus kerarthurus*, lenguado, *Solea senegalensis* y acedía, *Dicologoglossa cuneata*.

probabilidad de supervivencia (SILVA & JUAREZ, 2009). Lo habitual son tres años de vida (SILVA, 2009).

La susceptibilidad a la captura de la chirla es elevada debida, principalmente, a que se trata de una especie sedentaria que no tiene posibilidad de escapar del arte de pesca. Sin embargo, presenta una alta productividad frente a la alta susceptibilidad dando como resultado final una especie considerada con un riesgo medio para la población. La legislación existente por la que se regula la pesca de chirla (BOJA número 22, de 30 de enero de 2007) permite una captura máxima de 200 kg por día de faena y embarcación para la draga hidráulica y 100 kg en el caso de rastro remolcado (tara). Aunque la utilización de la tara tiene como objetivo no sobreexplotar el recurso, no se utilizan indicadores que informen sobre el estado del stock (como podría ser la captura por unidad de esfuerzo, CPUE, o la estructura de tallas/edades).

En lo que se refiere a la estrategia de captura, aunque existe, es ambigua. Se limita el esfuerzo pesquero con una lista cerrada de embarcaciones; se especifica la maniobra de captura; y se limitan el tiempo diario, semanal y anual para faenar, el área específica de captura dentro de la Reserva del Guadalquivir y los puertos de desembarco. Analizando estos datos como herramientas de control, es importante poder evidenciar su buen funcionamiento y conocer, por ejemplo, la relación entre el estado de la población y la tara máxima: es

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

decir, demostrar que se fijan unos valores (200 Kg en draga y 100 Kg en rastro) según unos criterios biológicos que garantizan el buen estado de la población.

El esfuerzo pesquero se controla mediante un sistema de localización y seguimiento, SLSEPA, y existe una red de observadores pesqueros que, desde embarcaciones escogidas al azar, controlan la maniobra de captura y su procedimiento en el barco. Esta información se contrasta con los datos recogidos en lonja para su corroboración. También se tiene conocimiento, aunque no existe registro, de desembarcos y otras acciones ilegales (venta fuera de lonja, faena en espacios censurados, captura doble de una embarcación anotando la estadística a dos embarcaciones, etc.).

Con el fin de determinar el alcance de los objetivos de la gestión pesquera, se ha establecido un seguimiento científico (reclutamiento, biomasa, densidad y distribución) que se lleva a cabo por organismos de investigación tanto locales como nacionales. Sin embargo, debería haber una continuidad en el tiempo de todo ello de modo que pudiera evaluarse el estado de la población con cierta certeza y realizar previsiones en función de diferentes estrategias de captura. La puntuación obtenida según el sistema MSC se muestra en la (Tabla 2) donde se observó que, a grandes rasgos, la sostenibilidad

P1 SALUD DE LAS POBLACIONES DE PECES/BIVALVOS					
Especies	stock - area	Estado			
		1.1.1. Estado stock	1.1.2. puntos de referencia	1.1.3. recuperación del stock	Estrategia de captura
<i>C. gallina</i>	Golfo de Cádiz. Reserva del Guadalquivir	1.1.1. Estado stock	<60-80>		
		1.1.2. puntos de referencia	<60-80>		
		1.1.3. recuperación del stock	No se evalúa		
		1.2.1. estrategia de captura	<60-80>		
				1.2.2. normas y herramientas del control de las capturas	<60-80>
				1.2.3. información / supervisión	<60-80>
				1.2.4. evaluación de la situación del stock	<60-80>

Tabla 2. Resumen del análisis del Principio 1, Sostenibilidad del Stock, en relación a la captura de chirla con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz. La población explotada de chirla ha sido analizada mediante el análisis de riesgos (RBF). En gris claro aspectos a mejorar.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

del stock es favorable, propiciada por la alta productividad de los bivalvos, aunque mejorable; si bien existen herramientas suficientes de seguimiento y control de la población, éstas resultan muy débiles en cuanto a su efectividad y la relación directa entre éstas y el estado de la población objetivo.

Principio 2. Sostenibilidad del ecosistema

La pesca de chirla en el Golfo de Cádiz sólo permite que se desembarque esta especie, por tanto todas las demás, capturas acompañantes a la especie objetivo (bycatch), son descartadas y arrojadas al mar, a excepción de la que se llevan los pescadores para consumo propio (observación personal). Destacan, en orden decreciente por volumen y frecuencia: choco (*Sepia officinalis*), coquinas (*Donax spp.*), langostino (*Melicertus (Penaeus) kerathurus*), lenguado (*Solea senegalensis*) y acedía (*Dicologlossa cuneata*). La mayoría de ellas suelen estar vivas y en buen estado en el momento de ser devueltas al mar (SILVA & JUAREZ, 2009). Según el RBF, en la figura 3 el riesgo de que la pesquería impacte sobre ellas es bajo. Sin embargo, se ha demostrado que sufren un estrés que las hace más vulnerables a enfermedades y a ser capturadas por depredadores (MOSCHINO, 2008). No hay evidencias de capturas de especies que se encuentren catalogadas como vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción (ETP).

Respecto al arte de pesca, al faenar la draga hidráulica remueve todo el fondo, de hecho, el 75% del volumen de izado de la draga es cascajo y sedimento (SILVA & JUAREZ, 2009), generando turbidez en la columna de agua. El chorro a presión que emplea la draga provoca la rotura de la concha de juveniles de bivalvos (COOK, 1991; PRANOVI & GIOVANARDI, 1994) y posiblemente afecta a otras especies bentónicas, aunque la mayoría de los peces planos (bentónicos) sobreviven (GILKINSON *et al.*, 2005). Opera en pequeñas áreas y a profundidades donde no hay evidencias de que el hábitat resulte de especial interés para su protección. En efecto, no se trata de un hábitat especialmente protegido (no se observa presencia de posidonia u otra fanerógama marina, ni de corales u otras especies de especial interés) y la Reserva de Pesca queda zonificada de modo que sólo es factible la pesca en algunas de sus áreas y no en toda la reserva, quedando siempre zonas sin alterar dentro de la misma. Además, existe una regulación de la pesca mediante vedas, permitiendo la recuperación del medio en las zonas donde se faena. Por otra parte, la penetración de la draga en el sedimento no supera los cinco centímetros sobre un lecho arenoso-fangoso.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

En 2004 se declara la Reserva de Pesca de la desembocadura del río Guadalquivir para preservar los recursos naturales de una zona de alta productividad como es la desembocadura del río Guadalquivir y regular la actividad pesquera donde se puede observar la delimitación de las áreas de acceso restringido y su temporalidad (Figura 2). De este modo, siempre quedan zonas que no se ven afectadas por ninguna actividad extractiva, preservando el ecosistema. Es decir, la pesquería no afecta a los elementos clave del ecosistema. Esta gestión mediante el establecimiento de zonas de no-pesca es una de las medidas propuestas para minimizar el impacto provocado por las pesquerías en el ecosistema (TOONEN & MOL, 2013). Los resultados obtenidos para del Principio 2 se presentan en la Tabla 3.

Principio 3. Sistema de gestión de la pesquería

A principios de los 90 se estableció la draga hidráulica como arte de pesca en el Golfo de Cádiz (JIMÉNEZ, 2005; CORTÉS & GARCÍA, 2009; SILVA & JUAREZ, 2009), y en 1996 se creó el Consorcio de la Draga Hidráulica (art. 12 de la Orden de 24 de junio de 1996, BOJA número 78, de 9 de julio de 1996). La legislación de este recurso quedó enmarcada dentro de la Política Pesquera Común europea, sobre la conservación y explotación sostenible de los recursos naturales,

		P2 IMPACTO SOBRE EL ECOSISTEMA				
		especies retenidas	captura incidental (bycatch)	ETP especies	habitats	ecosistemas
Especies	% total capturado en biomasa	2.1.1 estado	2.2.1 estado	2.3.1 estado	2.4.1 estado	2.5.1 estado
		2.1.2 manejo	2.2.2 manejo	2.3.2 manejo	2.4.2 manejo	2.5.2 manejo
		2.1.3 información	2.2.3 información	2.3.3 información	2.4.3 información	2.5.3 información
<i>Sepia officinalis</i>	56,60%					
<i>Donax spp.</i>						
<i>Melicerius (Penaeus) kerathurus</i>	15,60%		>80			<60-80>
<i>Solea senegalensis</i>	1,20%					
<i>Dicologlossa cuneata</i>						

Tabla 3. Resumen del análisis del Principio 2, sostenibilidad del ecosistema, en la pesca de chirla con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz. En gris aspectos a mejorar, en blanco aspectos con puntuación elevada.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

y se implementó directamente desde el gobierno autonómico de la comunidad andaluza quien, además, gestiona las ayudas económicas del Fondo Europeo de la Pesca.

Se estableció una comisión de seguimiento (art. 2 de la Orden de 30 de junio de 2003) en la cual figuran representantes de las administraciones públicas, pescadores, empresarios y representantes de los trabajadores afectados, cuyas misiones son, entre otras: velar por la correcta aplicación de la normativa vigente, proponer y fomentar la adopción de nuevas medidas técnicas, y promover estudios que mejoren el sector. Por tanto, el sector afectado es consultado para la adaptación del mismo a nuevas normas y planes de seguimiento de la pesquería en un proceso que se presupone transparente y efectivo, pero no termina de solucionar la controversia del mismo. En general los pescadores colaboran con la recolección de datos y el estudio científico e investigación de las poblaciones de chirla. Pero se siguen observando prácticas ilegales dentro del sector, a pesar de que la normativa vigente también prevé medidas de vigilancia, control y sanción.

Los objetivos a largo plazo pasan por la disminución paulatina del esfuerzo pesquero. Así en la Orden del 20 de junio de 2011 se contempló la reducción de un 8% de la capacidad de la flota y se establecieron ayudas para la adaptación y

P3 GESTIÓN DE LA PESQUERÍA		
especies	stock - area	
C. gallina	3.1.1 marco jurídico	>80
	3.1.2 consultas, roles, responsabilidad	<60-80>
	3.1.3 objetivos y precaución a largo plazo	<60-80>
	3.1.4 incentivos	<60-80>
	3.2.1 objetivos específicos de la pesquería	<60-80>
	3.2.2 proceso de toma de decisiones	<60-80>
	3.2.3 cumplimiento y aplicación	<60-80>
	3.2.4 plan de investigación	>80
	3.2.5 seguimiento y evaluación	>80
	Sistema de gestión específico de Pesca (draga hidráulica)	
Gobierno y política (draga y rastreo)		
Sistema de gestión específico de Pesca (draga hidráulica)		

Tabla 4. Resumen del análisis del Principio 3, gestión de la pesquería, de chirila con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz. Muestra que se cuenta con los instrumentos necesarios para la correcta gestión de la pesquería y sugiere la mejora de algunos aspectos. En gris aspectos a mejorar, en blanco aspectos con puntuación elevada.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

ajuste estructural de la misma. En la Tabla 4 se observa el resultado del análisis de los indicadores correspondientes al Principio 3.

Discusión

La pesca es un recurso renovable, pero la capacidad de los peces es finita: de la cantidad que se deje en el mar dependerá en gran parte la regeneración de los stocks en años consecutivos. Los sistemas de certificación parecen una buena solución como medida de gestión de la pesca pero como se indicó anteriormente (SOFIA, 2014) el gran número de sistemas internacionales y nacionales de certificación y de órganos de acreditación ha generado cierta confusión y costos innecesarios.

Por ejemplo, un análisis de las objeciones formales indica que los principios del MSC para la pesca sostenible son demasiado indulgentes y discrecionales, lo que permite una interpretación arbitraria (VILLASANTE *et al.*, 2012) o excesivamente generosa por parte de los organismos de certificación y otros interesados, lo que significa que la etiqueta MSC puede resultar engañosa a los consumidores y a los proveedores de fondos de conservación (CHRISTIAN *et al.*, 2013).

Existen distintas críticas respecto a la certificación MSC (KALFAGINNI & PATTBERG, 2013; TOONEN & MOL, 20013), no sólo por parte de grupos conservacionistas que consideran que «las pesquerías de MSC» no están gestionadas de manera sostenible en realidad (GOYERT *et al.*, 2010) y como ejemplos están la merluza de Nueva Zelanda (*Macruronus Novaezelandiae*), merluza negra argentina o del Pacífico (*Dissostichus eleginoides*, *Merluccius productus*), bacalao de Alaska o del Mar de Bering (*Theragra chalcogramma*) o el krill antártico (*Euphausia superba*), especies todas ellas sobreexplotadas y en dudoso estado de recuperación aunque certificadas por MSC (PONTE *et al.*, 2008; JACQUET & PAULY, 2007; JACQUET *et al.*, 2010; FROESE & PROELSS, 2012; VILLASANTE *et al.*, 2012; Christian *et al.*, 2013). Otras líneas apuntan a que se certifican pesquerías cuyos métodos de captura no son sostenibles como es el caso de las redes de arrastre pelágica y bentónica, línea de anzuelos a la deriva o diferentes dragas (PAULY, 2009; CHRISTIAN *et al.*, 2013).

En el caso de la chirla, existen voces que indican el estado lamentable de la población, otros indican que se trata de una especie con gran capacidad de recuperación de su población por ser un bivalvo de ciclo de vida corto y muy fértil (SILVA & JUAREZ, 2009; MOSCHINO *et al.*, 2008). Realmente

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

en la Comunidad Andaluza es una de las especies sobre las que se invierten más esfuerzos y recursos. El I.E.O. (Instituto Español de Oceanografía), a instancias de la Junta de Andalucía, lleva años con asignación de diferentes proyectos para el estudio de esta pesquería: Reman-Chirla 2013-2015; Biochirla 2010-2012, Chirla 2007-2009. A pesar de estos estudios, el stock, según nuestros resultados, en el Principio 1, ha sido evaluado mediante un análisis de riesgos. MSC no permite realizar dos evaluaciones de una misma pesquería mediante el análisis de riesgos puesto que esta herramienta no analiza el estado real de la población, se trata, por el contrario, de una herramienta para pesquerías con deficiencia de datos que comienzan a interesarse por un estudio más cuantitativo del estado de su especie objetivo. Como medida correctora la propuesta de MSC en estos casos es la realización de estudios y, sobre todo, la cuantificación del estado de la población, mejorando así el conocimiento sobre la misma. De este modo se podrá asegurar, antes de la renovación de la certificación, que la población es evaluada y se gestiona en base a criterios biológicos.

PONTE *et al.*, (2008), apuntaron también sobre las diferencias entre los distintos métodos de pesca como un motivo de discusión entre pescadores y administración. En la Reserva

del Guadalquivir, existen pescadores que faenan con draga hidráulica, otros lo hacen con rastro remolcado, y un tercer grupo realiza la recogida a mano (aunque los mariscadores a pie faenan en la zona intermareal).

Unos y otros se acusan con frecuencia de ser responsables de las restricciones que obligan a parar su actividad, con el consecuente problema económico. Teóricamente, no sería posible la obtención de un certificado MSC si existe un claro desacuerdo entre consumidores del mismo recurso y prácticas ilegales sobre el mismo. Para la obtención de la eco-etiqueta azul de MSC es absolutamente indispensable acabar con esta práctica y demostrarlo con pruebas fehacientes. Este es, quizá, el punto más débil de la gestión de esta pesquería en relación al estándar de pesca sostenible. Aún así, resulta muy complejo alcanzar un equilibrio adecuado entre delegar en los pescadores la responsabilidad de gestionar la pesquería y conservar el derecho de la administración a tomar decisiones sobre el uso del recurso, lo que suele ser motivo de una considerable tensión (LEADBITTER *et al.*, 2006).

Otra crítica habitual del sistema de certificación MSC es su elevado coste, no sólo conseguir la certificación sino su mantenimiento a lo largo del tiempo (GOYERT *et al.*, 2010; PARKES *et al.*, 2010; CHRISTIAN *et al.*, 2013; KALFAGINNI &

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

PATTBERG, 2013; PORTLEY & SOUSA, 2013). En general, es la industria pesquera quien juega el rol de cliente y, por tanto, es la fuente de financiación para pagar los costes de una certificación (PÉREZ-RAMÍREZ *et al.*, 2012). Debido a que la certificación puede traer otros beneficios diferentes del económico (en algunos casos se obtiene reconocimiento internacional, lo que supone una forma de negociación y hasta una buena herramienta política (PÉREZ-RAMÍREZ *et al.*, 2012)), también es posible encontrar otras fuentes de financiación, como los propios organismos de gestión u organizaciones sin ánimo de lucro. En el caso de pesquerías a menor escala y artesanales que hayan obtenido una certificación gracias a financiación externa, ¿dejarían de ser sostenible por el simple hecho de no poder pagar las evaluaciones anuales o la recertificación tras cinco años, aunque sigan haciendo lo mismo e incluso hayan mejorado su gestión tras obtener la etiqueta azul?. La pérdida de etiquetas de certificación de calidad a otros niveles, (hoteles, empresas, residencias para mayores, etc.) ha sido evidente cuando no se ha podido pagar la renovación de estas certificaciones, sin embargo, su modo de actuación y servicios se han mantenido en muchos de ellos, ¿pasaría aquí lo mismo?, ¿qué consecuencias tendría para la pesquería?.

Por último, y como nos hemos referido anteriormente, se ha considerado que MSC es una herramienta que no trata por igual a todas las pesquerías, se beneficia a las grandes flotas y pesquerías comerciales, el primer impulsor de MSC es Unilever (JACQUET & PAULY, 2007), en detrimento e imposibilidad del acceso a pequeñas pesquerías artesanales o de países en vías de desarrollo (BUSH *et al.*, 2013, JACQUET *et al.*, 2010). MSC dispone de un Programa para Países en Vías de Desarrollo con su boletín particular: Community Catch.

Otro punto criticado es la poca aplicabilidad del mismo árbol de evaluación a diferentes tipos de pesquerías (GOYERT *et al.*, 2010) tales como especies migradoras de larga vida y especies de menor movilidad y de ciclo de vida corto. Se considera que MSC es uno de los estándares que más modificaciones han sufrido adaptándose a nuevos requerimientos (SULLIVAN *et al.*, 2012; TOONEN & MOL, 2013).

Comparación con otras pesquerías certificadas de bivalvos

Aunque no existen dos pesquerías iguales, y por ello las comparaciones han de hacerse bajo el principio de precaución, se han encontrado similitudes con algunas de las pesquerías que han entrado recientemente (2012, 2013) en el programa

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

MSC: bien por tratarse de moluscos bivalvos o por similitudes en el tipo de arte. Como la pesquería de navaja (*Ensis arcuatus*) en la Ría de Arousa, con extracción del recurso a mano; o las pesquerías de bivalvos, como la pesca de coquina del Ártico (*Mactromeris polynima*), con draga hidráulica entre otras (Tabla 5).

Una de las primeras pesquerías certificadas MSC fue la pesquería de berberecho de Burry Inlet, certificada en abril de 2001. Se trata de una pesquería que se desarrolla en una zona protegida y cuyo método de captura es el rastro manual. Tras su certificación se han observado mejoras en su gestión (en el método operacional, más investigación, mayor apoyo institucional), derivadas de sus tres condiciones impuestas para la certificación (AGNEW *et al.*, 2006, CAMBRIDGE *et al.*, 2011).

Las pesquerías (Tabla 5) se encontrarían en el punto inicial del análisis, pesquerías que adoptan este sistema de gestión, frente a la pesquería de chirla en el golfo de Cádiz que aún no lo ha adoptado. Las razones de cada pesquería para adoptar este estándar, como ya hemos comentado, pueden ser muy diferentes: en el caso de Clearwater éstas eran las únicas pesquerías que quedaban sin certificar en la firma y sus mercados (Japón, EEUU y China) son muy exigentes en cuanto a

Espece	Arte de pesca	MSC certificación	Condiciones	TOTAL P1	TOTAL P2	TOTAL P3
Pesquería de berberecho de Burry Inlet ¹	Recogida a mano	Abril 2001	P1 (2.2) P2 (4.3) P3 (1.3)	95	85	95
Chirla en el Golfo de Cádiz - Reserva del Guadalquivir ^{**}	draga hidráulica	No	P1 P2 P3	<60-80>	<60-80>	<60-80>
Pesquería de coquina del Ártico en el Grand Bank por Clearwater ²	draga hidráulica	17-Jul-2012	P1 (1.2; 2.2) P3 (1.2; 2.2)	85.0	87.7	85.6
Pesquería de coquina del Ártico en Banquerau por Clearwater ³	draga hidráulica	17-Jul-2012	P3 (2.2)	85.0	91.3	85.6
Pesquería de navaja de la Ría de Pontevedra ⁴	recogida a mano	17-Jan-2013	P3 (2.3)	86.3	96.7	85.6
Navaja del Mar del Norte Holandés por DFA (asoc. de pescadores holandeses) ⁵	draga de succión	20-Nov-2012	P1 (2.2; 2.3) P2 (2.2; 2.3; 4.3) P3 (1.2)	88.1	82.0	86.3

Tabla 5. Cuadro comparativo de otras pesquerías relativamente similares, por ser moluscos bivalvos o por el arte de pesca, que han entrado recientemente (2012-2013) en el programa MSC. Para todas ellas se han impuesto condiciones de mejora para obtener la certificación (entre paréntesis se indica el indicador de comportamiento donde se impone la mejora). 1. La pesquería fue certificada por primera vez en abril de 2001, posteriormente en febrero de 2007 (Cambridge *et al.*, 2011; Agnew *et al.*, 2006); 2. Brand *et al.*, 2012; 3. Brand *et al.*, 2012; 4. de Novoa *et al.*, 2012; 5. Hervás *et al.*, 2012; ** datos de la pesquería realizados en este estudio.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

la certificación; la pesquería de navaja de Pontevedra experimentó un claro descenso en 2007, la preocupación por el futuro de la misma llevó a sus gestores a plantearse un cambio. En 2008 se realizó una pre-evaluación de la pesquería cuyo resultado animó a la certificación. Una de las dificultades fue encontrar la financiación necesaria. Finalmente, a través de la fundación Resources Legacy, la pesquería fue certificada en enero de 2013.

En todas estas pesquerías (Tabla 5) se han tomado medidas correctoras para su certificación, mostrándose los indicadores de comportamiento y el principio al que corresponde (P1, P2, P3). Además se muestra la puntuación final de cada principio. En el caso de la chirla sería necesario proponer medidas correctoras para los tres principios puesto que, la puntuación final de cada uno de ellos no alcanza el mínimo para la certificación (≥ 80), lo que indica que quedan bastantes cosas por hacer.

La certificación permite obtener beneficios antes y después, sobre todo cuando se imponen condiciones a la misma (AGNEW *et al.*, 2006; CAMBRIDGE *et al.*, 2011; MARTIN *et al.*, 2012; AGNEW *et al.*, 2014). Según los datos recogidos en la Tabla 5 todas las pesquerías aquí presentadas se encuentran en una situación más favorable que la de chirla en el Golfo

de Cádiz, que aún no ha expresado su deseo de entrar en el programa de certificación MSC y mantiene su gestión tradicional. Pero, además, habría que dirigir el enfoque hacia los puntos de mejora impuestos en todas estas pesquerías. Dichas mejoras, son también aplicables a la pesquería de la chirla en el Golfo de Cádiz en mayor o menor medida y hacen referencia a indicadores de comportamiento concretos.

Sería interesante que se estudiaran estas pesquerías cinco años después de la obtención de la certificación para analizar cuáles han sido los beneficios que cada una ha obtenido, cómo ha repercutido el nuevo sistema de gestión y qué se ha obtenido tras la certificación. No existe una única forma de gestionar la amplia variedad de pesquerías del mundo (Leadbitter *et al.*, 2006) pero según algunos autores, MSC se presenta como una buena solución (BUSH *et al.*, 2013, PÉREZ-RAMÍREZ *et al.*, 2012; PARKES *et al.*, 2010; GULBRANDSEN, 2009; SHELTON, 2009).

En lo que a la comercialización se refiere, de los signos que LEADBITTER *et al.*, 2006, menciona para animar a la certificación MSC, en el caso de la chirla habría que resaltar: 1.– nuevos mercados para productos etiquetados, 2.– aumento del precio del producto tras la certificación, 3.– aumento de la demanda de productos etiquetados; 4.– aumento del número

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

ro de distribuidores de alimentación que prefieren productos MSC. Existe un último motivo: el compromiso de la pesquería para mejorar su gestión, especialmente en lo que a ecosistemas se refiere. En este caso de la chirla prevalecería la opinión pública puesto que el método de pesca ha sido criticado y considerado como muy destructivo, creando polémica entre grupos ecologistas y pescadores.

Se tiene constancia, por conversaciones con expertos (*comunicación personal*), de algunos gobiernos que han solicitado una pre-evaluación según el estándar MSC de todas sus pesquerías para tener una idea general de la sostenibilidad de su gestión y proponer medidas correctoras en su caso. Pero que no han llegado a solicitar la evaluación completa para obtener la certificación ni la etiqueta azul, es decir, han empleado la pre-evaluación como medida de gestión y así conocer los puntos débiles en su sistema de gestión y dónde deben mejorar. Esto ha sido posible porque las pre-evaluaciones eran confidenciales, quedando en un acuerdo privado entre el cliente y el organismo certificador (Martin *et al.*, 2012). En la actualidad MSC solicita ser informado de toda pre-evaluación que se lleve a cabo. A pesar de esto, el proceso de certificación está principalmente basado en la industria y, aunque algunos gobiernos han financiado el proceso para

ciertas pesquerías, no es lo habitual. El coste de una certificación puede variar pero, en general, un proceso de certificación es de precio elevado (30.000 €, PARKES *et al.* 2010) y lleva mucho tiempo (entre 6 y 24 meses).

El etiquetado como pesca sostenible ayudaría a dar una imagen de pesquería gestionada de manera acorde con el medio y a diferenciarlo del producto importado de Italia. Creemos que existen otras posibilidades, siempre que haya unos canales claros de distribución del producto, para diferenciarlo de aquellos procedentes de otras pesquerías que pueden dar muy buenos resultados. Se puede apostar por una marca de calidad que con buena publicidad haría que la chirla se revalorizara. Tal es el caso de la pesca del voraz de Tarifa o besugo de la Pinta, pesquería artesanal que, bajo una marca de calidad para la especie objetivo *Pagellus bogaraveo* ha conseguido diferenciar y revalorizar el producto gracias a la propia cofradía de Pescadores que manifestó su interés y fueron los primeros interesados en la sostenibilidad de la pesquería. Esto lo han conseguido con apoyo de la Administración y sin necesidad de acudir a estándares ya desarrollados del tipo de MSC que dobla a veces el precio respecto al siguiente en la escala, Marine Ecolabel Japan, MEL-Japan, (PARKES *et al.*, 2010).

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

Dado el esfuerzo económico que supondría para una pesquería de las características de chirla en el Golfo de Cádiz afrontar el gasto de una certificación, se sugiere la adopción del estándar MSC como medida de gestión de la pesquería a modo de guía, dejando para más adelante el proceso de certificación (si finalmente se optara por ello). Para que esto sea posible los pescadores deben ser conscientes de que si no actúan de forma sostenible se perjudicará la pesquería y a ellos mismos. Como también apuntan otros autores EVANS *et al.*, (2011) y OKES *et al.*, (2012), consideramos que es de suma importancia que sean los propios pescadores los primeros en valorar la importancia de gestionar bien el recurso y que formen parte del proceso. No debemos olvidar que se trata de avanzar hacia la sostenibilidad pesquera y que la proliferación de etiquetas no garantiza necesariamente que se cumplan los objetivos de conservación (JACQUET & PAULY, 2007). Buscamos la correcta gestión de un recurso, no un sello en un paquete.

Conclusiones

La gestión actual de la pesquería de chirla con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz cuenta, potencialmente, con muchos instrumentos para obtener una certificación de pesca sostenible. Sin embargo, todavía son necesarias medidas

correctoras o de prevención objetivas para obtener mejores resultados, aproximando la pesquería a una sostenibilidad más cuantificable y medible. Algunas de estas medidas son sencillas y otras resultan más complejas por cuestión de intereses.

¿Es necesaria la certificación para aplicar otras medidas de gestión que favorezcan a la pesquería? Creemos que dicha gestión puede realizarse sin pensar en una certificación y que es más una cuestión de voluntad y entendimiento entre las partes.

Con este estudio hemos pretendido impulsar aún más la gestión sostenible de la pesquería hacia una mejora a partir del esfuerzo existente que, a la vista de la legislación actual y las instituciones de investigación involucradas, no es poco. El esquema de certificación de MSC no es más que un ejemplo, pero no es el único.

Agradecimientos

A la Universidad de Cádiz, especialmente al Máster ACUI-PESCA dentro del cual se realizó el trabajo inicial que ha servido de base para la realización de este artículo y por haber hecho posible la presentación de parte del mismo en el III Simposio Internacional de Ciencias del Mar. Mención espe-

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

cial merece el Dr. Antonio Hervás Abad por su visión y amplia experiencia en la aplicación del árbol de evaluación de MSC. A Martínez Valero, estudiante de la UCA, por su trabajo sobre la chirla en 2010 y a todos los autores que se citan a lo largo del documento por sus trabajos y referencias.

Referencias

- AGNEW, D., C. GRIEVE, P. ORR, G. PARKES and N. BARKER 2006. *Environmental benefits resulting from certification against MSC's Principles and Criteria for Sustainable Fishing*. MRAG UK Ltd and Marine Stewardship Council, London. 134 pp.
- AGNEW, D. J., GUTIÉRREZ, N. L., STERN-PIRLOT, A. and HOGGARTH, D. D. 2014. The MSC experience: developing an operational certification standard and a market incentive to improve fishery sustainability. – *ICES Journal of Marine Science*, 71: 216–225.
- BRAND, A., BLYTH-SKYRME, R. and ANGEL, J. 2012. *Clearwater Grand Bank Arctic Surfclam Fishery. MSC Public Certification Report*. Intertek Moody Marine. 174 pp.
- BRAND, A., BLYTH-SKYRME, R. and ANGEL, J. 2012. *Clearwater Banquereau Arctic Surfclam Fishery. MSC Public Certification Report*. Intertek Moody Marine. 167 pp.
- BUSH, S. R., TOONEN, H., OOSTERVEER, P. and MOL, A.P.J. 2013. The 'devils triangle' of MSC certification: Balancing credibility, ac-

cessibility and continuous improvement. *Marine Policy* 37 (2013) 288–293.

CAMBRIDGE, T., MARTIN, S., NIMMO, F., GRIEVE, C., WALMSLEY, S., HUNTINGTON, T., CAPPELL, R. and AGNEW, D. 2011. *Re-searching the Environmental Impacts of the MSC certification programme*. A report submitted to the MSC by MRAG, Poseidon Aquatic Resource Management, Meridian Prime. 134 pp.

CHRISTIAN, C., AINLEY, D., BAILEY, M., DAYTON, P., HOCEVAR, J., LEVINEF, M., NILOLOYUKG, J., NOUVIANH, C., VELARDE, E., WERNER, R., and JACQUET, J. 2013. A review of formal objections to Marine Stewardship Council fisheries certifications. *Biological Conservation* 161: 10–17.

COOK, W. 1991. *Studies on the effects of hydraulic dredging on cockle and other macroinvertebrate populations – 1989-1990*. Lancaster Univ. 30 pp.

CORTÉS, C. and GARCÍA, J.J., 2009. Una propuesta multicriterio para la gestión óptima de pesquerías. *Congreso Internacional Cooperación transfronteriza Andalucía-Algarve-Alentejo*. 203-218

DE NOVOA, J., BAPTISTA, M.J. and GARCÍA, A. 2012. *Razor Clam Fishery from Ria de Pontevedra*. MSC Public Certification Report. Bureau Veritas. 152 pp.

EVANS, L., CHERRET, N. and PEMSL, D., 2011. Assessing the impact of fisheries co-management intervention in developing countries: A meta-analysis. *Environmental Management* 92: 1938-1949.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

- FAO, 2014. Informe SOFIA El estado mundial de la pesca y la acuicultura: oportunidades y desafíos. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma*. 253 pp.
- FROESE, R. and PROELSS, A., 2012. Evaluation and legal assessment of certified seafood. *Marine Policy* 36: 1284-1289.
- GALISTEO, A., GONZÁLEZ, F., NARANJO, S., ABREU, L., LOSA, M. T., ALONSO, C., COBO, R. and ESPINOSA, D. 2012. Producción pesquera andaluza. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 372 pp.
- GASPAR, M.B., PEREIRA, A.M., VASCONCELOS, P. and MONTEIRO, C.C. 2004. Age and growth of *Chamelea gallina* from the Algarve Coast (Southern Portugal): influence of seawater temperature and gametogenic cycle on growth rate. *Journal of Molluscan Studies* 70: 371-377.
- GILKINSON, K.D., GORDON, D.C., MACISAAC, K.G., MCKEOWN, D.L., KENCHINGTON, E.L.R., BOURBONNAIS, C. and VASS, W.P. 2005. Immediate impacts and recovery trajectories of macrofaunal communities following hydraulic clam dredging on Banquereau, eastern Canada. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 925-947.
- GOYERT, W., SAGARIN, R. and ANNALA, J., 2010. The promise and pitfalls of Marine Stewardship Council certification: Maine lobster as a case study. *Marine Policy* 34: 1103-1109
- GULBRANDSEN, L. H. 2009. The emergence and effectiveness of the Marine Stewardship Council. *Marine Policy* 33: 654-660.

- HERVÁS, A., NIMMO, F. and READ, A. 2012. *DFA Dutch North Sea Ensis Fishery. MSC Public Certification Report*. Food Certification International. 173 pp.
- JACQUET, J. and PAULY, D. 2007. The rise of seafood awareness campaigns in an era of collapsing fisheries. *Marine Policy* 3: 308-313.
- JACQUET, J., PAULY, D., AINLEY, D., HOLT, S., DAYTON, P. and JACKSON, J. 2010. Seafood stewardship in crisis. *Nature*, 467/2: 28-29.
- JIMÉNEZ TORIBIO, R. y GARCÍA DEL HOYO, JJ. 2005. Integración vertical y transmisión de precios en los canales de distribución de la chirla. *Estudios Agrosociales y Pesqueros* 205: 189 – 218.
- KALFAGINNI, A. and PATTBERG, P., 2013. Fishing in muddy waters: Exploring the conditions for effective governance of fisheries and aquaculture. *Marine Policy* 38: 124-132.
- LEADBITTER, D., GOMEZ, G. and MCGILVRAY, F. 2006. Sustainable fisheries and the East Asian seas: Can the private sector play a role?. *Science Direct. Ocean & Coastal Management* 49: 662-675.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, N., MORALES, J.A., BORREGO, J. and CARRO, B. 2006. Variación estacional de las características texturales en los sedimentos intermareales del estuario de los ríos Tinto y Odiel (SO España). *Geogaceta* 40: 291-294.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

- MAMAN, L., FERNÁNDEZ R., PRADO, M. and SERVAN, P. 2005. Evaluación del banco natural de chirla en el litoral de Huelva 1999–2005. *Informes de la Dirección general de Pesca y Acuicultura*.
- MARINE STEWARDSHIP COUNCIL, 2010. *Metodología para la evaluación de pesquerías y orientaciones para los organismos de certificación*. Versión 2.1. 142 pp.
- MARINE STEWARDSHIP COUNCIL, 2012. *¡Obtenga su certificación! Pesquerías. Guía práctica sobre el proceso de certificación de pesquerías de MSC*. 32 pp.
- MARINE STEWARDSHIP COUNCIL, 2013. *MSC Certification requirements*. Version 1.3. 355 pp.
- MARTÍN, S., CAMBRIDGE, T., GRIEVE, C., NIMMO, F. and AGNEW D. 2012. An evaluation of environmental changes within fisheries involved in the Marine Stewardship Council certification scheme. *Reviews in Fisheries Science* 20: 61-69.
- MOSCHINO, V., CHICHARO, L.M.Z. and MARÍN, M.G. 2008. Effects of hydraulic dredging on the physiological responses of the target species *Chamelea gallina* (Mollusca: bivalvia): laboratory experiments and field surveys. *Scientia Marina* 72 (3): 493-501.
- OKES, N.C., PETERSEN, S., McDAID, L. and BASSON, J., 2012. Enabling people to create change: Capacity building for Ecosystem Approach to Fisheries (EAF) implementation in Southern Africa. *Marine Policy* 36: 286-296

- PARKERS, G., YOUNG, J.A., WALMSLEY S.F., ABEL, R., HARMAN, J., HORVAT, P., LEM, A., MACFARLANE, A., MENS, M. and NOLAN, C. 2010. Behind the Signs – A Global Review of Fish Sustainability Information Schemes. *Reviews in Fisheries Science*, 18(4): 344-456.
- PAULY, D. 2009. Beyond duplicity and ignorance in global fisheries. *Scientia Marina* 73(2): 215-224.
- PÉREZ, M. and RODRÍGUEZ, F. 2001. *Especies de interés pesquero en el litoral de Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 442 pp.
- PÉREZ-RAMÍREZ, M., LLUCH-COTA, S and, LASTA, M. 2012. MSC certification in Argentina: Stakeholders' perceptions and lessons learned. *Marine Policy* 36: 1182-1187.
- PÉREZ-RAMÍREZ, M., PHILLIPS, B., LLUCH-BELDA, D. and LLUCH-COTA, S. 2012. Perspectives for implementing fisheries certification in developing countries. *Marine Policy* 36: 297-302
- PONTE, S. 2008. Greener than Thou: The Political Economy of Fish Ecolabeling and Its Local Manifestations in South Africa. *World Development* 36 (1): 159-175.
- PORTLEY, N. and SOUSA, P. 2013. The FishSource Method for Scoring Salmon Fisheries. A statistical approach for aligning the FishSource salmon fishery assessment method with Marine Stewardship Council ratings. *Sustainable Fisheries Partnersip Foundation*. 40 pp. Available from www.fishsource.com.

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

- PRANOVI, F. and GIOVANARDI, O. 1994. The impact of hydraulic dredging for short-necked clams, *Tapes spp.*, on an infaunal community in the lagoon of Venice. *Scientia Marina* 58 (4): 345-353.
- RODRÍGUEZ DE LA RUA, A., PADRO, M.A. and BRUZÓN, M.A. 2003. Estudio del ciclo reproductor de *Chamelea gallina* (L. 1758) en tres poblaciones del litoral andaluz. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 19 (1-4): 57-63.
- ROYO, A. 1984. *La chirla, Venus gallina L., en el litoral onubense*. En: Actas 4º Simposio Ibérico de Estudios do Bentos Marinho (21 – 25 mayo, 1984, Lisboa, Portugal) 2: 49-66.
- SHELTON, P. A. 2009. Eco-certification of sustainably managed fisheries – Redundancy or synergy? *Fisheries Research* 100: 185-190.
- SILVA, L. and JUAREZ, A. 2009. *Estudio de la pesca de la chirla (Chamelea gallina) con dragas hidráulicas y rastros remolcados en el caladero del Golfo de Cádiz. Informe final de Proyecto*. Convenio Específico de Colaboración entre Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía e Instituto Español de Oceanografía.
- SULLIVAN, J., FULLER, S. and NILOLOYUK, J. 2012. Comparison of wild-capture fisheries certifications schemes. *Smart Fishing Initiative*. WWF. 35 pp.
- TIRADO, C., RODRIGUEZ DE LA RUA, A., BRUZÓN, M.A., LÓPEZ J.I., SALAS, C. and MÁRQUEZ I. 2002. *La reproducción de bivalvos y gasterópodos de interés pesquero en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca. 129 pp.

TOONEN, H.M. and MOL, A.P.J., 2013. Putting sustainable fisheries on the map? Establishing no-take zones for North Sea plaice fisheries through MSC certification. *Marine Policy* 37: 294-304.

VILLASANTE, S., RODRÍGUEZ, D., ANTELO, M., QUAAS, M., and ÖSTERBLOM, H. 2012. The Global Seafood Market Performance Index: A theoretical proposal and potential empirical applications. *Marine Policy* 36 142–152.

Normativa aplicable en materia de regulación de la pesca de la chirla

ORDEN de 24 de junio de 1996, por la que se regula provisionalmente la pesca de la chirla con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 78, de 9 de julio de 1996.

ORDEN de 30 de junio de 2003, por la que se modifica la de 28 de enero de 2000, por la que se regula la pesca de la chirla en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 143 de 28 de julio de 2003.

ORDEN de 6 de octubre de 2005, por la que se regula la pesca de la chirla (*Chamelea gallina*), en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 23 de 18 de octubre de 2005.

ORDEN de 23 de enero de 2007, por la que se regula la pesca de *Chamelea gallina*, en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 22 de 30 de enero de 2007.

ORDEN de 24 de septiembre de 2008, por la que se regula la obtención, renovación y utilización de los carnés profesionales de maris-

Aplicación teórica del árbol de evaluación del Marine Stewardship Council, como herramienta de gestión de pesca sostenible, a la pesquería de la chirla, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz

queo a pie en el litoral de la Comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA num. 195 de 30 de septiembre de 2008.

ORDEN de 18 de noviembre de 2008, por la que se modifica la de 23 de enero de 2007, que regula la pesca de la chirla (*Chamelea gallina*), en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 242 de 5 de diciembre de 2008.

RESOLUCIÓN de 30 de diciembre de 2008, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se aprueba un plan de gestión de la pesquería de la chirla (*Chamelea gallina*) en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 5 de 9 de enero de 2009.

RESOLUCIÓN de 25 de febrero de 2010, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se establece un horario de entrada y salida de puerto para la flota andaluza dedicada de manera exclusiva a la captura de chirla (*Chamelea gallina*) en el Golfo de Cádiz. BOJA num. 43 de 4 de marzo de 2010.

DECRETO 387/2010, de 19 de octubre, por el que se regula el marisqueo en el litoral de la Comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA num. 214 de 3 de noviembre de 2010.

ORDEN de 24 de junio de 2011, por la que se regula el marisqueo desde embarcación con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz, y se establece un plan de ajuste del esfuerzo pesquero para la flota que opera en dicha modalidad y caladero. BOJA num. 128 de 1 de julio de 2011.

ORDEN de 26 de julio de 2011, por la que se modifica la Orden de 24 de junio de 2011, por la que se regula el marisqueo desde embar-

cación con draga hidráulica en el Golfo de Cádiz, y se establece un plan de ajuste del esfuerzo pesquero para la flota que opera en dicha modalidad y caladero. BOJA num. 149 de 1 de agosto de 2011.

RESOLUCIÓN de 13 de junio de 2012, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica la época de veda para la captura de chirla (*Chamelea gallina*) en el Golfo de Cádiz durante el año 2012. BOJA num. 118 de 18 de junio de 2012.

RESOLUCIÓN de 28 de diciembre de 2012, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se convoca la concesión de carnés profesionales de marisqueo a pie en el litoral de las provincias de Huelva y Cádiz. BOJA num. 6 de 9 de enero de 2013.

Notas

1. Estudiante del Máster de Acuicultura y Pesca (ACUIPESCA). Universidad de Cádiz. República Saharaui s/n; Puerto Real. Cádiz; C.P.: 11510. E-mail: blanca.garciaalvarez@mail.uca.es
2. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. República Saharaui, s/n. Río San Pedro. 11510 Puerto Real. Cádiz. Universidad de Cádiz. Spain. Campus de Excelencia Internacional de Mar (CEIMAR). Tlf. 956016017. E-mail: reme.cabrera@uca.es

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

BELLIFA, Mohammed (1); BENCHERIF, Kada; LATREUCHE, Belarouci Nouredine

Résumé

La comparaison des résultats de l'analyse dendrochronologique et dendroclimatologique du Pin d'Alep de la forêt domaniale de Tlemcen a été réalisée en conditions stationnelles particulières. L'analyse de la croissance des cernes annuels et des rapports des écarts relatifs des cernes successifs montrent une nette tendance régressive chez les arbres jeunes. La sensibilité moyenne (SM) et les coefficients d'inter datation (SR) respectifs aux jeunes arbres et aux plus

âgés confirment la dépendance assez forte des premiers aux facteurs climatiques particulièrement à la pluviométrie. Les résultats de ce travail ont permis d'établir une relation pluviométrie / accroissement radial en fonction de l'âge de leur formation. Ainsi, il est établi qu'à partir de ces résultats particulièrement ceux des valeurs des sensibilités moyennes (SM) que les conséquences probables des variations climatiques influentes sensiblement sur les jeunes sujets. Aussi pour éviter les changements d'ordre physio biologiques liés au vieillissement des arbres, il est préférable de comparer les cerne sur une période de 40 à 50 ans comme c'est le cas des six échantillons choisis dans la zone d'étude.

Mots-clés : Pin d'Alep, Cerne annuel, Accroissement radial, Ecart relatif, Sensibilité moyenne, Profil d'inter datation, Synchronisation.

Abstract

The comparison of the results of both dendroclimatic and dendrochronological analysis of the Aleppo pine in the state forest of Tlemcen (north of Algeria) has been achieved in particular site conditions. The analysis of the growth of the annual rings and the reports of the relative gaps of the successive rings shows a clear regressive trend at the young trees. The average sensitivity (AM) and the respective coefficients of the

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

inter-dating (SR) to the young trees and to the most aged confirm an enough strong dependence of the first especially to the climatic factors, especially the precipitations. The results of this work permitted to establish a relation between radial growth and precipitations according to the age of the rings formation. Thus, it is established that from these results, particularly from the mean sensibilities (SM) values, that the climatic variations influence appreciably on the young trees. So to avoid the biological and physiological changes linked to the ageing of the trees, it is preferable to compare the rings on a 40 to 50 years period as it is the case of the six selected samples in the survey zone.

Key-words: Aleppo pine, annual ring, radial growth, relative deviation, mean sensibility, inter dating profile, synchronization

Introduction

Dans les régions du sud de la méditerrané caractérisées par deux saisons, l'une froide et humide, l'autre chaude et sèche, l'ensemble des végétaux ligneux pérennes particulièrement les arbres développent chaque année un anneau de croissance qui par son caractère annuel indique la date de sa formation. Aussi par la variation de l'épaisseur

d'une année à une autre, le cerne de croissance permet d'évaluer les changements du milieu ayant été les causes de ces variations, parmi lesquelles figurent les facteurs climatiques, particulièrement les précipitations et les températures. Les végétaux évoluant dans ce type de climat sont plus sensibles au bilan hydrique, les températures n'agissent que sur le démarrage de l'activité biologique (CHERUNINI *et al.*, 2003).

Le but de ce travail est de déterminer l'impact des facteurs climatiques sur la croissance radiale d'un peuplement issu d'un reboisement I de pin d'Alep. L'objectif attendu est la détermination du degré d'influence de la pluviométrie par périodes fixes sur l'accroissement radial périodique et de définir la tranche d'âge la plus exposée aux variations des précipitations.

Zone d'étude

La forêt domaniale de Tlemcen située au nord ouest de l'Algérie est le résultat d'une substitution d'un matorral de *Quercus rotundifolia* et de *Juniperus Oxycedrus* par une plantation de *Pinus halepensis* dont les premiers travaux ont été entrepris à partir de 1890. L'objectif de ce reboisement était en premier lieu de créer un espace à des fins de loisirs et dans un deuxième temps de protéger la ville située en aval contre

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

les effets de l'érosion hydrique en cas de fortes intensités pluviométriques.

La configuration générale du terrain constitué par de nombreux affleurements rocheux a poussé les initiateurs de ce



Photo 1 : Vue de la ville de Tlemcen à partir de la forêt de Tlemcen.
L'arbre de gauche représente l'échantillon 4.

projet à préconiser la confection de pôtets assez grands avec un apport systématique de terre végétale. La forêt est orientée au nord (nord-nord ouest et nord-nord est). Pour toutes ces raisons d'uniformité des facteurs écologiques et de la disponibilité des données météorologiques, cette forêt a été choisie comme zone d'étude.

L'objectif attendu est la détermination du degré d'influence de la pluviométrie par périodes fixes sur l'accroissement radial périodique et de définir la tranche d'âge la plus exposée aux variations des précipitations.

Matériel et méthodes

Le choix des arbres échantillons est fait d'une manière aléatoire sur les trois niveaux de la forêt sur un même axe nord-sud, le premier est situé en amont, le second au centre et le troisième à l'aval. Les arbres près des sources ou présentant un aspect particulier (fourchus ou penchés) ont été évités.

Tableau I

Préparation des échantillons

Trois prélèvements de carottes de bois à l'aide de la tarière de Pressler sur les six échantillons à 120°C l'un de l'autre ont été effectuées. L'opération d'extraction de ces sondages a

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

N° Arbre Age	Hauteur	Diamètre 1,30m	Surface houppier	Exposition	Densité
1 33	17	64	30m ²	Nord-est	130
2 39	16	63	41m ²	Nord-est	253
3 45	18	73	35m ²	Nord-Nord-est	212
4 37	17	70	72m ²	Nord	254
5 45	14	49	26m ²	Nord-ouest	413
6 45	15	42	25m ²	Nord-ouest	420
7 37	13	30	29m ²	Nord	430
8 131	21	78	75m ²	Nord-ouest	Particulier

Tableau I : Caractéristiques des arbres échantillons

été faite en Janvier 2007, donc le cerne de l'année 2006 est pris comme point de départ pour les mesures de la largeur des cernes effectuées de l'écorce vers le centre. Le même procédé est appliqué sur les deux sections (photo 3), au total 8 arbres ont fait l'objet de mesure et d'analyse.

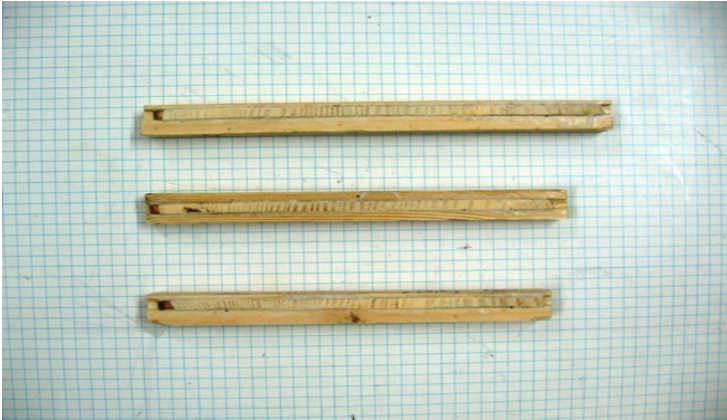


Photo 2 : Carottes de bois après polissage.



Photo 3 : Présentation des deux sections.

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

Après l'extraction, les échantillons sont placés dans des baguettes en bois où des fissures au milieu et de même diamètre ont été pratiquées (photo 2). Ce mode d'emploi est conçu pour éviter que les échantillons ne se tordent. Ceux qui présentaient des anomalies liées à l'orientation de l'axe vers le cœur n'ont pas été pris en compte. La limite du rayon est définie par le changement de l'orientation des arcs de croissance.

Méthodes de détermination de la largeur des cernes

Après les opérations de préparation des échantillons, les distances séparant le centre du premier cerne près du cœur à la limite extérieure du dernier cerne situé près de l'écorce de chaque échantillon ont fait l'objet de mesures systématiques. Ensuite la détermination des largeurs de l'ensemble des cernes est faite à partir de l'analyse des mesures manuellement sur le banc de l'appareil LINTAB associé à un enregistreur automatique. La somme des mesures des cernes a donné une valeur très proche de la mesure du segment séparant le centre et la limite extérieure

La méthode des écarts relatifs des cernes (ERC) (LEBOURGEOIS ,1997) a été choisie dans le but de représenter les écarts entre les cernes successifs pour ensuite les comparer

avec ceux des précipitations correspondantes aux mêmes années. La première étape est de déterminer les années caractéristiques pour aboutir à l'élaboration de la synchronisation finale ; la deuxième étape consiste au calcul des sensibilités moyennes (SM) et des profils d'inter datation (SR). (RICHTER et ECKSTEIN, 1990).

Résultats et discussions

Méthode des écarts de croissance

Les séries individuelles des cernes sont inter datées par confrontation visuelles des courbes des largeurs. Cette phase qui consiste à établir un graphe avec l'âge en abscisse et la largeur moyenne du cerne en ordonnée a permis l'élaboration du profil d'inter datation provisoire (Figure n°1).

La représentation graphique montre l'effet de l'âge sur la variation de la croissance radiale (A.R). En effet, cette variation est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs liés à la compétition interspécifique. Les années caractéristiques négatives sont représentées par les creux des courbes et les années positives par les sommets. La figure n°1 montre que l'échantillon 6 présente 10 années caractéristiques négatives sur un total de 45 ans soit 22% qui sont les années : 1964 1968 1974 1982 1984 1992 1994 1997 1999 et 2002.

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

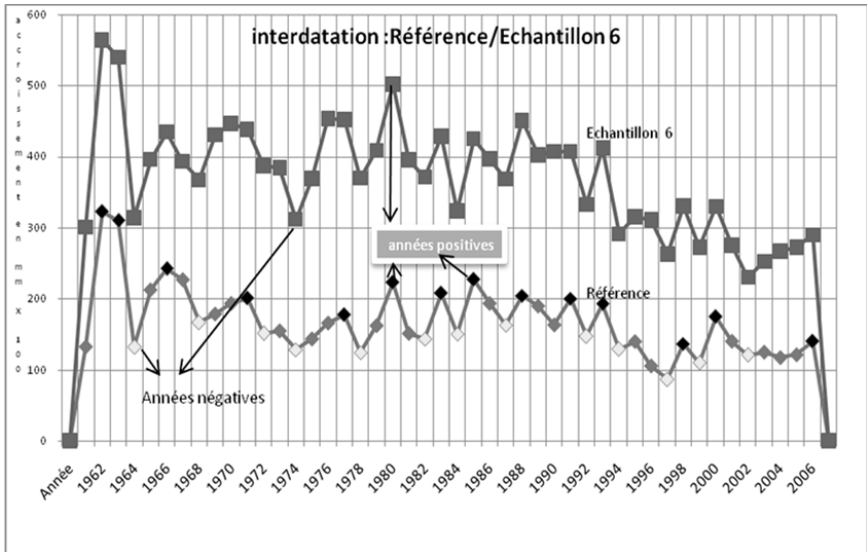


Figure 1: inter datation provisoire

Les mêmes observations ont été faites sur l'ensemble des échantillons où les années caractéristiques négatives représentent 80% et les années positives 87% en moyenne par rapport à la courbe de référence. Ce résultat nous amène à déduire que sous l'influence de l'âge et dans les mêmes conditions de milieu les arbres réagissent de la même manière en générale. La différence réside dans le potentiel génétique propre à chaque sujet et dans les conditions de compétition dans lesquelles il s'est développé (GADBIN-HENRY, 1994).

La relation de l'accroissement radial annuel et l'âge correspondant est défini par la tendance négative de la droite de régression $y = 349 - 4,98x$ (figure 2) et un coefficient de corrélation égal à $-0,889$. Par contre l'accroissement de la surface terrière (S.T) augmente avec l'âge. Avec un rayon de même valeur, on a une surface terrière plus grande si on s'éloigne du centre (figure 2). Cette évolution de la croissance de la surface terrière régresse à partir de 70 ans (figure n°3).

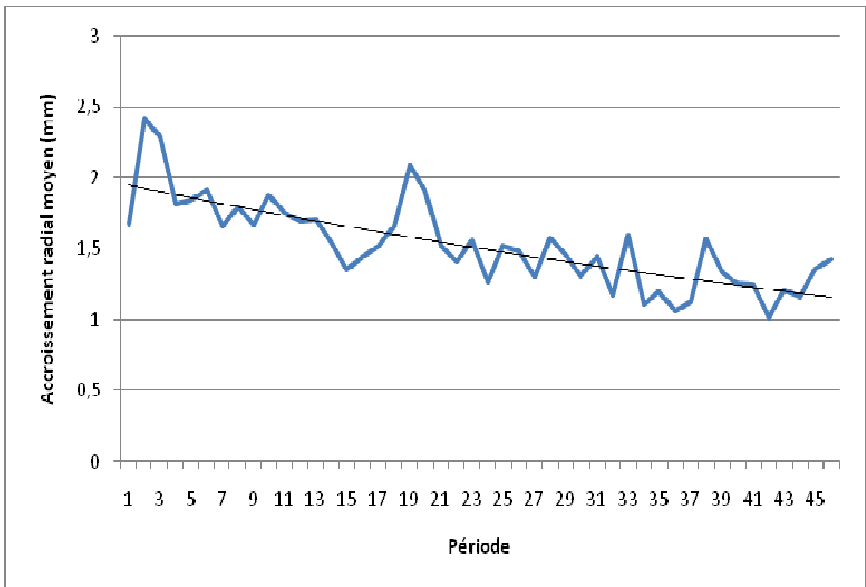


Figure 2 : Evolution de l'accroissement radia moyen annuel.

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

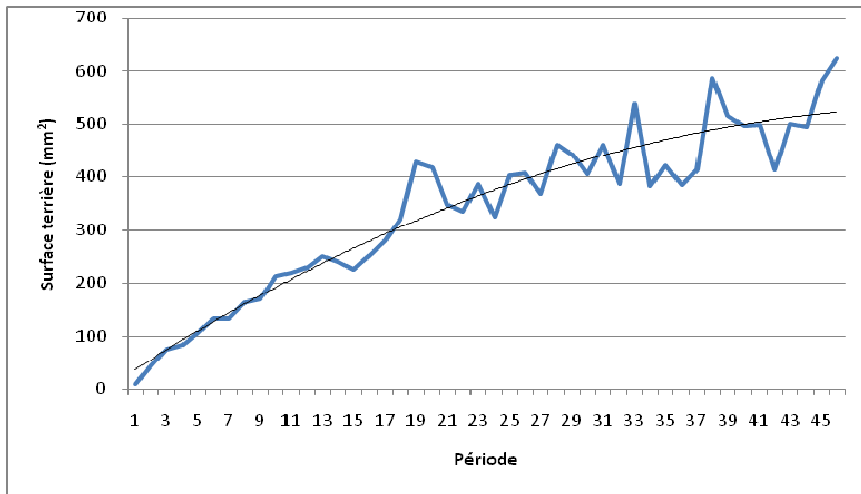


Figure 3 : Evolution de la surface terrière moyenne annuelle

Méthodes des écarts relatifs de croissance (ERC)

Cette méthode permet d'évaluer le rapport de la croissance des cernes successifs soit de l'année n et celle de l'année n-1. (BECKER, 1989)

$$ERC = 100 \times [ln - (ln-1)]/ln-1$$

Une moyenne des ERC est ensuite calculée pour chaque date disponible, on obtient alors une valeur moyenne de l'évolution de la croissance radiale entre deux cernes consé-

cutifs pour l'ensemble des échantillons. Une année est considérée comme caractéristique quand l'écart relatif moyen est au moins égal à 10%. Cette différence est positive dans le cas d'une forte croissance et négative dans le cas contraire ; avec au moins 70% des arbres échantillons présentant le même comportement pour le cerne correspondant. (Schulman, 1966)

La représentation des histogrammes des différents échantillons montre la répartition des différents rapports des écarts relatifs correspondants (figure 4).

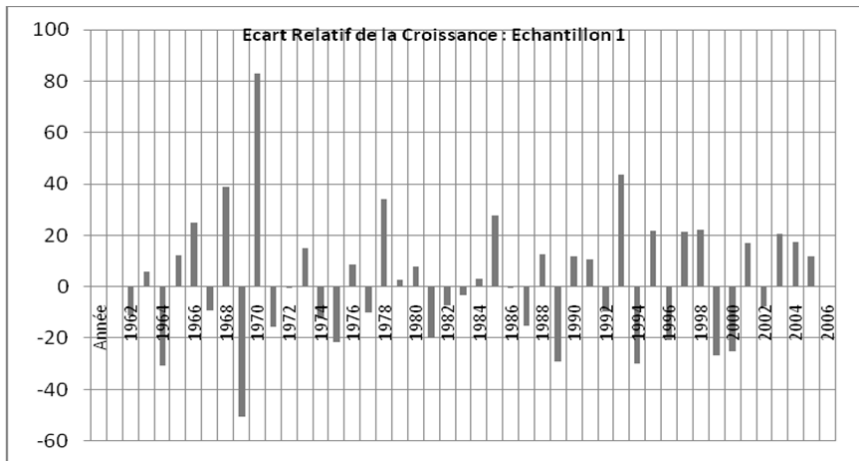


Figure 4 : Répartition des écarts relatifs de la croissance radiale

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

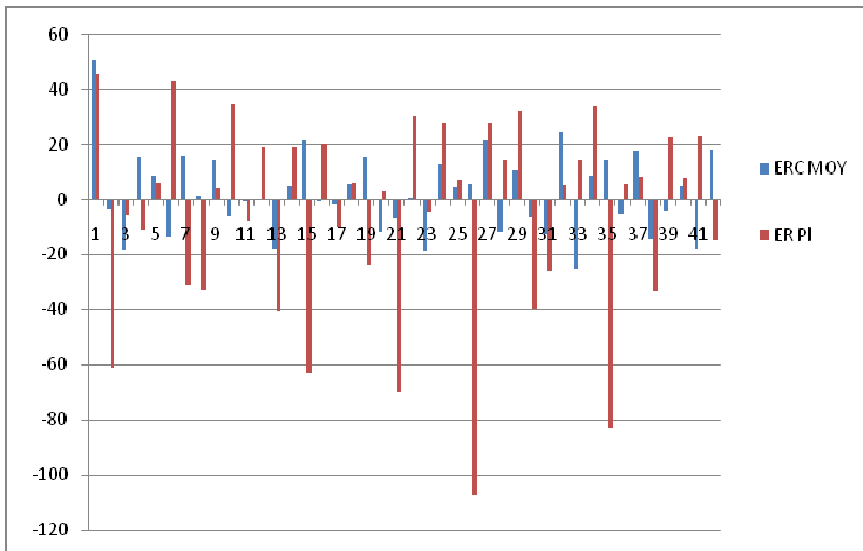


Figure 5 : Relation entre les écarts relatifs de l' accroissement radial moyen annuel

Analyse statistique

Largeur moyenne, écart type et coefficient de variation

L'accroissement moyen annuel (mm/an) et l'écart type des largeurs des cernes sont calculés pour chaque arbre sur la base des chronologies individuelles ainsi que sur la chronologie de référence ou chronologie maitresse.

Ces deux valeurs nous permettent de déterminer le coefficient de variation qui traduit l'écart relatif des valeurs par rapport à la moyenne.

Sur l'ensemble des 485 cernes mesurés, des rapports entre les cernes de l'année $[\ln -l (n-1)] / (n-1)$ ont été calculés pour chaque échantillon. Ils sont ensuite comparés les uns aux autres en fonction de l'âge de formation de chaque cerne pris individuellement. Ces rapports sont soit négatifs pour les années de sécheresse soit positifs pour les années pluvieuses.

On remarque à partir du tableau II que l'écart type est inversement proportionnel à l'âge des échantillons.

Ecarts types et coefficients de variation			
Echantillon	Ecart type	moyenne	Coefficient de variation %
1 (33ans)	117,81	288	40,90%
2 (39 ans)	86,57	287	29,96
3 (45 ans)	58,46	261	22,39%
4 (37 ans)	85,88	158	54,35%
5 (45 ans)	20,32	226	8,99%
6 (45 ans)	48,49	137	35,39%
8 (131 ans)	2,59	291	0,89%

Tableau II : Représentation des paramètres statistiques

**Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la
croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) :
Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de
Tlemcen. (Algeria)**

La sensibilité moyenne

La moyenne sensibilité définit la variation moyenne entre deux épaisseurs annuelles successives (DOUGLASS, 1937). Elle exprime l'ampleur des changements affectant à court termes l'épaisseur des cernes et varie de 0 pour deux cernes successifs égaux à 2 lorsque l'épaisseur de l'un d'entre eux est nulle. La sensibilité moyenne caractérise la dépendance des arbres des facteurs climatiques et s'exprime par le rapport (FRITTS, 1976) :

$$SJ = (1/N-1) \times \sum 2(x_{t+1} - x_t) / (x_{t+1} + x_t) \quad X_t = \text{cerne de l'année } t$$

$$X_{t+1} = \text{cerne de l'année } x_t + 1 \quad N = \text{nombre d'années.}$$

Les facteurs climatiques saisonniers par leur variation influent sur la réaction des arbres qui agissent en fonction d'un certain degré de sensibilité (SM) (RICHTER et ECKSTEIN, 1990). Cette influence se répercute sur la largeur du cerne annuel de croissance. Cette dépendance se caractérise par le calcul de la sensibilité moyenne (SM) représentée par le rapport des écarts relatifs pour deux cernes successifs. Ce rapport reflète l'influence des variations climatiques interannuelles sur la croissance radiale (DOUGLASS, 1937)

Le coefficient d'inter datation

Le coefficient d'inter datation SR est le rapport de la sensibilité de la chronologie maitresse (SMcm) à la moyenne des sensibilités calculées sur les séries élémentaires (SMse) correspondantes.

Les valeurs les plus proches de 1 expriment un parfait synchronisme ; elles dépendent aussi de la taille des échantillons. Pour un groupe de N séries, une valeur de SR égale à $1 / \sqrt{N}$ correspondrait à des séries dont les épaisseurs des cernes varieraient de façon aléatoire (Vissier, 1995).

La confrontation de ces deux paramètres (SM et SR), permet d'apprécier l'intensité du mode de réponse des arbres au facteur climatique (Munaut, 1966). La combinaison « faible sensibilité moyenne et fort coefficient d'inter datation » exprime une homogénéité des arbres aux facteurs climatiques (NE-FAOUI, 1996). Par contre, une forte sensibilité moyenne couplée à un faible coefficient d'inter datation signifie une faible influence du climat sur la croissance radiale; DESPLANQUE et al., 1998).

Les arbres les plus jeunes : échantillons 1,2 et 4 semblent les plus sensibles aux influences du climat local avec une sensibilité moyenne assez grande comprise entre 0,90 et 0,60 et

**Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la
croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) :
Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de
Tlemcen. (Algeria)**

SM1	0,90	SR1	0,15
SM2	0,90	SR2	0,15
SM3	0,40	SR3	0,33
SM4	0,60	SR4	0,22
SM5	0,40	SR5	0,33
SM6	0,40	SR6	0,33
SMmoy	0,13	SRmoy	0,25

Tableau III : Valeurs respectives des S.M et S.R

un coefficient d'inter datation moyen faible d'une valeur de 0,15 à 0,22.

Les échantillons 3, 5 et 6 soit les plus âgés expriment leur dépendance relative faible du climat local par l'expression de leurs valeurs respectives des SM égales à 0,40 et 0,15 et des SR à 0,33 et 0,80. Par ces valeurs des trois échantillons de même âge, il est possible de déduire que jusqu'à 40 ans l'arbre est plus sensible aux variations du climat, mais cette sensibilité diminue considérablement avec l'âge où on enregistre une très faible sensibilité égale à 0,15 chez l'arbre 8 âgé de 121 ans (tableau III).

La tendance des précipitations

L'analyse de la répartition des précipitations sur les 23 dernières années (de 1981 à 2003) montre que seulement 6 an-

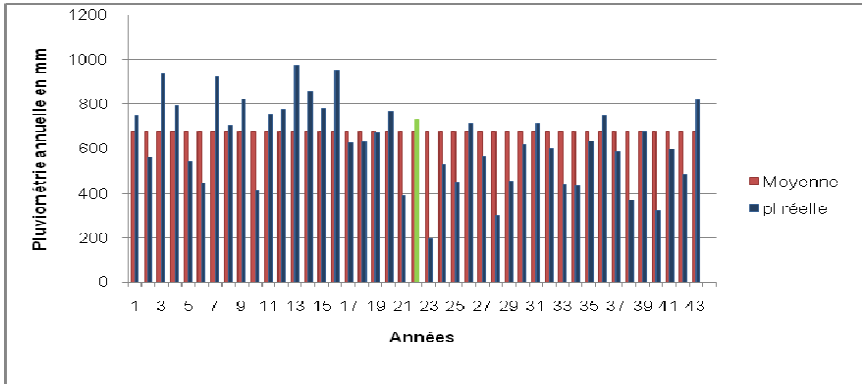


Figure 6 : Répartition de la pluviométrie moyenne annuelle de 1961 à 2003

nées ont des valeurs égales ou supérieures à la moyenne qui est de 628,86mm/an (6/23) soit 26%. Par contre ce rapport est beaucoup plus important durant la première période de 1961 à 1980 soit 65%. (Figure 6)

Cette tendance générale à la baisse des précipitations influe négativement sur les jeunes arbres à partir de 33 ans comme cela a pu être observé sur les échantillons 1,2 et 4 (Figure7). Alors chez les sujets âgés l'impact de ces variations de l'un des facteurs climatique en l'occurrence les précipitations est moins ressenti du fait de la tendance régressive de la croissance à partir de 70 ans.

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

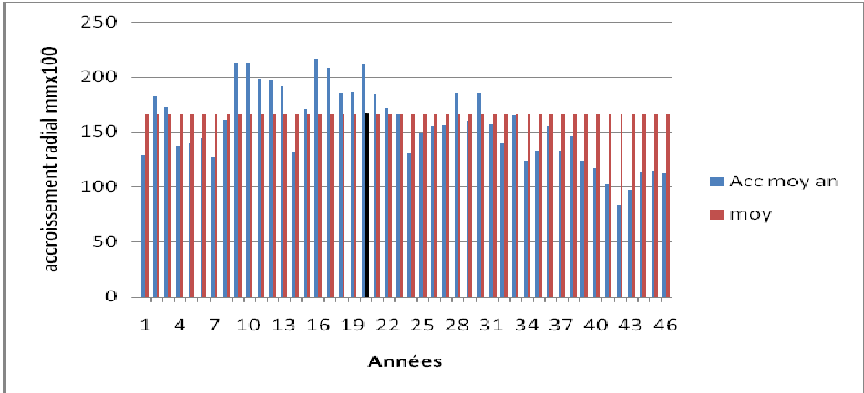


Figure 7 : Répartition de l'accroissement radial moyen annuel de 1961 à 2003

Les années de sécheresse ayant marqué la zone d'étude plus particulièrement les plus récentes, ont eu un effet plus négatif sur les tranches d'âge 30 à 70 ans. Par contre, jusqu'à 30 ans les arbres bénéficient d'un accroissement juvéniles assez conséquent.

Le coefficient du sens de variation entre les écarts relatifs des accroissements radiaux moyens et de la pluviométrie est de 52,5.

Pour plus de précision, le calcul du coefficient de corrélation semble important car il tient compte de la valeur effective des variations.

On remarque que seuls les échantillons 2, 3 et 4 présentent entre eux des coefficients de corrélation significatifs ; par contre, l'ensemble à l'exception des plus âgés (8 et 6) et du plus jeune (1) ont des coefficients significatifs avec la pluviométrie moyenne annuelle.

La relation entre les accroissements annuels et la pluviométrie correspondante ne semble pas établie à titre individuel. Ceci nous amène à déduire que la croissance est dépendante de plusieurs facteurs interspécifiques dus à l'environnement immédiat tels que la densité, les traitements sylvicoles, les attaques parasitaires, la station ainsi qu'aux facteurs intra spécifiques liés principalement au potentiel génétique individuel (MESSAOUDÈNE et TESSIER, 1997).

Les valeurs de la sensibilité moyenne (SM) variant de 0,90 à 0,60 chez les jeunes sujets et de 0,40 à 0,80 chez les plus âgés confirment bien une plus grande dépendance des premiers face aux éléments du climat local.

Ces divers observations nous ont amené à nous poser un certains nombres de questions relatives à l'interprétation des valeurs des sensibilités moyennes et des coefficients d'inter datation (Figure 8).

**Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) :
Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)**

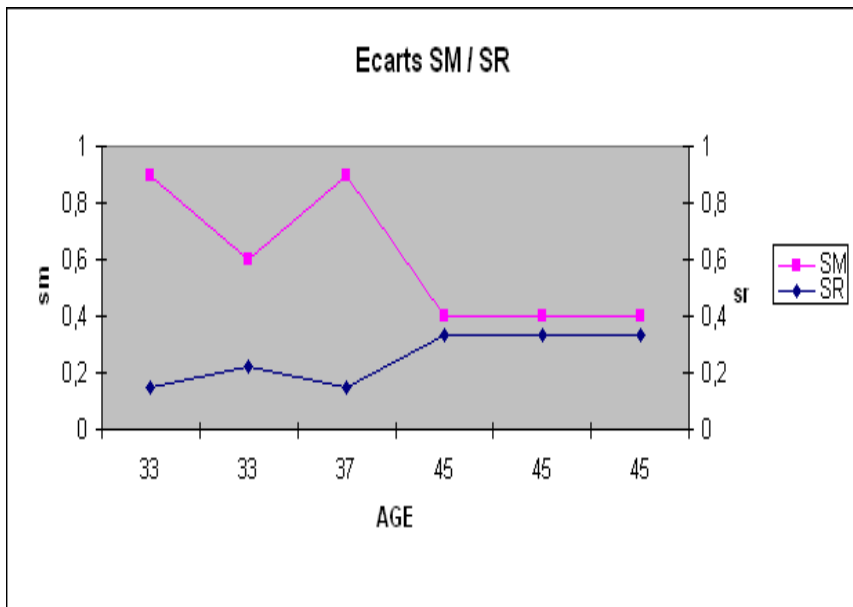


Figure 8: Courbe des écarts entre les SM et les SR respectifs

En effet si d'une part l'ensemble des échantillons de même âge (1,2 et 3) présentent des sensibilités moyennes équivalentes ; il reste néanmoins de savoir s'il existe une relation certaine entre la pluviométrie annuelle moyenne et l'accroissement radial annuel. Par contre la relation entre la pluviométrie périodique sur 5 ans avec celle de l'accroissement radial courant des mêmes périodes demeure établie. Sur ces bases, il semble qu'il est possible qu'à partir de ces résul-

Bellifa, Mohammed; Bencherif, Kada;
Latreuche, Belarouci Nouredine

	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Ech6
Ech2	0,387					
	*0,617					
Ech3	0,424	0,702				
	*0,689	*0,815				
Ech4	0,385	0,55	0,629			
	*0,588	*0,723	*0,911			
Ech5	0,047	0,202	0,154	0,216		
	*0,105	*0,771	*0,600	*0,394		
Ech6	0,319	0,152	0,047	0,151	0,196	
	*0,600	*0,318	*0,432	*0,432	*0,247	*0,093
Pluvio	0,235	0,236	0,264	0,399	0,066	0,133
	*0,092	*0,630	*0,763	*0,777	*0,725	*0,107

Tableau IV : Corrélacion entre l'accroissement radial et la pluviométrie (* périodique)

tats confirmés par les valeurs des coefficients de corrélation (tableau IV) de penser à placer la dendroclimatologie du pin d'Alep de cette région du Maghreb dans une approche valable dans la connaissance et la détermination du climat méditerranéen local particulièrement la pluviométrie périodique quinquennale.

Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) : Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de Tlemcen. (Algeria)

Conclusion

La connaissance et l'analyse des tendances à moyen et long terme des accroissements radiaux en région méditerranéenne demeure intéressantes dans la recherche des causes responsables de la fluctuation de ces valeurs.

En région méditerranéenne, les arbres sont généralement plus sensibles à l'effet du bilan hydrique qu'à celui du bilan thermique.

Dans ce travail, les données dendrochronologiques utilisées proviennent d'un peuplement artificiel de Pin d'Alep. La méthode choisie est basée sur l'étude des variations de la croissance radiale sur sept échantillons issus d'un même milieu écologique homogène.

Pour chaque arbre échantillon trois prélèvements ont été effectués dans des directions de même angle (120°) à l'aide de la tarière de Pressler. Pour les calculs et les analyses, la moyenne arithmétique des trois prélèvements a été utilisée afin d'éviter les erreurs dues à l'excentricité.

Au niveau des cernes, la méthode des écarts relatifs a été choisie afin de représenter les écarts entre les cernes successifs pour ensuite les comparer avec les écarts relatifs de la pluviométrie correspondante aux mêmes années.

La première phase a permis la détermination des années caractéristiques négatives et les années caractéristiques positives ayant abouti à l'élaboration du profil d'inter datation.

La deuxième étape a consisté au calcul des sensibilités moyennes (SM) et des coefficients d'inter datation (SR)

.Ces deux paramètres, par leurs valeurs respectives définissent la réaction des différents échantillons face aux facteurs climatiques particulièrement la pluviométrie en fonction de l'âge.

L'analyse établie par la méthode de la régression linéaire montre une tendance régressive de la croissance radiale moins importante chez les sujets âgés (échantillons 3,5 et 6) que celle chez les jeunes arbres (échantillons 1,2 et 4).

Bibliographie

- BECKER M, 1989. The role of climate on present and post vitality of silver fir forest in the Vosges Mountains of northeastern France. *Canadian Journal of forest Research* 19: 1110-1117.
- CHERUBINI P, GARTNER B, R.TOGNETTI R, W. SCHOCH W, BRÄKER O U and INNES J L.. 2003. Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from Mediterranean climates. *Biological Reviews* 78 : 119-148.

**Impact de l'âge et des variations pluviométriques sur la
croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*. MILL) :
Cas du peuplement artificiel de la forêt domaniale de
Tlemcen. (Algeria)**

- DESPLANQUE, C., ROLLAND, C., MICHALET, R., 1998. « Dendroécologie compare du sapin blanc (*Abies alba*) et de l'Epicéa commun (*Picea abies*) dans une vallée Alpine de France ». *Canadian Journal of forest Research* 28. 737-748.
- DOUGLASS E, 1937. Tree Rings and Chronology. *University of Arizona, Physical Science Bulletin* 8: 1-36
- FRITTS H C, 1976. Tree-ring and climate. *New York Academic Press*. 576 p.
- GADBIN-HENRY C, 1994. *Etude dendroécologique de Pinus pinea L. Aspects méthodologiques*. Thèse de l'Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III Faculté des Sciences et Techniques Saint Jérôme. 79 pages.
- LEBOURGEOIS F, 1997. Etude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau France . ONF : 397 pages
- MESSAOUDÈNE M, TESSIER L. 1997. Relation cerne – climat dans les peuplements de *Quercus afares Willd* et *Quercus canariensis Pomel* en Algérie. *Annals of Forest Science* 54, Number 4 :347-358.
- MUNAUT A V, 1966. Recherches dendrochronologiques sur *Pinus sylvestris*. Etude de 45 pins sylvestres récents originaires de Belgique. *Agricultura* 14, 2 : 193-232.
- NEFAOUI M, 1996. Dendroécologie, productivité et dynamique de la croissance radiale du pin maritime naturel au Maroc. – *Thèse de*

doctorat, Université d'Aix-Marseille III, vol. 2 tome : 142 pages et 157 pages.

RICHTER K et ECKSTEINE D, 1990. A proxy summer rainfall record for Southeast Spain derived from living and historic Pine trees. *Dendrochronologia* 8, 67-82.

SCHULMAN E, 1956. *Dendroclimatic Changes in Semiarid America*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona : 142 pages.

VISSIER H, 1995. Note on the relation between ring and basal area increments. *Forest Science*:41, 297-304

Notas

1. Département des Sciences Agronomiques et Forestières

Faculté S.N.V. –S.T.U. Université de Tlemcen.

mbellifa@yahoo.fr

Titulaire d'un D.S.R université J.F. Grenoble et d'un Magister Université Tlemcen Algérie

Ecological role of *Tamarix gallica* Wahl in an arid region (Algeria)

TERRAS, Mohamed (1); LABANI, Abderrahmane (1);
BENABDELLI, Kheloufi (2) et ANTEUR, Djamel(1)

Abstract

Biological control against runoff with the use of *Tamarix gallica* Wahl. Seems to give interesting results, both economically and ecologically. The stabilization of soil threatened and subjected to erosion yet the installation of a herbaceous layer is clearly visible after exclosure. Dendrometric results are also presented in the dynamic component and confirm phytoecological interest of this species when it is protected. The results depend on an exclosure, show a biological recovery or *Tamarix gallica* that plays a decisive role in the fight against erosion by stimulating some phytoecological evolution and soil stabilization. View the ecological role of *Tamarix gallica* in an arid

area, we recommend the protection of this species and also their use in planting programs in arid zone.

Keywords: Erosion, biological control, *Tamarix gallica*, deferred grazing, Algeria.

1. Introduction

Pastoral vocation space is a function of its cover vegetation and the breeder has found it convenient to follow his cattle on all areas that produce. Unfortunately this move in search of food is limited today, herds have stabilized and should reach a fixed point in the evening where a concentration in areas resulting in overexploitation. The trend towards aridity that knows this area requires long commuting herds in search of food in the “permanent consequences of climate ecosystems are causing one of the essential mechanisms of degradation of the Mediterranean vegetation in general, “said about it [1] The lack of connection between land use and livestock policy results in a break between two inseparable sectors (agriculture and livestock) and leads to indiscriminate use of land by animals and humans. [2] noted in this regard: “Mediterranean agriculture has been characterized by an almost total separation between crop and animal production.”

Ecological role of *Tamarix gallica* *Whal* in an arid region (Algeria)

2. Materials and methods

2.1. Study area

Saida area location gives it a role of bridge between the steppe areas in the South and in the North Tellian areas. It is the extension of the Saida province territory on two distinct natural areas, one is Atlas Tellien in the North and the other is the high steppe plains. In historical times, the contact location has allowed the Saida province to live exchanges with the steppe and pre Saharan areas. The climate type, in this study area, is Mediterranean that's belonging to the fresh semi-arid bioclimatic zone, with irregular and low rainfall (between 300 and 370 mm / year). There are two contrasting periods, wet and cold period, the other dry and hot. Summer precipitation are often torrential rains and temperatures have significant amplitudes. January and February are the coldest months during the year (3.3 ° C) while July and August are the hottest months (35.5 ° C). The wind is dominant North-West (N-W) direction with the hot wind (sirocco) during the summer months which accelerates the wind erosion phenomenon in devoid vegetation areas. The water deficit over a period of 5 months (critical period for non-irrigated crops).[3]

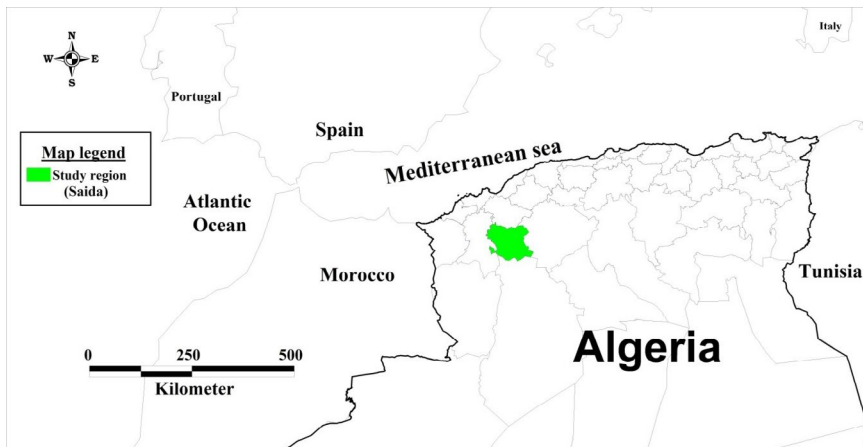


Figure: Location of the study area [4]

2.2. field characterization facing route

The breeder usually landless with time and with the changing management in addition are spaces in the obligation to use land in different forms such as rental, periodic exploitation or misuse. All spaces are thus used following their occupation or form of management, the forest area, insignificant in its area, however, they play a key role as rangeland, agricultural land occupies the largest area, when it has to a leading role in the economy of the town. It is a space of choice which can ensure a green and dry biomass for more than 6 months. Unproduc-

Ecological role of *Tamarix gallica* Whal in an arid region (Algeria)

tive lands used primarily rangeland are relegated to the background, without any protection or enhancement[5].

2.3. Types of rangelands

The three types of routes found in the area are:

- The agricultural course: it is temporary, it is the cereal that dominates this type of course retains the herds up to 3 months (between July and September).
- The forest trail: very degraded forest formations, less than 12% of the total surface, it must meet the food deficit in livestock for eight months (November to June).
- Brownfields: unproductive land degraded by water erosion is used only during the spring, period or herbaceous layer that is developed in favor of seasonal rainfall.

2.4. Average productivity of land used as route

All productive areas are used as rangeland and pastoral care is greater between 5 and 10 times the potential burden.

Table 1 : Production and use of the various areas

productive space	period used	Number *UF /ha	actual load	theoretical load
Degraded forest training	8 months	100-150	4,7	0,5
green grain	4months	300-350	4,8	2,0
Cereal straw and stubble	2months	100-150	5,9	0,5

* fodder units per hectare

2.5. disturbance areas

The evolution of the management of land and the takeover of even marginal lands that have common spaces are no longer considered abandoned. The concept of leasing land even naked under demand of productive green space of some biomass quality has become an economic reality. All spaces are used by sheep herds as the average distance to the search space is of the order of 7 km on average spaces designed to meet priority needs of the herds.

The mismatch between productive area of food, livestock numbers and financial needs of farmers and pastoralists are factors that guide agricultural land use and modify factors that guide the use of agricultural land and change their classification and production[6]

Ecological role of *Tamarix gallica* *Whal* in an arid region (Algeria)

No space is used according to its purpose therefore its potential to the point where all agricultural land can be transformed into a golf course periodically. Against observed by sizeable land classified as space travel but completely degraded by erosion, erosion promoted and accelerated by the type of soil (clay), topography (steep slope) and climate (rainstorm). To the small area reserved for the course and the importance of sheep numbers, the consequences are alarming as overgrazing, trampling, soil degradation and eradication of palatable species. The sheep trail is also negatively on all other areas with an average pastoral care of 6ovins per hectare while the real possibilities are only about 2. A multitude of plant species are used worldwide to fight against water erosion and show, at some point, their limit. The Algeria annually loses an average of 30,000 hectares of land because of the effects of erosion, a shortfall crucial for the protection of agricultural land.[7]

3. Experimental protocol

Perimeter experiment extending over an area of 20 hectares was selected and is located in the southern part of the province of Saida. Planting work undertaken in *Tamarix* Skhouna area (near the wetland) aware of companion planting 1999/2000 were made according to the following technical data: planting density is 1600 plants per hectare, the *Tamarix gallica* plants

are reared from incubators during 9 months being cut and have an average of between 0.6 and a 100 cm height and a diameter of about 1.5 to 3 centimeter collar. Planting is done by opening a hole 30 centimètre depth followed by soil compaction and a sprinkling of 20litre of water. Permanent and annual assessment of plant diversity was made in May of year 2000,2001, 2002, 2003 and 2004 and the results compared to the control plot which represents some phytoecological stability of the area under study use.

4. Results and discussion

The operating results of the behavior of species in the observation plots planted with *Tamarix* and protected for 5 years used to assess the role of these species on the stabilization of rangelands threatened by erosion. Phytomass and productivity of *Tamarix* and its impact on biological wound are key inputs for assessing the ecological impacts of plantations of *Tamarix*.

The total plant biomass obtained in this space protected by planting tamarisk route is estimated by very close to our results. It is estimated at 533 kg of dry matter per hectare (kg / ha) for the control area, two years after exclosure phytomass reached 1032 kg DM / ha.

Ecological role of *Tamarix gallica* *Whal* in an arid region (Algeria)

The results obtained after exclosure and planting *tamarix gallica* are quite high in relation to different types of areas in the region. Plant formations from this development are a thicket of *tamarix* on a herbaceous layer with an average recovery rate of 10-20% at the origin of the significant noticed phytomass. Respectively between 2000 and 2004 the phytomass experienced increases 456 and 588 to 1124.68 kg of dry matter per hectare compared with the control plot which offers only biomass fluctuating between 456 and 588 with an average of more or reference less stable than 522kg. The control plot shows an abundance of mayfly species indicator species where degradation by anthropozoogènes pressures dominate. Of the first exclosure appear perennial species sought by their flocks as grazed.

4.1. Biological recovery observed

The proportions of the various types are quite volatile organic regarding therophytes and cryptophytes chamaephytes however, hemicryptophytes, and the phanerophytes geophytic have a certain stability. The results obtained in number of species and percentage organic type are summarized as follow:

Table 2 : Biological spectrum of the evolution of species

biological forms	Number of species	%
therophytes	51	72,15
Géophytes	21	24,05
Phanérophytes	02	2,53
Hémicryptophytes	03	1,26

4.3. behavior of *Tamarix*

In addition to stabilizing soils, biological recovery is recognized inducing an interesting dynamic phytoecological.. The introduced species provides an interesting woody biomass. In these areas the demand for wood as a domestic source of energy is very high and were estimated in similar ecological conditions by [8]in rural areas of Oran more than 0.6 cubic meter per family a day is 60 kilogramme. Dendrometric parameters to assess the evolution of timber production are the number of stranded clump, average height, diameter and basal area. The quantification of these parameters at different ages reveals a growing number of strands per hectare (density), an average annual increase in height and diameter much higher than other species commonly used in the set of marginal lands and endangered by erosion. All results are summarized in the following table and are used to calculate the average significant enough stressing the need for the kind *Tamarix*.

Ecological role of *Tamarix gallica* *Whal* in an arid region (Algeria)

Table 3: Evolution dendrometric parameters of *Tamarix gallica*

settings	2007	2011	difference
Number of clumps per hectare	1358	1325	-33
Number of strands per hectare	2525	6375	3850
Average height in cm	152	317	+165
Mean diameter in cm	3,99	9,63	+5,64
Basal area per strand m2	0,017	0,027	+0,010
Basal area per hectare in m2	42,92	172,12	+129,20

With planting an average density of 1600 plants per hectare *Tamarix gallica* allows timber production, highly sought in the region of about 195 cubic meter per hectare year for an annual average production per hectare 65 cubic meter. Average annual increases in height and diameter are respectively 0.55 m and 1.88 cm. Average annual productivity remains relatively high compared to other species widely used in plantations (such as Aleppo pine, eucalyptus, the Acacia) and is of the order of 21 cubic meters.

4.4. Socio-economic and ecological impact of the planting *Tamarix gallica*

In more than 115 units per forage hectare afforded by its ecological role in the herbaceous layer, it can meet

the needs of two families annually in domestic wood. The socio-economic and environmental impact of a plantation-based *Tamarix* will be a key level in the preservation of this ecosystem by its users.

Conclusion

Of all plant species used in the fight against water erosion, *Tamarix gallica*, in particular the Common Skhouna ecological conditions provides significant stabilization results soils. The colonization of land vulnerable to erosion by herbaceous and shrub layer is real and a biological recovery guarantor of soil stabilization and the installation of a progressive phytoecological dynamics. The results are not all due to the introduction of *Tamarix*, the enclosure has played a role in determining the biological recovery. The combination between the enclosure and the planting of woody species such as possible *Tamarix* to have encouraging results. *Tamarix* is a fast-growing woody plant to create a favorable microclimate for the installation of a herbaceous playing an effective role in the stabilization of soils subject to erosion and the course. Respect the riparian enclosure because it gives them fodder units and firewood in exchange for their participation in the backup space.

Ecological role of *Tamarix gallica* *Whal* in an arid region (Algeria)

References

- [1] LE HOUEROU H.N ; 1971. The ecological basis of pastoral and forage production Algeria FAO. Rome, 60 p.
- [2] LEUTREUCH-BELAROUCI (N.), 2001: The need for reforestation strategies in Algeria based on biodiversity. Journal Ecosystems. No. 1, Sidi bel abbes.2001, 75p.
- [3] TERRAS M, 2011: Typology, mapping of forest stations and modeling of forest stands. For forests in the province of Saida (Algeria) 400 pages.
- [4] KEFIFA,A: 2013: Contribution to the study and mapping of the impact of climate anthropozoogènes and pressures on natural resources Mountains Saida (Algeria), PhD thesis, 200PAGES
- [5] LABANI THESE: Impact of national agricultural development program on water resources case of the province of Saida, National seminar on water resources, Saida May 2005.
- [6] BENABDELI 1996: Ecological assessment of landscapes, classification, and potential land. Regional Seminar on Planning, Arzew May 14, 1996.
- [7] BENABDELI, 1992: Identification of areas and constraints integrated management of natural and productive spaces. Scientific Day Research Laboratory Ecodevelopment Spaces 12-2-2002. 8p.
- [8] BENABDELI, 2002: Environmental protection. Some fundamentals, applied and regulations. Presentation of a successful experience. Ed Graphi Pub, Sidi Bel Abbes, 243 p.

[9] TERRAS M, 2012: national seminar on biodiversity in drylands, University of Saida.

Annex



Figure 2 : *Tamarix gallica*. [9]

Ecological role of *Tamarix gallica* *Wal* in an arid region (Algeria)

Notas

1. Department of Biology, University Moulay Tahar (Saida, Algeria)
2. Department of Biology, University Islamboulie (Mascara, Algeria)

Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)

YAHIAOUI, Fatima Zohra (1); LABANI, Abderrahmane (1); TERRAS, Mohamed (1); BOUDJEMAA, Mokhtar (1); HADDOUCHE, Moulay Idriss(2); ADDA-HANIFI, Nadia Nora (1) et ANTEUR, Djamel (1)

Résumé

L'introduction sur de grandes superficies du genre *Atriplex*, en zone steppique caractérisée par des sols fragilisés sous l'impact des pressions humaines et du climat, nécessite une étude de son impact sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. L'introduction de trois espèces d'*Atriplex* : une locale *Atriplex halimus*, une seconde *Atriplex canescens*

**Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces
d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex
nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en
zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)**

d'origine d'Amérique et une troisième *Atriplex nummularia* d'Australie. Dans chacune des périmètres de plantation de ces trois espèces plantées depuis 7 ans en région steppique occidentale, un prélèvement d'échantillons de sols a été réalisé au printemps. La comparaison des résultats entre les sols plantés des trois espèces laissent apparaître l'impact de l'*Atriplex* sur quelques caractéristiques du sol. L'espèce qui améliore le mieux le sol et ne perturbe pas ses caractéristiques physicochimiques est l'espèce locale *Atriplex halimus*.

Mots-clés: arbustes fourragers, caractéristiques physico-chimiques, sol, *Atriplex*. Sud– Ouest algérien

Summary

The introduction on large areas of the genus *Atriplex*, in the steppe zone characterized by fragile soils and under human and climate pressures, requires a study of its impact on the soil physico-chemical characteristics. The introduction of three species of *Atriplex*: a local *Atriplex halimus*, a second *Atriplex canescens* originally from America and a third *Atriplex nummularia* from Australia. In each planting perimeter of these three species planted for 7 years in the steppe West region a collect of soil samples was conducted in the spring. The comparison of results between planted soils of the three

species reveals the impact of *Atriplex* on some soil characteristics. The specie that improves the soil and does not disturb its physico-chemical characteristics. The specie that improves the soil and does not disturb its physico-chemical characteristics is the local specie *Atriplex halimus*.

Keywords: Forage shrubs, Physico-chemical soil characteristics, *Atriplex*, Southwestern Algeria.

Introduction générale

De nombreux auteurs se sont intéressés aux travaux de mise en valeur des sols et d'aménagement des terrains de parcours comme Benrebiha (1984, 1987) et Smail (1992). Une des techniques d'aménagement retenue dans le vaste programme engagé par l'état, est la plantation fourragère en utilisant des espèces exotiques soit *Medicago arborea*, *Opuntia ficus indica*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens*. Ces travaux entrent dans le cadre des activités entreprises par le Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), pour la lutte contre la désertification depuis 1994 où le volet plantation fourragères pour restaurer les parcours dégradés domine..

Le présent travail se fixe comme objectif l'évaluation de l'impact des plantations fourragères à base d'*Atriplex canescens*,

Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)

Atriplex nummularia et *Atriplex halimus* sur quelques caractéristiques physicochimiques des sols. La démarche adoptée est basée sur l'étude synchronique en comparant des sols plantés des trois espèces d'*Atriplex* et un sol témoin, tous les quatre périmètres sont mis en défens depuis 7 ans. Le but étant de déterminer les effets des plantations sur quelques paramètres physico-chimiques du sol.

I. Présentation générale de la zone d'étude

I.1. Situation géographique

D'une superficie de 5000 ha, le périmètre de Morghad Cherghi est localisé dans la commune de Sidi Ahmed, à 45 km au Sud-Est de la ville de Saida et à moins de 5 km au Nord-Est de station expérimentale de Bordj el May. Il est délimité à l'Est par la commune de Maâmora et à l'Ouest par une piste le reliant à la route Sidi Ahmed – El Mai (Fig. 1). Les coordonnées Lambert de ce site sont X_1 284,3, X_2 293,5, Y_1 433,1 et Y_2 440,1.

I.2. Description du milieu naturel et physique

La zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique aride à été chaud et sec caractérisée par une période de sécheresse estivale de 7 mois (avril à octobre) et un nombre moyen de jour

Yahiaoui, Fatima Zohra; Labani, Abderrahmane; Terras, Mohamed; Boudjemaa, Mokhtar; Haddouche, Moulay Idriss; Adda-Hanifi, Nadia Nora et Anteur, Djamel

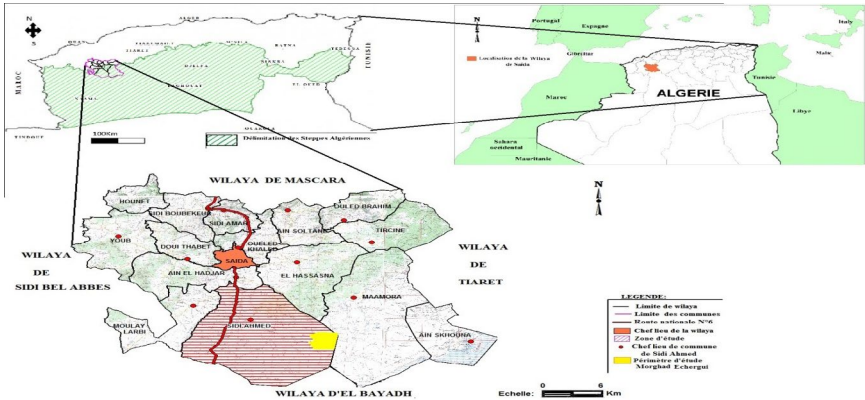


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude « Morghad Chergui ».

de Sirocco de 28 jours /an (ONM Saida, 2010). Le relief est assez plat et homogène et les pentes ne dépassant pas les 3% ; l'altitude varie entre 1050 et 1130 mètres. Les sols dominants sont les sols minéraux bruts couvrant environ 80% de la superficie totale de périmètre, les sols peu évolués occupent le reste soit 20% de la superficie totale du périmètre d'étude (BNEDER, 2010).

D'après la Générale de la Concession Agricole (2010) ; ce périmètre est situé dans une zone steppique très dégradée ou des terrains nus dominent le paysage. Le projet d'amélioration par la restauration des parcours dégradés à travers une plantation d'arbustes fourragés à base d'*Atriplex* (*canes-*

**Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces
d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex
nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en
zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)**

cens, *nummularia* et *halimus*) et *Tamarix* suivie d'une mise en défens a été réalisé par GCA en 2004, se repartit comme suit.

- Plantation fourragère : 2000 ha ;
- Mise en défens : 2940 ha ;
- Reboisement : 50 ha ;
- Fixation des dunes à base de *Tamarix* : 10 ha.

II. Matériels et méthodes

Dans l'objectif d'effectuer diverses analyses du sol les prélèvements des échantillons ont été effectués sur la base de l'échantillonnage aléatoire assez représentative des quatre zones d'étude. En 2010 et au mois de mai, 32 échantillons de sol ont été prélevés à raison de 8 par zone d'étude.

Pour évaluer l'impact de la plantation avec les trois espèces d'*Atriplex* ; les paramètres physicochimiques retenus à comparer sont au nombre de 8 à savoir : la granulométrie, la matière organique, l'azote, le calcaire total, le calcaire actif, la salinité et le pH.

II.1. Préparation et analyse des échantillons de sol

Tous les échantillons de sol ont été prélevés et mis dans des sachets hermétiques identifiés ; 1000 g de sol ont distraits de

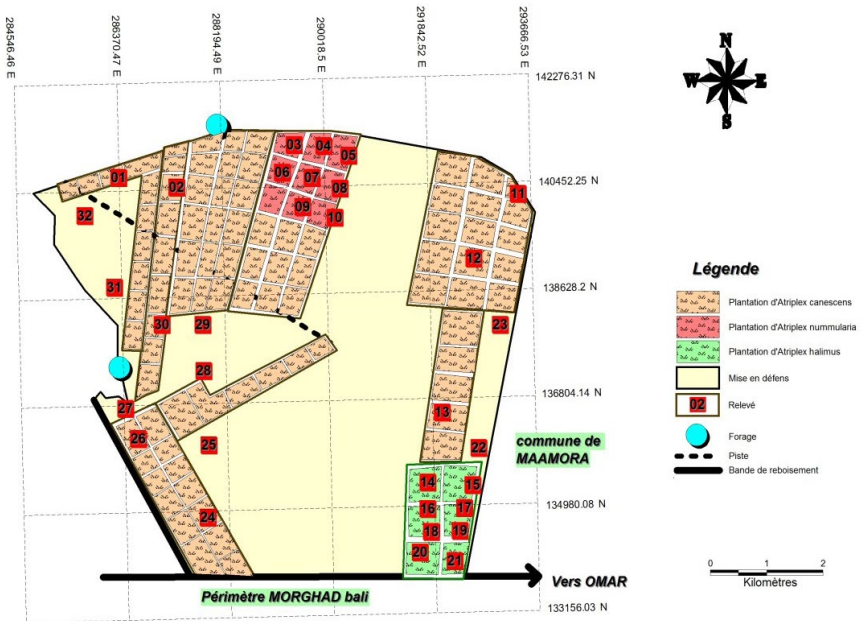


Figure 2 : Carte de localisation des relevés pédologiques.

l'horizon A sur une profondeur de 18 à 25 cm puisque c'est des sols steppiques de type AC. Au laboratoire du département de biologie, les échantillons de sol récoltés ont été étalés sur papier et mis à sécher à l'air libre, dans les conditions où les micro-organismes n'ont pas la possibilité de modifier leurs propriétés. Cette étape est suivie par une séparation des parties fines et grossières du sol avec un tamis à maille

**Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces
d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex
nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en
zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)**

ronde de 2 mm de diamètre. Les analyses ont porté uniquement sur la fraction fine (diamètre < 2 mm).

Pour les analyses physico-chimiques, la granulométrie est faite par la pipette Robinson. Elle est réalisée en deux étapes : une première étape qui consiste à prélever les argiles et les limons par pipetage suivie d'une deuxième pour prélever le sable par siphonage. La matière organique a été déterminée par la méthode d'ANNE ; l'azote total a été dosé par minéralisation, distillation et titrage suivant la méthode de KJELDAH. Pour le calcaire total a été déterminé par la méthode gazométrique basée sur l'attaque acide et détermination du CO₂, dégagé par le calcimètre de BERNARD. Le calcaire actif, utilisable par les plantes, a été évalué par la méthode DROUINEAU- GALET. Le pH par la méthode électrométrique. La salinité qui représente la teneur de tous les sels solubles d'un sol ou d'une solution a été faite par la mesure de la conductivité électrique. Cette dernière est nécessaire pour l'étude du complexe absorbant des sols. Elle est mesurée par le taux de passage du courant électrique dans le sol par le Conductimètre, nous avons retenu la méthode de 1/5 c'est-à-dire 10g de sol dans 50ml d'eau distillée. La détermination des bases échangeables et solubles (K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺) présents dans le sol sous forme de sels (NaCl, CaCl₂, CaSO₄, etc.).

La détermination des cations dans le filtrat du sol par Photométrie de flamme. Et on fait le dosage de Chlorure Cl⁻ par titrage potentiométrique avec AgNO₃.

III. Résultats et discussion

Les deux espèces introduite l'*Atriplex canescens* et l'*Atriplex nummularia* présentent une hauteur moyenne supérieure à 1 m, avec une lignification très importante dépassant parfois 90% (Fig.3), par contre l'espèce locale l'*Atriplex halimus* ne présente qu'une hauteur ne dépassant pas 1m et une lignification moins importante que les deux autres espèces. (Tab.1)

Lorsque la lignification augmente la partie verte se localise généralement au sommet des pieds, et est difficilement ac-

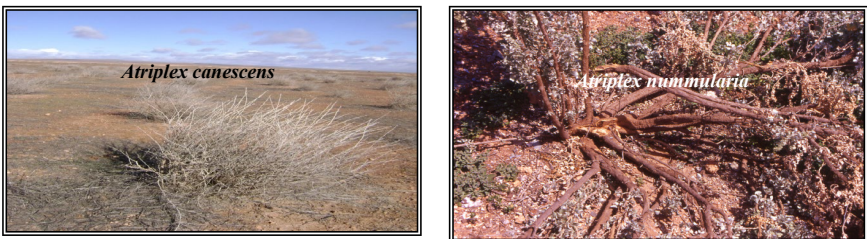


Figure 3 : Lignification des touffes d'*Atriplex canescens* et l'*Atriplex nummularia* dans la zone d'étude Morghad Chergui (photo le 14/02/2011).

**Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces
d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex
nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en
zone steppe ; cas de la région de (Sud Ouest Algérie)**

cessible au cheptel, et parfois l'absence totale de la partie verte.

L'exploitation des résultats consignés dans le tableau 1 souligne un taux moyen de réussite des trois espèces *Atriplex*

	<i>Zone plantée</i>			<i>Zone non plantée « Mise en défens »</i>
	<i>Atriplex canescens</i>	<i>Atriplex nummularia</i>	<i>Atriplex halimus</i>	
Hauteur (m)	>1	>1	≤1	//
Taux de lignification (%)	90	90	70	//
Régénération	Nulle	Nulle	nulle	présente
Taux de réussite (%)	50	50	65	//
Taux de recouvrement (%)	22	22	25	35
Végétations	Ac-Rr-Nm- Ls- Ph	An- Aha- Ls- Ph- Rr	Ah- Aha- Ls- Rr- As- Ph	St- Aha- As- Ls- Ph

*Ah: Atriplex halimus, Aha: Artemisia herba alba, As: Atractylis serratuloides Ac: Atriplex canescens, An: Atriplex nummularia, Nm: Noaea mucronata
Ls: Lygeum spartum, Ph : Peganum harmala, Rr: Retama retam, St: Stipa tenacissima.*

Tableau 1 : caractéristiques des zones plantées et la zone non plantée (mise en défens)

nummularia, l'*Atriplex canescens* et *Atriplex halimus* de l'ordre de 50% à 65%. La régénération naturelle de ces trois espèces est nulle, avec une diminution du recouvrement global de la végétation surtout dans les zones à *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* estimé à seulement 22%, par contre dans la zone plantée en *Atriplex halimus* présente un recouvrement plus important puisqu'il avoisine les 47%.

La zone témoin mise en défens au même titre que les trois autres zones se distingue par un taux de recouvrement global de la végétation supérieur de 15% par rapport aux autres zones plantées imposé par une strate herbacée abondante et une richesse floristique remarquable.

Les paramètres physicochimiques du sol

La texture des différents échantillons du sol est définie après projection des résultats de l'analyse granulométrique sur le triangle textural. La texture est sablo-limoneuse, avec un pourcentage de sable respectivement de 80% et 76% pour l'échantillon des plantations (*Atriplex canescens*, d'*Atriplex nummularia*, et d'*Atriplex halimus*) et la zone non plantée (en Mise en défens).

Un analyse statistique des résultats obtenus sur les principales caractéristiques physicochimiques du sol a permis une

Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppeque ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)

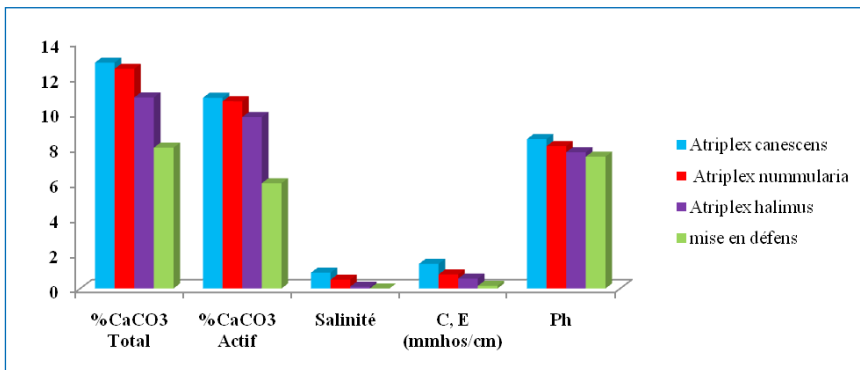


Figure 4: Représentation des résultats des analyses chimiques dans la zone d'étude.

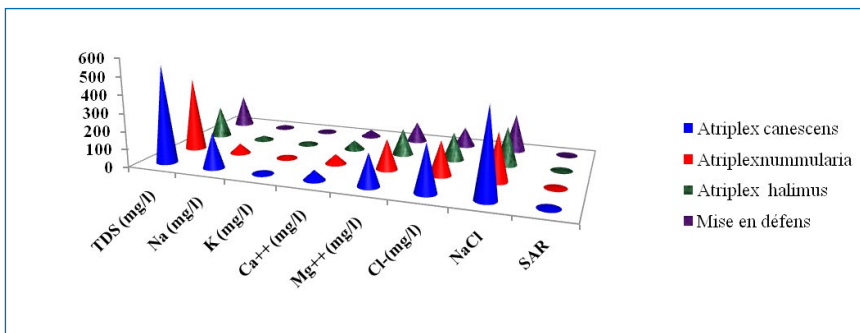


Figure 5: Représentation du dosage des éléments minéraux dans la zone d'étude.

vérification de la répartition des variables mesurées avec le test d'ANOVA dont le but est de confirmer ou infirmer l'homogénéité entre les profils des quatre stations d'étude. Il ressort

de cette analyse une très forte homogénéité des profils des quatre parcelles, plantées et témoin pour les paramètres matière organique et azote. Pour les autres paramètres : calcaire total et calcaire actif, pH, conductivité électrique, salinité, et la teneur en sels minéraux une différence est décelée. Le sol à *Atriplex Canescens* renferme une quantité significativement supérieur aux autres traitements suivi du sol à *Atriplex nummularia*, alors que le sol à *Atriplex halimus* et le sol témoin renferment des quantités très proches et ne sont pas statistiquement différents.

Les résultats obtenus sur le calcaire total et le calcaire actif, le pH, la conductivité électrique, la salinité et la teneur en sels minéraux confirment que le sol témoin et le sol planté en *Atriplex halimus* ne sont que très légèrement modifiés et confirme que l'impact de l'espèce autochtone ne modifie pas significativement ces paramètres. Par contre les sols plantés en *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* présentent une augmentation significative du calcaire total et du calcaire actif, du pH, de la conductivité électrique, de la salinité et de la teneur en sels minéraux. C'est l'*Atriplex canescens* qui perturbe le plus ces caractéristiques physicochimiques.

A la lumière des résultats obtenus complétées par des observations sur le terrain, il ressort globalement que la plantation

**Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces
d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex
nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en
zone steppique ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)**

à base d'*Atriplex halimus* présente le meilleur taux de réussite moyen estimé à 67% alors que pour les autres espèces il ne dépasse point les 49%. Ces résultats concordent avec ceux obtenus dans la région de Djelfa par KABA (1996) et BENABDI (1997) dans la commune de Zâafrane; SAID et ZAIDI (2001) dans la plaine d'Ain OUSSERA ; MESBAHI (2002) dans la région d'Ain El Bel ; BERNO *et al* (2006) dans la région d'El Mesrane ; BEKAI et HAMIDOU (2008). De même que l'on signale les travaux de : BOUHROUD *et al* (2006) dans la zone de Sidi Hadjeres (w. M'sila) ; ABOURA (2006) au Nord et au Sud de la wilaya de Tlemcen ; BEN AHMED et BEN SAHA (2007) dans la wilaya de Laghouat ; MERZOUGUI et BOUNIF (2008) dans la zone d'Ain Skhouna (Saida) ; et BOULARAK *et al* (2009) dans les wilayas du sud–Oranais.

Les résultats comparatifs obtenus sur l'impact des deux espèces *Atriplex canescens* et *nummularia* utilisées dans la mise ne valeur des terrains de parcours sur les paramètres physicochimiques permettent les observations suivantes :

- un faible taux de réussite surtout dans les sols calcaires avec une absence de régénération naturelle même 7 ans après la plantation et une mise en défens
- une augmentation du taux de calcaire total et calcaire actif sous l'effet des racines pivotantes altérant la dalle calcaire,

- une augmentation de la capacité électrique, se qui favorise les échanges sol-végétation qui impliquent une alcalinisation,
- une augmentation du pH du sol sous l'effet de l'acalinisation,
- une augmentation du taux des éléments minéraux induit par l'accroissement du taux de salinité

Conclusion

L'introduction d'espèces d'*Atriplex* non autochtone dans un milieu fragilisé dans la steppe a un impact négatif sur quelques caractéristiques physicochimiques du sol et sur le taux de réussite. Les résultats obtenus confirment que la plantation à base d'*Atriplex canescens* et d'*Atriplex nummularia* ont des inconvénients sur les sols, surtout les dépressions calcaires, par l'augmentation du taux de calcaire et de la salinité des sols induisant une alcalinisation avec un stress osmotique sur les végétaux. La généralisation sur sols légèrement salin et sur croute calcaire de l'utilisation de l'*Atriplex halimus* est donc recommandée au vu de son impact comparé avec les deux autres espèces d'*Atriplex* et la zone témoin.

Les zones de prédilection de l'*Atriplex halimus* avec des améliorations des caractéristiques physicochimiques du sol sont

Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppe ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)

les sols salés autour des chotts et sebkhas, les milieux ensablés et fortement dégradés où les pérennes naturelles ont disparues. Avec une mise en défens supérieure 3 à 5 ans, la réhabilitation des parcours surexploités, la restauration des sols dégradés, la diminution de la salinité et la lutte contre l'érosion éolienne et donc lutter contre la désertification reste un objectif possible.

Références bibliographiques

- ABABOU A., 2003. Etude éco-pédologique et propositions d'un modèle d'aménagement des sols salés. Cas de la zone du Bas Chélif Nord-Ouest Algérien. Mém. Mag. Univ. Mascara. 68 p + ann.
- BEKAI A., HAMIDOU H., 2008. Contribution à l'étude de l'impact des plantations fourragères à base d'*Atriplex canescens* dans la wilaya de Djelfa. Mém. Ing. USTHB. Alger. Intro+ 60-65.
- BENABDI A., 1997. Impact des durées de la mise en défend sur les plantations pastorales à base d'*Atriplex Canescens* dans la commune de Zâafrane wilaya de Djelfa ; Mém. Ing. USTHB. Alger. Intro+ 3-7, 70-81.
- BENAHMED L., BENSABA K., 2007. Diversité floristique et invasion biologique cas de l'*Atriplex canescens* : Effet des plantations sur la diversité floristique et le sol dans la wilaya de Laghouat. Mém. Ing. USTHB. Alger. Intro+ 7, 80.

- BENREBIHA A., 1984. Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques, cas de la coopérative d'Ain- Oussera (Wilaya de Djelfa). Thèse magister, INA, Alger, 100 p.
- BENREBIHA F Z., 1987. Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locales et introduites. Mém. Mag. Agr. I.N.A. 160 p.
- BERNO H., ZEMOURI CH et NADRI W., 2006. Contribution à l'étude de l'évolution de la croissance d'*Atriplex canescens* considéré comme fixatrice des dunes et de la dynamique de la végétation dans la région d'El Mesrane w. Djelfa. Mém. Ing. USTHB. Alger. Intro.
- BOUHROUD A., DJAZAIRI K et GUEROUI A., 2006. Etude de l'impact d'une plantation à base d'*Atriplex canescens* sur le milieu naturel à travers le bilan d'une plantation d'*Atriplex* dans la région de Sidi Hadjeres Wilaya de M'sila. Mém. Ing. d'état. USTHB. Alger. 18, 20, 41-48.
- BOULARAK A., BRAHIMI Y et ZIOUCHE R., 2009. Contribution à l'étude d'impact des plantations fourragères à base d'*Atriplex canescens* sur la diversité floristique, le sol et l'état de sa surface dans les wilayas du sud- Oranais. Mém. Ing. d'état. USTHB. Alger. 1, 9, 22.
- FRANCKET ET LEHOUEOU., 1971. Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. Doct. F.A.O. Rome 1971. 249, 189.
- KABA A., 1996. Etude de l'impact d'une plantation fourragère à base d'*Atriplex* (*Atriplex halimus* & *Atriplex canescens*) dans la région de

Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppe ; cas de la région de (Sud Ouest Algérien)

Zâafrane wilaya de Djelfa. Mém. Ing. d'état. USTHB. Alger. Intro+ 42, 43, 25-29, 68-70.

MERZOUGUI N., BOUNIF F., 2008. Impact de la plantation de l'*Atriplex canescens* sur les caractéristiques physico– chimiques du sol de la zone d'Ain Skhouna Saida ; Mém. Ing. d'état. Univ. Dr Moulay Tahar SAIDA. 5, 10, 59+ ann.

MESBAHI S., 2002. Etude comparative de deux techniques d'amélioration la plantation d'arbustes fourragères à base d'*Atriplex Canescens* et la mise en défens d'une nappe alfatière dans le sud algérois (Ain El Bel wilaya de Djelfa) ; Mém. Ing. d'état. USTHB, Alger. Intro+ 24-28, 65-75.

SIAD R., ZAIDI S., 2001. Effet de l'introduction de l'*Atriplex Canescens* dans l'amélioration et la réhabilitation des parcours des zones arides, Cas la plaine d'Ain Oussera. Mém. Ing. USTHB. Alger. Intro+ 72, 73, 28-31.

Notas

1. Laboratoire Ressources Hydriques et Environnement, Université de Saida
2. Université de Tlemcen

Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons *Lygeum spartum* L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link. (Oranie – Algérie)

BENABADJI, Noury (1) et BENCHENAFI, Lachachi Souhila (1)

Résumé

Cette approche histométrique traite la description des tissus constituant les êtres vivants de deux espèces végétales vivaces (*Lygeum spartum* et *Ammophila arenaria*). Elle permettra d'aider à comprendre certainement le comportement tant morphologique que physiologique de l'espèce vivante dans un biotope naturel.

Présentant des racines adaptatives à l'absorption de l'eau et des sels minéraux du sol, ces deux espèces montrent une fixation de la plante au substrat et à l'accumulation des réserves. Elles sont sous la dépendance de corrélations com-

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

plexes (trophiques, hormonales) qui s'établissent entre l'appareil souterrain et l'appareil aérien.

L'étude histométrique du *Lygeum spartum* et d'*Ammophila arenaria* nous a permis de déterminer une nette différence entre les tissus des deux espèces.

Pour *Ammophila arenaria*, il existe de très bonnes corrélations pour la majorité des tissus, expliquant ainsi une croissance cellulaire qui existe entre ces différents tissus. Le coefficient de corrélation est faible entre les différents tissus du *Lygeum spartum*.

Le développement des tissus de celle-ci n'est pas synchrone, il montre toute même une certaine hétérogénéité au niveau du développement tissulaire des racines.

Mots clés: *Lygeum spartum*, *Ammophila arenaria*, Poacées, histologie racinaire, Littoral oranais, Algérie occidentale.

Abstract

This approach treats Histometric description of tissue constituting beings living of two perennial plant species (*Lygeum spartum* and *Ammophila arenaria*). It will, certainly, help in understanding morphological and physiological behavior of the living species in biotope.

Introducing adaptive root absorption of water and minerals from soil, these two species show a fixing substrate to the plant and reserve accumulation. They depend on complex correlations (trophic hormonal) established between the underground and the air units.

Histometric study of *Lygeum spartum* and *Ammophila arenaria* allowed us to determine a clear difference between the tissues of the two species.

For *Ammophila arenaria*, there are very good correlations for the majority of tissues, thus explaining cell growth between these different tissues.

The correlation coefficient is low between different tissues of *Lygeum spartum*.

The tissue development of this latter is not synchronous, it shows all the same some heterogeneity at the tissue root development.

Key words: *Lygeum spartum*, *Ammophila arenaria*, Grasses, histology root, Oran coast, Western Algeria.

Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
***Lygeum spartum* L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.**
(Oranie – Algérie)

1. Introduction

Les recherches réalisées sur l'histologie végétale sont assez nombreuses : MERRE et NEGRE (1960), NEGRE (1960), GAYRAL et VINDT (1961), DEYSSON (1976), BADI (1977), CAMEFORT (1977), ROLAND (1977), BERROUBA-TANI et MOKHTARI (1977), LEESON (1980), SAVOURE et VERGER (1984), BENREBIHA (1987), HARCHE (1988), ADDAD (1993), AHAMDANE (1994), GHEZLAOUI (1994), BENCHABANE (1995), BENABDELOUAHED et CHAKOURI (1998), EL OUKILI (1998) in BENCHENAFI LACHACHI (2009).

A propos de l'histologie des Poacées, beaucoup de travaux ont été effectués sur ce thème : DUVAL-JOUBE (1875), PEE LABY (1898), PURER (1942), MERRE et NEGRE (1960), GENEVES (1962), WILLIS (1965), HUISKES (1977), in LECLERC (1985), ZERIAHENE (1987), HARCHE (1988), BOULENOUAR (1989), BOUAZZA (1995), HASNAOUI (1998), GORENFLOT (2005), BENDIMERAD (1996 et 2014).

L'objet de notre travail est de mener une comparaison entre la structure racinaire de deux poacées (*Lygeum spartum* et *Ammophila arenaria*) étant donné que les deux espèces géophytes et vivaces, possèdent un riche système souterrain en rhizome très long et vivant généralement dans des milieux arides.

Peu de travaux comparatifs ont concernés les tissus végétaux de l'appareil souterrain des poacées. Cette étude va telle nous amener à comprendre davantage les stratégies adaptatives de ces espèces vis-à-vis des contraintes biotiques et abiotiques auxquelles elles se trouvent exposées ? Pour tenter de répondre à cette situation nous développerons à travers cet article :

- Matériels et méthode, comprenant successivement les descriptions des deux taxons, le site géographique et les préparations des coupes anatomiques,
- Résultats et interprétations avec les différentes corrélations entre les tissus végétaux,
- Et enfin une conclusion et une bibliographie.

2. Matériels et méthodes

Les échantillons végétaux (rhizomes) à l'état frais ont été prélevés selon une méthode aléatoire à partir de touffes relativement homogènes au nombre de sept pour chaque espèce végétale.

Les coupes anatomiques sont obtenues à l'aide d'une lame très fine. On choisit les meilleures coupes anatomiques afin de rentabiliser l'observation des différents tissus.

Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
***Lygeum spartum* L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.**
(Oranie – Algérie)

2.1. Description botanique de *Ammophila arenaria*
(Figure 1)

Le genre *Ammophila* appartient à la famille des Poacées et à la tribu des Agrostideae (BATTANDIER et TRABUT, 1902), étymologiquement le nom de ce genre traduit l'affinité stricte de ces plantes pour les sables.

L'espèce *Ammophila arenaria* est décrite selon COSTE (1937), MAIRE (1953), FOURNIER (1977) et PAVLIK (1983) comme étant une « herbe » d'un vert franc plus ou moins glauque.

Son rhizome est enterré dans le sable, grêle, pouvant atteindre jusqu'à 5 mètres de long, il sert à la fixation du sable, rampant ou oblique, il peut régénérer une hiérarchie complexe de rhizomes filles, d'autres peuvent provenir de courts entre-noeuds de rhizomes verticaux (MAUN et BAYE, 1989).

Le rhizome porte un bourgeon unique sur chaque noeud et peut donner des pousses aux chaumes florifères et des innovations stériles formant des touffes plus ou moins lâches.

Les feuilles sont étroites, involutées, glabres et lisses et atteignent une longueur de 60 cm, elles sont profondément sillonnées côtes à côtes contenant un seul faisceau cribro-vasculaire.



Figure 1 : Oyat (*Ammophila arenaria*)
(Photo prise : 2012)

Elles sont densément pubescentes sur la face interne (Maire, 1953). Le sclérenchyme y est continu sur toute la face externe. Elles se terminent par une pointe piquante au sommet. A la base du limbe, la ligule est très longue et peut atteindre 2,5 cm, elle est étroite, bifide et un peu scabre.

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

**2.2. Description botanique de *Lygeum spartum*
(Figure 2)**

Le *Lygeum spartum* L. appelé en arabe 'senagh' (KILLIAN, 1948; OZENDA, 1958), en espagnol 'espartobasto ou albardin' (MARIANO, 1876 in CHADLI, 1990). Il se présente en



Figure 2 : Sparte (*Lygeum spartum* L.)
(Photo prise : 2005)

touffes denses et très hétérogènes (AIDOU, 1983). Ses racines sont de type fasciculé ne présentant pas d'orientation particulière dans leur développement. Celui-ci reste à extension latérale. La partie souterraine de la plante est un rhizome à entre-nœuds des racines adventives, il est fort rampant et s'enfonce dans le sol. Il ressemble à un peigne en raison de sa croissance rectiligne. Selon WALTER (1973) in BENCHE-NAFI (2009), le rhizome du sparte avance de 1 cm / année.

2.3. Site géographique (Carte)

Le prélèvement des échantillons a été effectué dans la région nord, à côté de l'agglomération d'Oran, qui se trouve sur une altitude de 90 mètres et encadrée par une longitude de 00°36' ouest et 35°38' de latitude Nord, qui est sous influence climatique littoral à étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud au sens d'Emberger (la température minimale est égale à 9.5° C) (BENABADJI *et al.*, 2004). Le substrat sol est de texture légère (70% de sable grossier, 20% de limons et 10% d'argile). Le pH est alcalin (7.8), le calcaire total moyen (21%), le carbone organique également moyen 1.75 % et enfin la conductivité électrique faible (0.4 mS /cm).

Après avoir effectué des coupes anatomiques des racines de *Lygeum spartum* et *Ammophila arenaria*, nous avons procé-

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
 (Oranie – Algérie)**



..... Station de prélèvement des échantillons



10 km

Carte : Situation géographique du site (Oran)

dé ensuite aux mesures de la taille des tissus. Les coupes qui
 présentaient des lésions n'ont pas été retenues.

2.4. Corrélations

Diverses techniques permettent d'apprécier les liaisons qui existent entre les différents séries de variables. Les corrélations linéaires selon la méthode des moindres carrés (méthode statistique) ont été réalisées sur 07 individus de chaque taxon. Après avoir procéder aux différentes mesures des tissus, nous avons entrepris l'analyse statistique de ces dernières (tableaux I et II).

Pour pouvoir l'établir : nous avons dans notre cas, effectué une corrélation entre les couples de données de chacun des sept tissus observés au niveau des racines du *Lygeum spartum* et d'*Ammophila arenaria*. En nous basant sur ces couples de données, nous avons pu calculer le coefficient de corrélation (r) et aussi faire ressortir l'équation de régression de la forme $Y = ax + b$ (Demelon, 1968). Le calcul du coefficient de corrélation nous permettra de voir s'il existe une relation linéaire au niveau de la croissance entre les tissus.

3. Résultats et interprétations (Tableaux I et II, Figures 3, 4, et 5)

Comparaison entre la structure anatomique de deux poacées : *Lygeum spartum* et *Ammophila arenaria*.

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

Espèce 1 : *Lygeum spartum*

– **Rhizoderme ou assise pilifère :**

Il est formé d'une seule couche de cellules vivantes, de formes variables et aux membranes minces. La plus part d'entre elles sont prolongées en un poil absorbant, la forme de ces dernières est irrégulière et fréquemment ramifiée. Les poils absorbants sont présents à proximité de l'apex, et le long de la racine. Ils sont très abondants au niveau de la zone pilifère de l'organe.

– **Ecorce :**

Il est constitué :

– **Assise à cellules sclérifiées :**

Elles sont formées de cellules mortes dont la membrane s'est épaissie par apport d'une substance « la lignine » caractérisée par une couleur verte. Ces cellules sont de formes variables dont certaines présentent la forme de cellules parenchymateuses.

– **Parenchyme cortical :**

Il est formé de cellules à parois cellulodiques minces. Ce tissu comprend de nombreuses lacunes, ce qui nous

amène à lui donner le nom de parenchyme cortical lacuneux.

Il est bordé vers l'intérieur par une assise de cellules particulières. En effet, leurs membranes internes et latérales sont épaisses alors que la membrane externe est restée assez mince. Le parenchyme cortical lacunaire assure une protection contre la dessiccation (KILLIAN et LEMÉE, 1965). Chaque cellule accumule activement un certain nombre d'ions minéraux. L'observation en coupe donne un aspect épaissi assez particulier, ce qui correspond à l'endoderme.

– **Endoderme :**

Il présente une lignification importante, les membranes endodermiques très épaisses peuvent être ponctuées (GAYRAL et VINDT, 1961). Selon ROBARDS et CLARKSON (1973), la formation de l'endoderme passe par trois stades :

– **Stade 1 :**

On assiste à une formation de bandes appelées encore « cas parian bands », sur contour transversal, radial et longitudinal des cellules endodermiques, qui ne peuvent résulter que d'un dépôt de lipide et de poly phénol (RO-

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

BARDS et CLARKSON, 1973). La nature de ces substances ne peuvent être que de la subérine et la lignine qui se dépose en surface.

– **Stade 2 :**

Il se caractérise par la présence de matériel lipidique qui ne peut être que de la subérine, de forme lamellaire. Cette dernière se forme le long de la surface des bandes ou « Casparian bands », mais qu'on ne peut observer qu'au microscope électronique (ROBARDS et CLARKSON, 1973).

– **Stade 3 :**

Pour ce dernier stade, on assiste à un dépôt de cellulose sur les lamelles de subérine. Ce dépôt de cellulose se fait selon deux manières :

Autour de cellule (**type « 0 »**) c'est le cas de plusieurs Poacées, ou tangentiel (**type « U »**). Cependant, les ions absorbés ne pénètrent donc pas tous avec la même vitesse dans la plante et certains sont arrêtés par l'endoderme.

Toutes les substances qui avaient migré par la voie périphérique rapide de la membrane cellulaire vont subir le contrôle du cytoplasme endodermique.

C'est donc l'endoderme et non l'assise pilifère qui contrôle en dernier ressort la pénétration des substances absorbées.

– **Péricycle :**

Il borde vers l'intérieur de l'endoderme. Il est constitué d'une assise de cellules, de formes irrégulières et à membranes cellulósiques. Il contient les tissus conducteurs, assurant la circulation de la sève au sein du corps végétal.

– **Tissus conducteurs :**

Les racines de *Lygeum spartum* sont constituées de nombreux faisceaux libériens et ligneux et dont le nombre est supérieur en général à 8.

La zone interne du cylindre central se caractérise par des éléments à parois minces cellulósiques (phloème) et des éléments à parois épaisses lignifiées (xylème), les deux tissus alternent entre eux (CAMEFORT, 1977).

Espèce 2 : *Ammophila arenaria* :

– **Assise pilifère « épiderme » :**

Une couche uni-strate et continue de cellules aux parois minces et cellulósiques est prolongée par des poils absor-

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

bants souvent ramifiées. Ce tissu joue un rôle important dans la protection de la racine.

– **Parenchyme cortical :**

Caractérisé par de grosses cellules de couleurs vertes, leurs surfaces importantes augmentent l'absorption de l'eau et des minéraux. Ce tissu est très important, il joue un rôle de réserve, il stocke les matières élaborées. Plus les assises parenchymateuses sont épaisses, plus les réserves en matières élaborées sont importantes.

Avec une surface importante des cellules corticales il y a une augmentation de l'absorption de l'eau et des minéraux.

– **Endoderme :**

C'est la couche corticale la plus profonde, constituée de cellules jointives allongées dans le sens de l'axe de la racine. Ces cellules se caractérisent par leur régularité, leur forme épaisse et subérisée. Elles comportent des épaississements « en fer à cheval U ». Parfois ces cellules restent sans épaississement, elles sont dites cellules de passage.

– **Cylindre central :**

Selon VAN.TIEGHEM et DOULIOT (1886) in BENCHE-NAFI LACHACHI (2009), on peut appeler stèle ou cylindre

central l'ensemble des tissus conducteurs primaires occupant la région axiale d'un organe. Le cylindre central est délimité à la périphérie par le péricycle.

– **Péricycle :**

Tissus sous jacent à l'endoderme, il comprend une seule assise de cellules, légèrement épaisse de nature parenchymateuse. Les cellules situées en face des faisceaux ligneux gardent par contre une paroi mince et pecto-cellulosique.

– **Appareil conducteur :**

Le cylindre central comprend un assez grand nombre de faisceaux de xylème et de phloème disposés autour d'une moelle centrale sclérifiée.

Le xylème et le phloème forment des faisceaux séparés alternant régulièrement et disposés sur un seul cercle, nous distinguons là aussi : les méta-xylèmes, les protoxylèmes.

– Les proto-xylèmes : petites cellules, se trouvent juste après le péricycle.

– Les méta-xylèmes : grosses cellules, envahissent la moelle dans certains cas, on dit que la cellule est vieille. On observe aussi des cellules au centre « cellules de moelle, parenchyme médullaire ».

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

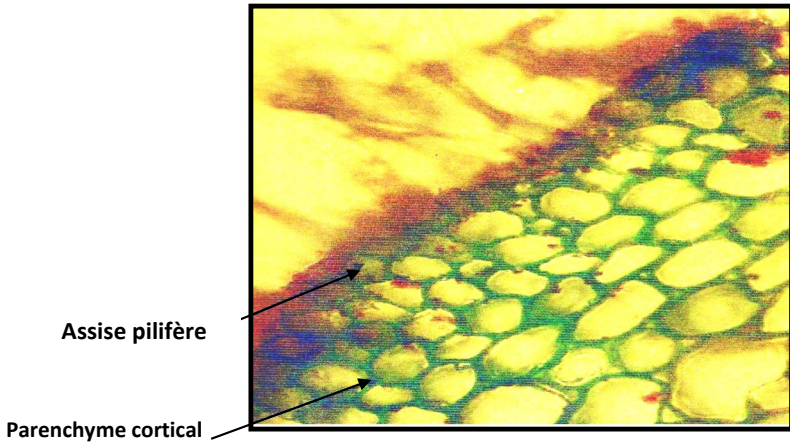


Figure 3 : Parenchyme cortical (G 10 x 20)
Oyat (*Ammophila arenaria*)

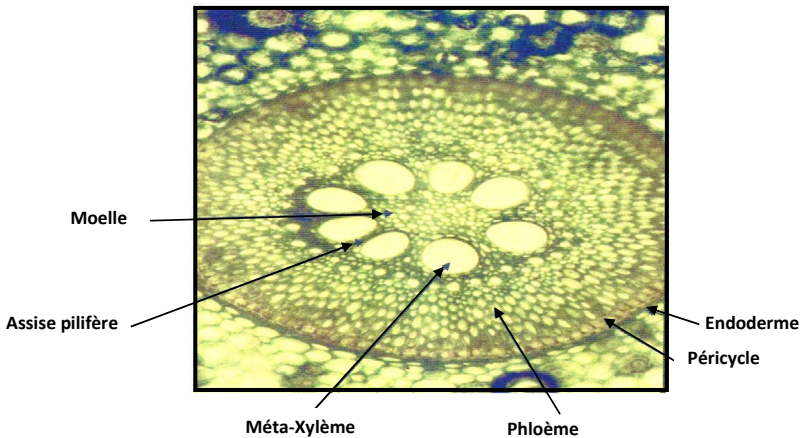


Figure 4 : Parenchyme cortical (G 10 x 20)
Oyat (*Ammophila arenaria*)

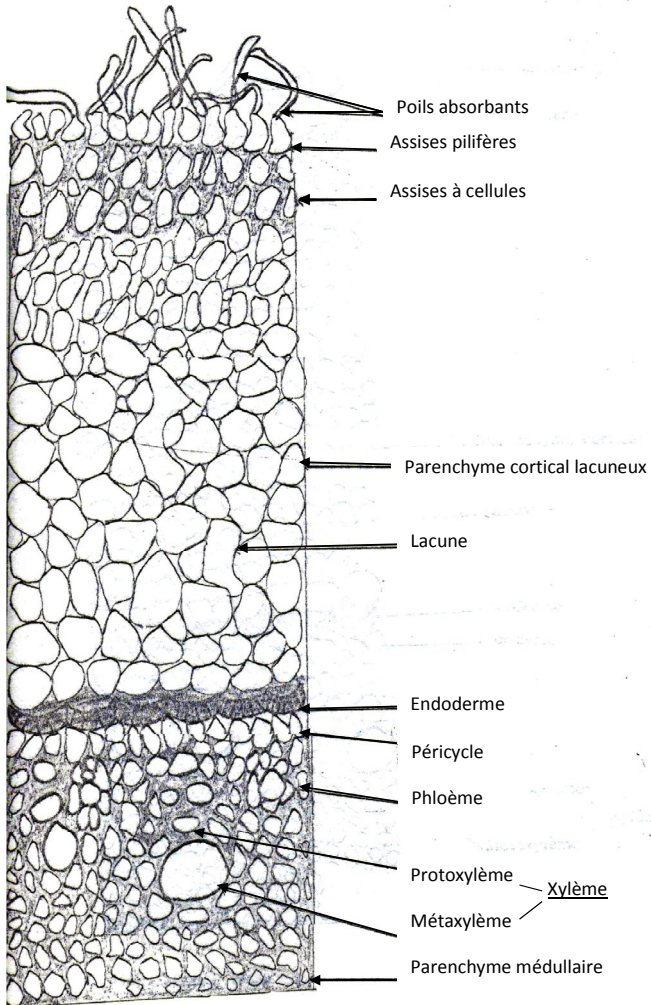


Figure 5 : Coupe de racine de *Lygeum spartum* vue en section transversale (G 10 x 20)

Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
***Lygeum spartum* L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.**
(Oranie – Algérie)

Corrélaions des tissus

Espèce 1 : *Lygeum spartum* :

Tableau I : Taille moyenne des tissus racinaires du *Lygeum spartum*

Individus	Assises à cellules sclérifiées (mm)	Assises parenchymateuses (mm)	Nombre de lacunes (mm)	Nombre d'amas de phloèmes (mm)	Amas de xylèmes (mm)	Protoxylème (mm)	Métaxylème (mm)
1	0.004	0.016	0.022	0.024	0.046	0.024	0.022
2	0.005	0.012	0.018	0.030	0.050	0.030	0.020
3	0.005	0.017	0.023	0.029	0.051	0.029	0.022
4	0.004	0.013	0.021	0.030	0.053	0.030	0.023
5	0.004	0.017	0.019	0.027	0.054	0.027	0.027
6	0.006	0.013	0.020	0.024	0.048	0.024	0.024
7	0.004	0.014	0.024	0.023	0.049	0.023	0.026

Espèce 2 : *Ammophila arenaria* :

Tableau II : Taille moyenne des tissus racinaires de *Ammophila arenaria*

Individus	Parenchyme cortical (mm)	Phloème (mm)	Xylème (mm)	Endoderme (mm)	Péricycle (mm)	Epiderme (mm)	Parenchyme médullaire (mm)
1	0.055	0.013	0.02	0.002	0.003	0.001	0.021
2	0.05	0.011	0.018	0.004	0.002	0.002	0.019
3	0.046	0.009	0.015	0.005	0.002	0.002	0.015
4	0.058	0.014	0.022	0.002	0.003	0.001	0.021
5	0.047	0.01	0.016	0.005	0.001	0.002	0.017
6	0.051	0.012	0.020	0.003	0.003	0.001	0.019
7	0.052	0.013	0.018	0.004	0.003	0.001	0.017

Corrélation entre les différents tissus

Espèce 1 : *Lygeum spartum*

- L'étude histométrique du *Lygeum spartum* nous montre qu'il n'existe presque pas de corrélation entre les tissus, sauf entre le nombre de lacunes et le nombre d'amas de phloème ($r=0,023$), nombre d'amas de phloème et le métaxylème ($r=0,097$), le protoxylème et le métaxylème ($r=0,097$), ces tissus présentent des corrélations moyennes ($r=0,31$) entre le nombre d'amas de phloème et amas de xylème et ($r=0,31$) entre amas de xylème et le protoxylème.

Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
***Lygeum spartum* L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.**
(Oranie – Algérie)

- Le nombre d'amas de phloème et le protoxylème présentent une relation linéaire avec un coefficient de corrélation ($r=1$).

Espèce 2 : *Ammophila arenaria*

- Corrélation entre le parenchyme cortical et le phloème, le xylème, l'endoderme, le péricycle, l'épiderme, et le parenchyme médullaire :

Le parenchyme cortical forme la majeure partie de l'écorce, il joue un rôle de réserve, en stockant les matières élaborées, il agit directement sur la croissance du cylindre central en stockant la sève élaborée.

Deysson (1976) dans ses travaux a observé que les cellules parenchymateuses accumulent les substances élaborées dans leurs vacuoles (ose, protide), le parenchyme agit aussi sur la croissance et le développement des autres assises, ceci est confirmé par les fortes corrélations qui existent avec les autres tissus surtout avec le phloème ($r=0,64$), le xylème ($r = 0,58$) et l'épiderme ($r = 0,62$).

– Corrélation entre le phloème et le xylème, l'endoderme, le péricycle, l'épiderme, et le parenchyme médullaire :

Le phloème présente des bonnes corrélations avec la totalité des tissus (avec le xylème $r=0,78$, l'endoderme $r=0,58$, le péricycle $r=0,64$, l'épiderme $r=0,32$, le parenchyme médullaire $r=0,68$). Camefort (1977) confirme que le phloème est un tissu conducteur de la sève élaborée riche en substances organiques, il comprend des éléments conducteurs qui permettent le déplacement de la sève élaborée riche en éléments nutritifs favorisant la croissance des tissus.

– Corrélation entre le xylème et l'endoderme, le péricycle, l'épiderme, et le parenchyme médullaire :

Le xylème assure un rôle conducteur des éléments minéraux et de l'eau, on peut dire que la relation qui existe entre le xylème et les autres tissus est une relation d'ordre nutritionnelle, d'où le coefficient de corrélation élevé surtout avec le parenchyme médullaire ($r=0,81$).

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

– Corrélation entre l'endoderme et le péricycle, l'épiderme, et le parenchyme médullaire :

Les cellules de l'endoderme s'imprègnent de lignine et de subérine entraînant un épaississement cellulaire, ces cellules permettent la circulation de la sève brute jusqu'aux tubes cribro-vasculaires. L'endoderme présente des corrélations moyennes avec les autres tissus (avec le péricycle $r=0,52$, l'épiderme $r=0,24$, le parenchyme médullaire $r=0,57$).

– Corrélation entre le péricycle, l'épiderme et le parenchyme médullaire :

Il existe une relation significative entre le péricycle, l'épiderme et le parenchyme médullaire, ce tissu est à l'origine des tissus cribro-vasculaires.

– Corrélation entre l'épiderme et le parenchyme médullaire :

L'assise épidermique joue un rôle très important dans la protection des tissus internes, ainsi que dans leur croissance, leur structure et leur fonctionnement par ses poils absorbants qui imprègnent dans le sol les éléments nutritifs. Malgré le rôle important de ce tissu, il ne présente presque pas de cor-

relation avec le parenchyme médullaire ($r = 0,08$), ceci peut être lié à l'âge de l'espèce.

Dégageant une approche de croissance, l'étude anatomique de ces deux Poacées (*Lygeum spartum* et *Ammophila arenaria*) à l'origine de leurs importance écologique et du rôle commun qu'elles représentent dans la fixation du sol par leur système racinaire développé et par leurs stratégies adaptatives contre les conditions de xéricité.

Ces deux espèces présentent des racines adaptatives à l'absorption de l'eau et des sels minéraux du sol, à la fixation de la plante au substrat et à l'accumulation des réserves. Elles sont sous la dépendance de corrélations complexes (trophiques, hormonales) qui s'établissent entre l'appareil souterrain et l'appareil aérien.

Déterminante cette étude histométrique a montré une nette différence entre les tissus des deux taxons.

Conclusion

Pour *Ammophila arenaria*, il existe de très bonnes corrélations pour la majorité des tissus.

Ces fortes valeurs de corrélation expliquent en quelque sorte la bonne relation nutritionnelle osmotique et hormonale et la

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

relation de croissance cellulaire qui existe entre ces différents tissus.

Par contre, il n'existe presque pas de relation entre les différents tissus du *Lygeum spartum* où le coefficient de corrélation est faible (r inférieur à -0.4). Ce qui semble affirmer que les tissus végétaux de ces racines connaissent des développements hétérogènes. Nous avons observé une certaine hétérogénéité structurale des tissus racinaires du sparte comparés avec celles de l'Oyat qui montrent quelques ressemblances dues à la présence vraisemblablement de caractères typiques d'une bonne adaptation aux milieux xériques (xéromorphose), il s'agit :

- Ramification importante des racines;
- Extension des racines;
- Présence d'un système pilifère abondant;
- Présence d'un parenchyme cortical.

Toutes ces caractéristiques semblent agir à installer un ancrage solide à la plante dans le sol et une meilleure fixation de cette dernière limitant les effets de l'érosion et entraînant une stabilisation des dunes, ce qui leur confère un statut de végétaux précieux pour la lutte contre la désertification.

Ce travail pourrait être approfondi en explorant des échantillons végétaux appartenant à d'autres stations localisées au Sud.

Bibliographie

- AIDOUD A., 1983. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Thèse 3ème cycle U.S.T.H.B. Alger. 232p.
- BATTANDIER A. & TRABUT L., 1902. Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie, Ed. Alger. : 347-357.
- BENABADJI N., BOUAZZA M., MERZOUK M., & GHEZLAOUI S.M., 2004. Aspects phytoécologiques des Atriplexaies au nord de Tlemcen (Oranie, Algérie). Rev. Sci. et Tech. N°22. Constantine: 62-79.
- BENCHENAFI LACHACHI S., 2009. Contribution à l'étude des populations du *Lygeum spartum* L. dans les régions Sud et Nord de l'Ouest algérien. Mém. Mag. Univ. Tlemcen. 189 p.
- BENDIMERAD A., 1996. Contribution à l'étude de l'Oyat (*Ammophila arenaria* L.), approche écologique, germination des caryopses, croissance, anatomie et histochimie des feuilles, Mag. en Bio. Eco. Univ. Tlemcen. 110 p. + Annexes.
- BENDIMERAD A., 2014. Etude caractères morfo-physiologiques et biochimiques d'adaptation aux conditions naturelles et de stress d'une plante xérophile et psammophile, cas de *Ammophila arenaria* (L.) Link. du littoral oranais. Thèse Doct. Univ. Sidi Bel-Abbès. 271 p.

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

- BOUAZZA M., 1995. Etude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima* L. et à *Lygeum spartum* L., au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doct. Es. Sci. Tlemcen. 275 p.
- BOULENOUAR A., 1989. Etude physiologique et histologique de l'Alfa: *Stipa tenacissima*. DES. Univ. Tlemcen. 90p.
- CAMEFORT H., 1977. Morphologie des végétaux vasculaires cytologie-anatomie-adaptations. Ed. Doin. Paris. 90-130.
- CHADLI R., 1990. Contribution à l'étude du sparte (*Lygeum spartum*) : Germination, croissance des feuilles, structure partielle, essai d'obtention de pâte papetière à partir des fibres foliaires. Mém. Mag. Univ. Oran. 95p.
- COSTE H., 1937. Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des Contrées limitrophes. T.I. 416p.
- DEMELON A., 1968. Croissance des végétaux cultivés. Tome 2. 6ème Ed. Dun. Paris: 191-546.
- FOURNIER P., 1977. Les quatre flores de la France, Corse comprise (générale, Alpine, Méditerranéenne, littorale). Le Chevalier, Ed. T.II. Atlas. 308p.
- GORENFLOT R., 2005. Biologie végétale. Plantes supérieures. Appareils végétatifs. 5ème Ed. Mass. Cie Paris. 248 p.
- HARCHE M., 1988. Contribution à l'étude de la valorisation des graminées vivaces à fibres de la steppe. Sém. Magh. Tlemcen: 48-75.

- HASNAOUI O., 1998. Etude des groupements à *Chamaerops humilis* Subsp *argentea*, dans la région de Tlemcen. Thèse de Mag. 14 : 80p. + Annexe. Fac. Sci. Univ. ABB. Tlemcen. 128p.
- KILLIAN C.H., 1948. Conditions édaphiques et relation des plantes indicatrices de la région alfatière algérienne. Ann, Agro. : 4-27.
- KILLIAN C.H., & LEMEE G., 1965. Les xérophytes : leurs économies d'eau. INS. Agronomie 180 p.
- MAIRE R., 1953. Encyclopédie biologique. Flore de l'Afrique du nord. TV. II. P. Ed. Le Chevalier 374 p.
- MAUN M.A. & BAYE P.R., 1989. The ecology of *Ammophila breviligulata* fern on coastal dunes systems. Aquatic. Sciences, VI issue 4: 661-681.
- OZENDA P., 1958. Flore du Sahara septentrional et central CNRS, Ed. France, 486p.
- PAVLIK B.M., 1983. Nutrient and productivity relations of the dunes grasses *Ammophila arenaria* and *Elymus mollis* l. Blade photodynthesis and nitrogen use efficiency in the laboratory and field. Oecologia, 57: 227-232.
- ROBARD D.T. & CLARKSON A.W., 1973. The endodermis it structural developement and physiological role. Agricultural research council, Let combe. Laboratory and Departement on Biologie. Univ. New York. Pp : 415-421.

**Etude comparative de l'anatomie racinaire de deux taxons
Lygeum spartum L. et *Ammophila arenaria* (L.) Link.
(Oranie – Algérie)**

Notas

1. Adresse : Département d'Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen. BP 119, Imama, Tlemcen (Algérie)
Correspondant : Benabadji Noury, E-mail : benabadji_n@yahoo.fr

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

Antonio BELDA (1), Vicente FERRI (2), Benito ZARAGOZÍ (3), Roque BELENGUER (4)

Resumen

Este trabajo de investigación es pionero y original ya que nunca antes se ha realizado un estudio de la gineta (*Genetta genetta*) dentro del ámbito valenciano y más concretamente sobre la relación de su distribución con los factores geográficos que la condicionan en el PN Sierra de Mariola. Un mejor conocimiento de su ocupación en el espacio será de interés para la definición de medidas de gestión de fauna del Parque. Utilizando técnicas de fototrampéo se han recopilado 95.372 imágenes con algún contacto animal. De estas imágenes, el 0,10% de las fotografías registradas son de gineta y se ha

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

detectado su presencia en 8 de las 63 cuadrículas (4 Km²) del PN Sierra de Mariola (12,70%). Este estudio ha permitido integrar la información recopilada en campo con las bases de datos existentes para concluir que la situación de la gineta en Sierra de Mariola no es preocupante.

Abstract

The main objective of this research was to determine the distribution of the genet (*Genetta geneta*) in the Sierra de Mariola Natural Park. A better knowledge of their distribution will assist with the definition of management measures in the Natural Park. Using camera traps, 95.372 images were collected with any animal contact. From these images, the 0,10% of the photographs are registered with the genet and their presence was detected in 8 of the 63 grids (4 Km²) of Sierra de Mariola (12,70%). This study has allowed us to integrate the information collected in the field with existing data bases. We conclude that the situation of genet in Sierra de Mariola is not of concern.

Palabras clave: distribución, fototrampeo, gineta, paisaje, PN Sierra Mariola.

Key words: camera trap, distribution, genet, landscape, Sierra de Mariola.

Introducción

La gineta común *Genetta genetta* (LINNAEUS, 1758) es un carnívoro vivérrido de tamaño medio, entre 1,5 y 2 kg de peso. En Europa, la gineta habita en sistemas forestales de la Península Ibérica, las islas Baleares (Mallorca, Ibiza y Cabrera) y en gran parte del territorio de Francia (SÁEZ y MONTIEL, 2006; PALAZÓN y RAFART, 2010). Es una especie nativa de África, que fue introducida por los árabes como animal doméstico en España y Portugal, de donde se expandió a Francia (LÓPEZ-MARTÍN, 2003); su presencia está documentada desde el siglo XIII (CALZADA, 1998). Las bajas temperaturas y la nieve parecen limitar su presencia a zonas de baja latitud y altitud. Uno de los aspectos más estudiados de la gineta es su dieta, por ser un depredador generalista y oportunista, que consume principalmente pequeños mamíferos y aves, pero su dieta incluye una amplia variedad de presas (PÉREZ-GARCÍA, 2007; SÁNCHEZ *et al.* 2008; PALAZÓN y RAFART, 2010).

En cuanto a su morfología, es similar a un felino pero más alargado y con un pelaje característico, de colores grises y motas negras, y una cola muy poblada anillada en negro y de longitud similar al resto de su cuerpo, gracias al patrón de diseño de su pelaje o su cola es posible diferenciar individuos

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

distintos. Existen además citas de algunos ejemplares melánicos y albinos (BARRULL y MATE, 2012). Sus uñas, semi-retráctiles le permiten trepar y moverse entre los árboles con gran facilidad. Por otro lado, hay que destacar que se trata de un animal nocturno que ocupa áreas de campeo extensas, hasta 2,5-3 km y muestran territorialidad intrasexual (CALZADA, 1998; CAMPS, 2012).

En relación a su hábitat la gineta suele ocupar bosques, aunque se trata de una especie bastante adaptable que puede vivir en zonas de matorral, zonas incendiadas o semiáridas y en cultivos o cerca de asentamientos humanos siendo el frío (de las zonas elevadas o muy continentales) el factor que más frena su presencia. Así, la gineta prefiere zonas boscosas de robles, encinas, pinares u olivares, con arroyos y roquedos (TORRE *et al.*, 2009; SARMENTO *et al.*, 2014).

Se trata de una especie que sufre constantemente la presión del ser humano. De esta forma, atropellos, furtivismo y pérdida de hábitat son los principales problemas que sufre la gineta en su entorno natural. Por otro lado, aspectos como la disminución de la población de conejos por las epizootias ha afectado importantemente a la especie, que no obstante no se encuentra en peligro. La consideración por la población rural a la gineta como una alimaña, también ha supuesto

una persecución de la especie, al igual que ha sido codiciada para disecarla, por su belleza, como se ha utilizado su piel en peletería. En España sus principales depredadores son el águila real, el búho real y los grandes carnívoros como el lobo y el lince (PALAZÓN y RAFART, 2010; CAMPS, 2012). Según la Categoría UICN se trata de una especie considerada de Preocupación menor. En el Convenio de Berna figura en el Anexo III y también está presente en el Anexo V de la Directiva de hábitats.

El uso de modelos de distribución y abundancia se está mostrando eficaz en el diseño de planes de conservación de fauna (FERRIER, 2002). Estos modelos permiten avanzar en la comprensión de los patrones geográficos de biodiversidad (GRAHAM *et al.*, 2006). El uso del fototrampeo es de gran ayuda en los estudios de uso del espacio y estima de densidades para esta especie (PERIS *et al.*, 2011; SARMENTO *et al.*, 2014) y la coexistencia con otras especies (BARRULL *et al.*, 2014).

El objetivo principal de este trabajo es realizar una estimación de la presencia y distribución de la gineta en el Parque Natural de la Sierra de Mariola. Ésta es una contribución novedosa ya que hasta este momento no existe ninguna publicación sobre esta especie en la zona de estudio. Finalmente, se

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

plantea una primera explicación de los factores geográficos locales que inciden en la distribución de esta especie.

Área de estudio

La Sierra de Mariola es una formación montañosa situada al sureste de la Península Ibérica (Figura 1), concretamente en la Comunidad Valenciana. Este relieve es a la vez frontera y nexo de las comarcas de *l'Alcoià*, la *Vall d'Albaida* y el *Comtat*, abarcando una superficie total superior a 17.500 hectáreas, lo que lo convierte en uno de los parques naturales más extensos de la Comunidad Valenciana. Con un clima típicamente mediterráneo, con temperaturas suaves, lluvias

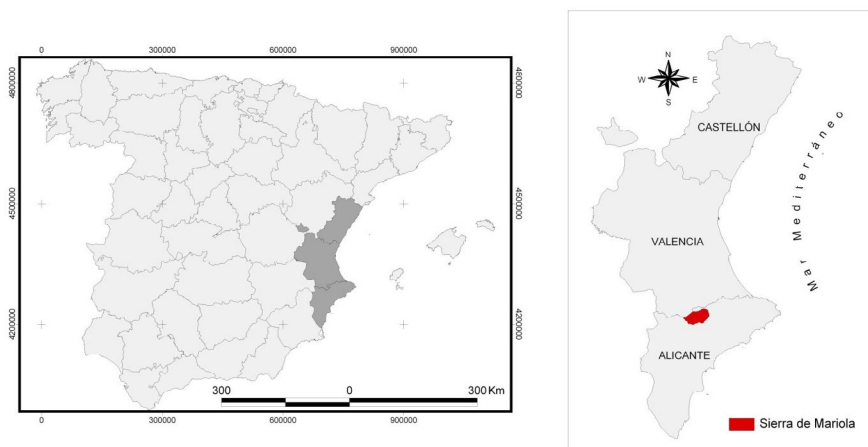


Figura 1: mapa de localización de la Sierra de Mariola.

concentradas en primavera y otoño y un destacado periodo seco en verano, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 13 y 16 °C. La vegetación climática es la típica del Termotipo Mesomediterráneo y Ombrotipo Subhúmedo, dando lugar a carrascales (asociación *Hedero helicis-Quercetum rotundifoliae* subas. *ulicerosum parviflorae*) (BELDA *et al.*, 2009).

Material y métodos

La metodología empleada para determinar la presencia/ausencia y la abundancia relativa de la gineta en relación a los usos del suelo se ha basado en la técnica del trampeo fotográfico. En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de imagen tomada con cámaras de fototrampeo. De este modo, la zona de estudio se dividió en 63 cuadrículas con una extensión de 4 km² cada una. Se colocaron dos cámaras de fototrampeo del modelo Stealth Cam-IR® en cada una de las celdas durante un período de 2 semanas. Los dispositivos se programaron para realizar 3 fotografías consecutivas con un período de reposo de 5 minutos entre cada ráfaga. Una vez determinadas las zonas en las que se encuentra presente la gineta, se ha cambiado el modo de captura de imágenes por grabación de video. La información se ha almacenado en una tarjeta de memoria SD de 2 GB. Las unidades han sido equipadas con

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)



Figura 2: detalle de la gineta (*Geneta geneta*) mediante trapeo fotográfico.

un sistema de alimentación externo, constituido por una batería de 12V y los cables de alimentación. La distancia entre los equipos de fototrampeo ha sido al menos de 200 metros. El periodo de muestreo se realizó desde agosto de 2008 hasta septiembre de 2014. Las cámaras fueron instaladas en los lugares más propicios para interceptar el paso del animal. Se

empleó como cebo una mezcla compuesta por 1/2 kg de maíz, 1/2 kg de trigo, 1/2 kg de pienso de perro, 1/2 kg de almendras y una lata de sardinas con aceite de oliva. Las cámaras registraron información relacionada con la presión atmosférica, temperatura, fase lunar, fecha y hora (BELDA *et al.*, 2009). Todas las fotografías capturadas fueron almacenadas en un mismo ordenador portátil y analizadas con un software propio para la gestión de imágenes de fototrampeo «Camera Trap Manager». Este software permite crear bases de datos geográficas a partir de las propias imágenes, para posteriormente explorar esta información en un SIG, crear informes y cartografía (MARTÍNEZ *et al.*, 2011).

Se digitalizaron los usos del suelo con el software ArcGis a partir de fotografías aéreas, obteniéndose un total de 14 usos del suelo: AA (Abandonado antiguo), AR (Abandonado reciente), BC (Bosque caducifolio), BM (Bosque mixto), C (Cereal), FS (Frutal de secano), I (Industrial), M (Matorral), MC (Matorral claro), P (Pinar), RI (Ripario), RO (Roquedo), U (Urbanizado), UD (Urbanizado disperso) (Figura 3).

Los análisis estadísticos correspondientes a la selección de hábitat fueron realizados con el software libre especializado R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). Se seleccionaron al azar 9 cuadrículas con ausencia de la especie, in-

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

Presencia de la gineta (*Genetta genetta*) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola

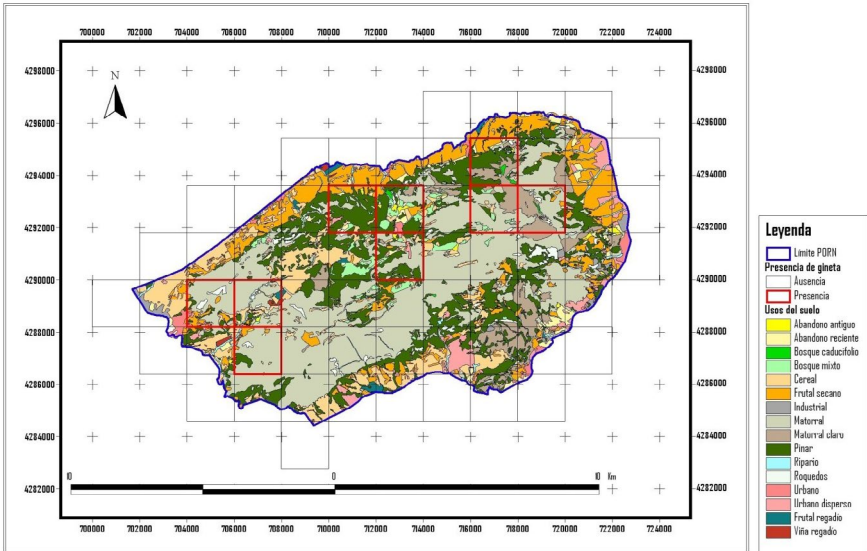


Figura 3: mapa de presencia/ausencia de la gineta sobre el mapa de usos del suelo en la Sierra de Mariola. En número aparece el porcentaje de imágenes tomadas que corresponden a cada cuadrícula.

cluidas en su totalidad en el área de estudio para comparar las diferentes variables de uso de hábitat estudiadas, con las cuadrículas ocupadas por el carnívoro ($n=9$). Para evaluar las preferencias de hábitat y dado el escaso tamaño muestral, se compararon los contactos al azar y los contactos de

gineta empleando el test no paramétrico de Wilcoxon para muestras independientes.

Resultados

En total se han recopilado 168.566 imágenes (más de 200 Gb) de las cuales 95.372 muestran algún contacto animal dentro de las cuadrículas definidas. Entre estas fotografías se han registrado 98 en las cuales está presente la gineta. Esto supone el 0,10% del número de total de fotografías válidas. Por otro lado, la gineta ha sido detectada en 8 cuadrículas y supone un 12,70% respecto del total de cuadrículas (n=63). Además, 67 videos han sido grabados con la presencia de la gineta. Cabe mencionar que se comprobó el comportamiento nocturno de esta especie, puesto que todas las fotografías y videos capturados se tomaron de noche. Estas estadísticas y cartografía (ver Figura 3) se generaron de manera semiautomática mediante «Camera Trap Manager». No obstante, los resultados obtenidos podrían completarse con otros métodos si se desee obtener valores cuantitativos de la abundancia de la especie en el medio (PERIS *et al.*, 2011; SARMENTO *et al.*, 2014).

Tan sólo la variable Urbano presenta diferencias significativas entre la mediana de los puntos con presencia de gineta y

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

los escogidos al azar ($W=19.5$, $p\text{-valor}= 0.047$; Test de Wicoxon para muestras independientes). Por lo tanto selecciona las cuadrículas con mayor porcentaje de suelo urbano que las disponibles en el área de estudio.

Discusión

Existen diferentes métodos para monitorear la biodiversidad los cuales se seleccionan de acuerdo a diferentes criterios. Dos de los métodos más utilizados para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes son las trampas de huella y las cámaras de fototrampeo, ambos son métodos no invasivos que permiten identificar qué especies se encuentran en un área determinada, monitorear abundancia relativa y absoluta de especies, además de esto, el fototrampeo se ha utilizado para estudiar patrones de actividad (LYRA-JORGE *et al.*, 2008). Así, esta metodología ha permitido integrar en una base de datos geográfica la información recopilada en campo sobre la especie.

La gineta es una especie que se puede considerar generalista y muy adaptable en cuanto al hábitat, aunque requiere de cobertura vegetal o rocosa que le proporcione suficiente protección (VIRGÓS *et al.*, 2001). Los resultados obtenidos en el presente trabajo apuntan a que selecciona activamente

zonas urbanas, las cuales les ofrecen multitud de recursos tróficos y lugares de descanso, además de protección frente a depredadores naturales. En las áreas más humanizadas abundan los roedores, pieza clave de su alimentación (CAMPS, 2012). La preferencia por zonas con cobertura vegetal parece ligada a una mayor disponibilidad de alimento y refugio, y a un menor riesgo de depredación, factores que determinan la selección del hábitat (VIRGÓS Y CASANOVAS, 1997; VIRGÓS *et al.*, 2001). La calidad y grado de fragmentación de los hábitats son también factores importantes ligados a la presencia de la especie (VIRGÓS *et al.*, 2002), pudiendo incluso llegar a condicionar la forma y el tamaño de sus áreas de campeo (PALOMARES y DELIBES, 1994; CAMPS y LLIMONA, 2004). Es muy frecuente y puede ser abundante en encinares, dehesas de encina, roble y alcornoque, olivares, pinares, fresnedas, plantaciones de eucaliptos, matorrales mediterráneos, áreas con rocas y, en general, en cualquier tipo de hábitat que le proporcione suficiente cobertura vegetal o rocosa (PALOMARES y DELIBES, 1991; LARIVIÈRE y CALZADA, 2001; CALZADA, 2007; SARMENTO *et al.*, 2010). Muestra también una clara predilección por los hábitats de ribera y alrededores de los arroyos (PALOMARES y DELIBES, 1994; VIRGÓS *et al.*, 2001), aunque no está ligada a la presencia de agua y puede vivir en zonas muy

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

secas (DELIBES, 1999). Los bosques de ribera aportan a la gineta cobertura, refugio, agua, alimento y protección ante sus depredadores, funcionando como auténticos corredores (VIRGÓS *et al.*, 2001; MATOS *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2011). También se le puede encontrar en zonas de cultivos y huerta, especialmente si se disponen en forma de mosaico, con áreas más o menos forestadas o bosquetes de ribera, donde pueda refugiarse. En estas condiciones, con áreas desforestadas, se ha apuntado que los bosques de ribera pueden ser esenciales para la conservación de la especie (VIRGÓS *et al.*, 2001). Puede tolerar las zonas humanizadas o alteradas por el hombre (LLIMONA *et al.*, 2007; MANGAS *et al.*, 2007), viviendo alrededor de poblaciones rurales, casas de campo, urbanizaciones e incluso colindante a barrios periféricos de grandes ciudades (CAMPS y LLIMONA, 2004; SÁEZ y MONTIEL, 2006). En este sentido, también se ha visto como la gineta utiliza hábitats en un estado temprano de la sucesión ecológica (menos maduros), características que podríamos considerar como propias de un carnívoro «colonizador» (MANGAS *et al.*, 2007). La gineta está ausente o es más rara en grandes áreas abiertas, extensiones cerealistas, zonas pantanosas y, en general, en cualquier hábitat que no le proporcione suficiente cobertura vegetal (LARIVIÈRE y CALZADA, 2001; VIRGÓS *et al.*, 2001).

Existen pocos datos en la bibliografía sobre densidades absolutas de la especie. Los valores más bajos se han registrado en Doñana, con 0,33 individuos/km² cuando se trata de adultos, y de 0,67 individuos/km² incluyendo a los juveniles (PALOMARES y DELIBES, 1994). En Cataluña, se reportaron valores más altos, como de 0,7 individuos/km² en la montaña de Montserrat (LÓPEZ-MARTÍN, 2003) y 0,98 individuos/km² en la sierra de Collserola (CAMPS y LLIMONA, 2004). En un estudio realizado en Portugal, usando un método de captura-recaptura fotográfica, se calculó una densidad media de 0,70 individuos/km², estimándose unos 29-40 individuos adultos en un área de 27,25 km² (SARMENTO *et al.*, 2010 y 2014). En nuestro caso de estudio, no se pudieron identificar individuos y por tanto, no se ha podido obtener una estima de la densidad poblacional.

La conservación de la estructura de la vegetación de los hábitats maduros en los ecosistemas mediterráneos sería una medida de conservación de las poblaciones de gineta. Si esa estructura de los hábitats maduros es afectada por aclareos masivos de matorral para evitar incendios, para formar pastos o tierras de cultivo, por incendios, o por un exceso de turismo o urbanismo, las poblaciones de gineta podrían verse afectados notablemente. En esta situación, el hábitat pasaría

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

a un estado inicial de la sucesión ecológica donde no aparecerían poblaciones de gineta hasta que no hubiese matorral bajo y árboles de baja altura. Así pues, el manejo actual del hábitat puede hacer que cambie la comunidad de carnívoros o que las especies desaparezcan de ese hábitat (MANGAS *et al.*, 2007).

Este trabajo es pionero puesto que proporciona y analiza datos hasta ahora no abordados en este territorio. De este modo, la información recopilada en campo junto con las bases de datos existentes permite concluir que la situación de la gineta en Sierra de Mariola no es preocupante. Así, las imágenes capturadas mediante fototrampeo, junto con el software propuesto, permitirán en un corto periodo de tiempo que podamos aportar nuevos datos y explicaciones sobre las poblaciones de mamíferos que habitan la Sierra de Mariola. Además, la habilitación de pasos específicos para la fauna en las infraestructuras viales y el control del furtivismo son dos objetivos a alcanzar para controlar las altas tasas de mortalidad de ginetas y favorecer el buen estado de conservación de sus poblaciones. Por otro lado, la continuación de este estudio pasa por analizar el resto de mamíferos que habitan el parque, comprobar su situación actual y la interacción entre distintas especies.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado en parte por las ayudas de investigación del Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert. Los autores también quieren agradecer la colaboración prestada por la Dirección y personal del Parque Natural de la Sierra de Mariola. Además de la información proporcionada por los gestores cinegéticos y la ayuda de la Fundación C.V. Victoria Laporta. Finalmente, a José B. Ruiz por el material gráfico.

Bibliografía

- BARRULL, J. y MATE, I. 2012. Primera cita de gineta (*Genetta genetta* L., 1758) melánica en Cataluña. *Galemys*, 24: 74-75.
- BARRULL, J.; MATE, I.; RUIZ-OLMO, J.; CASANOVAS, J.G.; GOSÀLBEZ, J. y SALICRÚ, M. 2014. Factors and mechanisms that explain coexistence in a Mediterranean carnivore assemblage: An integrated study based on camera trapping and diet. *Mammalian Biology* 79: 123–131.
- BELDA, A.; ARQUES, J.; MARTÍNEZ, J.E.; PEIRÓ, V. y SEVA, E. 2009. Análisis de la biodiversidad de fauna vertebrada en el Parque Natural de la Sierra de Mariola mediante fototrampeo». *Mediterranea*, 20: 9-32.
- CALZADA, J. 1998. Gineta común, *Genetta genetta*. *Galemys*, 10 (1): 3-11.

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

- CALZADA, J. 2007. *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758). Pp. 330-332. En: Palomo, L. J., Gisbert, J., Blanco, J. C. (Eds.). Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad. SECEM-SECEMU, Madrid. 586 pp.
- CAMPS, D. y LLIMONA, F. 2004. Space use of common genets *Genetta genetta* in a Mediterranean habitat of Northeastern Spain: differences between sexes and seasons. *Acta Theriol.*, 49 (4): 491-502.
- CAMPS, D. 2012. Jineta – *Genetta genetta*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Cassinello, J. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- DELIBES, M. 1999. *Genetta genetta*. Pp. 352-353. En: Mitchell-Jones, A. J, Amori, G., Bogdanowicz, W., Krystufek, B., Reijnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralík, V., Zima, J. (Eds.). *The Atlas of European Mammals*. Academic Press, Oxford. 484 pp.
- FERRIER, S. 2002. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here? *Systematic Biology*, 51: 331-363.
- GRAHAM, C.H.; MORITZ, C. y WILLIAMS, S.E. 2006. Habitat history improves prediction of biodiversity in a rainforest fauna. *Proceedings of the Natural Academy of Science of USA*, 103: 632-636.
- LARIVIÈRE, S. y CALZADA, J. 2001. *Genetta genetta*. *Mammalian Species*, 680: 1-6.

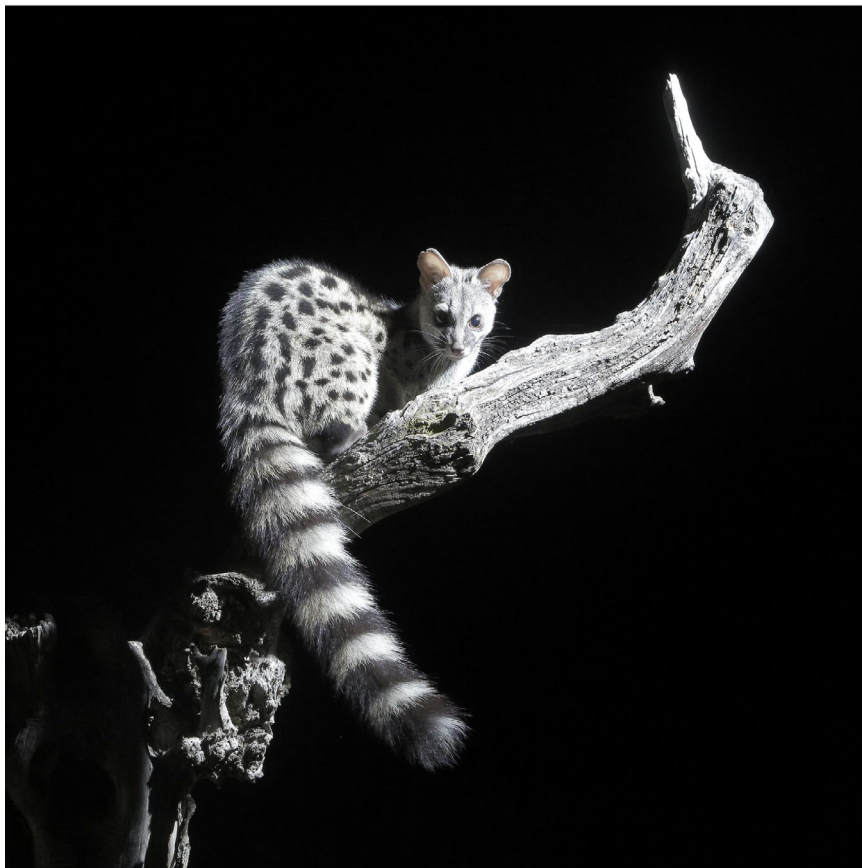
- LLIMONA, F., CAHILL, S., TENÉS, A., CAMPS, D., BONET-ARBOLÍ, V., CABAÑEROS, L. (2007). El estudio de los mamíferos en relación a la gestión de áreas periurbanas. El caso de la región metropolitana de Barcelona. *Galemys*, 19 (n.esp.): 215-234.
- LÓPEZ-MARTÍN, J. M. 2003. Comparación de la ecología de la marta (*Martes martes* L. 1758) y la garduña (*Martes foina* Erx. 1777) en el N.E. ibérico: interacciones con la gineta (*Genetta genetta* L. 1758). Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 281 pp.
- LYRA-JORGE, M.C.; CIOCHETI, G.; PIVELLO, V.R. y MEIRELLES, S.T. 2008. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: Camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research*, 54: 739-744.
- MANGAS, J. G., CARROBLES, M., ALCÁZAR, L. H., BELLÓN, D. y VIRGÓS, E. 2007. Aproximación al estudio de la ecología espacial de especies simpátricas: la garduña (*Martes foina*) y la gineta (*Genetta genetta*). *Galemys*, 19 (n.esp.): 61-71.
- MARTÍNEZ, J.E.; ZARAGOZÍ, B.M.; BELDA, A.; NAVARRO, J.T. y PEIRÓ, V. 2011. Creación de un software para el almacenamiento automático y gestión de imágenes obtenidas por fototrampeo. En X Congreso SECEM, Málaga, Universidad de Málaga.
- MATOS, H. M., SANTOS, M. J., PALOMARES, F. y SANTOS-REIS, M. 2009. Does riparian habitat condition influence carnivore abundance in Mediterranean ecosystems? *Biodivers. Conserv.*, 18: 373-386.

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)

- PALAZÓN, S., RAFART, E. 2010. Dieta de la gineta común *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758) en los hábitats riparios de Navarra. *Galemys*, 22 (2): 3-18.
- PALOMARES, F. y DELIBES, M. 1991. Ecología comparada de la gineta, *Genetta genetta* (L.) y el meloncillo, *Herpestes ichneumon*, (L.) (Mammalia, Viverridae) en Doñana (SO de la Península Ibérica). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Secc. Biol.)*, 87: 257-266.
- PALOMARES, F. y DELIBES, M. 1994. Spatio-temporal ecology and behaviour of European genets in southwestern Spain. *Journal of Mammalogy*, 75 (3): 714-724.
- PÉREZ-GARCÍA, J.M. 2007. Apuntes sobre la dieta de la gineta *Genetta genetta* en el Valle del Henares (Madrid). *Galemys*, 19 (1): 13-21.
- PERIS, A.; TENA, L. y VILLENA, A. 2011. Abundancia de ginetas (*Genetta genetta*) en un encinar mediterráneo. Estimación mediante trampeo fotográfico. *Galemys*, 23 (nº especial): 73-79.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2014) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>.
- SÁEZ, A. y MONTIEL, C. 2006. Sobre la presencia de ginetas *Genetta genetta* (Linnaeus, 1758) y letrinas en zonas humanizadas. *Galemys* 18 (1-2).
- SÁNCHEZ M., RODRIGUES P., ORTUÑO V. & HERRERO J. 2008. Feeding habits of the genet *Genetta genetta* in an Iberian continental wetland. *Hystrix, Italian Journal of Mammalogy*, 19(2): 133-142.

- SANTOS, M. J., MATOS, H. M., PALOMARES, F. y SANTOS-REIS, M. 2011. Factors affecting mammalian carnivore use of riparian ecosystems in Mediterranean climates. *Journal of Mammalogy*, 92 (5): 1060-1069.
- SARMENTO, P. B., CRUZ, J. P., EIRA, C. I. y FONSECA, C. 2010. Habitat selection and abundance of common genet *Genetta genetta* using camera capture-mark-recapture data. *Eur. J. Wildl. Res.*, 56: 59-66.
- SARMENTO, P., CRUZ, J., EIRA, C. y FONSECA, C. 2014. A spatially explicit approach for estimating space use and density of common genets. *Animal Biodiversity and Conservation*, 37(1): 23–33.
- TORRE, I.; RIBAS, A. y ARRIZABALAGA, A. 2009. Estudio de la comunidad de carnívoros del P. N. Del Montseny (Catalunya) mediante trampeo fotográfico. *Galemys* 21 (nº especial): 165-180.
- VIRGÓS, E. y CASANOVAS, J. G. 1997. Habitat selection of genet *Genetta genetta* in the mountains of central Spain. *Acta Theriol.*, 42 (2): 169-177.
- VIRGÓS, E., ROMERO, T. y MANGAS, J. G. 2001. Factors determining «gaps» in the distribution of a small carnivore, the common genet (*Genetta genetta*), in central Spain. *Can. J. Zool.*, 79 (9): 1544-1551.
- VIRGÓS, E., TELLERÍA, J.L. y SANTOS, T. 2002. A comparison on the response to forest fragmentation by medium-sized Iberian carnivores in central Spain. *Biodiversity and Conservation*, 11 (6): 1063-1079.

Distribución de la gineta (*Geneta geneta* Linnaeus, 1758) en el Parque Natural de la Sierra de Mariola (C. Valenciana)



Anexo 1: detalle de gineta (*Genetta genetta*). Cortesía: José B. Ruiz, 2014.

Notas

1. Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente.
2. Fundación C.V. Victoria Laporta Carbonell.
3. Instituto Interuniversitario de Geografía.
4. Departamento de Ecología.

Dirección: Universidad de Alicante, Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Campus San Vicente. Ap. 99-E03080, Alicante. e-mail: antonio.belda@ua.es

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Bensenane IBTISSEM (1), Benabadji NOURY (1), Ghezlaoui B-EDDINE et Berkouki RAHMA

Résumé

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'importance de l'action anthropozooïque sur la région steppique de la commune d'El-Gor à travers une approche anthropique. Nous avons visé l'étude de la dynamique des écosystèmes naturels dans cette commune jugée représentative des régions steppiques. Elle a subi d'énormes modifications dues principalement à l'action de l'homme, de l'animal et du climat.

A travers cette étude nous avons à présenter le cadre bioclimatique. Pour cela il a été fait appel aux données météorologiques (températures et précipitation) pour effectuer la synthèse bioclimatique des indices classiques (Diagramme

ombrothermique, Climagramme pluviométrique d'Emberger). La période récente (1984-2009) varie nettement par rapport à l'ancienne période (1913-1938) avec une diminution des précipitations et une augmentation des températures, donc les stations météorologiques évoluent vers les étages plus secs.

L'étude du couvert végétal montre une diminution des espèces vivaces avec une prolifération de plus en plus des espèces annuelles (les herbacées annuelles comptent 56.16%, viennent en second lieu les herbacées vivaces avec un taux moyen de 34.25% et en dernier nous avons les espèces ligneuses avec un très faible pourcentage de 9.59%) à cause du surpâturage les parcours de pacages sont passés de 21 965 ha à 900 ha en seulement dix ans, ainsi que le défrichement afin d'installer la céréaliculture sa superficie est passée de 8 000 ha en 1997 à 9 250 ha en 2010, et sa production a connu une chute (10 816 Qx/ha en 1997 à 30 350 Qx/ha en 2007), cette situation contribue fortement à la régression du patrimoine végétal.

Mots clés : Action anthropique, Dégradation végétale, Steppe, Bioclimat, El Gor (Algérie).

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Summary

Our study objects to obviously shed the light on the importance of the anthropozoic action on the steppe region of Al-Gor through an anthropic approach. The aim was to study the natural ecosystem dynamics in this area expected and evaluated to be representative of the steppe regions. It has undergone important modifications due principally to climate, animal and human actions.

Through this study we present the framework to bioclimatic. For this meteorological data are needed (temperature and precipitation) for synthesizing traditional bioclimatic indices (Ombrothermic figure, Emberger's rainfall climagramme). The recent period (1984-2009) varies significantly from the previous period (1913-1938) with reduced rainfall and higher temperatures, so the weather stations are moving towards the drier floors.

The study of vegetation cover shows a decrease in perennial species with a growing proliferation of annual weeds (annual grasses have 56.16%, come second to perennial herbs with an average of 34.25% and finally, the woody species with a very small percentage of 9.59%) because of overgrazing rangelands of pastures increased from 21 965 ha to 900 ha in just ten years, and land clearance to install the cereal cul-

ture. (Surface area increased from 8,000 ha in 1997 to 9,250 ha in 2010, and production has plummeted (10,816 in 1997 to 30,350 Qx/ha in 2007) this contributes significantly to the regression of plant heritage.

Key words: anthropic actions, plant degradation, steppe, bioclimate, Al-Gor (Algeria).

Introduction

Les piémonts des versants montagneux et ceux des hautes plaines ont été depuis fort longtemps le théâtre d'une dégradation continue exercée par le pastoralisme et l'agriculture, ce qui aboutie à une désertification. Celle-ci résulte d'un déséquilibre dans les interactions dynamiques entre plusieurs éléments dans l'écosystème, le climat, le sol, la végétation et l'homme (EL ZEREY WAEL, 2009).

La régression du couvert végétale de la région méditerranéenne a fait l'objet de plusieurs études au cours des dernières années. Elle a été la préoccupation de plusieurs chercheurs scientifiques notamment: TOMASELLI (1976), BARBÉRO et QUEZEL (1979, 1980), NAHAL (1984), LE-HOUEROU (1988), BOUAZZA (1990, 1995), BARBERO *et al.*, (1990), BOUABDELLAH (1992), M'HIRIT et MAGHNOUJ (1994), QUEZEL *et al.*, (1994), SKOURI (1994), LE-HOUEROU

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

ROU (1995), BENABADJI (1999), QUEZEL (1999), MAZZOLENI *et al.*, (2004), KADIK et GODRON, (2004), AIDOUUD *et al.*, (2006).

En Afrique du Nord, la végétation est de plus en plus menacée par l'accroissement démographique et une surexploitation des parcours qui entraînent une forte régression de cette couverture. La steppe algérienne, depuis plus d'une trentaine d'années, connaît une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat) (LE-HOUÉROU, 1985 ; AIDOUUD, 1996). La wilaya de Tlemcen qui inclut la région d'El-Gor compte aujourd'hui parmi les 12 wilayas affectées par le phénomène de la désertification. Mais ce phénomène y est plus récent. Ceci est dû à des causes autant humaines (surpâturage, surexploitation des ressources pastorales, sédentarisation massive des semi-nomades...), que naturelles (sécheresse, érosions hydrique et éolienne).

Il est à remarquer que les processus de dématossilisation (débourssaillement des ensembles préforestiers) et de désertification comme la dégradation de la végétation puis l'érosion de la couche de terre semblent s'accélérer dans la région. Cela a été montré par un certain nombre d'auteurs (AIDOUUD, 1996; BENABADJI et BOUAZZA, 2002; BOUAZZA *et al.*,

2004). Par ailleurs la ressource végétale, bois ou biomasse fourragère, n'est pas épargnée, elle connaît une certaine régression, et est en voie de disparition affectant le tapis végétal durant ces dernières décennies dans la région est donc liée à l'action anthropique, mais aussi à l'évolution du bioclimat. Ce dernier, est un facteur majeur dans la dégradation du couvert végétal voir l'exclusion totale de certaines espèces d'un milieu à un autre. Selon LUCAS (1942), il est connu pour jouer un rôle dans la répartition des formations végétales, et son irrégularité dans le temps impose souvent aux plantes des conditions de vie difficile surtout quand il y a un manque de précipitations.

La pression anthropique croissante et les changements rapides ont fait ressortir l'intérêt et la nécessité du suivi à long terme dans le cadre de programmes internationaux Mab/Unesco (AÏDOUD *et al.*, 2006).

La steppe de la wilaya de Tlemcen comme toutes les steppes algériennes est exposée à la désertification, qui semble désigner la dégradation des terres dans les zones arides, semi-aride et subhumide par suite de divers facteurs, parmi lesquelles les variations climatiques et les activités humaines (ANONYME, 1994). Parmi ces activités, on peut citer: le défrichage, l'éradication des espèces ligneuses, l'augmenta-

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

tion de la densité de la population, ainsi que l'action l'anthropozoogène (surpâturage et agriculture), toutes ces actions sont néfastes pour la végétation et génèrent une dynamique régressive des parcours steppiques.

Quelles sont les différentes actions anthropiques exercées dans cette région ?

Existent-ils des explications pouvant répondre aux préoccupations d'ordre socio-environnementales dans un premier temps, cette explication combien même difficile à résoudre pourra-t-elle aussi dans un second temps parer au phénomène de désertification ?

Dans cette région, les études menées jusqu'à maintenant sont très fragmentaires et manquent cependant de précision. Devant cet état de fait nous serons exposés à procéder à des quantifications in-situ en vue de cerner le problème en question. Afin de tenter d'approcher ces aspects et probablement répondre à des attentes, nous développerons successivement:

- Situation géographique,
- Matériel et méthode d'étude,
- Méthodologie de travail,
- Choix de la région,

- Résultats,
- Bioclimatologie de la région,
- Anthropisation de la région ou la dégradation annoncée de l'écosystème steppique,
- Flore de la région.

1. Situation géographique de la commune d'El-Gor (carte)

Elle est située entre 1°59' et 1°58' de longitude Ouest et entre 34°50' et 34°57' de latitude Nord. La commune se trouve à l'extrême Sud-est de la wilaya de Tlemcen. La partie Nord appartient aux piémonts sud de la wilaya, et présente un couvert végétal formé en majorité par un matorral arboré dégradé. La partie sud, soit, près de 80% du territoire communal est représenté par les hautes plaines steppiques caractérisées par un couvert végétal éparse à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* souvent dégradé et des parcours steppiques fortement pacagés.

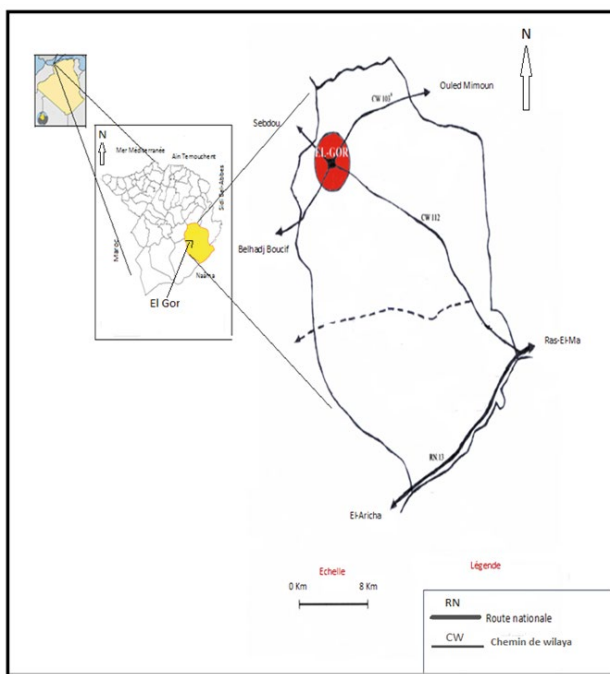
L'agglomération d'El-Gor est située à :

- 53Km du chef lieu de la wilaya de Tlemcen,
- 18Km du chef lieu de la Daïra de Sebdoù,
- 36Km de Ras-El-Ma et 35Km de Moulay-Slyssan.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Elle couvre aussi une superficie totale de 79 258 Ha. Cette commune relève de la Daïra de Seb dou, suite au dernier découpage administratif, elle est limitée comme suite :

- Au Nord par la commune de Beni-Semiel,
- A l'Est par la commune de Ras-El-Ma,
- A l'Ouest par la commune de Seb dou,
- Au Sud par la commune d'El Aricha.



Carte1 : Situation géographique de la commune d'El-Gor

2. Matériels et méthodes d'étude

Chaque relevé doit porter une aire au moins égale à l'aire minimale (BRAUN-BLANQUET, 1952; GOUNOT, 1969 et DJE-BAILI, 1984).

Selon GOUNOT (1969) et DAGET (1989), les études écologiques sont fondées sur des relevés floristiques de terrain, l'échantillonnage est la première phase du travail et toute la suite en dépend, et il est important que la surface des relevés soit suffisante pour comprendre la quasi-totalité des espèces présentes sur la surface considérée de végétation floristiquement homogène (GUINOCHE, 1973).

On a réalisé 50 relevés floristiques sur les piémonts matorralisés et les steppes. Les espèces récoltées ont été identifiées à partir des flores de QUEZEL et SANTA (1962), de BONNIER (1990) et de OZENDA (1977).

2.1 Méthodologie de travail

- Les données floristiques : sont obtenues par les relevés floristiques, effectués selon la loi de l'aire minimale de GOUNOT (1969) et celle de BRAUN-BLANQUET (1952).
- Les données climatiques : Les précipitations et les températures moyennes annuelles pour les deux périodes 1913–1938 et 1984–2009 nous ont été fournies respectivement

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

par SELTZER (1946), les données récentes nous ont été mises à notre disposition par les services de météorologie. Toutes ces données ont fait l'objet d'une exploitation à partir d'indices bioclimatiques (diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен et le climagramme pluviométrique d'Emberger.

- Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), un mois est dit biologiquement sec si le total mensuel des précipitations exprimées en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$).
- Données socio-économiques : Sont obtenues à partir du recueil des données démographiques pour les trois périodes 1987, 1998 et 2008. Elles proviennent de l'ANAT (agence nationale pour l'aménagement du territoire). Les données relatives aux activités pastorales et agriculture nous ont été remises par la direction des services agricoles.

2.2 Choix de la région

La station, selon EMBERGER (1955), dépend impérativement de l'homogénéité de la couverture végétale dans le but d'éviter des zones de transition.

On a choisi la région d'El-Gor qui a été jugée représentative à cause des actions anthropique et anthrozoogène qui lui sont imposées.

3. Résultats

3.1 Bioclimatologie de la région

En raison du manque de données fiables concernant la pluviométrie de la station elle-même (les prélèvements ne se font pas régulièrement), ainsi que l'absence des données de la température. On a été obligé de se référer aux stations avoisinantes et qui encadrent la région, ce sont El-Aricha et Ras-El Ma pour pouvoir mener cette approche bioclimatique.

3.1.1 Aperçu général

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les hautes plaines steppiques.

Beaucoup de travaux sur la climatologie et la bioclimatologie ont été réalisés sur l'Algérie en général et la région steppique en particulier SELTZER (1946), EMBERGER (1955), LE-HOUEROU *et al.*, (1977), STEWART (1975), ALCARAZ (1982), DJEBAÏLI (1984), BENABADJI et BOUAZZA (2000).

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

L'ensemble de ces auteurs s'accordent à reconnaître l'appartenance du climat algérien au climat méditerranéen.

La région se caractérise par de faibles précipitations (< 300 mm par an) avec de grandes variabilités intra et inter annuelles. Compte tenu du manque de données dans les postes météorologiques nous avons considéré uniquement deux stations avoisinantes (en possession de données météorologiques complètes) encadrant la région, il s'agit de El-Aricha et Ras-El-Ma pour mener cette approche bioclimatique.

3.1.2 Diagrammes ombrothermiques

Les diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. À ce sujet EMBERGER (1942) précise : « un climat peut être météorologiquement méditerranéen, posséder la courbe pluviométrique méditerranéenne caractéristique, sans l'être écologiquement ni biologiquement, si la sécheresse estivale n'est pas accentuée ».

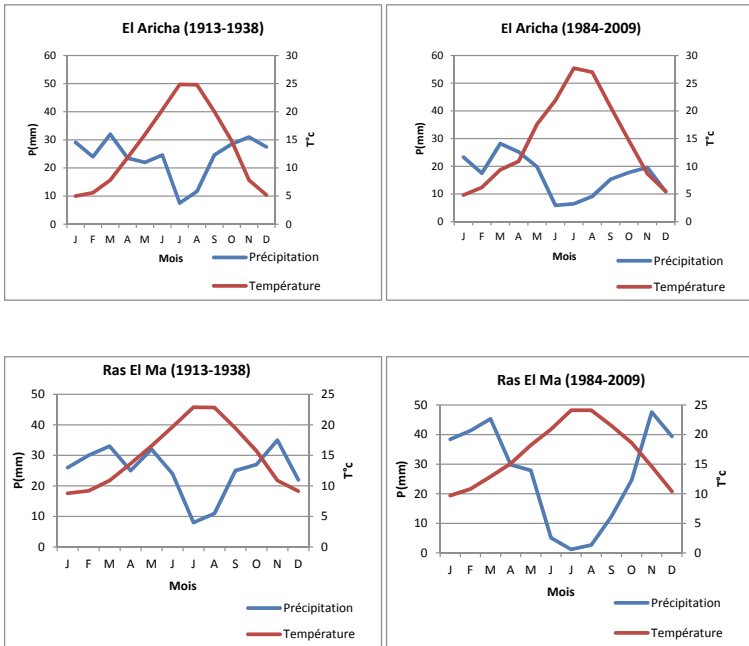


Figure n°1 : Diagrammes ombrothermiques de 1913-1938 et 1984-2009 des deux stations El-Aricha et Ras-EI-Ma

On constate que les stations sont marquées par une saison sèche. Les anciennes périodes (1913-1938) montrent des sécheresses qui s’étalent du mois d’avril au mois de septembre pour les deux stations d’El-Aricha et Ras El Ma, soit une durée de 6 mois dans l’année en moyenne.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

On observe aussi une accentuation de la sécheresse au niveau des nouvelles périodes surtout El-Aricha elle s'étale du mois de mars jusqu'à fin octobre début novembre soit 8 mois dans l'année, en revanche elle est un peu moins longue dans la station de Ras El Ma car elle débute fin mars début avril et se prolonge jusqu'au mois d'octobre pour les périodes récentes (1984-2009).

Sur le terrain cette sécheresse se traduit sans surprise par des modifications relativement importantes de la composition floristique ; modifiant ainsi le paysage en imposant une végétation xérophile.

3.1.3 Quotient pluviométrique d'Emberger

Pour établir ce climagramme, Emberger se base sur les séries de végétations qui sont des groupements végétaux ayant les mêmes aptitudes écologiques.

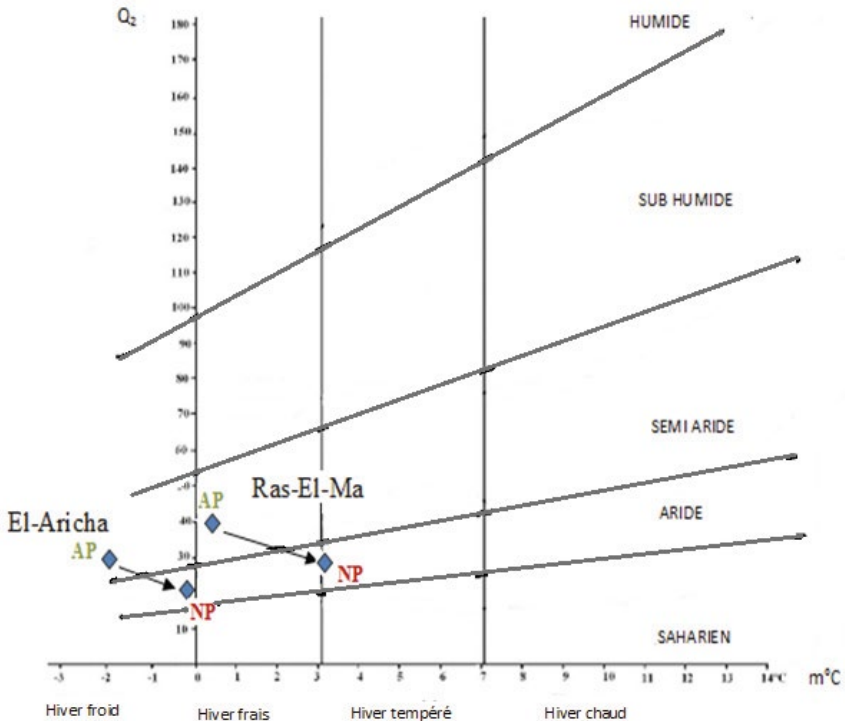


Figure n°2 : Quotient pluviométrique d'Emberger pour les deux stations Le-Houérou *et al.*, (1977) considèrent que les steppes algériennes sont encadrées par les isothermes « m » – 2 et 6 °C, et que l'amplitude thermique ; M-m varie peu et reste sensiblement égale à 34,6 °C. Ces températures expliquent l'absence de certaines espèces dont la vie est liée aux hivers tempérés.

Les deux stations El-Aricha et Ras El Ma ont été installées sur le climagramme grâce au Q_2 d'Emberger ($Q_2=2000P/M^2-m^2$).

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Aussi on constate que nos deux stations accusent un déplacement vers la droite, dans la première station (El-Aricha), de même qu'il se produit un décrochement de l'étage semi aride inférieur vers l'étage aride moyen à hiver froid. La deuxième station décroche elle du semi aride moyen à hiver frais vers l'aride moyen à hiver tempéré.

3.2 Anthropisation de la région ou la dégradation annoncée de l'écosystème steppique

3.2.1 Parcours et pacages

D'après LONG (1960), un terrain de parcours peut être constitué par toute l'étendue d'un territoire sur lequel le bétail consomme l'herbe de toutes sortes de groupements végétaux librement et sans contrôle.

Tableau n°1: Parcours et pacages dans la région d'El-Gor par ha (1999, 2009)

Années	Parcours (ha)
1999	21965
2009	900

Source : Direction des Services Agricoles (2012) (D.S.A.)

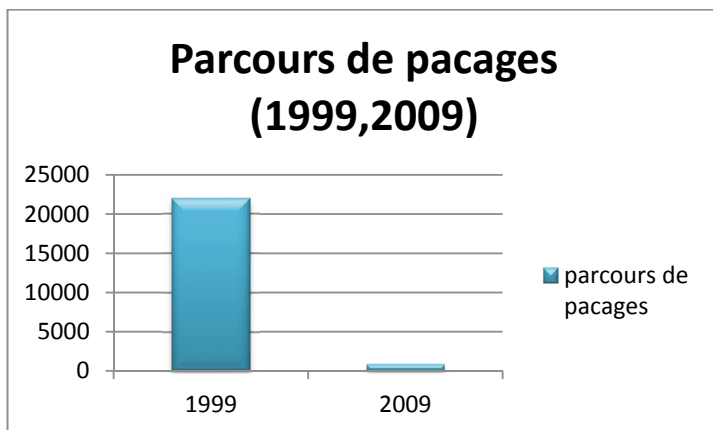


Figure n°3 : Les parcours et pacages par ha (1999 et 2009)

En faisant la comparaison entre des données des parcours des deux années, on remarque qu'il ya une très forte régression de la superficie, elle est passée de 21665 ha à 900 ha soit une réduction de 21 065 ha en seulement dix ans soit une réduction 21 065 ha. On peut expliquer ce recule par la forte pression anthropique et anthrozooique qui sont les principales causes de la dégradation du couvert végétal qui semblent agir dans la région.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)



Photo n°1 : État physiologique de pâturage (El Gor le 27/03/2011)
photo: Bensenane.

3.2.2 Surpâturage

Le surpâturage tel que définit par LE-HOUEROU (1968) consiste à prélever sur une végétation donnée une qualité de fourrage supérieure à la production annuelle.

La composition du tapis végétal riche en espèces palatables, joue un rôle primordial dans le choix du cheptel. A ce sujet BOUAZZA (1990) souligne que les animaux choisissent les espèces et par conséquent imposent à la biomasse consommable offerte une action sélective importante. Le même auteur BOUAZZA (1995) ajoute que ces ressources fourragères

sont liées aux formations de *Pinus halipensis*, *Quercus ilex*, *Rosmarinus officinalis* et *Juniperus oxycedrus*.

Tableau n°2: Répartition du cheptel par têtes dans la zone d'étude en 2009-2010

El-Gor		
Bovin	Ovin	Caprin
950	24300	1410
Total= 950 +24300 +1410= 26660têtes		

Source : D.S.A. (2011)

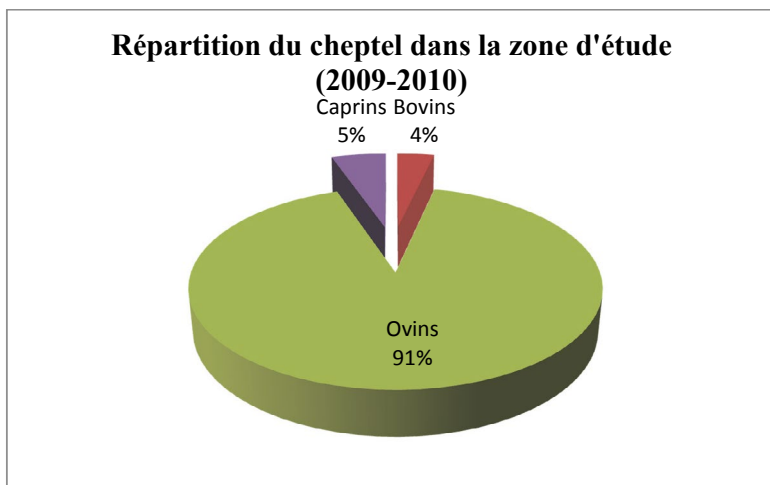


Figure n°4: Répartition du cheptel par têtes dans la zone d'étude en 2009-2010

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Le surpâturage est dû à l'accroissement du cheptel lié à une réduction de l'offre fourragère. On remarque d'après les secteurs ci-dessus que l'effectif du cheptel, pâturent en zones steppiques d'El-Gor et dont la composante prédominante est l'espèce ovine (environ 91% du cheptel). Elle est assez importante ce qui peut entraîner un impact négatif sur la régénération végétale sachant que les troupeaux sont de petite taille car plus de 70% des propriétaires possèdent moins de 100 têtes et 90% des populations ovines appartiennent à des éleveurs privés (D.S.A. 2011).

DUTOIT (1999), a signalé que quelques caprins sont régulièrement inclus dans les troupeaux d'ovins, avec un rôle non seulement de guider le troupeau mais aussi de lui donner l'exemple en s'attaquant aux broussailles et les espèces herbacées coriaces, ce qui fait que malgré son faible taux (5%) seulement il reste très important pour le pasteur. Aussi l'élevage de caprin constitue pour l'éleveur, un revenu moyen, un cheptel rustique et rentable de par son coût unitaire et sa performance au froid et aux maladies ainsi que sa capacité d'adaptation. Par contre l'élevage de bovin constitue un capital à la fois économique et symbolique pour l'éleveur ayant atteint un certain degré d'aisance mesuré au départ en termes de troupeaux d'ovins possédés (HADDADOU et BENZADI, 1993).



Photo n° 2 : Touffes d'alpha (*Stipa tenacissima*) dégradé à cause du surpâturage (El-Gor) le 16/03/2011, photo: Bensenane.



Photo n ° 3: Surpâturage et abreuvement pour bétail. (El-Gor) le 27/03/2011, photo: Bensenane.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

3.2.3 Défrichement

Quezel (2000) a souligné que sur les hauts plateaux, les défrichements sont les plus importants. Ils affectent au moins 1% des surfaces forestières totales chaque année dans les pays du Maghreb. Ce processus est défini comme une implication totale de la végétation d'une zone pour utiliser ces terres à d'autres intérêts comme l'agriculture, l'élevage ou l'urbanisme.



Photo n°4 et 5 : Défrichement et installation de la céréaliculture. (El-Gor, 27 et 22/03/2011 respectivement, photo: Bensenane.

Tableau n°3: Production végétales (culture herbacée)

El Gor	Céréales		Fourrages		Légumes secs		Cultures maraîchères	
	Superficies ha	Production QX	Superficies ha	Production QX	Superficies ha	Production QX	Superficies ha	Production QX
1996-1997	8000	10816	250	600	-	-	-	-
2006-2007	3 650	30 350		-	-	-	-	-

Source : Monographie de la wilaya de Tlemcen (2011)

Le tableau comme les photos montrent que la culture des céréales et des fourrages sont très répandus dans la région, ces cultures sont très importantes et accusent des variations en production (Figure 5). Par ailleurs ces cultures interviennent dans la vie du pasteur car elles représentent un apport financier secondaire outre que l'élevage.

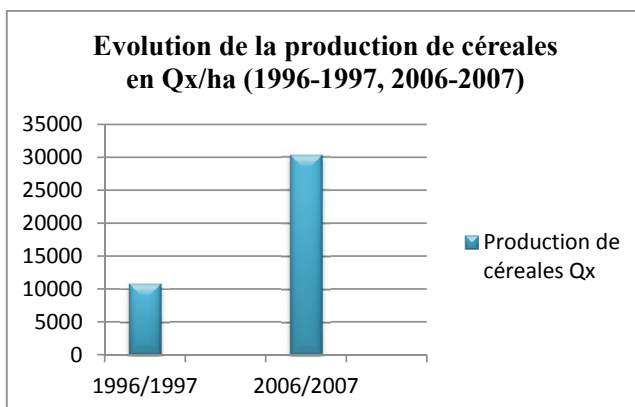


Figure n°5: Evolution de la production céréalière de 2 campagnes agricoles espacées de dix années.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

3.2.4 Eradication des espèces ligneuses

Les besoins en combustible quotidien à des fins domestiques poussent la population de la steppe à couper et déraciner les espèces ligneuses d'une manière intensive, ce qui augmente la dénudation de la surface du sol pour conséquence la désertification qui est une augmentation rapide et parfois irréversible des milieux arides et semi arides sous l'effet d'une exploitation excessive de leurs ressources naturelles, provoquant l'installation des conditions de plus en plus défavorables aux êtres vivants, comme il en existe dans les véritables déserts pouvant induire à la stérilisation de ce dernier.

Une évaluation de ce type de destruction des ressources végétales de la steppe en Afrique du Nord est réalisée par LE-HOUEROU (1979), et montre qu'un niveau de destruction théorique atteint l'ordre de 5 à 7 millions d'hectares sur environ 500 millions d'hectares de steppe soit de 1 à 1.5% /an. En considérant qu'il ya une certaine régénération une année sur deux, le taux de destruction annuel des espèces ligneuses reste élevé avec une surface globale de 500 000 à 700 000 ha (BARKOUKI, 2007).

Tableau n°4 : Strates existantes dans notre zone d'étude

Station	Herbacées annuelles		Herbacées vivaces		Ligneuses vivaces	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
El Gor	42	82.35	6	11.46	3	5.88

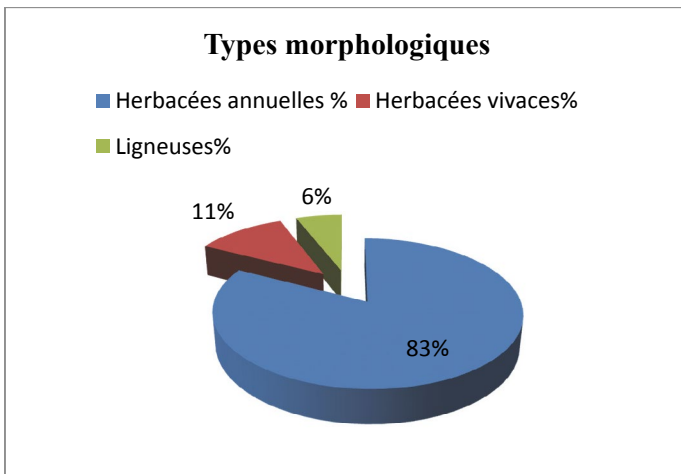


Figure n°6 : Pourcentage de type morphologique

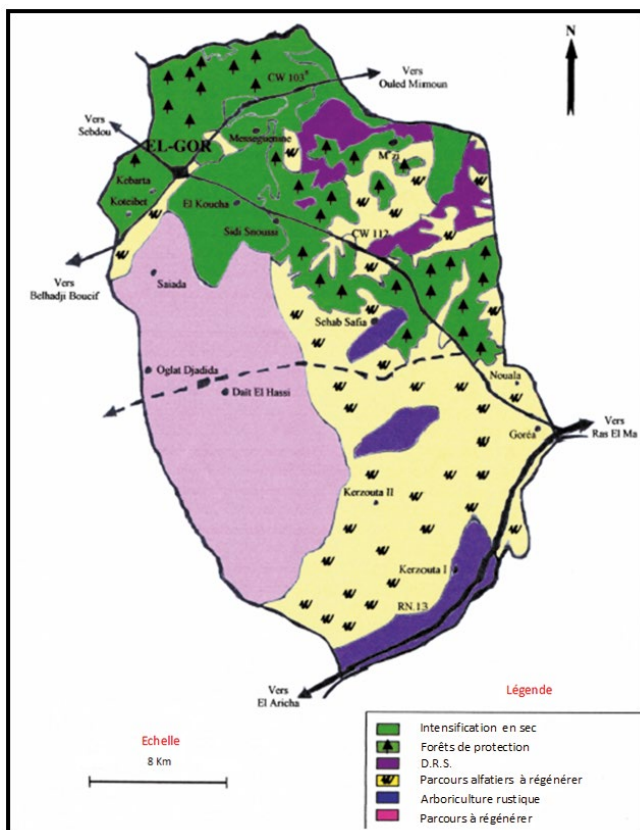
D'après le graphe, on observe une dominance des herbacées annuelles par rapport aux autres strates existantes dans la région avec un taux de 83%, et qui induit une dégradation de la végétation (ARBELOT, 1979). Elle implique la référence à un état optimal qui est rarement connu dans la région méditerranéenne.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

néenne. Cela peut s'expliquer par l'arrachage des plantes à des fins personnelles ou pour l'installation de la céréaliculture.



Photo n°6 : Eradication des espèces ligneuses. (El-Gor) le 27/03/2011, photo: Bensenane.



Carte n °2 : Aménagement de la commune d'El Gor

D'après la carte on remarque que le territoire de la commune est dominé par des parcours alfatiers dégradés qui sont localisés en particulier dans le Sud et le Sud-est, en revanche le

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Nord, est caractérisé par des formations à matorrals, et en ce qui concerne l'Ouest, on observe la présence de parcours à régénérer.

3.2.5 Incendies

Les dommages dus aux incendies de forêt font l'objet de plusieurs écrits. Selon DELABRAZE (1985), LE-Houerou (1980), TATONI et BARBERO, (1990), les incendies constituent une perturbation majeure des paysages méditerranéens. Cependant ce problème dont l'extension est dramatique dans certains pays Méditerranéens du Nord, reste moderne dans notre zone d'étude en raison de l'impact du pastoralisme, et ne touche que les versants montagneux de la région.

La fréquence et l'intensité ainsi que la saison d'occurrence d'un feu permettent le maintien ou l'élimination de certains taxons végétaux. Après l'incendie toute la végétation est détruite, ce n'est qu'à la deuxième année que la strate buissonnante atteint un taux de recouvrement voisinant 20% ou dominant les Cistacées (*Cistus ladaniferus*) suivis de *Rosmarinus officinalis*, de *Globularia alypum* et des Herbacées (BESTAOU, 2001).

3.2.6 Evolution de la population steppique de la région

L'influence de la population sur le milieu naturel et sa répartition dans ce milieu sont des évidences. D'après LOCATELLI (2000), une population trop importante (taux de croissance élevé) dégrade l'environnement et les moyens de sa production, comme le sol.

Afin de comprendre l'effet de l'action de l'homme, qui affecte considérablement notre zone d'étude, nous avons jugé nécessaire d'étudier l'évolution de la population durant les cinq dernières décennies.

Tableau n°5: Evolution de la population d'El-Gor (Habitant)

Années commune	1966	1977	1987	1998	2008
El Gor	4459	6222	6089	7708	8958

Source : (A. N. A. T., 2012)

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

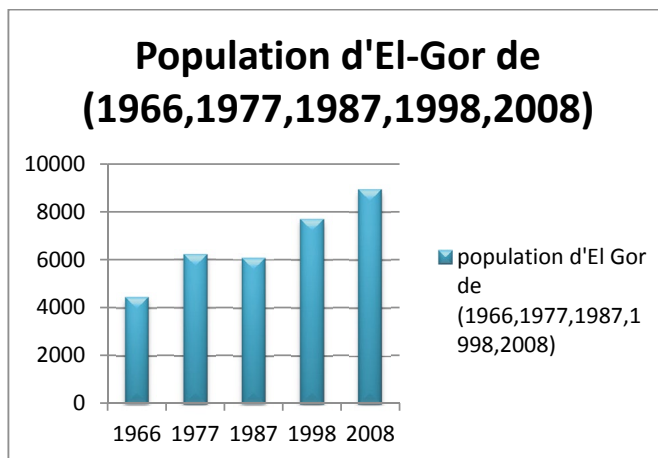


Figure n°7: Evolution de la population de la zone d'étude de 1966 à 2008.

D'après la figure 5 on observe une évolution pratiquement linéaire de la population steppique qui peut avoisiner les milles habitant chaque décennie ce qui a un effet très remarquable sur la végétation steppique à cause de toute l'infrastructure installée à fin de faciliter la vie au quotidien des habitants sans oublier le taux de chaumage qui atteint les 85%, ce qui pousse la population à ce convertir vers le pastoralisme.

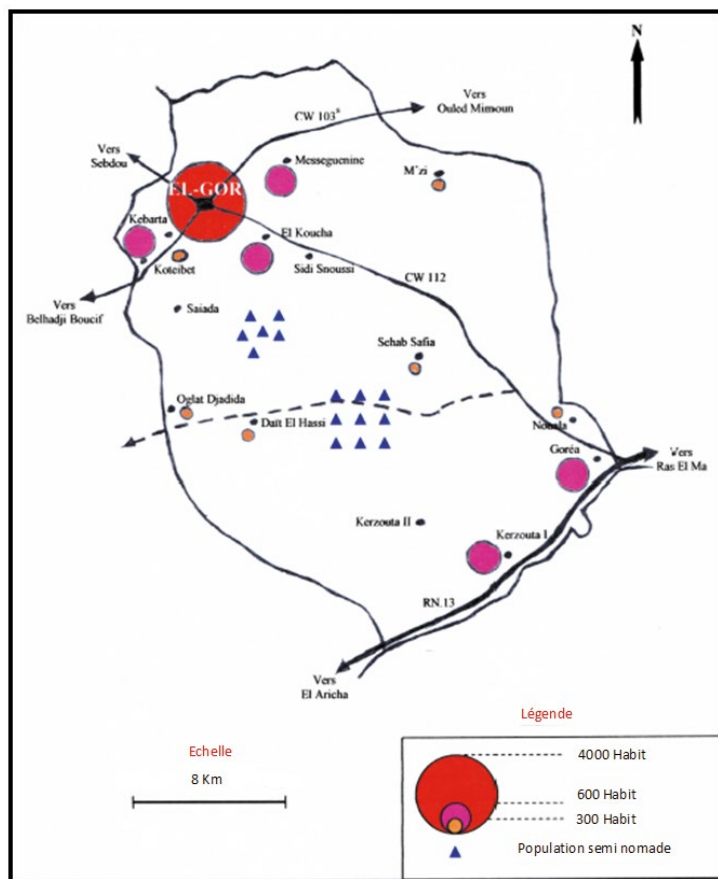
La croissance démographique concerne aussi bien la population sédentaire que la population éparse. Cependant, il y a une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que

de façon sporadique (KHALDOUN, 1995). Cela conduit à une surexploitation des ressources pastorale; donc les pasteurs ont modifié leur système de production en associant la culture céréalière et l'élevage.

La sédentarisation des populations conduit à la surcharge pastorale sur des surfaces parfois de plus en plus réduites et provoque une dégradation accélérée du milieu naturel, notamment par compactage des sols (BENABADJI *et al*, 2009).

Traditionnellement la pratique du pastoralisme dans la steppe était soumise à l'existence d'un droit nomade coutumier basé sur l'obligation de rotation dans la steppe. Les éleveurs et nomades changeaient de parcelles de parcours chaque année selon une organisation bien maîtrisée et ce afin d'assurer la reconstitution du couvert végétal naturel. Or la disparition de ce droit vers la fin des années 70, entraîne un bouleversement total de la steppe où depuis, tout le monde a droit de mener son troupeau là où il veut et surtout quand il veut. Ainsi que la motorisation des moyens de transport qui facilitent l'accessibilité dans des zones jugées jadis difficile, et les conséquences se traduisent par la destruction de la steppe.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)



Carte n° 3: Répartition de la population.

La carte n°3 montre une importante population qui se concentre au niveau du chef lieu de la commune, ainsi qu'une population éparse et semi-nomade un peu partout dans le

reste de la commune. En effet le chef lieu exerce sa polarité sur l'ensemble de l'espace communal en raison de son niveau d'équipement relativement important malgré le manque important en ce qui concerne le secteur de travail (le taux de chaumage a atteint les 85% en 2007).

Sols de la région

Sans entrer dans les détails nous pouvons signaler que les études édaphiques sur la région méditerranéenne sont nombreuses on cite; OZENDA, 1954; MONJAUZE *et al.*, 1955; QUEZEL, 1964; DJEBAILI, 1978; AIDOUUD et NEDRAOUI, 1982; BENABADJI *et al.*, 1996.

DUCHAUFOUR (1977); souligne entre autre que le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique. Il a aussi bien précisé que tous les sols qualifiés de steppiques appartiennent à la classe des sols iso-humiques (sols bruns de steppe).

4. Flore de la région

Les relevés floristiques ont été réalisés dans deux stations différentes jugées représentatives. Elles se présentent comme suit :

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Station 1 (Tableau 8) : elle est très faible en composition floristique, car il ya plus de céréalicultures.

- **Strate arborée** : Est très pauvre en couverture végétale, représentée par juste deux espèces *Juniperus oxycedrus* et *Pinus halepensis*.
- **Strate arbustive** : Beaucoup moins développée par rapport à la deuxième station à cause du surpâturage et de la culture céréalière qui lui sont imposés. Il n'existe que sept espèces.

Tableau n°6 : Espèces de la strate arbustive et leur présence dans la station n°1.

Espèces	Présences
<i>Asparagus acutifolius</i>	2
<i>Chamaerops humilis</i>	1
<i>Cistus albidus</i>	4
<i>Daphne gnidium</i>	4
<i>Genista tricuspidata</i>	2
<i>Globularia alypum</i>	3
<i>Ulex boivinii</i>	2

- **Strate herbacée** : Elle est plus développée car elle comporte 18 espèces comme *Asphodelus microcarpus*, *Bromus rubens*, *Paronychia argentea*...etc.

- **Station n°2** (Tableau n°9) : Cette station est plus riche en espèces par rapport à la première car elle se localise plus loin du chef lieu de la commune et se situe au Nord-est.
- **Strate arborée** : Elle est relativement faible et représentée par trois espèces.

Tableau n°7 : Espèces dominantes et leur présence dans la deuxième station.

Espèces	Présence
<i>Juniperus oxycedrus</i>	12
<i>Pistacia atlantica</i>	10
<i>Pinus halepensis</i>	6

- **Strate arbustive** : Est bien développée, on remarque la présence de onze espèces avec une dominance de : *Asparagus acutifolius*, *Cistus villosus* et de *Calycotome spinosa*.
- **Strate herbacée** : Bien développée, elle est représentée par 28 espèces, on note : *Plantago ovata*, *Urginea maritima* et *Asphodelus microcarpus*.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Tableau n° 8:
La première station : A 4Km d'El Gor, Surface 100m² Altitude : 1200m Exposition :
Est-Ouest Pente : 15 à 20% Taux de recouvrement 20 à 30%

Numéros de relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Présence
Espèces																										
Strate arborée																										
<i>Juniperus oxycedrus</i>	3														1											3
<i>Pinus halepensis</i>	+		1																					2		3
Strate arbustive																										
<i>Asparagus acutifolius</i>	+									1																2
<i>Chamaerops humilis</i>																										1
<i>Cistus albidus</i>		3								3					2	2			1							4
<i>Daphne gnidium</i>		1						+																		4
<i>Genista tricuspidata</i>																		1								1
<i>Globularia alypum</i>	2	1	2				+				1	2			+				3	3	1	1	2			13
<i>Ulex boivinii</i>			2				+																			2
Strate herbacée																										
<i>Alyssum campestre</i>	+		1					+			1														1	6
<i>Asphodelus microcerpus</i>	+	1	2	2	+		+		1	2	2	1	1	1	1	+	+	+	1	+	1	+	+	+	1	21
<i>Bromus rubens</i>	+	2									1															6
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	1	1	+			2	1	3	3	2				+					1	1	1	1				15
<i>Echinops spinosus</i>	+																1	1		3	3	1				8
<i>Echium pycnanthum</i>	1	+				+	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1									14
<i>Ferula communis</i>	1	2					+				1	2			+							1	1			8
<i>Hordeum murinum</i>	+		1					+																		6
<i>Marrubium vulgare</i>	+	+	1	1	1			+						+												9
<i>Medicago minima</i>	+									+		1	1	1	2	1				+		1	1	1	1	12
<i>Micropus bombycinus</i>				3			+																			4
<i>Paronychia argentea</i>			+	+	1	1	1	1	1	1	2	1			+	+	+	1	1	2	2					16
<i>Plantago albicans</i>	+	1	2				+						+			1	1						1	1		9
<i>Reseda alba</i>	+							+					+													4
<i>Salvia verbenaca</i>	1					+			1								3	+								6
<i>Schismus barbatus</i>	2	1	2	1					+						+			1	1				2			9
<i>Sinapis arvensis</i>		2							+		1	2			+					1		1	1			7

Tableau n°9 :
La deuxième station : A 7 Km d'El Gor, Surface 100 m² Altitude :1150 m Exposition :
Nord-Est Pente 15à 20% Taux de recouvrement 25 à 40%

Numéros de relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Présence	
Strate arborée																											
<i>Juniperus oxycedrus</i>	+			+	1	2			+				+			+		2			+			3		12	
<i>Pinus halepensis</i>	3				3					2						1	1										6
<i>Pistacia atlantica</i>	2	+	1	3				1		+		2	2						1				1				10
Strate arbustive																											
<i>Asparagus acutifolius</i>		+	+					+	+	+		+	1		+	+							2				10
<i>Asparagus albus</i>		3	2			2				1	1	1			+		1							+			8
<i>Atractylis carduus</i>			1	+				2		+									+				3				6
<i>Atractylis humilis</i>	+		1			+		2										1	+								6
<i>Calycotome spinosa</i>	+	+		1	1			+	+	+			+	1	+	+			1	+							13
<i>Cistus villosus</i>	+	+	+		+			+	+	+	1	+	+	+	+	+		1	+	+	+	+	+	+	+		16
<i>Globularia alvum</i>	+								+									+							1		4
<i>Helianthemum caputhellis</i>	1	+	1							+		1							1		+						7
<i>Rosmarinus officinalis</i>	+	1					2						3						3					+			6
<i>Thymus ciliatus</i>	1				+						1									2				3			5
<i>Ulex boivinii</i>	2		3					2				+						1									5
Strate herbacée																											
<i>Alyssum campestre</i>	1		+													1			2					+			5
<i>Asphodelus microcarus</i>	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	23
<i>Brachypodium distachyum</i>	+	1	1	1	2	1			+	+	2	+	+		1		1										12
<i>Bromus rubens</i>	+		1	+											2										+		6
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	+		3					+	1	1								+	+								7

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

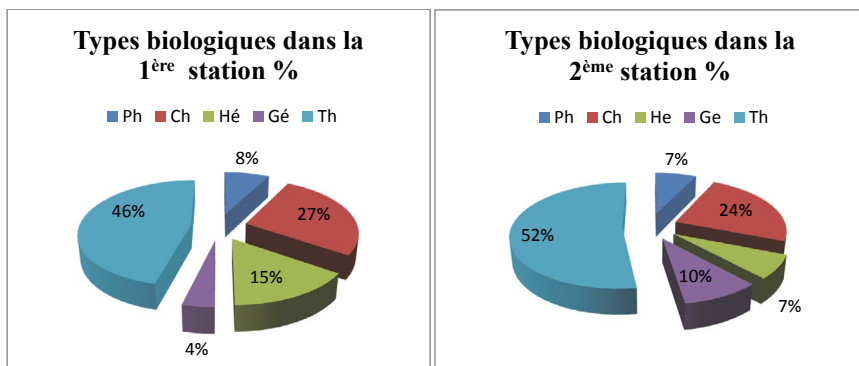
Convulvulus arvensis	+																			1							1											1	+							8						
Convulvulus tricolor		+																																																4		
Daucus carota	1							+																																										3	9	
Echium plantagineum	3	3						+																																										8		
Erodium molaehoides																																																		3		
Erodium moschatum																																																		3	7	
Ferula communis	+																																																	12		
Hedypnois cretica																																																		12		
Hordeum murinum		+																																																	6	
Lobulana maritima	2	2						+																																										12		
Malva sylvestris	1	1	2					2																																										12		
Medicago orbicularis	1	1	2																																															10		
Micropus bombycinus	1																																																	6		
Papaver rhoas	+	2																																																6		
Plantago ovata	+	1						+																																											16	
Plantago leopopus	2	2						2																																											14	
Reseda alba	2	1	1					2																																											23	
Salvia verbenaca	+																																																	4		
Scabiosa stellata	3	3	3																																																14	
Schismus barbatus	1	1	1					3																																											17	
Sinapis arvensis	+							1																																											15	
Stipa tenacissima	+							+																																												13
Urginea maritima	1	3							2																																											7

Dans la première station on remarque l'absence de *Pistacia atlantica* et *Stipa tenacissima* qui est une espèce très prisée par le cheptel ainsi que la diminution de *Pinus halepensis* et *Juniperus oxycedrus*, sans oublier la prolifération de *Paronychia argentea* qui elle est une espèce thérophyte, de *Asphodelus microcarpus* qui est une espèce représentative de la dégradation, et de *Echinops spinosus*, cette dernière est une espèce épineuse, sans intérêt, et non palatable.

Tableau n°10 : Pourcentage des types biologiques.

Types biologiques	Station -1-		Station -2-	
	Nombres d'espèces	Recouvrement %	Nombres d'espèces	Recouvrement%
Phanérophytes (Ph)	02	7,69	03	7.14
Chaméphytes (Ch)	07	26.92	10	23.81
Hémicryptophyste (He)	04	15.38	03	7.14
Géophytes (Ge)	01	3.84	04	9.52
Thérophytes (Th)	12	41.15	22	52.38

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

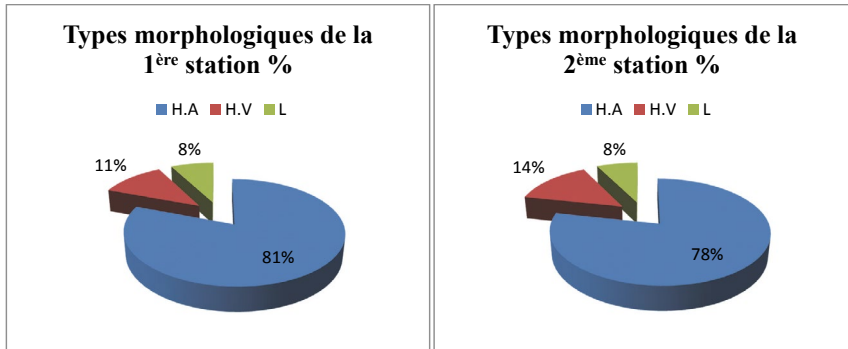


Figures 8 et 9 : Types biologiques des deux stations

Le taux des Thérophytes (Th) est sensiblement plus élevé dans la 2^{ème} station par rapport à la première avec (52.88% contre 41.15%), ainsi les Géophytes (Ge) qui sont de 3.84 % dans la première station et de 9.52% dans la seconde, en revanche on observe une prolifération des espèces Hémicryptophytes (Hé) et Chaméphytes (Ch) dans la 1^{ère} station par rapport à la 2^{ème} station.

Tableau n°11: Pourcentage des types morphologiques.

Types morphologiques	Station –1–		Station –2–	
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
Herbacées annuelles (H. A.)	21	81.48	33	78.57
Herbacées vivaces (H. V.)	3	11.11	6	14.28
Ligneuses (L.)	2	4.76	3	7.41



Figures 10 et 11 : Les types morphologiques des deux stations

En ce qui concerne les types morphologiques, la 2^{ème} station est plus riche en pourcentage du point de vue herbacées vivaces (H.V) et ligneuses (L) avec des taux de 14.28 % et 7.41 % respectivement contre 11.11% et 4.76 % dans la 1^{ère} station. Contrairement aux herbacées annuelles, dont leur taux est supérieur dans la 1^{ère} station par rapport à la 2^{ème} (81.48% contre 78.57%).

Discussion

Sur le plan biologique, pour RAUNKIAER (1934), les types biologiques sont considérés comme une expérience de la stratégie d'adaptation de la flore, et de la végétation aux conditions du milieu. Plusieurs auteurs mettent en évidence les relations entre la distribution des types biologiques et les

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

facteurs de l'environnement, notamment le climat (précipitations et températures), RAUNKIAER (1934), DAGET (1980), DANIN et ORSHAN (1990), FLORET *et al.*, (1990) proposent d'autres facteurs comme l'altitude et la nature du substrat.

Les bilans floristiques ont été obtenus à partir des relevés réalisés sur des aires minimales différentes en raison de la baisse du taux de recouvrement dans la première station (128 m² dans la 1^{ère} station et 64m² dans la 2^{ème} station), malgré l'augmentation de la surface, on n'est quand même pas arrivé au taux de la deuxième station.

En faisant la comparaison entre les inventaires floristiques réalisés, on observe une nette diminution du couvert végétal dans la station proche d'El Gor avec seulement 26 espèces, contre 42 espèces dans la seconde station, soit une réduction de 38%.

Les actions anthropiques et anthropozooiques sont visibles dans les deux stations, car il ya présence de plusieurs espèces indicatrices de dégradation comme; *Juniperus oxycedrus*, *Asphodelus microcarpus* ainsi que des espèces épineuses non palatables, et sans aucun intérêt telles que *Ulex boivinii* qui sont présentes au niveau des deux stations avec des taux qui différent.

Au niveau de la première station la strate arborée est très affectée par la dégradation où on peut observer l'absence totale de *Pistacia atlantica*, alors qu'il est présent sur dix relevés de la deuxième station, ainsi que *Juniperus oxycedrus* qui est présent sur douze relevés de la deuxième station contre trois dans la première.

Dans la première station on remarque que le taux des Chaméphytes est plus élevé que dans la deuxième, ce qui est signe de dégradation du milieu comme l'a confirmé KADI HANIFI (2003). La régression des formations steppiques se traduit généralement par une chaméphytisation, par des espèces dépourvues d'intérêt économique et délaissées par le bétail, inversement pour les thérophytes qui sont plus abondants dans la deuxième station, ces derniers représente une forme d'adaptation au climat et aux actions anthropiques, comme l'ont signalés DAGET (1980) et BARBERO *et al* (1990) qui l'ont attribués ; soit à la contrainte du froid hivernal ou à la sécheresse estivale ; soit aux perturbations du milieu par le pâturage, les cultures etc. ce qui est le cas dans notre zone d'étude d'El-Gor.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

Conclusion

En Algérie toutes les régions sont sensiblement affectées par le phénomène de la désertification, qui est une problématique environnementale majeure pour le 21^{ème} siècle (WORLD BANK, 2002).

Les zones les plus exposées sont représentées par les hautes plaines steppiques, dont notre zone d'étude (El-Gor), en effet cette dernière est un milieu particulièrement vulnérable, soumis aux influences climatiques et une utilisation désastreuse des terres qui s'est traduite par l'appauvrissement et ou l'éradication des nappes alfatières (*Stipa tenacissima*) et l'armoise blanche (*Artémisia herba alba*), comme on l'a constaté dans nos relevés floristiques (tableaux 6 et 7).

L'appauvrissement du couvert végétal semble découler de :

- L'accroissement vertigineux du cheptel, qui a comme conséquence le surpâturage, ce qui empêche la végétation de se régénérer.
- Le défrichement et l'éradication des espèces ligneuses, pour les utiliser comme moyen de combustion et pour l'installation de la céréaliculture, comme l'ont signalés BENABADJI, BOUAZZA (2000).

L'exploitation des ressources biologiques et édaphiques des steppes a conduit à de profondes modifications du milieu nécessitant des réaménagements, à cause du surpâturage les parcours de pacages sont passés de 21965 Ha à 900 Ha soit une réduction de 21 065 Ha en seulement dix ans soit une réduction 21 065 Ha. Ceci a affecté le patrimoine végétal, dans lequel on remarque une prolifération des espèces thérophytes qui dominent par rapport aux autres types biologiques (en moyenne 45%). Ainsi que l'évolution de la population steppique qui est pratiquement linéaire et peut avoisiner les mille habitants chaque décennie, elle est passée de 4459 habitants en 1966 à 8958 habitants en 2008 soit une augmentation de 4499.

N'oublions pas aussi les facteurs climatiques qui sont déterminants pour la couverture végétale (les précipitations sont comprises entre 100 et 300 mm) comme l'a souligné (VELEZ,1999) en disant que les conditions climatiques ont été particulièrement défavorables au cours des années 80, caractérisées par des sécheresses, extrêmement graves, qui ont fortement agit négativement sur l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, en particulier le Maroc, l'Algérie, le Portugal, l'Espagne et la France. D'après LE-HOUÉROU, (1971), les conséquences du climat sont à l'origine de l'un

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

des mécanismes essentiels de la dégradation de la végétation méditerranéenne en général. Dans nos deux stations météorologiques on observe une accentuation de la sécheresse dans la nouvelle période (1984-2009) par rapport à l'ancienne période (1913-1938). On est passé du semi aride inférieur à l'aride moyen.

Le devenir de cette steppe est lié à notre avis à la bonne maîtrise du pastoralisme, c'est pour cette raison qu'il faut sensibiliser le pasteur et l'impliquer dans la conception des projets, qu'il aura à gérer au sein de sa communauté afin d'obtenir un système productif, intégré et préservateur de l'écosystème.

D'après notre approche au niveau de cette étude, qui hélas a été courte en raison du manque de temps, sans oublier la difficulté à récolter les données fiables et récentes concernant notre région, on constate qu'il est urgent d'activer et de redynamiser le projet du code pastoral ou encore d'envisager une loi impliquant toutes les vocations (parcours, terres agricoles, zones d'activités et de services, terrains urbanisables, sites et patrimoine à préserver...), comme l'installation de mise en défens qui est efficace pour la régénération de la steppe, cette efficacité dépend de la dynamique de l'écosystème envisagé en particulier de son anthropie, de sa résilience et de l'importance spatiale relative des écosystèmes dégradés et

non ou peu dégradés, ainsi que la plantation d'arbustes fourragers et donc obtenir une grande productivité et une bonne qualité pour l'alimentation du bétail.

Références bibliographiques

- AIDOUD A et NEDRAOUI D., 1982. Evaluation des ressources pastorales dans les hautes plaines steppiques du Sud oranais. Productivité et valeurs par totales des parcours. Biocénose N°2: 43-62
- AIDOUD A., 1996. La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Sécheresse, vol.7, n°3: 187-193.
- AÏDOUD A, LE FLOC'H E, et LE HOUEROU H.N., 2006. Les steppes arides du Nord de l'Afrique. Rev. Séch 17 (1/2) : 19– 30.
- ALCARAZ C., 1982. La végétation de l'Ouest algérien. Thèse d'Etat, Université Perpignan, 415p + annexe.
- ANONYME., 1994. Nations unies., A/AC.241/27, 12 septembre 1994– Comité intergouvernemental de négociation chargé d'élaborer une convention internationale sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique.
- ARBELOT V., 1979. Essai de caractérisation des principaux stades de l'évolution de la végétation, par la distribution verticale de la phytomasse dans la garrigue montpelliéraine. Approche de la notion

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

de dégradation. D.E.A. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 33p.

BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953. Saison et indice xérothermique. Doc. Cart. Prod. Vég. Serv. Gén. II, 1, art. VIII, Toulouse: 47 p. + 1 carte.

BARBERO M. et QUEZEL P., 1979. Les problèmes des manteaux forestiers des Pistacio rhamenetalia alaterni en méditerranée orientale. Coll.phyto. VII Liai. Forest. Lille :10-15

BARBERO M. et QUEZEL P., 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen In pesson : Actualités d'écologie forestière. Borbas. Edit. Paris : 205-256

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. & QUEZEL P.,1990. Changes and disturbances of foret ecosystem caused by human activites in the Wetern part of the Mediterranean basi. Vegetation, 87: 151-173.

BARBERO M. ET QUEZEL P et LOISEL R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méditerranéenne. XII : 194 –215.

BARKOUKI R., 2007. Action anthropique et composition floristiques des parcours steppiques. Ing. Univ. Tlemcen, 172 p.

BENABADJI N., BOUAZZA M., METGE G. et LOISEL R., 1996. Description et aspect des sols en régions semi-aride et aride au sud de Sebdou (Oranie–Algérie). Bull. Inst. Sci. Rabat n°20 :77-86

- BENABADJI N., 1999. Physionomie, organisation et composition floristique des Atrilexaies au Sud de Tlemcen (Chott El-Gharbi), Algérie. Jour., Int., Atriplex–In–Vivo, N°8, Univ. Paris-Orsay : 1-9.
- BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000. Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranie (Algérie occidentale). Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 11, Numéro 2, 117-23, Notes de recherche
- BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2002. Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au Sud d'El Aricha (Oranaie–Algérie), Rev. Sci. Techn. N°17 Univ. Constantine.
- BENABADJI N., ABOURA R. et BENCHOUK F., 2009. La régression des steppes méditerranéennes : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oanie (Algérie). Rev. Eco. Med. Vol. 35 : 75-90.
- BONNIER G., 1990. La grande flore en couleur : Tomes I, II, III, IV & Index (729 planches, 1401 pages texte, 191 pages index), Ed. Belin, Paris.
- BESTAOUI K., 2001. Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des matorrals de la région de Tlemcen. Thèse de magister en biologie.. Fac. Sci. Univ. Aboubekr Belkaid Tlemcen 184 p+ annexes.
- BOUABDELLAH H., 1992. Dégradation du couvert végétal steppique de la zone du Sud– ouest oranais, cas d'El Aricha, Thèse de Mag en géographie, Inst. Géog. Aménag. Territ. IGAT, Univ. Oran, 222 p.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

- BOUAZZA M., 1990. Quelques réflexions sur le zonage écologique et l'importance des facteurs édaphiques des peuplements steppiques. Communication séminaire Maghrébin Mai, Tlemcen-Algérie : 1–10.
- BOUAZZA M., 1995. Etude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima* L., et à *Lygeum spartum* L. au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse. Doc. Es-Sci. Univ. Tlemcen. 153 p + annexe.
- BOUAZZA M., BENABADJI N, LOISEL R, et METGE G., 2004. Evolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie). Rev. Ecol. Med. Tom 30, Fasc. 2 : 219-231.
- BRAUN-BLANQUET J., 1952. Phytosociologie appliquée. Comm. S.G.M.A.n116.
- DAGET PH., 1980. Elément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. Nat. Montp., H.s. pp :101-126.
- DAGET PH., 1980a. Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative, cas des thérophytes. In « Recherche d'écologie théorique ». Les stratégies adaptatives : 89–114.
- DAGET PH., 1989. De la réalisation des plans d'échantillonnages en phytosociologie générale. Quelques algorithmes d'allocation. Bio-cénoses T.4.N.1(2) :98-118.
- DANIN A. et ORSHAN G., 1990. The distribution of raunkicer life fomes in israel in relation to the environnement. Journal of vegetation science1: 41-48.
- DELABRAZE P., 1985. Bases biologiques et physiques de la prévention des incendies de forêts. CNRS. Edit Piren : 1-16.

- DJEBAILI S., 1978. Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas saharien Algérien. Thèse Doct Univ Sci. Ettech. Languedoc, Montpellier 299 p + annexes.
- DJEBAILI S., 1984. Steppe algérienne phytosociologie et écologie. Alger: O.P.U. 127 p.
- DUCHAUFOR PH., 1977. Pédologie. Tome I, pédogénèse et classification. Masson et Cie Edit. Paris : 477 p.
- DUTOIT T. 1999. Le pâturage itinérant dans la basse vallée de la Seine (France) : une nécessité écologique et agronomique. Cahiers Agricultures, vol. 8, n° 6 p. 486-497. [Consulté le 09/05/2010]. http://www.john-libbey-eurotext.fr/e-docs/00/04/29/CF/vers_alt/VersionPDF.pdf
- EL ZEREY WAEL, SALAH EDDINE BACHIR BOUIADJRA, MOHAMMED BENSLIMANE et KHALLADI MEDERBAL, « L'écosystème steppique face à la désertification : cas de la région d'El Bayadh, Algérie. », Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 9 Numéro 2 | septembre 2009, mis en ligne le 26 octobre 2009, Consulté le 02 novembre 2011. URL : <http://vertigo.revues.org/8821> ; DOI : 10.4000/vertigo.8821
- EMBERGER L., 1942. Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull Soc Hist Nat Toulouse ; 77 : 97-124.
- EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Trav Lab Bot Zool Fac Sci Serv Bot Montpellier; 7: 3-43.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

- FLORET C., GALAN M.J., LEF LOCH E., ORSHAN G. et ROMANE F., 1990. Growth forms and phenomorphology traits along environmental gradient: tools for studying vegetation, *Journal of vegetation science* 1: 71-80.
- GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation, Edit. Masson et Cie., Paris:1-314.
- GUINOCHET M., 1973. Phytosociologie. Ed Masson et Cie, Paris. 227 p.
- HADDADOU K., BENZADI S. 1993. Cartographie et mise en valeur d'Ima Hilma au 1/10000 (Parc national de CHEREA). Mémoire d'Ingénieur : Ecologie. Végétale. ISN. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène (Alger, Algérie). 74 p.
- KADI HANIFI H., 2003. Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stippa tenacissima* L. de l'Algérie. *Rev. Sécheresse* 14 (3) : 169-179.
- KADIK L. et GODRON M., 2004. Contribution à l'étude de la dégradation de la végétation dans les pineraies de *Pinus halepensis* Mill. d'Algérie et dans les formations dérivées. *Bull. soc. Bot.* 27 ; 9-19.
- KHALDOUN A., 1995. Les mutations récentes de la région steppique d'El Aricha. Réseau Parcours. p. 59-54. *La Steppe Algérienne*, 1975. Centre Technique Forestier Tropical, Alger : 332 p.
- LE-HOUÉROU H.N., 1968. La désertification du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. *Ann. Alg. de géog.*, Alger n°6, p5-30.

- LE-HOUÉROU., 1971. Les bases écologiques de la production pastorale et fourragère en Algérie. F.A.O. Rome. 60 p.
- LE-HOUÉROU HN., CLAUDIN J., POUGET M., 1977. Étude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1 000 000. Bul Soc Hist Afri Nord : 36-40.
- LE-HOUÉROU H.N., 1979. La désertification des régions arides, la recherche n°99, Avril, Vol.10, 336– 344.
- LE-HOUEROU H.N., 1980. L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne II (1-2) : 31-35 et 115-174.
- LE-HOUÉROU H.N. 1985. La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Alger : Ministère de l'agriculture. Alger, ronéotypé, 42 p.
- LE-HOUEROU H.N., 1988. La désertification du Sahara septentrional et des hautes plaines steppiques (Libye, Tunisie, Algérie). Amenag. Rura. V. 434 p.
- LE-HOUÉROU H.N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique ; diversité biologique, développement durable et désertisation. Options édit., série B,10, 1-396.
- LOCATELLI B., 2000. Pression démographique et construction du paysage rural des tropiques humides : l'exemple de Mananara (Madagascar). Engref. 442 p.
- LONG, G., 1960. Les terrains de parcours de plaines, de plateaux et de basse montagne dans la région méditerranéenne. Fourrages, 4: 47-127.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

- LUCAS G., 1942. Description géologique et pétrographique des monts de Ghar Roubane et de Sidi El-Abed. Thèse Paris, Sér.A.n°1986, 540 p.
- MAZZOLENI S., G. DI PASCALE, O. DI MARTINO, F. REGO & MULLIGAN M. (EDS)., 2004. Recent dynamics of Mediterranean vegetation and landscape. John Wiley and Sons, London, 306 p.
- M'HIRIT O. et MAGHNOUJ M., 1994. Stratégie de conservation des ressources forestiers au Maroc. Les ressources phyto-genétiques et développement durable :123-138. Actes éditions. Rabat, Maroc.
- MONJAUZE G., FAUREL L. et SCOTTER G., 1955. Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et la sahara septentrional Algérois. Bull. soc. Hist Not. Afrique du Nord, Alger, 46, 206-230.
- NAHAL I., 1984. Problèmes de désertification en région méditerranéenne. Départ des sci des sols. Inra Paris– Grigon, 14 : 71-103.
- OZENDA P., 1954. Observation sur la végétation d'une région semi-aride des hauts plateaux du Sud algérien pub. Soc. Hist Nat. Afr. Nord. 215 p.
- OZENDA P., 1977. La flore du Sahara. Paris. Ed. CNRS, 622 p.
- QUEZEL P, et SANTA S., 1962. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I. 460 p.
- QUEZEL P., 1964. Contribution à l'étude de l'endémisme chez les phanérogames sahariennes: 89-100.

- QUEZEL P., 1999. Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios*, 32 :19-32.
- QUEZEL P., 2000. Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press. Paris, 117 p.
- QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A., & RIVAS-MARTINEZ S., 1994. Le passage de la végétation saharienne sur le revers méridional du Haut-Atlas oriental (Maroc). *Phytocoenologia*, 22 : 537-582.
- RAUNKIAER C., 1934. The life forms of plants and statistical plant Geography. Clarendon press Oxford, 7: 89-98.
- SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie. Alger : Carbonel ; 219 p.
- SKOURI M., 1994. Les dégradations du milieu. Les mesures de protection. *CR. Acad. Agri. France*, 80(9) : 49-82. Paris.
- STEWART P., 1975. Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull Soc Hist Afr Nord*; 65: 239–345.
- TATONI TH, BARBERO M., 1990. Approche écologique des incendies en forêt Méditerranéenne. *Ecol. Med.* XII (3/4): 78-99.
- TOMASELLI R., 1976. La dégradation du maquis méditerranéen. Frêts et maquis méditerranéens– Notes tech. M.A.B.2, Unesco, Paris: 35-76.
- VELEZ R., 1999. Protection contre les incendies de forêts : principes et méthodes d'action. CIHEAM, Zaragoza. Option Méditerranéennes, Series B: Etude et Recherches n°26. 118 p.

Un écosystème steppique anthropisé (cas de la région d'El-Gor, Algérie, occidentale)

WORLD BANK., 2002. World development report 2003: Sustainable development in a dynamic world: transforming institutions, growth, and quality of life. Oxford University Press: World Bank. 272 p.

Notas

1. Université ABB Tlemcen, BP 119, Imama, Tlemcen 13000 Algérie.
Bel_air@live.fr (Bensenane)
Benabadji_m@yahoo.fr (Benabadji)

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

Antonio PASTOR-LOPEZ (1), José Emilio MARTÍNEZ PÉREZ (2), Isabel NOVELLA FERRÁNDIZ

Abstract

La Huerta y Laguna de Villena landscape is an example of semiarid mediterranean agricultural ecosystem in South Eastern Spain. It has evolved in two centuries from a very ecologically rich scenario to a very degraded one. The surprising fact is that the most relevant ecological irreversibility thresholds have been overpassed under EU environmental directives framework. This case is presented in order to incorporate new perspectives to the improve the implementation of EU 2020 environmental objectives.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

Keywords: Wetlands, Landscape degradation, Ecological flow, Scaling, Irreversibility threshold, Cross compliance, Rural Development, Natural history, Green Infrastructures (GI), Human Ecology, Agroecology.

Resumen

El paisaje de la Huerta y Laguna de Villena es un ejemplo de agroecosistemas mediterráneos semiáridos en el SurEste de España. Ha evolucionado en dos siglos de un escenario muy rico ecológicamente hablando a uno muy degradado. El hecho sorprendente es que los umbrales de irreversibilidad ecológica más relevantes se han superado bajo el marco de la puesta en práctica de las directivas ambientales de la Unión Europea. Se presenta este caso con el objetivo de incorporar nuevas perspectivas para mejorar las estrategias para poner en practica los objetivos ambientales UE2020.

Palabras clave: Zonas húmedas-Humedales, Degradación del paisaje, Caudal ecológico, Escala, Umbrales de irreversibilidad, Condicionalidad, Desarrollo rural, Historia Natural, Infraestructuras Verdes (IV), Ecología Humana, Agroecología.

Introducción

Los paisajes agrarios tradicionales mediterráneos han sido uno de los ejemplos con mucho valor ecológico añadido resultante de la interacción fructífera entre sociedades humanas y su medio. No obstante, la intensificación actual de los usos y la falta de nuevos diseños que maximicen la capacidad productiva pero eviten la pérdida neta de biodiversidad son un reto a las que las sociedades del siglo XXI tienen que dar una respuesta inteligente. El desarrollo sostenible es un concepto que está de moda, aunque su puesta en práctica parece difícil a juzgar por los resultados. Los principales organismos internacionales han dedicado desde principio de los 90 importantes esfuerzos en la tipificación de los procesos que ponen en peligro la estabilidad de los ecosistemas de la Tierra como consecuencia de las actividades humanas. El Millenium Ecosystem Assessment Report de 2005 constituye una de sus concreciones más relevantes a nivel del planeta. Sin embargo, la evolución del impacto ambiental como consecuencia de la artificialización creciente del territorio, sigue aumentando bajo patrones de explotación, diseño, planificación y de ordenación territorial que han variado mínimamente en muchas zonas. El desequilibrio entre los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible:

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

el económico, el social y el ecológico, es patente; hasta el punto, que en vez de reconocerse como un todo, cada vez es más frecuente, en los distintos medios de comunicación de masas, el uso del sustantivo sostenibilidad con cada uno de esos tres adjetivos por separado. Esta tendencia parece corroborar un patrón de funcionamiento de la sociedad. Ante la complejidad de los problemas ecológicos, y la cantidad de stakeholders involucrados, se plantea la compartimentalización, en vez de la integración, como el mejor camino para la resolución de los problemas de desarrollo de las sociedades del siglo XXI.

En esta contribución analizamos una parte de la historia natural de La Huerta y La Laguna de Villena (Alicante, España), como un ejemplo de gestión territorial, que debido a un patrón de uso y gestión de las demandas de agua ha provocado la degradación ecológica de un territorio singular. Ubicado en el sector occidental de la provincia de Alicante en un clima mesomediterráneo semiárido, los cambios en los usos de agua y el suelo están favoreciendo que se convierta en un ejemplo de regresión ecológica paradigmático.

La causa principal que identificamos es la ausencia de un modelo de desarrollo agrario local que asegure una gestión integrada de las demandas de agua. En definitiva un mode-

lo de desarrollo sostenible. Se analizan los cambios en los usos del agua y en los diseños del territorio en las referencias históricas disponibles, como base para revisar las prioridades, herramientas y modelos de gestión territorial actuales. Se presta especial atención a la eficacia en el mantenimiento del capital natural y el estatus ecológico de este tipo de paisajes mediterráneos semiáridos. Las medidas, que han de ser útiles para contrarrestar la tendencia a la degradación ecológica, se discuten en el marco de las propuestas de condicionalidad ambiental a potenciar, tanto por la Política Agraria Común, como por otras iniciativas asociadas al Objetivo 2020 de la Unión Europea.

Area de estudio

La zona analizada en el presente artículo corresponde mayoritariamente a la cuadrícula UTM 30S XH8070. De 10 kilómetros de lado y ubicada a 4270 kilómetros del ecuador, presenta clima Mediterráneo semiárido fresco (NAHAL, 1981) con una precipitación y temperatura media anual de entre 275 a 400 mm. y 14 a 16 °C respectivamente.

El núcleo urbano de la ciudad de Villena(Alicante) está incluido en dicha cuadrícula, así como dos de los rasgos geográficos esenciales y nucleares en la comprensión de la historia

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

natural y socioeconómica de esta población: La Huerta y La Laguna de Villena. Aunque el término municipal de Villena es de gran extensión, aproximadamente 360 kilómetros cuadrados, el segundo de la provincia de Alicante, los tipos principales de interacciones medio-sociedades humanas se centran en el área escogida. Los yacimientos arqueológicos que identifican los hitos esenciales tanto en la prehistoria como en el periodo histórico se han producido en este marco geográfico. Es de destacar que la realidad ecológica de este territorio ha estado ligada a la actividad humana claramente desde hace 5.000 años. Sin embargo, esta interacción ha resultado paradójicamente más dañina para la estabilidad ecológica de este territorio en los últimos 25 años.

El corredor natural entre la Meseta y la costa del Mar Mediterráneo la atraviesa en dirección NorOeste-SurEste. Se ubica en el Ambiente: Valles y Llanuras del Vinalopó según el Mapa Geocientífico de la provincia de Alicante que incluye un patrón de paisaje singular. Este alterna valles aluviales suaves de entre 4 y 8 kilómetros de anchura con cadenas montañosas paralelas. Estas unidades orográficas de litología mayoritariamente Cretácica y pertenecientes al plegamiento Bético presentan diferencias altitudinales, que oscilan entre 300 y 600 metros de desnivel máximo. Los lechos de los valles

mencionados pueden ser: de naturaleza cuaternaria con un amplio espectro textural; o de materiales triásicos del Keuper en los que destacan arcillas y yesos, rematados por dolomías ocasionalmente. Estos últimos aparecen asociados a importantes fracturas tectónicas por donde han emergido dada su plasticidad. Esta combinación dual de materiales, bien dominados por carbonatos o los últimos dominados por sulfatos o cloruros representa uno de los rasgos primordiales que condiciona las características hidrológicas tanto subterráneas como superficiales o subsuperficiales en este área. Este patrón con pequeñas variaciones está presente en áreas de las provincias colindantes de Valencia, Albacete y Murcia.

Aunque el núcleo principal de atención se refiere a la mencionada cuadrícula, el análisis realizado tiene una perspectiva funcional en lo referente al seguimiento de las características del ciclo del agua que afecta a dicha unidad territorial. Las cuadrículas adyacentes que se sitúan al Norte, NorOeste y Oeste son las que presentan una mayor interacción con la analizada.

En la figura 1 incluimos la localización del área principal de estudio en el contexto estatal y provincial. La Huerta (H) se sitúa a Levante y la Laguna (L) a poniente de una cadena de pequeñas elevaciones que reciben el nombre de Los Cabe-

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

zos o Los Cabezicos y que pertenecen al Keuper. Tanto el flanco Este de la Huerta como el Oeste de la Laguna presentan los relieves cretácicos ya mencionados. Estos tenían asociados manantiales y fuentes de agua dulce que han marcado las características hidrológicas superficiales naturales de la zona. De igual modo los materiales del Keuper generaban aportes de aguas salobres o incluso atalosalinas por el flanco Oeste y Norte a la Huerta y por el flanco Este a la Laguna.

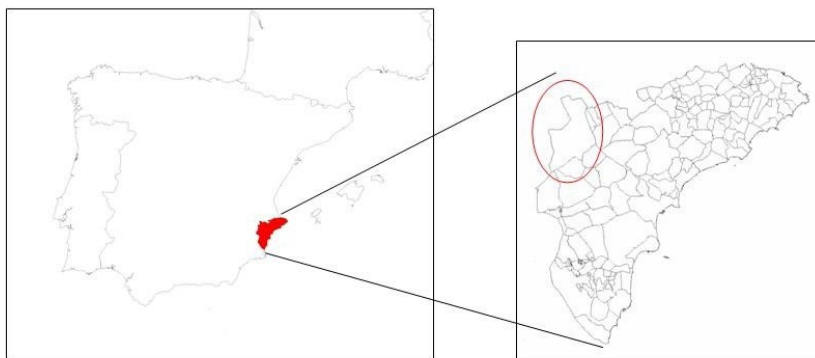


Fig.1. Localización del término municipal en que se incluye la zona de estudio en el contexto estatal y provincial.

La Huerta de Villena abarca, actualmente, una extensión muy superior a la original, esta se desarrolló centrifugamente desde las proximidades del casco urbano y se vió limitada por el trazado del río Vinalopó y las zonas pantanosas asociadas

a este. La Laguna se ubicaba al NorOeste de la Huerta y se extendía en una zona endorréica amplia y de poca profundidad. Desecada a principios del siglo XIX, la situación actual del ecosistema acuático muestra una reducción al canal de desagüe, asociado a la obra mencionada, que la atraviesa longitudinalmente. A pesar de ello se incluye, junto a los tres saleros o salinas presentes en la zona, en el catálogo actual de zonas húmedas de la Comunidad Valenciana.

Material y métodos

La información empleada se agrupa en cuatro categorías: 1) documentación histórica, 2) relatos verbales de agricultores, 3) cartografía e información fotogramétrica y 4) prospección e inventarios sobre el terreno.

La documentación histórica se ha obtenido principalmente de los siguientes archivos: Archivo Histórico Nacional, Biblioteca Nacional, Instituto Geográfico Nacional, Archivo Histórico Provincial de Alicante, Archivo General de la Región de Murcia, y Archivo Municipal de Villena.

La información obtenida por referencias orales se consiguió tras identificar personas que por su edad y conocimiento del entorno agrario permitieran recopilar información sobre usos y prácticas en los últimos 50 años, o bien concedoras de las

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

perspectivas y actitudes ante la realidad actual y futura. La mayor parte de esta información ligada a la Comunidad de Regantes de la Huerta resultaba imposible de obtener por vía documental dado que esta no se había conservado o estaba deslocalizada. Por otra parte, permitió acceder a información que difícilmente estaría reflejada, por sus características más etnológicas o antropológicas que administrativas, en los documentos que suelen conservarse en las Comunidades de Regantes y de Agricultores.

La información fotogramétrica empleada ha sido los vuelos de 1956, 1988 (Ortofotos de Catastro) y Ortofotos del Instituto Cartográfico Valenciano de 2009 y en menor medida los de 2012.

Por otra parte, mi experiencia como concejal del Ayuntamiento de Villena durante el periodo 1999-2007 me resultó de gran ayuda para familiarizarme, tanto con los actores (stakeholders) locales como con las perspectivas e idiosincracia de las diferentes administraciones implicadas.

La herramienta que ha permitido la integración de parte de esta información en una base de datos manejable ha sido un Sistema de Información Geográfica de creación reciente asociado a los estudios que nos encargó el Ayuntamiento de Villena como una de las bases para la redacción del Plan Es-

pecial de la Huerta y Zonas Húmedas de Villena que aunque fue solicitado por el Organismo Urbanístico competente del Gobierno Regional en 1991 como consecuencia de la elaboración del Plan General de Ordenación Urbana de la ciudad, en 2014 todavía está pendiente de realizarse.

Los programas informáticos empleados para la creación de las diferentes coberturas y mapas para la construcción del SIG han sido Cartalinx, ErMapper, Idrissi, y ArcGis. Para la descriptiva y análisis estadísticos básicos de las variables incluidas se empleó Excel y SPSS.

Resultados

El objetivo principal de este análisis es conseguir una descripción suficiente de los elementos de este paisaje que son esenciales en el mantenimiento de su capital natural. Para ello es importante concretar qué factores y procesos ecológicos tienen mayor capacidad de controlar la dinámica de diferentes especies y comunidades a distintas escalas espaciales y temporales.

La heterogeneidad ambiental, ya esbozada en la descripción del área de estudio, podemos simplificarla por la naturaleza litológica dominante, que es de materiales cuaternarios arcilloso-limosos tanto en los lechos de la Huerta como de

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

la Laguna. Estos proceden de zonas pantanosas y lagunas riparias del Río Vinalopó en el caso de la Huerta y de la acumulación en una cuenca endorreica somera en el caso de la Laguna. La presencia y disposición de los materiales más salinos del Keuper han supuesto una mayor influencia en el caso de la Laguna. No obstante, la zonación que este factor provoca se mantiene poco modificada en la actualidad.

Son las variaciones en las características del ciclo del agua lo que nos permite ver de forma más clara las diferencias que se han producido en la historia natural de estos ecosistemas. Los cambios que se perciben en hábitats, especies y ecosistemas son provocados por los procesos ecológicos dependientes de la expresión espacial de los cambios en la cantidad, calidad y distribución del agua. La importancia de este factor se acrecienta por el hecho de estar dentro de una zona con sequía estival y con niveles de precipitación anual bajos alrededor de los 300 litros por metro cuadrado.

A estos dos factores hay que añadir las perturbaciones provocadas por actividades humanas sobre la dinámica natural del ciclo del agua. En primer lugar por la reducción considerable de caudales, como consecuencia de la perforación de pozos, y en segundo lugar, por la caída en la calidad del

agua con patrones temporales y espaciales más complejos de detectar.

Singularidad Ecológica de la Huerta y de la Laguna de Villena

La disposición de valles de pocos kilómetros de anchura entre elevaciones montañosas paralelas es uno de los rasgos más importantes en la comprensión del origen y de la naturaleza geomorfológica de los ambientes tanto de La Huerta como de la Laguna de Villena. Dicho rasgo provoca que las redes hidrográficas superficiales tiendan a formar lagunas endorréicas de menor o mayor entidad cuando en su recorrido hacia el mar estas elevaciones se convierten en diques a rebasar. En el caso de la Huerta, la red procede de la Cuenca alta del Río Vinalopo que surge en el sector suroeste de la Sierra de Mariola y atraviesa el Valle de Bañeres, Benejama, Villena. El retén de esta red lo provocan las estribaciones de Sierras de Peña Rubia – Picachos de Cabrera y de la Sierra de Salinas. En el caso de la Laguna la red procede del Valle de los Alhorines o Alforins desde la población de Fontanars dels Alforins y transcurre por la Rambla del Angosto hacia el llano entre Caudete y Villena. El retén lo provoca en este caso las pequeñas elevaciones del Keuper asociadas a los

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

Cabezos de El Polovar o (Polovad, Polgovad, Polvobad), El Gato, Jordán y Terlinques.

La evolución temporal de los ecosistemas de la zona, identificables a partir de estudios palinológicos o de restos vegetales se reducen a un estudio en el extremo SurOeste de la Laguna. Este nos permite en base a la dominancia de las especies vegetales presentes en el registro identificar las comunidades vegetales dominantes y un marco temporal de presencia (YLL *et al.* 2003).

YANES *et al.* (2013) sugieren un patrón climático desde hace 12.400 años que presenta tres periodos árido – húmedo – árido. Las condiciones más áridas corresponden al periodo Younger Dryas (YD) hace entre 12.400 y 12.000 años (12.4–12.0 cal ka BP) con humedades relativas medias de 79 a 82%. Cambian a condiciones más húmedas durante el Holoceno temprano, hace entre 10.200 y 8.400 años (8.4–10.2 cal ka BP), con humedades relativas medias entre 87 y 88% y vuelven a condiciones más áridas en la actualidad con humedades relativas del 82%

Los ambientes lagunares y riparios favorecieron la presencia de asentamientos humanos cuyo esquema cronológico resumido se refleja en la siguiente tabla.

Yacimientos arqueológicos en el área de La Laguna y zonas adyacentes

Casa de Lara (Epipaleolítico – Eneolítico)	(11.800-7.500 B.P.)
Arenal de la Virgen (Epipaleolítico – Neolítico)	(11.800-4.500 B.P.)*
Pinar de Tarruella (Epipaleolítico – Neolítico)	(11.800-4.500 B.P.)
Cueva de las Lechuzas (Eneolítico)	(4.500-3.800 B.P.)
La Macolla (Eneolítico)	(4.000-3800 B.P.)*
Polovad (Eneolítico – Edad del Bronce)	(4.500-2750 B.P.)*
Terlinques (Edad del Bronce)	(3.900-2.750 B.P.)
Cabezo Redondo (Edad del Bronce)	(3.900-2.750 B.P.)
Zaricejo (ibérico)	(2.500 – 2.400 B.P.)
Casas del Campo (villa romana)	(2.100 – 1.500 B.P.)

Los tres yacimientos señalados con un asterisco corresponden a aquellos que se ubican más cercanos a los ambientes lagunares presentes en la zona de estudio en aquella época.

Destaca la mayor cantidad en las zonas de influencia de la Laguna. De los tres mencionados Arenal de la Virgen y Macolla se encuentran en el margen derecho de la Laguna o del rosario de humedales que existirían asociados a la depresión al oeste de la Huerta, mientras que el Polovar estaba localizado en el margen izquierdo asociado a la elevación que domina ambas depresiones y permite su observación de una forma singular.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

La posición de las actuales salinas, denominadas localmente «Saleros», se ubican tanto en las estribaciones del Cabezo del Polovar, como en el Salero Viejo, en el punto de contacto entre las elevaciones del Keuper que bordean por el oeste la cuenca endorréica principal de la Laguna y los materiales cuaternarios del lecho de esta. Es de destacar que estos son los dos puntos principales en los que se pueden todavía hoy día observar surgencias de aguas con alto contenido en sales procedentes de los acuíferos colgados en estos materiales.

Estas surgencias han permitido mantener hasta muy recientemente habitats muy singulares para las especies del complejo *Melanopsis*. Margalef en su libro Limnología (MARGALEF, 1983) recoge una referencia a la singularidad biogeográfica de los gasterópodos del genero *Melanopsis*, que algunos autores indican que recuerda la distribución de los peces ciprinodóntidos y del decápodo *Dugastella* y estos representan conexiones biogeográficas interesantes con zonas del Este y Sur del Mar Mediterráneo. En 1986 comprobé la presencia de estos ecosistemas en las proximidades del Salero Viejo y el Polovad y recogí muestras del decápodo *Dugastella valentina* que fueron identificadas por el profesor Alfonso Ramos de la Universidad de Alicante tras remitirlas a un taxónomo especialista de la Universidad de Valencia. (A.Ramos, comu-

nicación personal). La ubicación de los ejemplares muestreados fueron dos:

a) En la Laguna, en una depresión inundada, de unos dos metros de diámetro, de perímetro circular que se ubicaba entre las comunidades vegetales halófilas (*Scirpus taberna-montanii*, *Juncus maritimus*, y *Limonium* sp.) situadas en el triángulo formado entre el límite de las balsas de concentración del Salero Viejo en su extremo E-NE, la carretera asfaltada de acceso a dicho Salero y el camino de tierra que une esta con la sima en la que se encuentra el manantial de agua salada que alimentaba tradicionalmente el salero y en cuyos márgenes se encuentran los sondeos de los que se extrae el agua para la actual explotación salinera. Dicha depresión contenía una pradera de *Ruppia* y en ella se podían encontrar los decápodos mencionados. En la actualidad, en este lugar no se encuentran estas pequeñas charcas, pero sí se ha observado que los años lluviosos produce una surgencia natural en el margen E-NE del camino de tierra mencionado en la que se forma una lámina de agua temporal de entre 5 y 15 centímetros de profundidad en la que se genera una pequeña pradera de *Ruppia*. Este fenómeno se ha observado también en diferentes zonas del área de la anterior laguna en la que se han excavado zanjas en tierra

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

que reciben las aguas limpias procedentes de las surgencias naturales de aguas salobres o atalosalinas procedentes de pequeños acuíferos.

b) En la Huerta, en las arquetas del sistema de riego de la red de canales de fibrocemento, construidas en los años 70 por el I.R.Y.D.A., que se ubicaban en los márgenes de los campos de cultivo situados en las estribaciones del Cabezo de El Polovar, por debajo de la cota de la carretera a Pino-so. En estas, debido a los taludes construidos para corregir la pendiente era frecuente encontrar pequeñas surgencias que escurrían hacia las acequias e hijuelas en tierra con las que se conectaba la red más moderna mencionada. En ellas era frecuente encontrar pequeñas acumulaciones de agua y franjas de carrizal y de otros helófitos que aseguraban la heterogeneidad e idoneidad de estos ambientes para *Dugastella*. En la actualidad la arqueta ha desaparecido por una agregación de varias parcelas de cultivo. Aunque es posible encontrar en la zona, fragmentos de hijuelas y acequias con carrizal y acumulaciones temporales de agua, no he conseguido localizar nuevamente al mencionado decápodo.

Las salinas representan ecosistemas singulares para la proliferación de diferentes organismos vivos extremófilos y conectadas a una red hidrológica con un caudal o acumulación

de agua permanente aseguran la existencia de gradientes ambientales muy interesantes. La existencia de salinas y su explotación es milenaria probablemente, y en la zona por los motivos antes comentados ha constituido una actividad humana constante. Hay referencias a su existencia del 6-3-1305, en la carta-puebla de Juan García de Lisón a la vecina ciudad de Caudete, se indicaba que el señor se reservaba para sí en otros bienes, los molinos, las salinas y todo el comercio de la sal. Otras referencias más recientes muestran que fueron realmente centro del interés económico durante la Edad Media y en particular las mencionadas en el término municipal de Villena que perteneció hasta 1835 al Reino de Murcia se relatan en distintos documentos como un enclave en el que se producía una concentración importante de esta actividad comercial, que se ha mantenido hasta la actualidad.

Los hábitats de humedales dulceacuícolas estaban ligados a los caudales de agua disponibles que hasta 1901 dependían de los manantiales naturales. Para la Huerta los manantiales del El Bordoño, La Losilla, Los Chorros en la falda de la Sierra de San Cristobal en la que se ubicó la ciudad de Villena, así como diferentes surgencias o fontanas dentro del Cuaternario que constituían las llamadas «aguas caballeras». Desde época árabe se tiene constancia de la existencia de una

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

Huerta asociada a la población y las aguas sobrantes discurrían hacia el llano de inundación del río Vinalopó situado más al sur (DOMENE VERDÚ *et al.* (2009).

También se aportaban a este llano las aguas procedentes del área de la Laguna que desbordaban entre el Cabezo del Polovar y del Gato provocando un rosario de pequeñas lagunas que continuaban por el flanco occidental del llano de la Huerta delimitado por las elevaciones, también del Keuper, de los Cabezos de El Choclaino, La Macolla y otros, hasta llegar al Cabezo Largo junto al paraje conocido como la Font Negra.

A lo largo de estas estribaciones y a una cota no inundable se excavó en la zona de la Laguna, y hacia la población de Elda, el denominado «Canal del Conde» a la que pertenecía dicho noble. Este es el canal artificial más antiguo que conecta las dos zonas estudiadas. referida su construcción en 1536 (SOLER GARCIA, 1969). No obstante, pudo haber otra canalización menor con anterioridad dado que existen documentos con referencias a cesiones de aguas «sobrantes» del manantial de la Fuente del Chopo. En concreto del 4-7-1270 (cesión de sobrantes a Elche) y del 8-10-1386 (cesión de sobrantes a Elda),

La combinación de ambientes riparios, lacustres y de pantanos o ciénagas era frecuente en los sectores de menor altitud

del llano de la Huerta actual, ubicándose en las zonas central, oeste y sur del mismo. La riqueza de especies de vertebrados era evidente dado que en el Libro de la Caza (MANUEL, J. (1326) relativo a cetrería con halcones, escrito entre 1325 y 1326 por Don Juan Manuel sobrino del rey Alfonso X El Sabio, se incluyen breves descripciones de las diferentes zonas de caza en los obispados que pertenecían a sus dominios y se menciona «En Billena ay mejor lugar de todas las caças que en todo el regno de Murçia, et aun dize don Johan que pocos lugares vio él nunca tan bueno[s] de todas las caças, .../...» y hace referencia a que desde el alcazar se ven cazar garzas, ánades y grullas con halcones y con azores perdices, codornices y flamencos que están en una laguna muy grande de agua salada, y liebres y conejos. También se ven en los montes proximos javalís, ciervos y cabras montesas. Lo completa diciendo que si no fuera porque hay muchas águilas y lugares en la huerta con muy malos pasos que era el mejor lugar de caza que él nunca viera. De Yecla a Sax no hay otra ribera sino la que viene de Villena y no es muy buena ni de buenos pasos, pero desde Villena hasta Sax hay lugares en que hay garzas y ánades.

Es de suponer que dadas las características de la red de riego en tierra, de los rebalses (SOLER, 2005) (acumulaciones

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

de agua que se hacían mediante partidores para facilitar el riego en los periodos estivales), y de las antiguas balsas para la manipulación del cáñamo, los ambientes limnicos eran pequeños pero abundantes. Dada la abundancia de agua estarían presentes todas las comunidades vegetales típicas de esta zona biogeográfica. En las conversaciones con los agricultores locales se reitera la utilización de las flores de *Iris pseudacorus* para engalanar las calles en las procesiones del Corpus en el mes de junio y la existencia de múltiples fontanas en las zonas de huerta, características comunes de los paisajes freatofíticos (GONZALEZ BERNALDEZ, 1995). También se hace referencia a la pesca de barbos y madrijas, y a la abundancia de anfibios, y anátidas. Las arboledas de Chopo blanco (*Populus alba*), Chopo negro (*Populus nigra*), Mimbrera (*Salix atrocinerea*) y Sauce blanco (*Salix alba*) ligadas a acequias madre, guardadaños, y otras depresiones. Destacándose la Alameda de Casa Zúñiga como el bosque ripario mejor constituido y en sus proximidades el Quite de los García (una canalización en tierra de unos 5 metros de anchura, con planta en forma de Z que permitía un rebalse alargado de más de 200 metros en donde era frecuente pescar. Estos enclaves fueron fuertemente modificados a finales de los años 90 aunque su funcionalidad es recuperable.

Las olmedas se ubicaban en las zonas más elevadas, como por ejemplo en las proximidades de la Ermita de San Juan, y también en márgenes paralelos al trazado del Cauce principal del Río Vinalopó o de las acequias excavadas para derivar agua a los puntos donde se ubicaban las norias, sistema de elevación muy empleado durante el siglo XIX.

En las prospecciones realizadas en la Huerta para este estudio hemos detectado la presencia de muros o estructuras de obra con manpostería que se emplearon con anterioridad, probablemente procedentes la mayoría del siglo XVI, asociadas a partidores de piedra en los que se observan acantonadas las especies anuales o perennes ligadas a fontanas que han desaparecido de muchos otros enclaves. Igualmente estas estructuras que en algunos casos están siendo rellenadas con escombros o aterradas representan lugares idóneos para localizar poblaciones de invertebrados y pequeños vertebrados que difícilmente pueden mantenerse en los diseños de agricultura intensiva dominantes en algunos sectores de este territorio actualmente.

Además, como indica ABELLÁN *et al.* (2005) los habitats diurna cruciales para la conservación de la biodiversidad acuática son arroyos de media altitud, arroyos hipersalinos, y com-

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

plejos karsticos y endorréicos. Estos tres últimos ambientes están incluidos en nuestra zona de estudio.

Hitos en la evolución de las demandas de agua s. XIX-XXI ecológicamente relevantes

La extensión de la Laguna de Villena era considerable tal como se puede observar en la la reconstrucción espacial a partir del mapa disponible en la Biblioteca Nacional que se incluye en la figura 2. Aunque dicho mapa estaba asociado a un estudio sobre las aguas de Villena encargado también por Carlos IV, no se ha podido localizar todavía. No obstante, el análisis in situ del mapa original permite obtener información asociada sobre otros rasgos ambientales de relevancia ecológica que comentamos más adelante.

En la Laguna según HERNANDEZ MARCO (1977), reflejada también en MATARREDONA (1983), la superficie de tierras cubierta permanentemente por agua era de 735,2 hectáreas (8.638 tahullas), las tierras que alguna vez se han visto inundadas y que se encontraban en cultivo 156 hectáreas (1833 tahullas), las tierras alguna vez inundadas y utilizadas como pastos 349,5 hectáreas (4106 tahullas) y las tierras inundadas de la Hoya, Macolla y Reverdinar 193 hectáreas (2267) tahullas. Esta última zona no se encuentra en el área actual

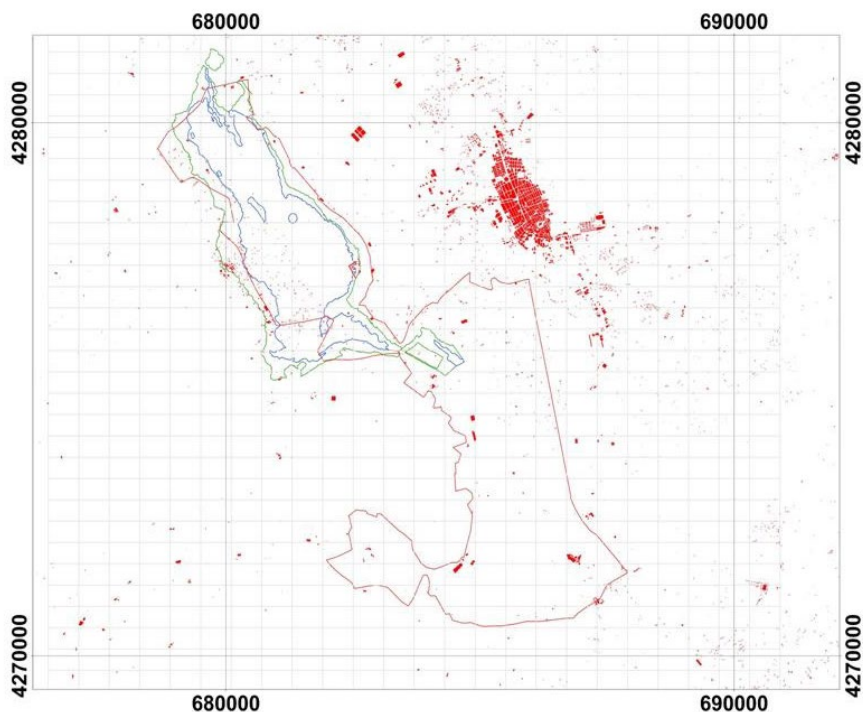


Figura 2. Localización del perímetro de la masa de agua (línea de color azul) y de la vegetación perilagunar (línea de color verde), a finales del siglo XVIII en la Laguna de Villena incluida en la zona de estudio. Línea roja: Perímetro (ZPEZHV)

de la Laguna y corresponde a las partidas que se anexionaron por proximidad a la actual Comunidad de Regantes de la Huerta y Partidas a principios del siglo XX, tal como se dedu-

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

ce del contenido de las Ordenanzas de la Laguna de 1880 y 1919.

La representación del mapa de la Laguna elaborado por Juan de Villanueva nos permitió calcular, mediante el empleo de un S.I.G. las superficies previamente asignadas. La medición de la lámina de agua nos da un valor de 696 hectareas, lo que presenta una diferencia de casi 40 hectáreas. Por otra parte, la superficie de la banda que representa la vegetación circunlagunar representada en dicho mapa equivale a 365,85 hectáreas, mientras que la suma de las zonas alguna vez inundadas dedicadas a cultivo o a pastos de la referencia anterior suman 505,5 hectáreas. Dado que la calidad del mapa de Villanueva era excepcional porque la posición del trazado de la Acequia del Rey representada coincidió casi a la perfección al solaparla con la ortoimagen, estas diferencias en superficie deberían de analizarse para interpretar su origen.

Según la referencia de MADDOZ (1846), en el estudio geográfico del Alto Vinalopó realizado por MATARREDONA (1983) se estima que la superficie de la zona regable de la Huerta, a finales de la primera mitad del siglo XIX, era de 766 hectareas, que indica corresponden a unas 9.000 tahullas.

La figura 3 describe la posición de las tres vías principales de movimiento de agua de escorrentía. El origen de este agua

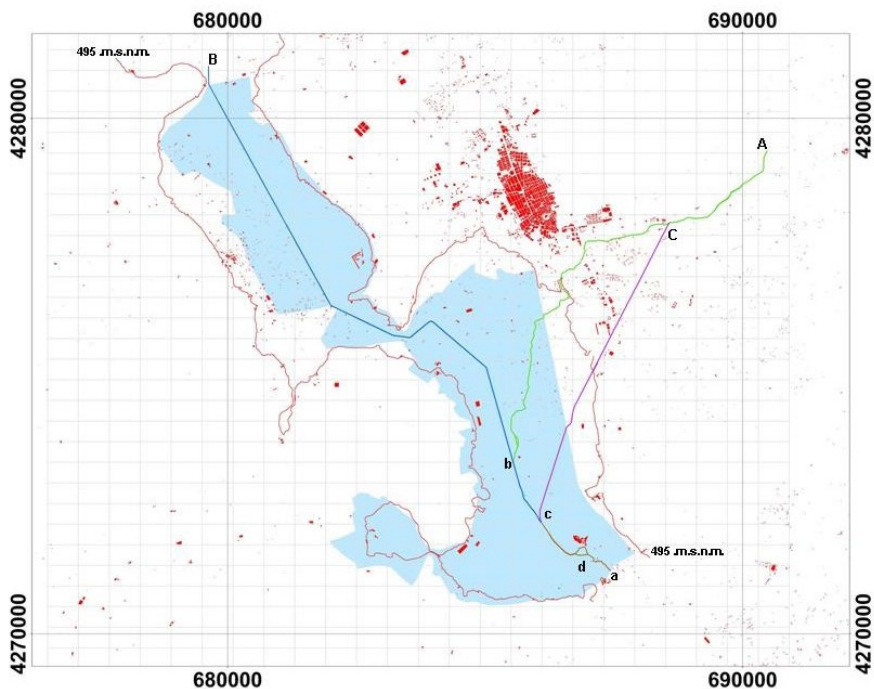


Figura 3. Representación de las vías principales de movimiento de escorrentías. En rojo, todas las construcciones urbanas o dispersas. Línea roja: cota de 495 metros de altitud. Zona sombreada azul celeste: área que abarca perímetro que desde 1991 debería de haberse analizado dentro del Plan Especial de Zonas Húmedas de Villena (ZPEZHV) a petición de la Generalitat Valenciana; pendiente de realización en 2014.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

puede ser pluvial o no y por ello supone una de las fuentes de incertidumbre y complejidad para su descripción real. Es evidente que debería ser Dominio Público Hidráulico (D.P.H.) y la red marco a usar como referencia para comprender la dinámica del ciclo del agua del que dependiera la estabilidad de los hábitats acuáticos y el patrimonio natural de la zona.

En todo el espacio estudiado las características naturales de los ecosistemas estuvo asociada al Río Vinalopó originalmente. Su evolución ha estado y sigue condicionada por las redes, o infraestructuras construidas, que se conectan a él o que modifican su trazado. Estas últimas han sido tres, de diferente magnitud, y fecha de realización: **1)** Construcción de la Acequia del Rey para el desagüe de la Laguna de Villena y su conexión con el cauce principal del Vinalopó se construyó entre 1803 y 1805. Fig.3-Segmento Bb. **2)** Construcción del Cauce Nuevo del Vinalopó. Se construyó para evitar las inundaciones de parte de la Huerta entre 1915 y 1920. Fig.3-Segmento Cc. **3)** Eliminación del flujo principal por el Meandro al Norte de los carrizales de la Colonia de Santa Eulalia Realizada en los años 80. Fig.3-Punto d.

La distribución de los diferentes ambientes ligados al agua dependía de forma esencial de la Red hidrológica principal (fig.3) que conectaba Huerta y Laguna, pero también de la

continuidad del caudal y conectividad de la red secundaria que era alimentada por las aguas de los manantiales originales durante todo el siglo XIX. Entre 1901 y 1920 se produce la primera reducción importante en la cantidad de agua que entra en el sistema como consecuencia de la reducción de las aguas caballerías y de la pérdida de recarga en el cuaternario de la Huerta que provocaban las inundaciones periódicas asociadas a la dinámica natural del Vinalopó cuyo patrón es el de un Río-Rambla. Estas entradas torrenciales eran conducidas por el Canal de Derivación, denominado localmente como el Cauce Nuevo del Vinalopó hasta el punto «b» de la figura 3 donde en ocasiones provocaban inundaciones en las depresiones localizadas entre la Casa Zúñiga y los carrizales asociados al meandro del río previo a la Colonia de Santa Eulalia.

Según Ponce (1992), a partir de los datos de GARCÍA MARTINEZ (1966) es entre 1901 y 1909 cuando se produce la primera reducción considerable de caudal disponible para la Huerta pasando de 500 a 318 litros/segundo respectivamente. Para la Laguna la reducción fué mucho peor pasando de 400 a 21,5 litros/segundo, debido a las afecciones provocadas por la construcción de pozos artesianos en la zona del Zaricejo ubicada al S-SO de esta.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

De 1920 a finales de los años 70, aunque principalmente en el último decenio se realizaron actividades de transformación agraria dirigidas a ampliar y consolidar la zona regable y a «reducir las pérdidas de agua» mediante la introducción de sistemas de conducción del agua de riego por canales de fibrocemento que alcanzaron su máximo durante la década de los 70. Estas actuaciones provocaron un aumento inicialmente en la cantidad de agua que entraba en el conjunto del sistema y no provocó grandes cambios a nivel de biodiversidad. El uso del riego por inundación localmente denominado «a manta» siguió manteniéndose y el nuevo sistema de conducciones se integró con el anterior representando el mejor periodo en cuanto a la cantidad de agua disponible desde 1901.

A partir de mediados de los años 60 se desarrolla el sistema de alcantarillado del casco urbano de Villena, produciéndose una incorporación progresiva de los desagües del mismo al sistema de riego en la zona de la Huerta. El efluente del alcantarillado se mezcla con idéntica cantidad de agua de los pozos de la Comunidad de Regantes lo que en principio habría mantenido la cantidad pero reducido la calidad de este caudal. Este patrón se mantiene hasta 1992 en que se construye la Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.) de Villena.

Desde 1992 a hoy día se han producido, sin duda, los impactos más graves sobre el capital natural de la zona de estudio. Debido a la ubicación de esta instalación a una cota más elevada, y en Los Cabezos (al NO del casco urbano) los puntos de vertido de los efluentes de salida podían conducirse fuera de su zona de desagüe tradicional en la Huerta. Representa esto una deslocalización de caudales ya que a partir de esta obra podían ser vertidos a un punto en la Acequia del Rey en el tercio Norte de la Laguna de Villena y a otros llanos de la partida del Rubial, Casa del Padre y Casas de Menor.

Los problemas de mala calidad de las aguas asociados a este vertido fueron los responsables de la desaparición de las poblaciones de fartet (*Aphanius iberus*) que eran muy comunes en toda la extensión de la Acequia del Rey. Este hecho representa un ejemplo paradigmático de como actuaciones de gestión del agua no integradas o integradas erróneamente en el territorio, pueden tener consecuencias devastadoras, como es el caso. Esta especie es la única catalogada en el municipio y comarca, como «en peligro de extinción» y sus poblaciones eran singulares por corresponder a humedales hipersalinos de interior (no costeros). Se consiguió evitar su desaparición por su cría en cautividad en el Centro de recuperación de la Generalitat Valenciana en la Albufera de Va-

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

lencia. Es importante valorar cuales fueron los motivos que provocaron que fuera imposible definir una estrategia de conservación de alguno de los habitats naturales presentes.

El último escenario que podemos identificar se refiere al periodo 2003-2014. Fue en 2003 cuando se iniciaron los proyectos de modernización de regadíos, auspiciados por sociedades como el S.E.I.A.S.A. ligadas al Ministerio de Agricultura que agilizaban la realización de infraestructuras relevantes. Este proyecto favoreció la sustitución funcional total del sistema de acequias tradicionales al de riego a presión. La argumentación a favor era supuestamente medioambiental, relacionada con el ahorro de agua en ambientes semiáridos, donde escasea. Lo que es muy importante. El grave error era suponer que las herramientas de evaluación del impacto ambiental vigentes y su implementación eran suficientes para evitar las extinciones locales y la pérdida masiva de capital natural. La sustitución física del sistema no se realizó por completo, afortunadamente. Se produjo una primera destrucción, para abaratar costes y evitar tener que realizar expropiaciones, lo que ha supuesto una fragmentación muy importante del sistema. Las figuras 4 y 5 nos permiten tener una idea preliminar de la magnitud de dicho proceso de degradación territorial. La figura 4 muestra la representación de la red hidrológica

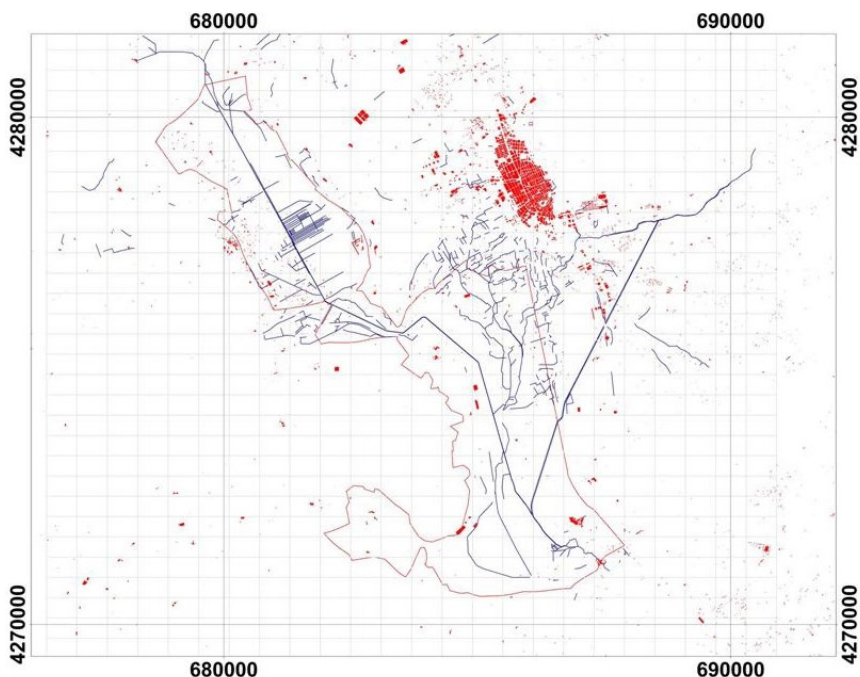


Figura 4. Cartografía oficial a Nov. 2014 de la Generalitat Valenciana de los elementos que componen la Red Hidrológica (color azul) en la zona de estudio.

oficial obtenida de los portales de la Generalitat Valenciana. La figura 5 muestra la representación de la red completa sin incluir las hijuelas, que es el nombre que reciben las acequias en tierra que alcanzan cada una de las subparcelas indivi-

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

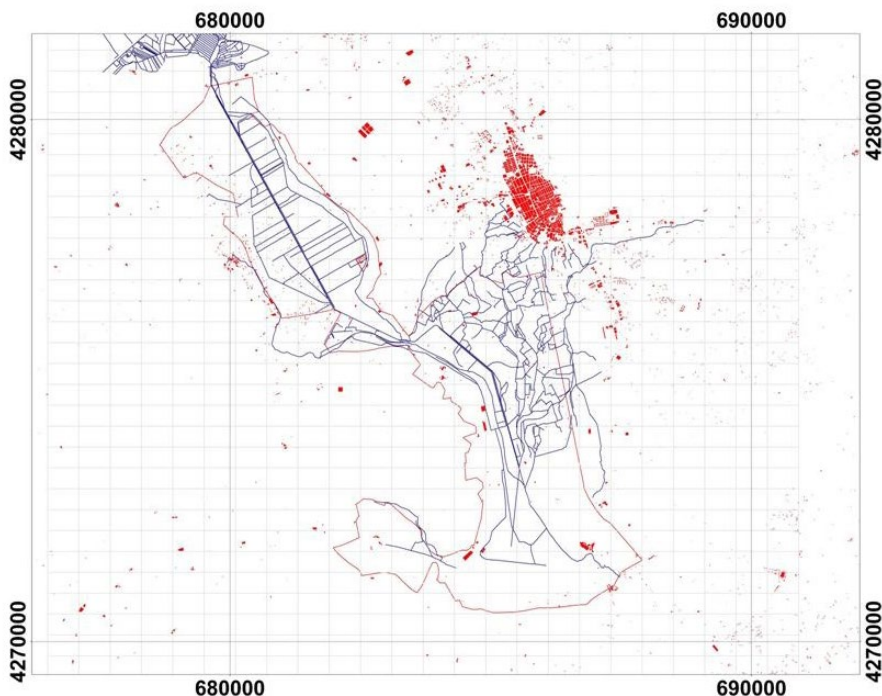


Figura 5. Cartografía oficial en 1956 de los elementos que componen la Red Hidrológica (color azul) en la zona de estudio.

duales y que cuantitativa y funcionalmente pueden tener una importancia considerable. La digitalización se realizó a partir de la información disponible en las fotos aérea de 1956, tras realizar las verificaciones más conflictivas sobre el terreno.

Al comparar las dos imágenes destacan los siguientes hechos:

1. En menos de 60 años han desaparecido:
 - a. más del 60% de la red de acequias en la zona de la Lagunilla al Norte de la Laguna.
 - b. más del 50% del canal de desagüe del Salero Viejo que bordeaba la Laguna por el límite oriental.
 - c. más del 40% del Canal del Conde y de los otros canales de exportación de agua desde la Fuente del Chopo (Sector Centro Oeste de la Laguna).
 - d. el fragmento del cauce natural del Río Vinalopó y la mayor alameda natural conocida del río en el término municipal.
 - e. el abrevadero del Puente de los Cristales, zona inundable parcialmente de pasto y sesteo al Norte de la Laguna.
 - f. la conexión hídrica entre las redes secundarias y las principales, en cientos de puntos, como consecuencia de la fragmentación por aterramientos o construcciones no verificados administrativamente.

Discusión

La presión de la actividad agrícola intensiva, la modificación de las demandas y de los patrones de uso del agua (pluvial, urbana, y de acuíferos) para riego, y las tendencias en

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

aplicación real de la normativa de planificación y ordenación territorial sitúan estos paisajes y sus elementos (habitats, comunidades y organismos vivos) en una posición de muy alto riesgo de desaparición.

En 1991 la Iniciativa por una Biosfera Sostenible (Sustainable Biosphere Initiative, de la Sociedad Americana de Ecología. (LUBCHENCO *et al.*, 1991) definía unas prioridades de acción e investigación que identifican una parte esencial de los problemas pero no son suficiente para generalizar patrones reales de gestión que limiten el deterioro. Casi 25 años después la **«DECISIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa al Programa General de Medio Ambiente de la Unión hasta 2020 «Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta»** podemos resumirla en los aspectos que implican esta discusión en los siguientes puntos. Mantenemos la numeración del documento original como guía:

4. También se ha avanzado considerablemente en la integración de los objetivos medioambientales en otras políticas y actividades de la Unión. Desde 2003, la política agrícola común (PAC) reformada vincula los pagos directos al cumplimiento por los agricultores de ciertos requisitos para mantener las tierras en buenas condiciones agrarias y medioam-

bientales, y de la legislación pertinente en materia de medio ambiente.

5. No obstante, muchas tendencias medioambientales siguen siendo preocupantes en la UE debido, entre otras razones, a la aplicación insuficiente de la legislación de medio ambiente de la Unión. ***Solo el 17% de las especies y hábitats evaluados en el marco de la Directiva de Hábitats se encuentran en buen estado, y la degradación y la pérdida del capital natural están poniendo en peligro los esfuerzos hacia la consecución de los objetivos de la UE en materia de biodiversidad y cambio climático. Los costes asociados son elevados, y en nuestro sistema económico y social aún no se valoran adecuadamente. El 30% del territorio de la UE está sumamente fragmentado, lo cual afecta a la conectividad y a la salud de los ecosistemas, así como a su capacidad para prestar servicios y servir de hábitat viable a las especies. .../... La calidad del agua y la contaminación atmosférica siguen siendo problemáticas en muchas partes de Europa, y los ciudadanos de la UE siguen estando expuestos a sustancias peligrosas que pueden comprometer su salud y su bienestar. Un uso insostenible de la tierra está agotando terrenos fértiles, lo cual repercute negativamente en la seguridad alimentaria y en la consecución de objetivos***

**¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos?
La huerta y la laguna de Villena (Alicante)**

en materia de biodiversidad. ***El suelo sigue degradándose de una manera ampliamente incontrolada.***

6. En la UE, las alteraciones medioambientales están originadas cada vez más por la evolución que a nivel mundial registran los modelos demográficos, de consumo y de comercio, así como por el rápido progreso técnico.

Esa evolución puede ofrecer grandes oportunidades de crecimiento económico y bienestar social, pero plantea retos e incertidumbres para la economía y la sociedad de la UE y está provocando una degradación ambiental a nivel mundial.

7. .../... Antes de 2030 es probable que el déficit de agua se sitúe en un 40 % si no se mejora considerablemente la eficiencia en el uso de ese recurso. Existe también el riesgo de que el cambio climático agrave esos problemas y haga aumentar los costes que llevan aparejados. En 2011, las catástrofes debidas en parte al cambio climático provocaron pérdidas económicas de más de 300 000 millones EUR en todo el mundo. La OCDE ha advertido de que la degradación y erosión constantes del capital natural pueden suscitar cambios irreversibles que podrían hacer peligrar dos siglos de aumento constante del nivel de vida y acarrear costes considerables.

9. Para vivir bien en el futuro deben tomarse ahora medidas urgentes y concertadas para reforzar la resiliencia ecológica y maximizar los beneficios que la política de medio ambiente puede aportar a la economía y la sociedad, respetando al mismo tiempo los límites ecológicos del planeta. ***El presente Programa refleja el compromiso de la Unión por transformarse en una economía verde e integradora que garantice el crecimiento y el desarrollo, proteja la salud y el bienestar, cree empleos dignos, reduzca las desigualdades, invierta en capital natural y lo preserve.***

10. La actuación hasta 2020 y más allá se inspira en la siguiente visión de 2050: ***En 2050, vivimos bien, respetando los límites ecológicos del planeta.***

11. Para que pueda producirse esta transformación, **es preciso integrar plenamente las consideraciones medioambientales en otras políticas, en particular las de energía, transporte, agricultura, pesca, economía e industria, investigación e innovación y empleo, así como la política social**, de manera que se cree un planteamiento coherente y concertado. Las medidas que se adopten a nivel de la UE deben completarse con una acción y una cooperación reforzadas y globales con países vecinos para resolver problemas comunes.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

19. Por consiguiente, para proteger, conservar y mejorar el capital natural de la UE es preciso, además, atajar los problemas en su origen mediante, entre otras cosas, una mayor integración de los objetivos relativos a ese capital natural en otras políticas, y velar por que estas sean coherentes y produzcan beneficios recíprocos. Los elementos de ecologización previstos en las propuestas de la Comisión de reforma, en particular, de las políticas de agricultura, pesca y cohesión, junto con las propuestas en el mismo sentido con respecto al presupuesto de la UE en el marco financiero plurianual 2014-2020, están dirigidos a apoyar esos objetivos. Por ejemplo, los sistemas acuáticos de zonas rurales sentirán los efectos positivos de la vinculación de los pagos agrícolas al cumplimiento de los requisitos pertinentes de la Directiva Marco del Agua (DMA), conforme establecen las propuestas de la Comisión de reforma de la PAC.

La ecologización de la PAC impulsará, además, las prácticas agrícolas de diversificación de cultivos, que son beneficiosas para el medio ambiente, la protección de los pastos permanentes y la creación y el mantenimiento de bosques y zonas de labranza de valor ecológico.

Tras analizar la trayectoria sufrida por el área de estudio analizada parece claro que los daños sobre el capital natural son evidentes y difíciles de limitar con el actual sistema de gestión territorial. Resulta necesario plantear mecanismos más ágiles de evaluación por expertos que permitan: a) dar indicaciones a los técnicos redactores de proyectos que impliquen procesos donde la conectividad hídrica sea muy relevante a nivel de la estabilidad ecológica de dicho territorio. b) definir áreas cortafuego seguras ante nuevas acciones en territorios concretos que aseguren zonas no susceptibles de sufrir extinciones de especies importantes. y c) centralizar la información sobre el funcionalismo de los paisajes en bases de datos gestionadas de forma coordinada entre los organismos responsables de las declaraciones de impacto ambiental y los de escala territorial menor, (pudiendo estar ser de ámbito local o comarcal) según resulte más eficaz. Elaborar protocolos específicos que identifiquen las limitaciones de control y verificación del proceso de fragmentación resultaría de gran ayuda para dimensionar las acciones de control y seguimiento de actividades agrarias.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

Bibliografía

- ABELLÁN, P., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D., VELASCO, J., MILLÁN, A. (2005) Conservation of freshwater biodiversity: a comparison of different area selection methods. *Biodiversity and Conservation* 14:3457–3474.
- DOMENE VERDÚ, J.F., PRETEL MARÍN, A. (2009) Historia de Villena hasta el siglo XVII. El agua y su utilización para el riego en la huerta de Villena. Villena. M & C Publicidad. Comunidad de Regantes de la Huerta y Partidas. 366 pp.
- GARCIA MARTINEZ, S. (1966) La cuestión de las aguas. *Revista Villena* 5-13.
- GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1986) Paisajes freatófiticos, p.120-125; en: *Figura con paisajes. Homenaje a Fernando Gonzalez Bernaldez*. (2002) Eds. C. Montes, C. Levassor, A. Cuenca, S. Casado. Fundacion Fernando Gonzalez Bernaldez, Lynx Edicions. 237 pp.
- HERNANDEZ MARCO, J.L. (1977) Privilegiados contra la Ilustración en la desecación de la Laguna de Villena (1785-1808), *Revista Villena*, 4 pp.
- LUBCHENCO, J., OLSON, N., BRUBAKER, L., CARPENTER, S.R., HOLLAND, M., HUBBELL, S.P., LEVIN, S. A., MACMAHON, J.A., MATSON, P.A., MELILLO, J.M., MOONEY, H.A., PETERSON, C.H., PULLIAM, H.R., REAL, L.A., REGAL, P.J., RISSER, P.G. (1991). The Sustainable Biosphere Initiative: An Ecological Research Agenda: A Report from the Ecological Society of America. *Ecology* 72:371–412.

- MADOZ, P. (1846) Diccionario geográfico, histórico y estadístico de España y sus posesiones de Ultramar, Madrid, Imp. de D.P. Madoz, 1846 y ss., 16 vols.
- MANUEL, J (1326) El libro de la Caza. Archivo Iberoamericano de Cetrería – Universidad de Valladolid. Accedido por el portal <http://www.aic.uva.es/clasicos/juanmanuel/juanmanuel-edicion.html> el 13/12/2013 20:44.
- MARGALEF, R (1983) Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- MATARREDONA COLL, E. (1983) Estudio Geográfico del Alto Vinalopó. Publicaciones del Instituto de Estudios Alicantinos, Serie II, N° 21. Excma. Diputación de Alicante. 370 pp.
- NAHAL, I. (1981) The mediterranean climate from a biological viewpoint. En: di Castri, F., Goodall, D.W. and Specht, R.L. (eds.) Mediterranean type shrublands. Ecosystems of the world 11. Amsterdam. Elsevier.
- PONCE, G. (1992) Explotación y gestión de aguas subterráneas en las comarcas del interior alicantino. Revista de Estudios Agro-Sociales. Num.159 (enero-marzo 1992).
- SOLER GARCIA, J.M. (1968) La Macolla, poblado eneolítico de llanura en Villena (Alicante).
- SOLER GARCIA, J.M. (1974) La relación de Villena de 1575, I.E.A., 2ª Ed., Alicante, 610 p.
- SOLER GARCIA, J.M. (2005) Diccionario Villenero, M.I. Ayuntamiento de Villena. Fundación Municipal José María Soler. 327 pp.

¿Es posible integrar las demandas de agua y el desarrollo sostenible en paisajes agrarios mediterráneos semiáridos? La huerta y la laguna de Villena (Alicante)

YANES, Y., GÓMEZ-PUCHE, M., ESQUEMBRE-BEBIA, M.A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ-DE-PABLO, J. (2013) Younger Dryas – early Holocene transition in the south-eastern Iberian Peninsula: insights from land snail shell middens *J. Quaternary Sci.*, Vol. 28(8) 777–788.

YLL, R., CARRIÓN, J.S., PANTALEÓN, J., DUPRÉ, M., LA ROCA, N., ROURE, J.M., PÉREZ-OBOL, R. (2003) Palinología del Cuaternario reciente en la Laguna de Villena (Alicante, España). *Anales de Biología* 25: 65-72.

Agradecimientos

A Francisco Javier Esquembre Menor, Alcalde de Ayuntamiento de Villena por haber apoyado los estudios ecológicos preliminares que permitan conseguir una integración real de las demandas de agua y suelo, de los sectores productivos locales, con la protección del capital natural, en el diseño del Plan Especial de la Huerta y Laguna de Villena. Parte del trabajo de estudio y análisis de los usos del agua en los paisajes de este territorio fue iniciado dentro de las investigaciones desarrolladas en el proyecto WADI – INCO2003 – MPC2–015226 (2006-2008) financiado por la Unión Europea.

Notas

1. Dep. Ecología – IMEM/MIES (Multidisciplinary Institute of Environmental Studies «Ramon Margalef»). Universidad de Alicante. Ap. 99 Alicante 03080. SPAIN. E-mail: Antonio.Pastor@ua.es
2. SS.TT.I. Servicios Técnicos de Investigación. Universidad de Alicante. Ap. 99 Alicante 03080. SPAIN.



La ecología del paisaje es una rama reciente de la ecología que ofrece teoría y métodos para explicar las dinámicas ecológicas de grandes áreas y abre nuevas perspectivas sobre los problemas relacionados con la gestión de los ecosistemas y la planificación del uso del territorio. La atención de la ecología del paisaje se centra en la identificación de las causas y las consecuencias de la heterogeneidad espacial, que es fruto de complejas interacciones entre la biota y el ambiente, además de en la actividad humana que ha contribuido desde tiempos prehistóricos a los cambios del paisaje y es responsable actualmente de profundas y repentinas alteraciones. El punto de vista de la ecología del paisaje integra el contexto natural con el contexto humano y centra su atención en lo que Almo Farina denomina “el

mundo real”, es decir, en las interacciones entre procesos naturales y procesos antrópicos. Los ambientes influidos por el hombre han sido durante largo tiempo cosecha ignorada por los ecólogos porque resultaban poco atractivos desde el punto de vista naturalista; sin embargo son precisamente los “paisajes culturales” (es decir, áreas moderadamente modificadas por el hombre que comprenden elementos naturales) los que proporcionan la clave para la comprensión de los procesos que llevan a la integración entre las realidades naturales y la realidad humana.

Almo Farina está profundamente convencido de que el conocimiento de los procesos que rigen la presencia, la distribución y la abundancia de especies en los ambientes modificados sugerirá al ser humano nuevos caminos que garantizarán un desarrollo de la sociedad humana compatible con las capacidades que emergen de los sistemas naturales.

La convicción de que la ecología del paisaje es un potente instrumento de integración de las teorías ecológicas dentro de la dimensión humana confiere al autor de este texto una carga de entusiasmo que se traduce en una presentación apasionante de la disciplina. Al interés intrínseco de los argumentos cabe añadir: a) la simplicidad del lenguaje específico que facilita la comprensión; b) una serie de ejemplos de muchas de ellas referidas a los ambientes montañosos de los Apeninos donde el autor ha realizado gran parte de sus investigaciones) que esclarecen el corpus doctrinal presentado pero que, en definitiva, son puramente mediterráneos; c) la continua referencia a los argumentos relacionados y a sus aplicaciones.

Una excelente publicación de ecología espacial de la Universidad de Alicante