



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة باجي مختار - عنابة  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT

Spécialité : ECOLOGIE ANIMALE

Intitulé

**Ecologie et Biologie de la conservation de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis occidentalis*) dans le complexe de zones humides du Nord- Est algérien.**

Presentée par :  
M<sup>lle</sup> FEDIRAS Samira

**Membres le Jury:**

BENSOUILAH Mourad	Professeur	Président	UBM Annaba
ROUAG Rachid	Maître de Conférences A	Directeur de thèse	UCB El Tarf
BENYACOUB Slim	Professeur	Co-Directeur de thèse	UBM Annaba
CHALABI Ghania	Maître de Conférences A	Examineur	UCB El Tarf
OUALI Khierddine	Professeur	Examineur	UBM Annaba

**Année : 2018/2019**

# Dédicace

*J'aimerais en premier lieu remercier Allah qui m'a donnée la volonté et le courage pour la réalisation de ce modeste travail.*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance...Aussi, c'est tout simplement que Je dédie cette thèse ...*

*À la mémoire de mes grands-mères surtout celle qui m'a élevé (Mimi) et ma tante Ouarda et mon oncle Djamel J'aurais tant aimé que vous soyez présents, que dieu repose ses âmes en paix.*

*À Mes chers parents ,aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*A mon frère et mon cousin Chadli que dieu procures santé et bonheur durant toute votre vie.*

*A toutes mes amies pour leurs encouragements et les bons moments passés ensemble.*

## REMERCIEMENTS

*Mes remerciements s'dressent en premier lieu à 'الله' qui m'a donné le courage, la force et la patience pour mener à terme ce travail de recherche.*

*Mes sincères remerciements vont à mon directeur de thèse, monsieur Rachid ROUAG, Maître de Conférences A à l'université Chadli Benjadid El Taref, je serai toujours reconnaissante envers lui car il m'a donné l'occasion de choisir ce thème. Il a suivi sans relâche et avec beaucoup d'intérêt le déroulement de ce travail. C'est donc le fruit de ses encouragements, de sa confiance entière, de sa sympathie, de sa rigueur scientifique, de sa patience et de son soutien moral. J'ai beaucoup appris de lui tout le long de ce travail.*

*Ma première reconnaissance va tout naturellement à mon Co-Directeur de thèse, monsieur Slim BENYACOUB, Professeur à l'université Badji mokhtar Annaba qui m'a permis d'accéder à cette formation doctorale. Vous êtes et vous serez pour moi l'exemple de rigueur et de droiture dans l'exercice de la profession. Veuillez, trouver dans ce modeste travail l'expression de ma haute considération, de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.*

*Mes respectueux remerciements vont tout d'abord à Monsieur BENSOUILAH Mourad, Professeur à l'université Badji mokhtar Annaba qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.*

*Je remercie également Monsieur Khierddine OUALI (Professeur à l'université Badji mokhtar Annaba) et Madame Ghania CHALABI (Maître de Conférences A à l'université Chadli Benjadid El Taref) qui ont bien voulu accepter de faire partie de ce jury en qualité d'examineurs.*

*Cette étude est le fruit d'un effort conjugué de nombreuses personnes qui ont intervenues un moment ou un autre pour apporter une aide technique, un conseil, une orientation simplement*

*un encouragement. Sans eux, ce mémoire n'aurait jamais pu être conduit convenablement. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma très profonde reconnaissance.*

*Il serait impardonnable d'oublier tous ceux qui, à des degrés divers m'ont encouragée et soutenue durant la période de réalisation de ce travail, spécialement Madame Rouag Ziane Nadia (Maître de Conférences A à l'université Badji mokhtar Annaba. je ne pourrais tous les citer, mais que chacun soit assuré de toute ma gratitude.*

*Je ne pourrais terminer sans exprimer ma profonde reconnaissance à ceux qui se sont montrés toujours disponibles , mes parents et mon frère. lorsque j'en avais vraiment besoin, je leur adresse en cette occasion mes sincères remerciements.*

## RESUME

L'habitat, La démographie, Le régime alimentaire, et l'infestation parasitaire ont été étudiés chez une population de Cistude d'Europe, *Emys orbicularis* dans le Parc National d'El Kala (Nord-Est de l'Algérie). Au total, 100 spécimens d'*Emys orbicularis* ont été collectés et marqués au lac Tonga (nord-est de l'Algérie) pendant 3 années consécutives (2013, 2014, 2015). La plupart des tortues habitent un canal où elles restent pendant toute la saison d'activité (de mars à octobre) et où elles passent également l'hibernation. La longueur de la carapace (CL) et le poids (BW) ont été mesurés pour chaque individu de l'*E. orbicularis*. La taille des tortues de notre population était plus proche de celle des populations nord-européennes que des populations méditerranéennes; les femelles étaient significativement plus grandes que les populations espagnoles et italiennes. La taille de la population a été estimée à 108,50 individus et la densité à 8,63 tortues/ha. De 6,52 à 12,77% de la population étaient des juvéniles. Le sex-ratio était légèrement en faveur des mâles (mâles: femelles = 1,12,  $p < 0,005$ ).

Le régime alimentaire de la cistude étudiée sur 40 individus collectés est dominé par les mollusques avec 40,51% suivi par les 25,21% d'insectes et plus les coléoptères (18,13%) alors par les plantes, près de 15,01%. Aucune différence n'existe dans le régime alimentaire entre les mâles et les femelles.

*Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) s'est révélée être la seule espèce de sangsue parasite de cette population d'*Emys orbicularis*. Sa prévalence était de 50,9%, elle est très faible au stade juvénile (14,2%). L'intensité (nombre moyen de sangsues par tortue) était de  $0,51 \pm 1,20$ , elle était aussi faible au stade juvénile ( $0,14 \pm 0,37$ ). Aucune relation n'existe entre la charge parasitaire et les paramètres morphologiques. Cependant, la partie postérieure (membres postérieurs) avait la charge parasitaire la plus élevée (57,14%).

**Mots-clés:** *Emys orbicularis*, *Placobdella costata*, démographie, densité, parasite, alimentation, Algérie

## SUMMARY

Habitat, demography, diet, and parasitic infestation have been studied in a European Pond's-turtle population, *Emys orbicularis*, in the El Kala National Park (northeastern Algeria). A total of 100 specimens of *Emys orbicularis* were collected and tagged in Tonga Lake (northeastern Algeria) for 3 consecutive years (2013, 2014, 2015). Most turtles inhabit a channel where they stay for the entire season (March to October) and also hibernate. Carapace length (CL) and weight (BW) were measured for each individual in *E. orbicularis*. The size of the turtles of our population was closer to that of the North European populations than to the Mediterranean populations; females were significantly larger than the Spanish and Italian populations. The population size was estimated at 108.50 individuals and the density at 8.63 turtles / ha. From 6.52 to 12.77% of the population were juveniles. The sex ratio was slightly in favor of males (males: females = 1.12,  $p < 0.005$ ).

The studied diet of the pond studied on 40 collected individuals is dominated by the molluscs with 40,51% followed by the 25,21% of insects and more the beetles (18,13%) then by the plants, close to 15, 01%. No difference exists in the diet between males and females.

*Placobdella costata* (Fr. Miiller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) was found to be the only parasitic leech species in this population of *Emys orbicularis*. Its prevalence was 50.9%, it is very low at the juvenile stage (14.2%). The intensity (mean number of leeches per turtle) was  $0.51 \pm 1.20$ , and was low at the juvenile stage ( $0.14 \pm 0.37$ ). No relationship exists between parasite load and morphological parameters. However, the posterior (posterior) part had the highest parasite load (57.14%).

Keywords: *Emys orbicularis*, *Placobdella costata*, demography, density, parasite, food, Algeria

## ملخص

تمت دراسة الديموغرافيا والنظام الغذائي والاصابة الطفيلية في تجمعات عدد السكان من السلاحف بركة الأوروبية الدويرية في الحديقة الوطنية القالة (شمال شرق الجزائر). تم جمع مجموعه 100 عينة منها ووضع علامة عليها في بحيرة تونجا (شمال شرق الجزائر) لمدة 3 سنوات متتالية 2013، 2014، 2015

تسكن معظم السلاحف القناة التي يقيمون فيها طوال الموسم (من مارس إلى أكتوبر) وكذلك السبات. تم قياس طول القشاط (CL) والوزن (BW) لكل فرد في الدويري. كان حجم سلاحف سكاننا أقرب إلى حجم سكان أوروبا الشمالية مقارنة بسكان البحر المتوسط. كانت الإناث أكبر بكثير من السكان الإسبان والإيطاليين. وقدر حجم السكان بـ 108.50 فردًا والكثافة عند 8.63 سلاحف / هكتار. من 6.52 إلى 12.77 ٪ من السكان كانوا من الأحداث. كانت نسبة الجنس لصالح الذكور قليلاً.

إن النظام الغذائي المدروس في البركة الذي تمت دراسته على 40 شخص تم تجميعه يهيمن عليه الرخويات بنسبة 51،40٪ يليه 21،25٪ من الحشرات وأكثر من الخنافس (13،18٪) ثم النباتات، على مقربة من 15، 01٪. لا يوجد اختلاف في النظام الغذائي بين الذكور والإناث.

ثبت أن تكون الأنواع الوحيدة (Hirudinida: Glossiphoniidae) (الأب. ميبلر ، 1846) *Placobdella costata* الطفيلية علقه في هذه الفئة من السكان. كان انتشاره 50.9 ٪ ، وهو منخفض جدا في مرحلة الأحداث (14.2 ٪). كانت كثافة (متوسط عدد المستنزون في السلاحف)  $1.20 \pm 0.51$  ، وكانت منخفضة في مرحلة الأحداث ( $0.37 \pm 0.14$ ). لا توجد علاقة بين الحمل الطفيلي والمعايير المورفولوجية. ومع ذلك ، فإن الجزء الخلفي (الخلفي) كان أعلى حمولة طفيلية ٪ 57.14

كلمات البحث

السلاحف بركة الأوروبية الدويرية، الطفيلية، التركيبة السكانية، الكثافة، الجزائر

## LISTE DES FIGURES

N°	Titres	Pages
01	Cistude d'Europe ( <i>Emys orbicularis</i> ).	06
02	Détermination du sexe à partir de critères morphologiques (Rössler, 2000 modifié)	07
03	Aire de répartition mondiale d' <i>Emys Orbicularis</i> (Servan, 1989)	09
04	Cycle biologique de la Cistude d'Europe (Cadi & Faverot, 2004)	11
05	Localisation et limites du Parc National d'El Kala (Benyacoub et al., 1998)	14
06	Carte de situation du Lac Tonga avec les plus importantes formations végétales	18
07	Code utilisé pour le marquage des tortues (exemple : n°23)	28
08	Variables morphométriques d' <i>Emys orbicularis</i> (Photos : Fediras, 2012)	29
09	Plastron avec les lignes d'arrêt de croissance sur l'écaille Pectorale (Sexton, 1959)	31
10	Schéma des principaux types d'habitat du chenal Messida (Fediras, 2012)	38
11	Fréquence des Cistudes contactées en fonction de la végétation (2013-2014-2015)	39
12	Distributions des Cistudes en fonction de la profondeur de l'eau pour les 03années	42
13	Variation de l'abondance par sexes et âges durant 3 années d'échantillonnage	43
14	Structure d'âge de la population d' <i>Emys orbicularis occidentalis</i> pendant 3 ans	45
15	Distribution des tailles des dans la population de la cistude pendant 3 ans	46
16	Courbe de croissance staturale de la population d' <i>Emys orbicularis occidentalis</i>	47
17	Régression linéaires du poids sur la taille de la carapace pour les Cistudes capturées	47
18	Abondance relative des différentes catégories de proies dans le régime alimentaire	53
19	Fréquences des proies ingérées par la Cistude	55
20	Sites d'attachement de <i>Placobdella costata</i> sur <i>Emys orbicularis</i>	61

## LISTE DES TABLEAUX

N°	Titres	Pages
01	Températures moyennes mensuelles (C°), enregistrées à El-Kala de 2001 à 2013 (Station météorologique d'El-Kala)	15
02	Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées à El-Kala de 2001 à 2013 (Station météorologique d'El-Kala).	15
03	Calendrier des Captures Marquages Recaptures (CMR) de 2013 à 2015.	27
04	Typologie des habitats aquatiques des cistudes durant trois années (2013-2014-2015) (Fediras, 2015).	40
05	Nombre d'individus capturés chaque année et estimation de Effectif moyen obtenue par l'indice de Lincoln.	44
06	Taille de la population et sex-ratio (mâles: femelles) d'Emys orbicularis dans la zone d'étude	44
07	Croissance staturale d'Emys orbicularis Symbols: CL = longueur de la carapace; V.I.C.S = vitesses instantanées de croissance staturale (N=5)	48
08	Données Biométriques (Moyenne $\pm$ SD, rang); t-test (t) à (p) entre les mâles et les femelles ( $\alpha=0.05$ ).	49
09	Diversité du régime alimentaire de la Cistude d'Europe Emys orbicularis occidentalis	50
10	Abondance des items proies dans les fèces de la Cistude	51
11	Fréquence relative F (%) items proies dans les fèces de la Cistude	52
12	Répartition des proies dans les fèces de la Cistude selon le degré de présence	54
13	Spectre du régime alimentaire par âges et sexes chez la Cistude (F%)	56
14	Variation de la diversité et de l'Equitabilité.	57
15	Prévalence et intensité de l'infestation	60
16	Intensité et chez les tortues	61
17	Relation entre la charge parasitaire et les paramètres biométriques (N= 53)	62
18	Longueur moyenne de la carapace CL (mm) et poids corporel moyen BW (g) de la population algérienne par rapport aux différentes populations européennes (par ordre décroissant de longueur de la carapace des femelles)	66

## LISTE DES PHOTOS

N°	Titres	Pages
01	Différentes colorations du plastron chez des cistudes d'Europe. A1- Jaune, A2- orange, A3-Noir (Photos : Fediras, 2013).	08
02	Exemple du phénomène de basking. A, B - basking hors de l'eau ;C, D - basking «aquatiques» (Photos : Fediras, 2012).	12
03	Vue générale de la zone d'étude	19
04	Nupharaie ( <i>Nymphaea alba</i> )	21
05	Saulaie - Héronnière	21
06	Vue sur le canal Messida (Photo :Fediras S ,2013)	25
07	Prospection statique du canal Messida (Photos : Fediras, 2012).	26
08	Prospection mobile du canal Messida (Photos : Fediras, 2012)	26
09	Capture des cistudes dans les berges du canal Messida. A -à la main, B- au filet artisanal, C- au filet verveux (Fediras, 2015).	28
10	Patterns de coloration du plastron : A1 Juvénile - A2, A3 Adulte (Photos : Fediras, 2012)	30
11	Récolte des fèces de la cistude d'Europe .A- la cistude éjecte des fèces qui sont récoltées dans des tubes contenant de l'éthanol à 70% ; B- matières fécales collectées sont délicatement lavés avec de l'eau ; C- filtrer les matières fécales à l'aide d'un tamis de 0.5mm ; D- stocker une deuxième fois dans des tubes stérilisé pour être fraîchement examiner sous binoculaire ; E- examiner sous binoculaire (oculaire G×10 ; objectif G×2) (Photos : Fediras, 2017).	33
12	A- Observation des cistudes dans le scirpe lacustre; B - Nénuphars blanc ; C- ilot d'Iris pseudocorus. D- ilot de phragmite avec un tronc d'arbre (poste d'insolation). E- ilot de Typha angustifolia. F- sparganier Sparganium neglectum. I- Polygonum sp. J- Potamogeton sp. K -Myriophyllum spicatum. L- roselière. M- individus cherchant de la nourriture. (Photos : Fediras, 2013).	41
13	Proies entières identifiées sous binoculaire (Photos : Fediras S.)	58
14	A- face dorsale de P. costata, B – face ventrale de P. costata (Photo: S. Fediras)	59
15	A- P. costata engorgé accrochée entre les écailles de la carapace d'une tortue adulte, B- sept P. costata sur le plastron d'une tortue adulte, C- un adulte de P. costata avec 14 petits sur leur face inférieure (flèche) attachée à une écaille marginale, montrant des piqûres (flèche) après l'enlèvement d'une sangsue (Photos par Fediras S.)	62
16	Opération de curage du canal Messida (18/04/2013) (Photo : fediras S.)	73
17	Nid de tortue dulçaquicole découvert sur la digue (Photo : fediras S.)	74
18	Cistude piégée dans un filet verveux (Photo : fediras S.)	74

## S o m m a i r e

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	01
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	06
<b>1. LE MODELE BIOLOGIQUE</b> .....	06
1.1. Position systématique.....	07
1.2. Description de l'espèce.....	07
1.3. Distribution géographique.....	08
1.4. Ecologie de l'espèce.....	09
1.4.1. Habitat.....	09
1.4.2. Cycle de vie.....	10
1.4.3. Régime alimentaire.....	10
1.4.4. Reproduction.....	11
1.4.5. Comportement d'insolation.....	12
1.4.6. Statut de conservation.....	13
<b>2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE</b> .....	13
2.1. Présentation de la région d'étude.....	13
2.1.1. Caractères géomorphologiques.....	13
2.1.2. Caractères climatiques.....	15
2.1.3. Caractères bioclimatiques.....	16
2.1.4. Richesses biologiques.....	17
2.2. Description de la zone d'étude - Lac Tonga –.....	17
2.2.1. Les oiseaux d'eau.....	22
2.2.2. Les mammifères.....	22
2.2.3. Les Reptiles et les Amphibiens.....	23
2.2.4. Les poissons.....	23
2.2.5. Les insectes.....	23
<b>3. METHODOLOGIE GENERALE</b> .....	23
3.1. Période d'étude.....	23
3.2. Site d'étude.....	24
3.3. Analyse du milieu et distribution des Cistudes.....	24
3.4. Etude des paramètres démographiques de la population.....	27
3.4.1. Méthode d'échantillonnage.....	27
3.4.2. Marquage.....	28
3.4.3. Morphométrie et dimorphisme.....	28
3.4.4. Estimation de la densité.....	29

3.4.5 Structure d'âge.....	30
3.4.6. Croissance .....	31
3.5. Analyse du régime alimentaire de la population de la Cistude d'Europe.....	32
3.5.1. Méthodes d'étude .....	32
3.5.2. Paramètres de structuration du régime alimentaire .....	33
3.6. Les ectoparasites .....	35
<b>4. ANALYSE STATISTIQUE.....</b>	<b>36</b>
<b>RESULTATS ET INTERPRETATION.....</b>	<b>37</b>
<b>1. ANALYSE DU MILIEU .....</b>	<b>37</b>
1.1. Description des habitats .....	37
1.2. Distribution des cistudes en fonction de la végétation et la profondeur de l'eau .....	38
<b>2. ETUDE DES PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION .....</b>	<b>43</b>
2.1. Taille de la population .....	43
2.2. Estimation de la densité.....	43
2.3. Sex-ratio .....	44
2.4. Structure d'âge.....	45
2.5. Structure par taille.....	45
2.6. Croissance .....	46
2.7 . Dimorphisme sexuel .....	48
<b>3. ANALYSE DU REGIME ALIMENTAIRE.....</b>	<b>50</b>
3.1. Diversité .....	50
3.2. Abondance .....	51
3.3. Fréquence relative ou Abondance relative.....	52
3.4. Degré de présence .....	53
3.5. Régime alimentaire par sexe et classe d'âges .....	55
3.6. Paramètres de structure du peuplement du pool alimentaire.....	57

3.7. Le chevauchement des niches trophiques .....	57
<b>4. LES ECTOPARASITES .....</b>	<b>59</b>
4.1. Identification des sangsues .....	59
4.2. Prévalence et l'intensité de l'infestation .....	60
4.3. Les sites d'attachement .....	60
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>78</b>

## INTRODUCTION GENERALE

Actuellement, la vitesse de disparition des espèces est considérée comme 100 à 1000 fois supérieure à leur rythme naturel d'extinction (Baillie et *al.*, 2004). Cette crise de la biodiversité n'épargne pas les populations de reptiles qui connaissent un déclin mondial depuis plusieurs décennies (Gibbons et *al.*, 2000). Un certain nombre d'études a identifié une série de menaces expliquant la baisse des populations de reptiles (Alford et Richards, 1999). Collins et Storfer (2003) définissent des facteurs de risques directs, incluant la destruction et la fragmentation de leurs habitats, l'introduction d'espèces envahissantes, la surexploitation ainsi que, des facteurs indirects comme le changement climatique, la pollution environnementale et les maladies. La modification des milieux est acceptée à l'unanimité au sein des biologistes spécialistes de la conservation comme étant la principale cause de diminution de la biodiversité dans le monde entier (Sala et *al.*, 2000).

Dans le monde, plusieurs communautés ont été étudiées, en particulier celles des écosystèmes tropicaux, désertiques (Pianka, 1973 ; Barbault, 1977 ; Barbault & Maury, 1981 ; Barbault et *al.*, 1985 ; Barbault, 1991 ) et des régions d'Australie, d'Amérique du Nord, et du Kalahari (Pianka, 1969 ; Huey et *al.*, 1977 ; Henle, 1991 ). De nombreux travaux ont également été réalisés sur l'écologie communautaire des reptiles méditerranéens, celles des serpents (Luiselli et Rugiero, 1991) et des lézards (Polio et Pérez Mellado, 1982, 1988, 1989, 1990 ; Carretero et Manjón, A.L, 1993 ; Capula et Luiselli, 1994, Carretero et *al.*, 2006). Les communautés d'Afrique du Nord, demeurent peu étudiées, même si quelques données sont disponibles notamment, pour le Sahara occidental (Grenot et Vernet, 1972), la Tunisie (Nouira, 1982, 1988) et le Maroc (Znari et *al.*, 2002).

Parmi les Reptiles, Les tortues ont suscitées l'intérêt des scientifiques depuis fort longtemps, surtout que ces espèces subissent les facteurs de dégradation de leurs environnements. La Cistude d'Europe, *Emys orbicularis occidentalis* est l'une des deux espèces de tortues aquatiques indigènes présentes en Algérie, aujourd'hui en forte régression sur son aire de répartition. Cette espèce est menacée par la disparition progressive des zones humides due à des facteurs anthropiques : drainage des marais, comblement des étangs littoraux, pollution

des eaux, urbanisation (Olivier, 2002). C'est certainement l'espèce de tortue la plus étudiée en Europe. Le vif intérêt pour ce chélonien vient aussi probablement du fait que c'est également le reptile qui a le plus régressé entre 1970 et 1990 (Servan, 1999). Cette régression de son aire de répartition reflète l'impact de toutes les perturbations anthropiques contemporaines sur une espèce à dispersion limitée : disparition et altération d'habitat, pollution, destruction directe, prélèvements d'individus, fragmentation... La sauvegarde de la Cistude passe donc nécessairement par la préservation des zones humides. De nombreux écrits témoignent de la contraction de son aire de répartition dès le 19<sup>ième</sup> siècle. (Cheylan, 1998 ; Fritz, 1993,1998 ; Servan, 1986 ; Parent, 1979). En Europe, Selon Cadi et Joly en (2003, 2004), la principales causes de sa régression en Europe est sa compétition avec la tortue à tempes rouges (*Trachemys scripta elegans*) et aussi les écrasements dus au trafic routier (Trakimas et Sidaravičius, 2008). C'est pourquoi l'espèce est considérée comme «vulnérable» et bénéficie d'un statut de protection très important.

La Cistude d'Europe figure aujourd'hui dans de nombreuses listes d'espèces menacées. En effet, classée parmi les espèces quasi-menacées à l'échelle mondiale (IUCN), elle bénéficie d'une protection européenne à travers l'Annexe 2 de la Convention de Berne (1979). Cette tortue semi-aquatique d'eau douce est classée dans la catégorie «Lower Risk/ near threatened» (Tortoise et Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

Inféodée aux milieux aquatiques (étangs, roselières, marais d'eau douce, tourbières, mares permanentes, roubines...), la Cistude, seule représentante du genre *Emys*, apprécie les fonds vaseux et une forte végétalisation lors de la quête de nourriture est cependant capable de déplacements terrestres lors de la recherche de sites de ponte ensoleillés (Jablonski et Jablonska, 1999), lors de la dispersion des mâles (Olivier, 2002) ou de l'assèchement de son milieu de vie (Naulleau, 1991). Ectotherme, cette tortue d'eau douce, passe plusieurs heures par jour en bain de soleil (basking) sur des solariums (souches, troncs d'arbres, roseaux couchés...) pour accumuler de la chaleur et avoir l'énergie nécessaire à une activité normale (température corporelle entre 20 et 25°C). Ces caractéristiques font de la tortue Cistude, une espèce qualifiée de « multi-habitat », car elle utilise divers éléments du paysage pour accomplir l'ensemble de son cycle de vie. Tous ces éléments forment des unités fonctionnelles dont l'arrangement spatial détermine les conditions de survie des populations

(Burel et Baudry, 1999). Sa conservation passe donc par la protection des différents milieux fréquentés par l'espèce.

L'écologie des populations d'*E. Orbicularis* a été étudiée par de nombreux auteurs au cours des deux dernières décennies (Fritz, 2003). De nombreuses études ont été menées afin de comprendre le fonctionnement du cycle de vie de la cistude et la détermination des principaux facteurs spatiale et temporelle de son activité (Sauret ,2002). L'étude de ces facteurs a été menée dans la majorité des pays où l'espèce est encore présente : en Allemagne (Hanka et Joyer, 1998 ; Schneeweiss, 2001), en Espagne (Bertolero, 2000 ; Fritz et Andreas, 2000 ; Lacomba et Sancho, 2000 ; Mascort, 1998), en Autriche (Rössler, 2000), en Italie (Chelazzi *et al.* 2000) et en France (Quesada, 2000 ; Devaux & Beley, 1998 ; Devaux, 1996 ; Servan, 1990). De nombreuses études se sont penchées sur la phylogéographie de cette espèce (Fritz *et al.*, 2007 ; Lenk *et al.*, 1999; Pedall *et al.*, 2011 ; Sommer *et al.*, 2009 ), offrant aujourd'hui une connaissance accrue de la répartition de l'espèce et de sa dynamique temporelle sur toute son aire de répartition en Europe mais aussi au Moyen-Orient. Grâce à ces études nous avons appris beaucoup sur cette tortue. Cependant, très peu d'informations sont disponibles sur les populations maghrébines (Fahd *et al.*, 2009, Donaire *et al.*, 2011).

En Algérie, la situation de l'espèce n'est pas du tout connue. Dans le Parc National d'El Kala (PNEK) cette espèce avec sa congénère *Mauremys leprosa* occupe une grande partie des zones humides, mais on ne connaît ni son statut, ni son mode d'occupation de l'espace, ni sa reproduction, ni son mode d'alimentation et les actions entreprises pour connaître et ainsi protéger ces populations ne sont pas encore développées. Des études phylogénétiques ont suggéré que les tortues de l'extrême Est de l'Algérie et de la Tunisie représentent une sous-espèce distincte non décrite (Fritz et Havaš, 2007, Stuckas *et al.*, 2014).

Le Lac Tonga, situé au sein du Parc National d'El Kala, et malgré son statut de réserve de la biosphère n'est pas épargné par les multiples agressions et menaces. La fragmentation et la destruction des biotopes justifient amplement l'initiative de cette étude qui permettra sans doute de mieux connaître les exigences écologiques d'une des espèces les plus menacées des reptiles en Afrique du nord. Ce travail entre dans le cadre général des recherches entreprises sur l'écologie de la faune herpétologique du Parc national d'El Kala. L'une des priorités en matière de conservation est donc l'étude de la biodémographie et de l'écologie de cette

espèce, étape préalable et nécessaire à l'établissement d'outils de gestion et de conservation cohérents. Notre contribution à l'étude d'une population naturelle de tortues dulçaquacoles dans le lac Tonga s'insère dans le cadre de cette perspective. Dans un tel contexte, nous devons être en mesure de mieux comprendre l'écologie de cette espèce, d'autant plus que le statut de conservation des espèces est un facteur important pour évaluer l'importance des habitats dans lesquelles ils y vivent. Ce statut représente en outre un outil important lorsqu'il s'agit de fixer des priorités en matière de gestion. Malheureusement, les connaissances actuelles sur l'écologie et les variations démographiques à court et à long terme de ces espèces de reptiles sont très faibles, notamment pour les espèces dont l'aire de répartition couvre la partie Sud de la méditerranée.

L'objectif donc de ce travail est d'étudier la biologie et l'écologie de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis occidentalis*) au Lac Tonga. Le choix de cette espèce ainsi que de son milieu n'est pas fortuit. En effet, Lac Tonga est l'une des zones humides les plus riches et les plus diversifié. Il offre une multitude d'habitats pour toute la faune qu'il héberge ce qui lui valut sa classification dans la liste Ramsar des zones humides d'importance internationales. Pour les reptiles ce type de milieu est un terrain idéal car il offre des espaces riches en végétation nécessaires pour se protéger des prédateurs ou bien pour se reproduire. Ce milieu aussi est un réservoir qui offre une grande variété de ressources trophiques pour cette espèce. Le nombre de contacts avec cette espèce est également élevé par rapport aux autres zones humides à travers le Parc National d'El Kala ce qui facilitera sans doute le déroulement des opérations de suivi et de capture des tortues.

Tous ces éléments justifient amplement l'intérêt accordé à l'étude des habitudes alimentaires de cette espèce ainsi qu'à sa démographie. En effet, dans ce travail, nous essayons de fournir les premières données quantitatives et qualitatives sur l'écologie alimentaire de la Cistude en Algérie. On ignore donc à peu près tout de sa biologie. Sur le plan de la connaissance scientifique, il serait donc très enrichissant de pouvoir disposer d'une étude portant sur le "fonctionnement" d'une population. Les points forts de cette étude pourraient porter sur la cinétique démographique, l'âge à la maturité et les processus de croissance, la fécondité et l'espérance de vie et l'écologie alimentaire. Une telle étude pourra permettre, en retour, de mieux comprendre la dynamique des populations et d'enrichir le débat sur les causes de régression qui touchent bon nombre de populations en Europe. L'importance de ce travail

réside aussi dans le fait que c'est une première en matière de recherches sur la Cistude d'Europe en Afrique du nord.

L'étude qui s'est déroulée sur 03 années (2013 à 2015) avait pour principaux objectifs de fournir les premières données sur :

- L'écologie de l'espèce permettant d'envisager des comparaisons ultérieures avec d'autres populations ;
- Le fonctionnement démographique de la population ;
- L'importance de la population et sa distribution spatiale ;
- Les habitudes alimentaires.

## MATERIELS ET METHODES

### 1. LE MODELE BIOLOGIQUE

Notre travail s'est porté sur une espèce de tortue dulçiquicole la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*). C'est une espèce de plaine où l'évolution des écosystèmes depuis un siècle a été très importante. Dans ces plaines, elles sont liées aux biotopes humides, les plus vulnérables de tous car ils sont situés dans les grandes vallées sensibles aux influences humaines.

#### 1.1. Position systématique

Règne : Animalia

Embranchement : Vertébrata

Sous-embranchement : Gnathostomata

Classe : Reptiles

Sous-classes : Anapsida (pas de fosse temporale)

Ordre : Chelonia

Sous-ordre : Cryptodira

Superfamille : Testudinoidea

Famille : Emydidae

Sous-famille : Emydinae

Genre & espèce : *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758)

Sous espèces : *Emys orbicularis occidentalis* (Fritz, 1993)



**Figure 01** . Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*)

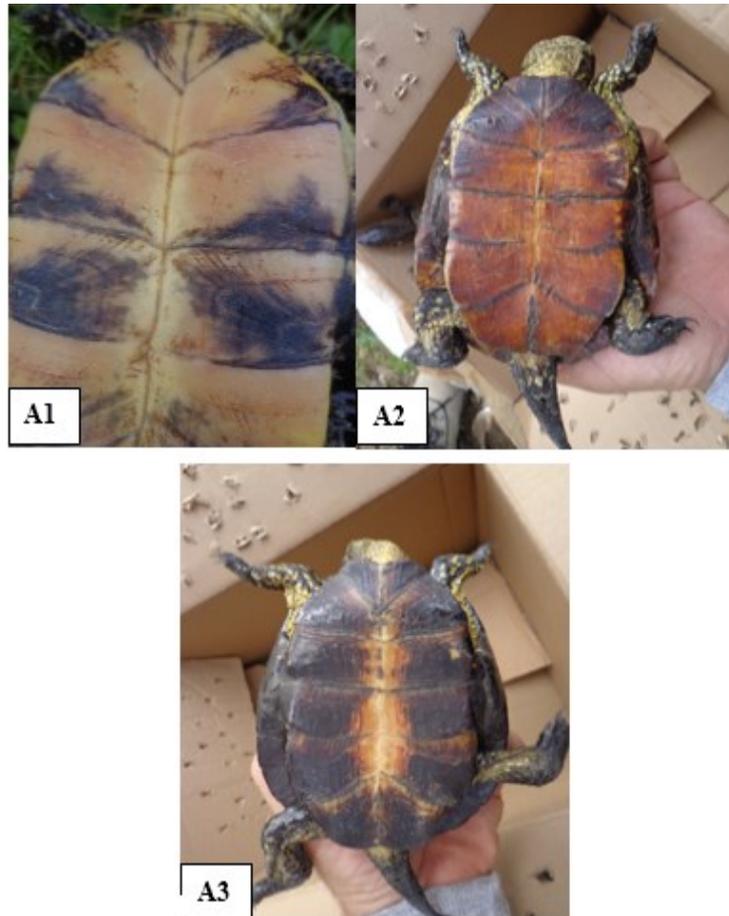
(© Fediras, 2013)

**Nom en français** : Cistude d'Europe, tortue boueuse, tortue bourbeuse.

**Nom en anglais** : European pond turtle.



La coloration du plastron varie d'un individu à l'autre, allant du jaune au noir en passant par la couleur orange (**Photo 01**). Ses pattes palmées, lui permettant une nage rapide et efficace, sont pourvues de puissantes griffes.



**Photo 01.** Différentes colorations du plastron chez des cistudes d'Europe. **A1-** Jaune, **A2-** orange, **A3-**Noir (© Fediras, 2013).

### 1.3. Distribution géographique

La cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) est la seule espèce de la famille des Emydidae à avoir une distribution paléarctique avec l'exception de quelques formes du genre *Trachemys* (Ernest, Barrou ; 1989 in Fritz, Britta ; 1999). Sa distribution est l'une des plus larges, comparée aux autres tortues non marines (Fritz et Andreas, 2000).

En effet, A l'échelle mondiale, son aire de répartition qui s'étendait quasiment à l'ensemble du continent européen avant la dernière période glaciaire (Fritz, 1996). Aujourd'hui, la

Cistude occupe une vaste aire de répartition allant de l'Afrique du Nord occidentale majeure partie du sud, centrale, orientale et l'Europe à l'Asie Mineure et de la mer Caspienne et de la mer d'Aral à l'est. Plus précisément elle est répartie en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie) où elle occupe une aire restreinte située dans les étages bioclimatiques humide et sub-humide (Stuckas, 2014). Dans la plus grande partie de l'Europe; ceci inclue la Corse, la Sardaigne, la Sicile et les Baléares. Dans les Balkans et en Asie Mineure. En Russie, à peu près au niveau de Moscou. Au Kazakhstan, au niveau de la mer d'Aral (Fritz 2003, Fritz et al., 2005).



**Figure 03.** Aire de répartition mondiale d'*Emys Orbicularis* (Servan ,1989)

## **1.4. Ecologie de l'espèce**

### **1.4.1. Habitat**

Cette espèce a besoin d'une mosaïque d'habitats afin d'effectuer les différentes étapes de son cycle biologique (Manon, 2014). Elle passe la majeure partie de l'année inféodée aux milieux aquatiques (Cadi *et al.*, 2004), on la retrouve donc principalement au sein de milieux humides et aquatiques de plaine, permanents ou temporaires : étangs, rivières, mares, canaux (Zuffi, 2000 ; Cadi, 2003 ; Kotenko, 2010 ; Thienpont, 2011), bords de fleuves, gravières

abandonnées, canaux, fossés non curés avec au moins 20 cm d'eau libre et une végétation riveraine (Servan, 1998), marais (Fretey, 1985 ; Jaontho, 1992). Elle peut aussi se rencontrer dans les cours d'eau plus importants ou encore dans des eaux saumâtres (Devaux & Beley, 1998). D'une façon générale, elle apprécie la présence de supports émergés bien ensoleillés (afin d'augmenter sa température interne), de fonds vaseux et d'une végétation aquatique abondante assurant abri et nourriture en quantité (Lyet & Cheylan, 2002 ; Cadi, 2003).

#### **1.4.2. Cycle de vie**

Comme tous les reptiles, la Cistude d'Europe est une espèce ectotherme, son comportement et son activité se trouvent donc affectés par la température, ce qui explique non seulement son cycle saisonnier mais également son cycle journalier (Laencina ,2009). C'est pour cette raison que son cycle annuel est relativement complexe, on distingue une phase d'activité (Mars à Octobre) et une phase d'inactivité (Octobre à Mars) (Thienpont, 2005). Pendant les six mois d'hivernage (phase d'inactivité), les mouvements de la tortue sont de faibles amplitudes, les individus remontant seulement à la surface pour respirer (Thienpont, 2002). Avec l'arrivée du printemps et le réchauffement de l'eau, elles sortent d'hivernation, se dispersent et colonisent progressivement l'ensemble des milieux aquatiques disponibles. Le réveil des mâles semble précéder celui des femelles (Thienpont, 2002).

En période active ,elle est une espèce particulièrement inféodée au milieu aquatique mais capable de déplacements terrestres lors de la recherche de sites de ponte (Schneeweiss et al., 1999 ; Jablonski et Jablonska, 1999 ;Schneeweiss et Steinhauer, 1999 ; Kotenko, 2000), de la dispersion des mâles (Olivier, 2002 ; Priol, 2002 ; Cadi, 2003), l'assèchement de son milieu de vie (Naulleau, 1991 ; Rovero et Chelazzi, 1996 ; Olivier, 2002), recherche de nourriture , la thermorégulation. (Laencina ,2009).

#### **1.4.3. Régime alimentaire**

Le régime alimentaire de la cistude d'Europe est varié. C'est une espèce opportuniste principalement carnivore se nourrissant notamment d'invertébrés aquatiques : coléoptères aquatiques, odonates (libellules et demoiselles), gastéropodes et hétéropodes. Elle consomme entre autres des gammares (Lindeman, 1996). Outre les insectes aquatiques, la cistude se nourrit aussi d'insectes terrestres tombés dans l'eau et de petits poissons généralement morts

ou blessés notamment des brochets immatures (Lebboroni et Chelazzi, 1991). Elle chasse à l'affût, le plus souvent dans l'eau mais parfois aussi sur la terre ferme (Çiçek et Ayaz, 2011) dans des zones de végétation dense, car y vivent d'insectes aquatiques et larves (Servan, 1990).



**Figure 04** .Cycle biologique de la Cistude d'Europe.  
(Cadi & Faverot, 2004)

#### 1.4.4. Reproduction

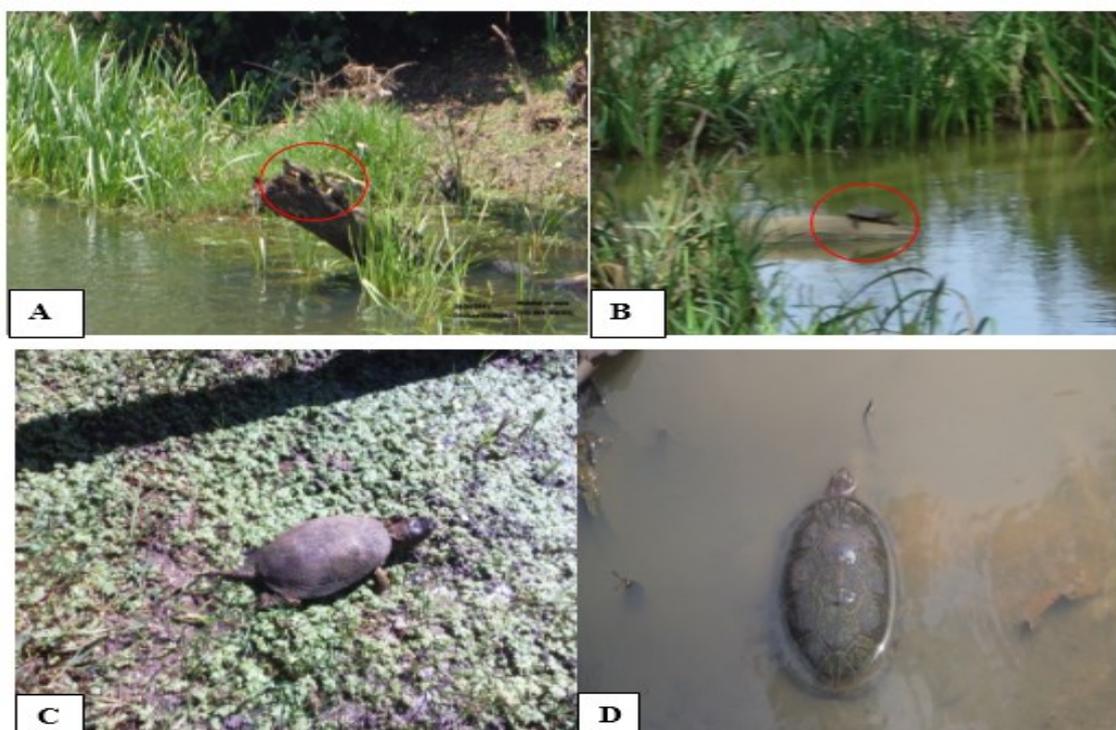
La stratégie de reproduction de cette espèce est de type K, c'est-à-dire une reproduction faible (peu d'œufs par ponte) et une longévité élevée (Servan et Pieau, 1984). De plus, la maturité sexuelle est acquise tardivement : 6-8 ans pour les mâles et 15-20 ans pour les femelles selon Fretey (1985) mais pour Girondot et Pieau (1993), les mâles sont mûres sexuellement plus tardivement à 12 ans. La saison d'accouplement correspond à peu près à la période d'activité des individus avec un pic d'activité sexuelle en avril-mai (Duguy et Baron, 1998). La ponte a lieu au bout de six semaines au minimum après l'accouplement (Fretey, 1985). La durée d'incubation est de cinquante jours environ mais cette durée peut varier car elle est dépendante

des conditions météorologiques : les températures élevée entraînent un développement embryonnaire plus rapide (Pieau, 1998).

#### 1.4.5. Comportement d'insolation

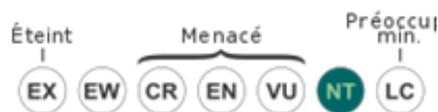
Animaux poïkilothermes, les tortues passent plusieurs heures par jour exposées au soleil afin de réguler leur température interne. Cette activité est appelée « insolation » ou « basking » (Biot ,2017). L'insolation a lieu généralement pendant la période d'activité (en fin de matinée et en début de soirée), quand la température extérieure est optimale. En effet, une exposition aux heures les plus chaudes de la journée engendrerait une montée de la température interne au-dessus de 35°C, température maximale critique selon Duguy et Baron en 1998.

Deux types de Basking ont pu être observés : ceux au-dessus de l'eau (basking hors de l'eau) et ceux dans l'eau (basking « aquatiques ») (**Photo 02**). Les deux comportements sont observés mais à différents moments de la saison : le second est observé quand les températures sont très chaudes au cœur de l'été, en Lituanie (Meeske, 2000) et en Italie (Lebboroni & Chelazzi, 1991).



**Photo 02.** Exemple du phénomène de basking. **A, B** - basking hors de l'eau ;  
**C, D** - basking «aquatiques» (© Fediras, 2012).

#### 1.4.6. Statut de conservation



La Cistude d'Europe figure aujourd'hui dans de nombreuses listes d'espèces menacées. En effet, classée parmi les espèces quasi-menacées à l'échelle mondiale (IUCN), elle bénéficie d'une protection européenne à travers l'Annexe II de la Convention de Berne (1979) et les Annexes II et IV de la Directive « Habitats Faune et Flore » de 1992.

## 2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

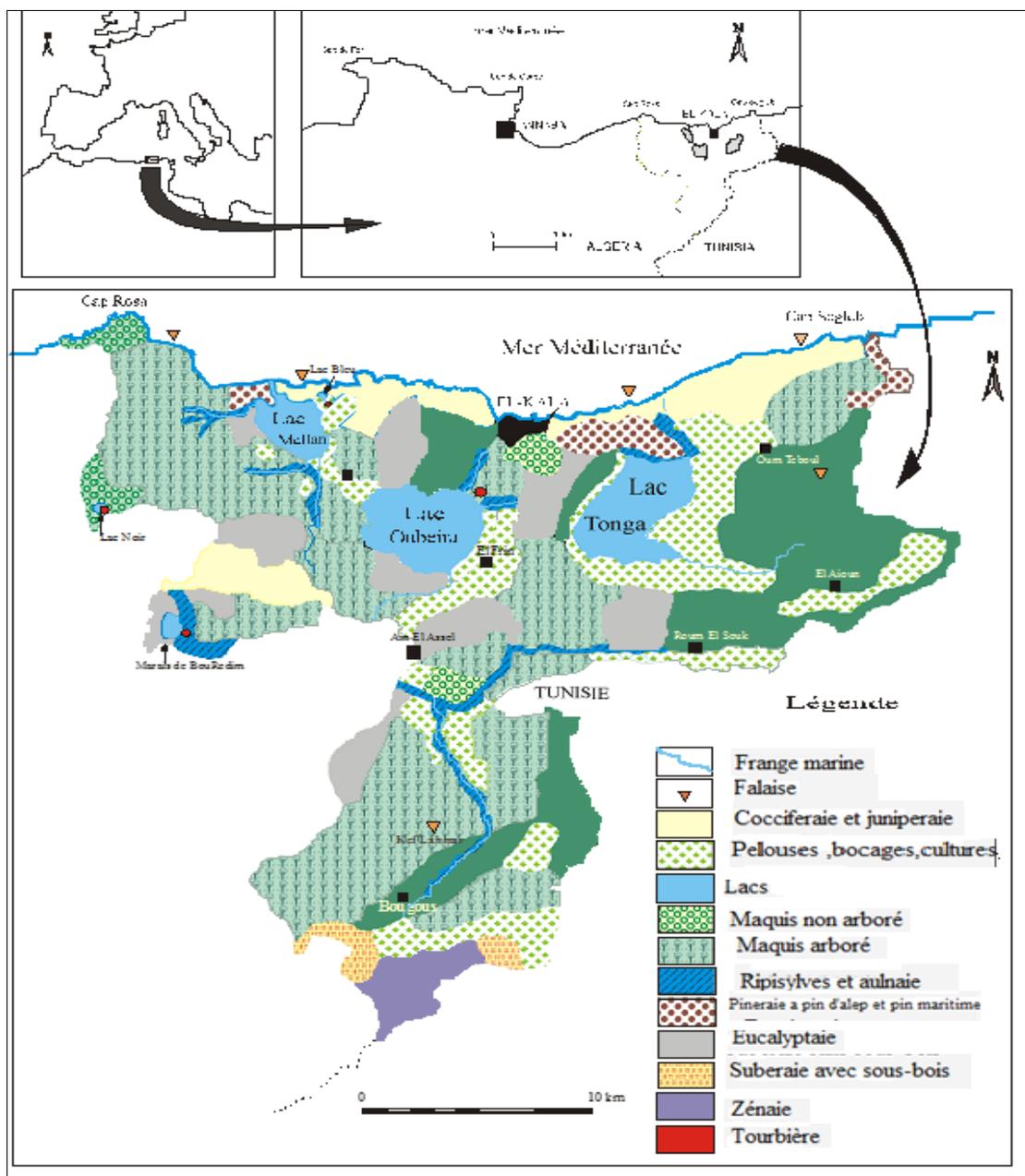
### 2.1. Présentation de la région d'étude

L'étude a été réalisée dans le Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) contenu entièrement dans la wilaya d'El-Tarf et localisé à l'extrême nord-est algérien. Erigé en juillet 1983, le PNEK couvre une superficie d'environ 80.000 hectares constitués d'une mosaïque d'écosystèmes aussi riche que diversifiés et a été également classé en 1990 comme «Réserve de la biosphère » par l'UNESCO. Situé à 36°52 latitude nord et 8°27 longitude est, il est limité à l'est par la frontière algéro-tunisienne, au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba et enfin au sud par les contreforts des monts de la Medjerda.

#### 2.1.1. Caractères géomorphologiques

La stratigraphie de la région se caractérise par des séries datées du tertiaire et du quaternaire (Marre, 1987). Les terrains tertiaires sont constitués d'argiles de Numidie datées de l'Eocène moyen et qui forment une épaisseur de 300 m environ, des bancs de grès de Numidie qui se distinguent dans le Relief des collines datées de l'Eocène supérieur et des sables et des argiles rouges ou grises, localisés dans la région sud-est et qui datent du Miocène. Les formations quaternaires sont caractérisées par les dépôts fluviatiles composés de limons, sables et galets et qui s'observent dans les talwegs des oueds. Les dépôts marins, résultent de l'activité des courants marins et des vents, ce sont les amas dunaires qu'on observe dans le nord du lac El-Mellah, du lac Oubeira et également à l'est de la ville d'El-Kala. Enfin, les dépôts actuels,

sont vaseux et disposés autour du lac Tonga, ainsi que les alluvions formants le fond des Oueds.



**Figure 05.** Localisation et limites du Parc National d'El Kala (Benyacoub et *al.*, 1998).

Le relief a pour origine les grands mouvements du tertiaire (phase alpine) auxquels sont rattachés les mouvements majeurs responsables des alignements NE et les mouvements transverses au quaternaire qui ont mis en place selon des directions variables, une série de dômes et de cuvettes (lacs Mellah, Oubeira, Tonga et les marais de la Mekkada). En allant du littoral jusqu'à l'extrémité sud du Parc, on observe une succession de collines gréseuses

d'altitude croissante qui entourent les dépressions lacustres. Ces monts qui sont El-Koursi, Brabtia et Kef Dzair constituent les collines basses (Figure 05). Les collines hautes, dont les plus importantes sont Djebel El-Ghorra et Kef Reboua, sont situées à l'Est et au Sud du Parc (Benyacoub et *al.*, 1998). Les ressources hydriques sont importantes et le réseau hydrographique est complexe. Il est décomposé en plusieurs unités. L'Oued El-kebir constitue le cours d'eau le plus important avec ses affluents (Guergour, Boulatane, Bourdim et El-Bhaim). A ces cours d'eau s'ajoutent les ouvrages de mobilisation (barrages, retenues et lacs). De plus le cordon dunaire situé au nord, joue le rôle d'aquifère pour la région en alimentant sources et châabats.

### 2.1.2. Caractères climatiques

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche. La température de la région est influencée par la proximité de la mer et par les formations marécageuses et lacustres qui s'y trouvent. Ainsi la température moyenne annuelle est de 18,88°C (station météorologique d'El-Kala). Les températures les plus basses sont naturellement enregistrées en altitude durant l'hiver au Djebel Ghorra, avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures descendent très rarement à 0°C. Les mois les plus froids sont janvier et février alors que juillet et août sont les plus chauds.

**Tableau 01 :** Températures moyennes mensuelles (C°), enregistrées à El-Kala de 2001 à 2013 (Station météorologique d'El-Kala)

<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jui.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Aou.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>
13.03	12.47	14.52	15.87	19.47	23.08	25.67	27.02	24.57	20.98	16.68	13.2

Les précipitations annuelles de la région d'El Kala sont de 758,2 mm/an, le mois le moins arrosé est juillet avec 4.9 mm/an, le mois le plus pluvieux est novembre avec 134,4 mm/an. (**Tableau 2**).

**Tableau 02 :** Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées à El-Kala de 2001 à 2013 (Station météorologique d'El-Kala).

<i>Jan.</i>	<i>Fév.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Avr.</i>	<i>Mai.</i>	<i>Jui.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Aou.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Déc.</i>	<i>Total</i>
110,2	91,5	77,1	65,8	37,3	7,9	4,9	16,3	44,8	66,1	118,3	134,3	758,2

L'humidité de l'air joue un rôle important dans le conditionnement de l'évaporation, elle atténue la sécheresse et par conséquent elle influence les conditions de développement de la végétation. L'humidité de la région varie de 72 % à 78.9 %, l'humidité maximale est observée au mois de novembre avec 82,7% (station météorologique d'El-Kala).

Les vents de la région sont de régime ouest et nord-ouest durant la saison hivernale, ils sont annonceurs de pluie. En été, il y a disparition du régime des vents d'ouest et l'apparition des vents variables tels que les brises de terre et les brises de mer. On observe également de nombreuses dépressions qui se creusent en Méditerranée et qui peuvent atteindre le désert en provoquant un brassage de l'air chaud du Sahara pour le remonter vers le nord. Il en résulte un vent chaud et sec soufflant du sud ou du sud-est (Benyacoub *et al.*, 1998)..

Pendant la saison d'hiver, les vents de direction N-0 prédominent. Pendant la saison estivale, la vitesse des vents s'affaiblit. Elle atteint 9 m/s au mois d'août, le vent souffle alors du NE en donnant une brise de mer importante.

Ce sont les vents du NW, souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé face aux basses pressions venues de l'Atlantique.

Pendant la saison estivale intervient également le sirocco : vent d'origine saharienne qui s'accompagne d'une élévation de la température qui assèche l'air et favorise les incendies de forêts.

### **2.1.3. Caractères bioclimatiques**

D'après le Climagramme d'Emberger, la région d'étude est située dans l'étage humide. La région se révèle être une véritable mosaïque d'étages bioclimatiques et de végétation. Ainsi, du littoral au massif forestier de la Medjerda, on distingue trois étages bioclimatiques (Toubal, 1986) :

- Etage subhumide à hiver chaud : Il se caractérise par l'aire de l'Oléo Lentisque à Caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléo lentisque à Myrte à un niveau altitudinal supérieur.

- Etage humide à hiver chaud à Tempéré : Il se caractérise par l'aire du Chêne liège (*Quercus suber*).
- Etage humide à hiver Tempéré : Il se manifeste au-delà de 800 à 900 m d'Altitude et se caractérise par l'aire du Chêne zeen (*Quercus faginea*) qui se développe lorsque la pluviométrie est supérieure ou égale à 900 mm/an.

#### **2.1.4. Richesses biologiques**

La particularité de la région réside aussi dans sa biodiversité. Le Parc National d'El-Kala abrite une richesse faunistique remarquable, déjà Joleaud (1936), rapportait que les Lions s'y sont maintenus jusqu'en 1891 et les Panthères jusqu'en 1930. Aujourd'hui non moins riche, la faune compte environ 37 espèces de mammifères, 190 espèces d'oiseaux dont 55 hivernantes et 135 nicheuses, 42 espèces d'Odonates, 76 espèces de Syrphidés, 60 espèces de Carabidés, 45 espèces de Lépidoptères (Benyacoub et *al.*, 1989) et 24 espèces de reptiles et 6 amphibiens (Rouag et Benyacoub, 2006).

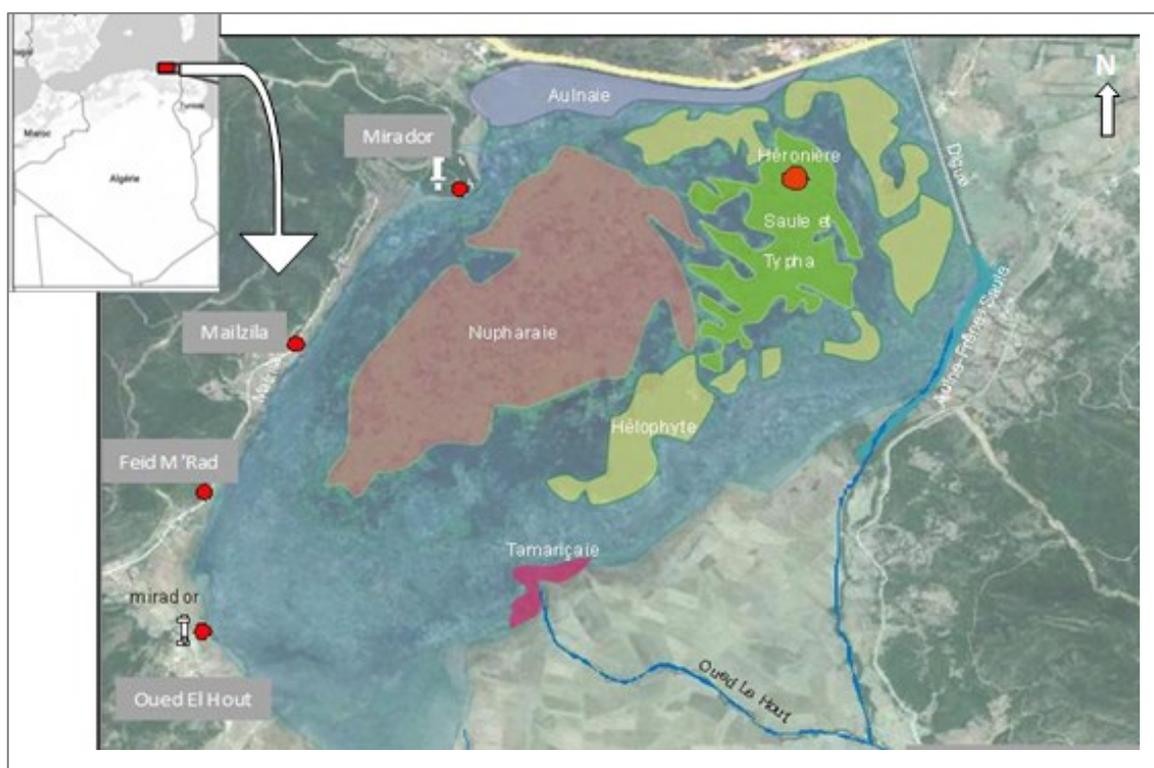
Avec environ 850 espèces, le PNEK abrite près du tiers de la flore algérienne. Le patrimoine floristique est constitué de 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes (De Belair, 1990). Parmi ces derniers nous avons, 30 fougères, 110 champignons, 40 mousses, 70 algues et 50 lichens. Des 135 familles recensées dans la flore de Quezel et Santa (1962), plus de 100 familles sont représentées dans la région. La flore du PNEK, constitue un véritable mélange d'espèces d'origines biogéographiques diverses, avec d'une part l'élément méditerranéen dominant (50%) et d'autre part, des espèces à affinité européenne (20%), cosmopolite (20%) et tropicale (10%) (Benyacoub et *al.*, 1998).

#### **2.2. Description de la zone d'étude - Lac Tonga –**

La zone d'étude se situe au Lac Tonga, c'est une zone d'importance internationale unique dans la région méditerranéenne, inscrit depuis 1982, sur la liste Ramsar, il est également partie intégrante de la Réserve de la Biosphère. Situé à (36° 49 N – 08° 31 E), le Lac Tonga occupe une vaste dépression côtière d'une superficie de 2600 hectares, il s'étend sur 7,5 Km de long et 4 Km de large. Il est limité sur toute sa moitié Ouest, Sud et Est par les monts de la Kroumirie, au Nord-Ouest par les collines argilo-gréseuses qui le séparent du lac Oubeira et

au Nord par les dunes de Messida qui le séparent de la mer. Sa profondeur moyenne de 1 à 1,5 m, il communique avec la mer par le chenal de la Messida.

Le plan d'eau du lac est occupé par une végétation aquatique riche et diversifiée, et qui très variable selon les saisons et la situation géographique. Dans la plupart des cas, ces types de végétation ne se rencontrent pas isolés mais forment des associations singulières. Morgan (1982) a fourni une liste globale des espèces dominantes, Kadid (1989) a restreint son travail à la zone du Mirador et a pu décrire 10 associations et 04 groupements, Abbaci (1999) a réalisé une cartographie de la végétation du lac et a échantillonné 309 espèces réparties en 71 familles et 47 ordres.



**Figure 06.** Carte de situation du Lac Tonga avec les plus importantes formations végétales

Son bassin versant dit côtier s'étend sur plus de 155 Km<sup>2</sup>. En effet, ce bassin versant se distingue par deux sous bassins versants réunis qui alimentent le lac, celui d'Oued El-Hout au Sud et celui d'Oued El-Eurg au Nord-Est. Ces bassins drainent d'importantes lames d'eau en hiver acheminées vers la dépression du Tonga. Oued El-Hout, en raison du faible taux de couvert végétal, charrie des quantités de particules solides ce qui constitue une menace d'envasement pour le lac. Le résultat apparent est traduit par le développement d'une végétation considérable dans le lac.



**Photo 03.** Vue générale de la zone d'étude (© Bakaria, 2013)

En tant qu'entité écologique, le Lac Tonga se caractérise par une grande hétérogénéité de groupements végétaux qui s'y développent. Par leur disposition changeante, ces formations confèrent à la zone humide une physionomie paysagère typique grâce à laquelle elle a pu acquérir une notoriété internationale. Il peut être divisé en plusieurs habitats en rapport avec la faune qu'il abrite et spécialement l'avifaune aquatique qui exploite toute les formations végétale, ainsi on peut distinguer l'Aulnaie au Nord-Est du lac, la Saulaie au Nord du plan d'eau et la Tamaricaie sur la rive Est, la Nupharaie quant à elle occupe la partie centrale du lac et la Typhaie, Phragmitaie et Jonçaie autour du Lac :

- **L'aulnaie :** Cette formation est située à la bordure nord du lac. Elle est contiguë à Arboretum de Tonga, plantation de Cyprès chauve, quelques Peupliers et Frênes. Cette partie assure un rôle fonctionnel important pour l'avifaune, bien que le côté ouest reste relativement anthropisé de par la présence d'habitations. De par sa position d'interface entre le milieu terrestre et aquatique, l'arboretum sert de refuge à de nombreuses espèces animales : mammifères, amphibiens, reptiles et d'innombrables espèces d'oiseaux. Cette formation joue un rôle majeur en soustrayant la partie nord du lac au regard et au bruit du trafic routier de la RN 44. Cette fonction est écologiquement

indispensable pour assurer des conditions optimales de nidification dans la majeure partie nord du lac. Une étude en cours incluant l'inventaire faunistique et floristique de cette formation végétale, révèle le recensement de 44 espèces végétales réparties en 20 espèces arborescentes, 8 espèces arbustives et 16 espèces herbacées. Parmi les espèces inventoriées 03 sont protégées (*Populus nigra*, *Marsilia diffusa*, *Osmunda regalis*). L'inventaire de l'avifaune de l'arboretum a abouti au recensement de 27 espèces réparties en 13 familles dont 05 protégées (*Aythya nyroca*, *Hieraaetus pennatus*, *Milvus migrans*, *Serinus serinus*, *Aigretta garzetta*...).

- **La Saulaie :** formée par des îlots de Saule et Tamarix, cette formation constitue une des singularités du Tonga. Peu accessible, elle se caractérise par sa mobilité relative. La présence d'arbre sur un support flottant permet de créer des conditions de quiétude très favorable à la nidification de plusieurs espèces, dont l'Ibis falcinelle, *Plegadis falcinellus*. Les radeaux à saule et tamaris sont spécifiques du lac Tonga dans toute l'Afrique du Nord. Ils constituent un élément patrimonial incontestable sur le plan paysager. Réunis avec les Scirpes, Typhas et Phragmites, ces îlots peuvent également abriter des nids de Nyroca et d'Erismature. Des observations de colonies de Héron bihoreau *Nycticorax nycticorax*, Héron cendré *Ardea cinerea*, Héron pourpré *Ardea purpurea*, Héron garde-bœuf *Bubulcus ibis* et Héron crabier *Ardeola ralloides* sont également faites.
  
- **La Nupharaie :** Le nénuphar blanc, *Nymphaea alba*, est une espèce protégée importante des zones humides du nord-est Algérien. Elle est très sensible aux variations de profondeur. Dans le lac Tonga, cette espèce couvre environ une superficie de 350 ha. La nupharaie du Tonga, essentiellement centrale, constitue sans conteste un paysage emblématique de cette zone humide. De plus, son rôle fonctionnel est très important puisqu'elle permet la nidification de la seule colonie de Guifette moustac, *Chlidonias hybrida* d'Afrique.
  
- **La Tamariçaie :** La Tamariçaie est localisée au niveau de la rive Est du lac. Elle est relativement éloignée des voies carrossables. Elle constitue un paysage particulier. Inondée en permanence, cette formation a une physionomie singulière caractérisée par de nombreux arbres le tronc dans l'eau en permanence.



**Photos 04.** Nupharaie (*Nymphaea alba*)

(© Bakaria, 2013)



**Photos 05.** Saulaie – Héronnière

(© Bakaria, 2013)

Le Lac Tonga est un site d'hivernage pour le Canard Colvert, Canard Chipeau, Canard Souchet, Canard Siffleur, Canard Pilet, Sarcelles d'hiver, Fuligule Nyroca, Fuligule Milouin, Erismature à tête blanche, Echasse blanche, Héron cendré et Foulques macroules (Abbaci 1999). La qualité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier.

Il est également le site privilégié de nidification pour le Busard harpaye *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule *Nyroca Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991, 1992) (Boumezbeur, 1993).

### 2.2.1. Les oiseaux d'eau

Le Lac Tonga est un site d'hivernage pour le Canard Colvert, Canard Chipeau, Canard Souchet, Canard Siffleur, Canard Pilet, Sarcelles d'hiver, Fuligule Nyroca, Fuligule Milouin, Erismature à tête blanche, Echasse blanche, Héron cendré et Foulques macroules (Abbaci 1999). La qualité des habitats au sein du lac Tonga lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces. Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier.

Il est également le site privilégié de nidification pour le Busard harpaye *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

Le lac Tonga abrite habituellement plus de 20.000 oiseaux d'eau. Il abrite également 1% de la population mondiale pour plusieurs espèces comme l'Erismature à tête blanche *Oxuyura leucocephala* (64, 108, 64 individus en 1990, 1991, 1992) et le Fuligule *Nyroca Aythya nyroca* (724, 1424, 650 individus en 1990, 1991,1992) (Boumezbeur, 1993).

### 2.2.2. Les mammifères

La faune mammalienne est riche et diversifiée. Certaines de ces espèces sont rares et localisées. La loutre *Lutra lutra* espèce rare et menacée d'extinction, confinée au lac Tonga reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi, 1997). Le cerf de barbarie *Cervus elaphus barbarus*, seul grand mammifère du Maghreb est confiné au nord de la région frontalière Algéro-tunisienne et occupe donc toute la subéraie, la pineraie et la cocciferaie de bassin versant du Tonga et sa présence à l'intérieur des frontières algériennes est fortement liée à la présence d'eau dans le bassin versant, et le lac Tonga en périodes de sécheresse est

l'unique point d'eau des deux côtés de la frontière. La faune chiroptérologique est constituée des espèces les plus courantes observées dans ce type de milieu : Pipistrelle commune, Petit murin... Les chiroptères fréquentent volontiers les zones humides à cause de la diversité et de l'abondance des insectes qu'ils y capturent.

#### **2.2.4. Les Reptiles et les Amphibiens**

Plusieurs espèces de Reptiles et d'Amphibiens vivent dans le Tonga: L'Emyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la Grenouille verte *Rana saharica*, le Discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le Crapaud de Mauritanie *Bufo mauritanicus*, le Triton de poiret *Pleurodels poireti*, la couleuvre vipérine *Natrix maura*, etc. (Rouag, 1999).

#### **2.2.5. Les poissons**

Concernant la diversité halieutique trois espèces ont été recensées dans le lac Tonga : le Barbeau *Barbus callensis*, l'Anguille *Anguilla anguilla* et la Gambusie *Gambusia affinis*. Seule l'anguille est exploitée (MPRH/ONDPA, 2004).

#### **2.2.6. Les insectes**

Concernant les insectes, 22 espèces d'odonates sont inventoriées au niveau du lac Tonga. Elles appartiennent à quatre familles taxonomiques : Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae (Saouche, 1993 ; DGF, 2002). Une étude récente sur les Hydracariens (Bendali-Saoudi *et al.*, 2014) révèle l'identification des espèces suivantes : *Piona uncata* Cook 1960, *Forelia Onondaga* Habeeb 1966, *Unionicola crassips* Müller 1776, *Eylais hamata* Koenike 1897, *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940 et *Hydrachna cruenta* Müller 1776.

### **3. METHODOLOGIE GENERALE**

#### **3.1. Période d'étude**

Pour observer les Reptiles, la période la plus favorable correspond à celle où ces animaux poïkilothermes sortent de leur hibernation. L'étude s'est déroulée sur une période de 6 mois (mars à août) pendant trois années successives (2013, 2014, 2015) au niveau du canal Messida

### **3.2. Site d'étude**

Situé au nord du lac Tonga, le canal Messida est un Oued artificiel qui relie le lac à la mer. Il été creusé par les français pendant l'époque coloniale afin d'assécher le Lac Tonga. Cet écosystème lotique est limité par la mer méditerranéenne au nord, le lac Tonga au sud, les plaines de la commune de Souarekh à l'ouest et les pinèdes qui fixent la plus grande partie de la dune de la plage Messida à l'est. Il s'étend sur une distance de 3 Km, passant par la route d'Oum Teboul avec une largeur moyenne de 12 m. Ce chenal est envasé et ensablé. Une richesse faunistique et floristique est remarquée dans notre site d'étude, nous avons noté la présence du Nénuphar blanc, Iris des marias, *Juncus acutus*, Mille feuilles *Myriophyllum spicatum* et autre végétations aquatiques, pour la faune nous avons remarqué la présence de poule d'eau *Gallinula chloropus*, la poule sultane *Porphyrio porphyrio*, foulque *Fulca atra*, , et le Héron garde-boeuf *Bubulcus ibis* . Le site est soumis au pâturage et ouvert au public qui accède par la route nationale 44(RN44). La fréquentation humaine se compose surtout de pêcheurs essentiellement d'anguille, de promeneurs, de vacanciers.

### **3.3. Analyse du milieu et distribution des Cistudes**

L'objectif de cette analyse du milieu est la description des caractéristiques du canal notamment la profondeur de l'eau et le recouvrement des groupements végétaux afin de vérifier leurs effets sur la distribution des Cistudes et déterminer la préférence des habitats de cette espèce. Le milieu terrestre de part et d'autre du canal est aussi important mais son utilisation n'est limitée que pendant la période de ponte lorsque les tortues s'éloignent de l'eau pour chercher des endroits pour pondre. Bien que la qualité des sites de ponte constitue également un facteur clé de la survie de l'espèce (Lombardini et Cheylan, 2004), la totalité de nos captures ont été effectuée au milieu aquatique, c'est pour cela nous nous sommes concentré sur la description du milieu aquatique. La cistude occupe le milieu aquatique pour la quasi-totalité de ces activités tel que la nourriture, la reproduction et l'hibernation.



**Photo 06.** Vue sur le canal Messida (© Fediras, 2013)

Afin de réaliser une carte schématique des principales formations végétales du chenal nous avons réalisé trois séries de sorties d'une moyenne de 3 jours pour chaque mois au niveau du chenal Messida lors de journées ensoleillées :

- la première du 11 au 14 avril 2012
- la seconde du 15 au 19 mai 2012
- la troisième du 1 au 4 juin 2012

Le chenal a été divisé en mailles de 100 m x 100 m, tout en sachant qu'il s'étend sur 3 Km de distance totale, le site sera à son tour départagé en trois zones (amont, milieu, aval) et chaque tronçon été parcouru pendant une journée pour chaque série. La profondeur de l'eau et la structure de la végétation est décrite pour chaque mille prospectée.

La distribution des Cistudes sur le chenal a été réalisée suite à des observations faites à distance à l'aide de jumelles mais surtout durant les campagnes de Marquage-Capture-Recapture (CMR). Ces observations se font préférentiellement à partir de la rive ombragée, puisque les tortues se situent sur la berge ensoleillée. L'heure et les emplacements des individus sont notés à chaque observation. La profondeur de l'eau a été mesurée dans l'endroit où on a capturé les Cistudes et mesurée par un profondimètre artisanal (tige en bois sur laquelle nous collons un mètre ruban) (**Photo 07**).



**Photo 07.** Prospection statique du canal Messida (© Fediras, 2012).

Pour avoir une prospection pertinente, le déplacement à l'intérieur du milieu dont la profondeur dépasse souvent les 02 mètres s'est fait à l'aide d'une barque à fond plat de façon à rechercher des individus sur les postes d'insolation (branches ou arbres à demi immergés, bordures des plans d'eau, etc.) (Photo 08).



**Photo 08.** Prospection mobile du canal Messida (© Fediras, 2012)

### 3.4. Etude des paramètres démographiques de la population

#### 3.4.1. Méthode d'échantillonnage

En raison de non disponibilité de filet verveux idéal pour attraper les tortues, seule la capture à la main des animaux s'est effectuée en se basant sur le comportement d'insolation sur les berges, aux heures favorables voire optimales. Quand une tortue est observée dans la zone peu profonde. Une tâche de couleur sur l'écaille marquée permet d'éviter la reprise précoce des animaux marqués et facilite leur identification visuelle lors des séries de recapture. Après avoir noté son sexe et son âge, chaque tortue capturée est pesée, mesurée, puis relâchée à l'emplacement exact de sa capture.

**Tableau 03.** Calendrier des Captures Marquages Recaptures (CMR) de 2013 à 2015

Sessions	Session A		Session B	
	Capture	Recapture	Capture	Recapture
<b>2013</b>	28 Mars	12 Avril	20 Mai	26 juin
	31 Mars	15 Avril	22 Mai	06 juillet
<b>2014</b>	27 Mars	18 Avril	23 Mai	19 juin
	30 Mars	20 Avril	24 Mai	23 juin
<b>2015</b>	12 Mars	20 Avril	22 Mai	08 juillet
	14 Mars	23 Avril	24 Mai	11 juillet

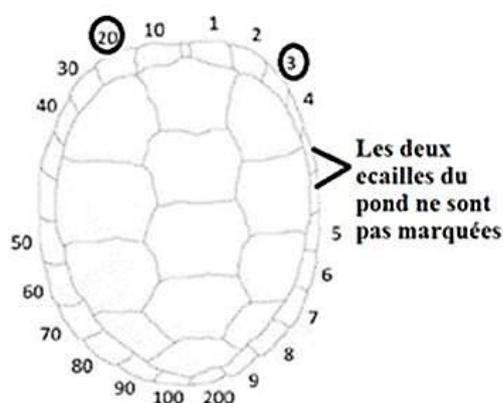
Les tortues ont été capturées dans sur une superficie de 5 ha de l'ensemble du canal. Quatre sessions de capture ont été réalisées. La session consiste en une prospection du canal de 10h00 à 16h00 h. 4 sessions en 2013 (du 28 Mars au 06 juillet), 4 sessions en en 2014 (du 27 Mars au 23 juin) et 4 sessions en 2015 (du 12 mars au 11 juillet). Un intervalle d'au moins deux semaines séparées les sessions pour faciliter la redistribution des individus (Gibbons, 1990). De 2013 à 2015, un effectif de 100 individus a été marqué.



**Photo 09.** Capture des cistudes dans les berges du canal Messida. A -à la main, B- au filet artisanal, C- au filet verveux (© Fediras, 2015).

### 3.4.2. Marquage

Il permet la reconnaissance individuelle des cistudes, le marquage est nécessaire pour le suivi de l'évolution de la structure de la population. Le marquage se fait par encoche sur les écailles marginales à l'aide d'une lime ronde (diamètre de 3 à 4 mm), selon un code préétabli par Servan et *al.* (1986) (Figure 07). Des mesures ont été prises lorsque les tortues sont marquées, en particulier la désinfection de la lime, ainsi que des écailles avant et après l'entaille. Des mesures ont été prises lorsque les tortues sont marquées, en particulier la désinfection de la lime, ainsi que des écailles avant et après l'entaille.

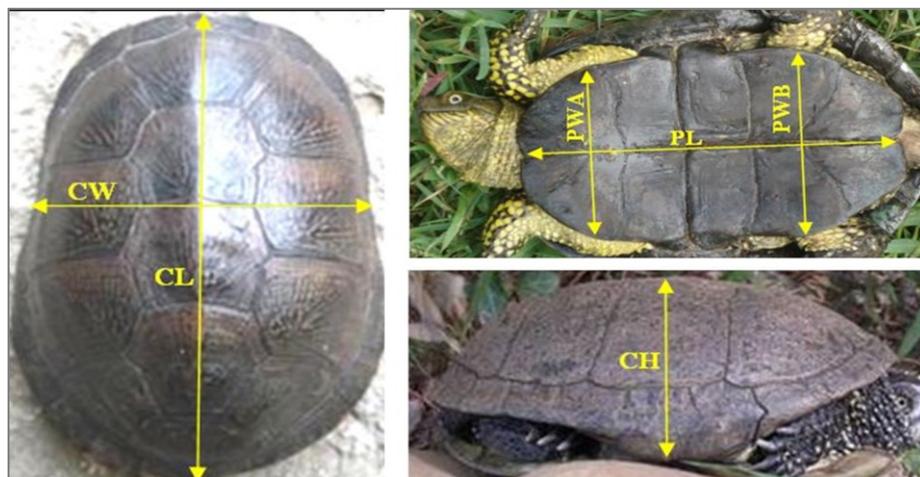


**Figure 07.** Code utilisé pour le marquage des tortues (exemple : n°23)

### 3.4.3. Morphométrie et dimorphisme

Dans l'ordre d'étudier le dimorphisme sexuel chez la population étudiée, sur chaque spécimen capturé sept variables morphométriques ont été mesurés avant la libération de l'individu dans l'endroit de capture (Photo 13). La longueur de la carapace a été mesurée par un pied à coulisse numérique (précision  $\pm 0,1$  mm). Le poids des tortues a été mesurée en utilisant un balance numérique (précision  $\pm 1$  g). Le sexe a été déterminé par caractères sexuels secondaires (par exemple, concavité longueur de la queue) (Servan et al., 1989). Les tortues

de moins de 12 cm étaient considérés comme trop petits pour être identifiée et ont été classés comme juvéniles.



**Figure 08.** Variables morphométriques d'*Emys orbicularis* (Photos : Fediras, 2012)  
Longueur de la carapace entre la nuchale et la supracudale (CL) - Longueur du plastron (PL) -  
Largeur avant du plastron (PWA) - Largeur arrière du plastron (PWB) - Hauteur de la  
carapace(CH) - Largeur de la carapace(CW).

#### 3.4.4. Estimation de la densité

La densité de la population a été estimée par la méthode de capture-marquage-recapture (Southwood, 1966). La méthode consiste à capturer un certain nombre d'individus dans la population étudiée, les marqués puis les relâchés à leurs endroits de capture, ensuite effectuer une nouvelle campagne de recapture après la validation d'une certaine période. Dans le cas le plus simple d'une opération de marquage suivie d'une recapture, on utilise le plus souvent l'estimation de Lincoln-Petersen. Donc si N est l'effectif total de la population, un échantillon de M individus est capturé, mesuré et marqué. Après un temps donné, on capture un second échantillon de n individus parmi lesquels m individus sont marqués. Si on admet que les m marqués sont répartis au hasard dans la population d'origine, on a alors :

$$N = n * M / m$$

Lorsque m est inférieur à 20, Bailey (1951) a montré que N est mieux estimé par la formule :

$$N = M (n + 1) / (m + 1)$$

Les conditions de validité de cette méthode sont les suivantes :

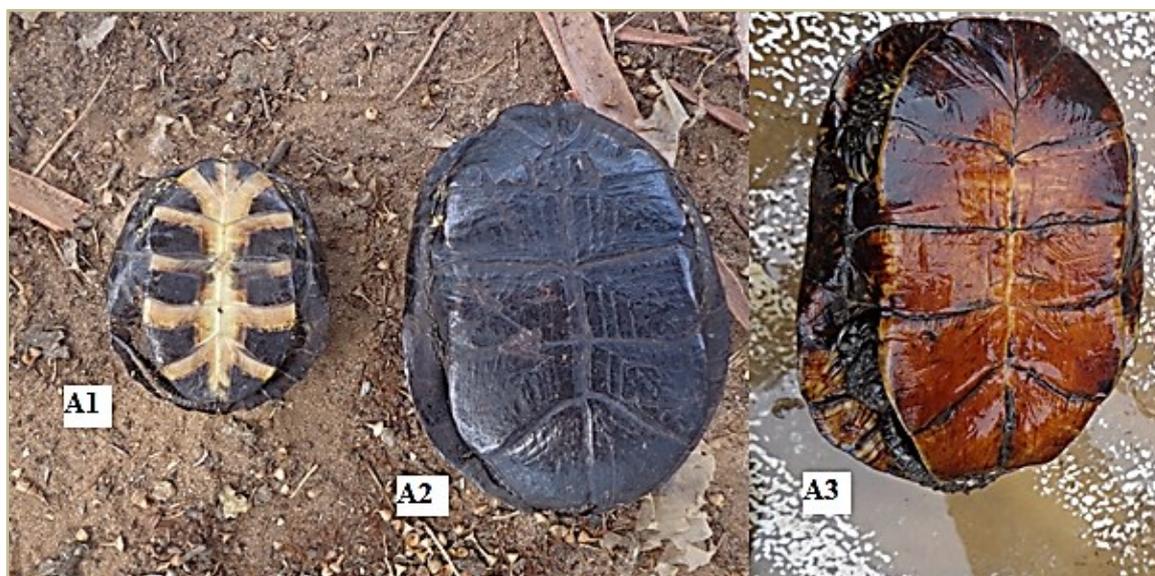
- La probabilité de capture doit être identique pour tous les individus de la population étudiée.
- Le recrutement (natalité + immigration) doit être nul.

- Les marques doivent se conserver pendant toute la durée de l'expérience.

La densité approximative de la population (d) a été calculée en appliquant la formule  $d = N/a$  dans laquelle la taille moyenne de la population (N) est divisée par la superficie de la zone d'étude (a).

### 3.4.5 Structure d'âge

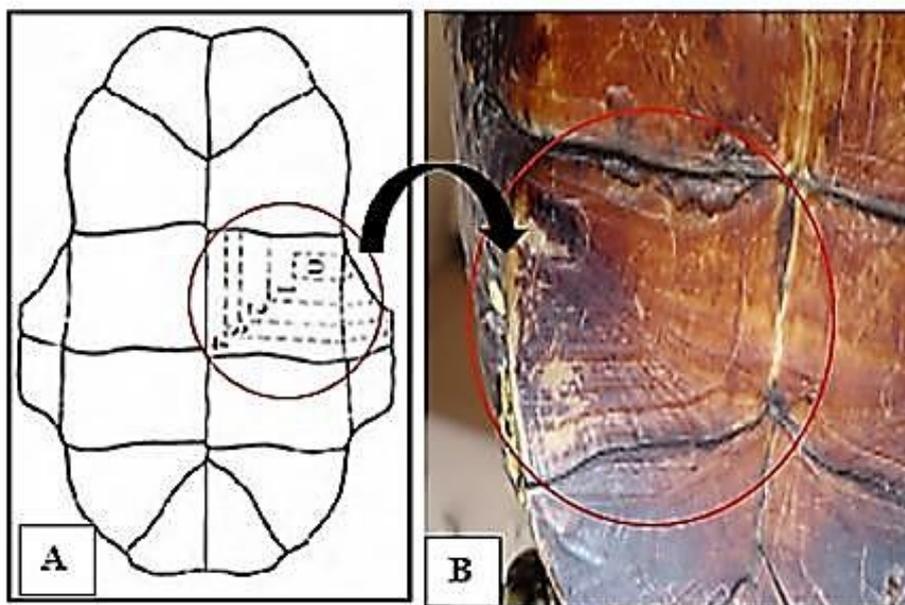
La méthode qui demeure largement utilisée pour l'estimation de l'âge, est le dénombrement des anneaux de croissances (AC) (ou, "annuli") formés par déposition d'une série de couches concentriques kératinisées qui se manifestent au niveau des écailles de la carapace (Castanet, 1988, Germano et Bury, 1998). L'âge exact était difficile à déterminer sur les vieilles tortues en comptant les anneaux annulaires; donc ces tortues ont été classées comme des adultes pour les classes d'âges supérieurs à 10 années. L'estimation de l'âge chez la cistude d'Europe est assez aisée en début de vie. On distingue les individus juvéniles qui n'ont pas fini leur croissance, des adultes grâce à la ligne médiane du plastron. Cette ligne est claire, épaisse et légèrement renflée chez les juvéniles, alors qu'elle est fine et sombre chez les adultes (Biot, 2017).



**Photo 10.** Patterns de coloration du plastron : A1 Juvénile - A2, A3 Adulte

(© Fediras, 2012)

Cependant, chez de nombreuses tortues, on observe une usure des anneaux de la carapace et pour voir une estimation plus ou moins exacte de l'âge, on compare aussi avec les lignes d'arrêt de croissance visibles sur l'écaille pectorale du plastron.



**Figure 09.** Plastron avec les lignes d'arrêt de croissance sur l'écaille Pectorale (Sexton, 1959)

### 3.4.6. Croissance

La courbe de croissance de la longueur de la carapace en fonction de l'âge a été établie afin de mettre en évidence la tendance de cette croissance chez la population étudiée. La croissance est typiquement mesurée comme un changement dans quelques dimensions linéaires, exprimé par unité de temps. La longueur droite de la carapace (LC) est utilisée comme critère d'évaluation du taux de croissance. Comme ce taux, dans une période donnée, est une mesure absolue qui est fonction de la taille de l'individu à cette période, on a recours (Barbault, 1973) à la vitesse instantanée de croissance staturale (V.I.C.S.) exprimée en mm par unité de temps (j) selon la formule suivante :

$$\text{V.I.C.S.} = \text{LC}_2 - \text{LC}_1 / t_2 - t_1$$

Où  $\text{LC}_1$  et  $\text{LC}_2$  sont respectivement les tailles de l'animal correspondant aux temps  $t_1$  et  $t_2$ .

Les estimations du taux de croissance proviennent des individus capturés en 2013 puis recapturés en 2014 et 2015. Nous avons également omis les tortues pour lesquelles le délai entre la capture et la recapture était inférieur à 1 an, afin de garantir que les intervalles de croissance couvrent au moins toute une saison.

### **3.5. Analyse du régime alimentaire de la population de la Cistude d'Europe**

#### **3.5.1. Méthodes d'étude**

Il existe plusieurs méthodes d'étude du régime alimentaire et qui sont regroupées dans des méthodes directes et des méthodes indirectes (Butet, 1987). Les méthodes directes se basent sur l'observation directe de l'herbivore en utilisant généralement une paire de jumelles, tout en étant à une bonne distance pour ne pas affecter le comportement alimentaire de la tortue. L'identification et la quantification à distance des espèces végétales n'est pas toujours aussi aisée. Les méthodes indirectes comprennent :

- **L'étude du contenu stomacal** : c'est la méthode la plus fiable, mais cette dernière nécessite le sacrifice de l'animal.
- **Le rinçage de l'estomac (*flushing*)** : L'estomac des tortues sauvages capturées est rincé en utilisant la méthode développée par Legler (1977). C'est une méthode traumatisante qui nécessite l'utilisation d'un anesthésique pour minimiser le stress et prévenir les dommages à la bouche et à l'œsophage.
- **L'analyse des fèces** : C'est une méthode qui n'entraîne pas des perturbations sur les populations étudiés, c'est la méthode la plus appropriée pour analyser les variations spatio-temporelles des préférences alimentaires de l'animal étudié, elle fournit des renseignements qualitatifs et une approche quantitative du régime.

En raison de ces diverses constatations, les méthodes coprologiques font actuellement l'objet d'un regain d'intérêt croissant, et remplacent souvent l'analyse des contenus stomacaux dans l'étude des régimes alimentaires des espèces sauvages. Elles présentent en effet de nombreux avantages sur toutes les autres procédures, en effet :

- ✓ Elle ne perturbe pas le comportement de l'animal.
- ✓ Elle ne perturbe pas la démographie permettant des études en parallèle sur la dynamique des populations étudiées.

- ✓ Le régime alimentaire des populations ou des individus est étudié dans les conditions naturelles de l'animal.
- ✓ Elle permet un suivi de la population illimité dans le temps et dans l'espace.

Les crottes sont recueillies généralement lors de la capture et de la manipulation des tortues. Sinon pendant qu'ils étaient en captivité durant une ou deux jours dans des bassins en plastique. Toutes les tortues ont été relâchées au point exact où elles ont été capturées. Les crottes collectées ont été filtrées avec un tamis de 500 micromètre (0.5 mm) et fixées dans de l'éthanol à 70%. Le contenu a été examiné et identifié sous binoculaire au taxon le plus bas possible en fonction de leur état de digestion.



**Photo 11.** Récolte des fèces de la cistude d'Europe .**A-** la cistude éjecte des fèces qui sont récoltées dans des tubes contenant de l'éthanol à 70% ; **B-** matières fécales collectées sont délicatement lavées avec de l'eau ; **C-** filtrer les matières fécales à l'aide d'un tamis de 0.5 mm; **D-** stocker une deuxième fois dans des tubes stérilisé pour être fraîchement examiner sous binoculaire ; **E-** examiner sous binoculaire (oculaire G×10 ; objectif G×2)  
(© Fediras, 2017).

L'appartenance taxonomique de chaque individu a été faite au laboratoire sous loupe binoculaire jusqu'au niveau ordinal. Toutefois on est arrivé à identifier quelques Familles et espèces mais cela n'a pas été pris en compte dans la présentation des résultats pour garder une homogénéité dans celle-ci. L'identification a été effectuée à l'aide d'un guide des insectes d'Europe (Chinery, 1994) et différents ouvrages : Carter (1988), Bellemann (2006), Le Guellec (2010), Javier Oscoz et *al.* (2011) et Auber (1999).

### 3.5.2. Paramètres de structuration du régime alimentaire

Les principaux paramètres utilisés pour décrire la structure et la composition du régime alimentaire de la cistude sont :

**3.5.2.1. Richesse totale (S) :** La richesse totale d'un peuplement est le nombre total des espèces recensées dans les N relevés (contenus stomacaux) réalisés dans la dissection.

**3. 5.2.2. Abondance :** Deux modes complémentaires de traitement des données ont été utilisés :

**3. 5.2.2.1. L'estimation de l'abondance relative  $i$  :** L'estimation de l'abondance relative de divers types de proie, exprimé en pourcentage du total des proies ingérées par l'ensemble des individus de l'échantillon considéré. La capture occasionnelle massive d'insectes sociaux, ou temporairement groupés, pourra modifier l'image du spectre alimentaire.

**3. 5.2.2.2. Le degré de présence (fréquences d'occurrence):** Pour rendre la description plus fidèle et la comparaison plus commode. On utilise le degré de présence (Lescure, 1971) qui consiste à déterminer l'apport du nombre d'estomacs contenant une catégorie de proies donnée au nombre total d'estomac examiné.

$$D_i = n_i / \sum n_i \times 100$$

Ce type d'inventaire permet de corriger la distorsion de l'analyse quantitative et rétablit l'équilibre au profit des proies plus fréquentes. Les proies ont été ensuite classées selon le principe de l'analyse semi-quantitative utilisé en phytosociologie (Nouira, 1982) :

- Proies dominantes dont le degré de présence est supérieur à 50%.
- Proies fréquentes dont le degré de présence est compris entre 25 et 50 %.
- Proies accessoires dont le degré de présence est compris entre 12.5 et 25 %.
- Proies accidentelles dont le degré de présence est inférieur à 12.5

**3.5.2.3. Diversité :** La richesse spécifique est une mesure insuffisamment précise de la composition quantitative d'un peuplement. Le concept de diversité spécifique prend en compte l'abondance relative des espèces en plus de leurs nombres (Barbault, 1981). Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure d'un peuplement nous avons retenu l'indice proposé par Shannon et Weaver (1949).

La diversité est calculée par la relation suivante :  $H' = - \sum_{i=1}^{i=N} P_i \log P_i$  où  $P_i = n_i / N$

$P_i$  : la probabilité de présence d'une espèce dans un milieu (abondance relative)

$N_i$  : effectif de l'espèce  $i$

$N$  : effectif total du peuplement

$H'$  : est exprimé en bit (unité d'information binaire).

**3.5.2.4. Equitabilité (E) :** Des peuplements à physionomie très différente peuvent avoir la même diversité. Aussi convient-il de calculer, parallèlement à l'indice  $H'$ , l'équitabilité (E), en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale ( $H'_{max}$ ).

$$E = H'/H'_{max} \text{ ou } H'_{max} = \log_2 S \quad \text{L'équitabilité varie de } 0 \rightarrow 1$$

- Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce,
- Elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

Autrement dit, ce paramètre constitue une expression de l'équirépartition du peuplement. L'équitabilité donc est la mesure du degré de régularité dans l'abondance relative des effectifs de diverses espèces au sein du même peuplement. Plus il tend vers 1, plus le peuplement est équilibré. Si la valeur tend vers 0 cela veut dire que l'effectif du peuplement est concentré sur un faible nombre d'espèces.

**3.5.2.5. Le chevauchement de niches :** Le chevauchement de niches s'exprime lorsqu'une ou plusieurs ressources liées aux espèces occupant ces niches sont semblables. Il arrive par exemple que des espèces très proches (d'un point de vue génétique), occupent un même territoire ou utilisent des ressources semblables. Ceci implique un chevauchement des niches ce qui conduit à une plus faible étendue de la taille des niches écologiques comparé à la niche potentielle. Le chevauchement de niches trophiques ( $O_{jk}$ ) a été calculé en utilisant l'indice de Pianka (1986) avec des valeurs rangées entre 0 (pas de chevauchement) à 1 (chevauchement total) :

$$O_{jk} = \frac{\sum p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum p_{ij}^2 \cdot \sum p_{ik}^2}}$$

La formule de Pianka a été appliquée pour l'abondance des items proies dans les fèces des tortues. Ce paramètre peut donner des indications plus fiables des habitudes alimentaires lorsque les tailles d'échantillon sont relativement faibles (Vicente et *al.*, 1995).

### 3.6. Les ectoparasites

L'objectif de cette partie était d'identifier et de quantifier les espèces d'ectoparasites (sangsues). Notre étude a été menée durant 6 mois du mois de mars à aout 2013. Les sangsues

ont été recueillies manuellement et placées dans des flacons individuels (étiquetés par le code de la tortue) dans 70% d'éthanol jusqu'à ce qu'un examen plus approfondi soit possible. Les sites d'attachement des sangsues sur les tortues ont été enregistrés. Toutes les tortues ont été relâchées immédiatement au point de capture. Nous avons noté d'autres informations sur le spécimen (sexe, âge, poids, tailles). Les sangsues ont été comptées et identifiées au niveau des espèces en laboratoire en utilisant les clés taxonomiques pour Hirudinea en Tunisie (Ben Ahmed et al., 2008). Les sites d'attachement ont été enregistrés seulement sur 14 tortues. La prévalence des sangsues (%) et l'intensité (moyenne  $\pm$  écart type) ont été calculées (Margolis et al., 1982).

#### **4. Analyse statistique**

Les données ont été traités par les statistiques descriptives (moyenne, écart-type, rang), alors que les statistiques univariés (*t*-test de Student) ont été utilisés pour analyser les différences entre les sexes et les âges. Les différences étaient statistiquement significatives lorsque  $P \leq 0,05$ . Les corrélations, les infestations de sangsues ont été calculées en utilisant le coefficient de corrélations (*r*). L'analyse a été réalisée à l'aide du logiciel Excel et du logiciel Minitab® 15.1.30.0.

## RESULTATS ET INTERPRETATION

### 1. ANALYSE DU MILIEU

#### 1.1. Description des habitats

Le site d'étude englobe différents types d'habitat, dont les plus dominants sont représentés par les :

- La Scirpaie à scirpe lacustre (*Scirpus lacustris*)
- Le phragmataie à phragmite (*Phragmites australis*)
- Le typhaie à typha (*Typha angustifolia*)
- L'iridaie à iris (*Iris pseudacorus*)
- La sparganaie à Sparganier (*Sparganium neglectum*)
- La Nupharaie à nénuphar blanc (*Nynuphia alba*)

Les groupements végétaux présentent des cycles végétatifs différents, le chenal au début de l'hiver apparaît dégagé de toute formation végétale annuelle, à l'exception de quelques espèces pérennes qui occupent la berge, au début du printemps plusieurs espèces hydrophytes couvrent progressivement la surface du chenal, le scirpe lacustre est parmi les premières espèces émergentes qui forment des îlots de plus en plus denses, suivies par le nénuphar, l'Iris. Les différentes espèces de *Polygonum*, phragmite, typha apparaissent tardivement. D'autres espèces complètement ou partiellement immergés tels que les espèces du genre *Polygonum* et le genre *Potamogeton* couvrent de vastes étendues.

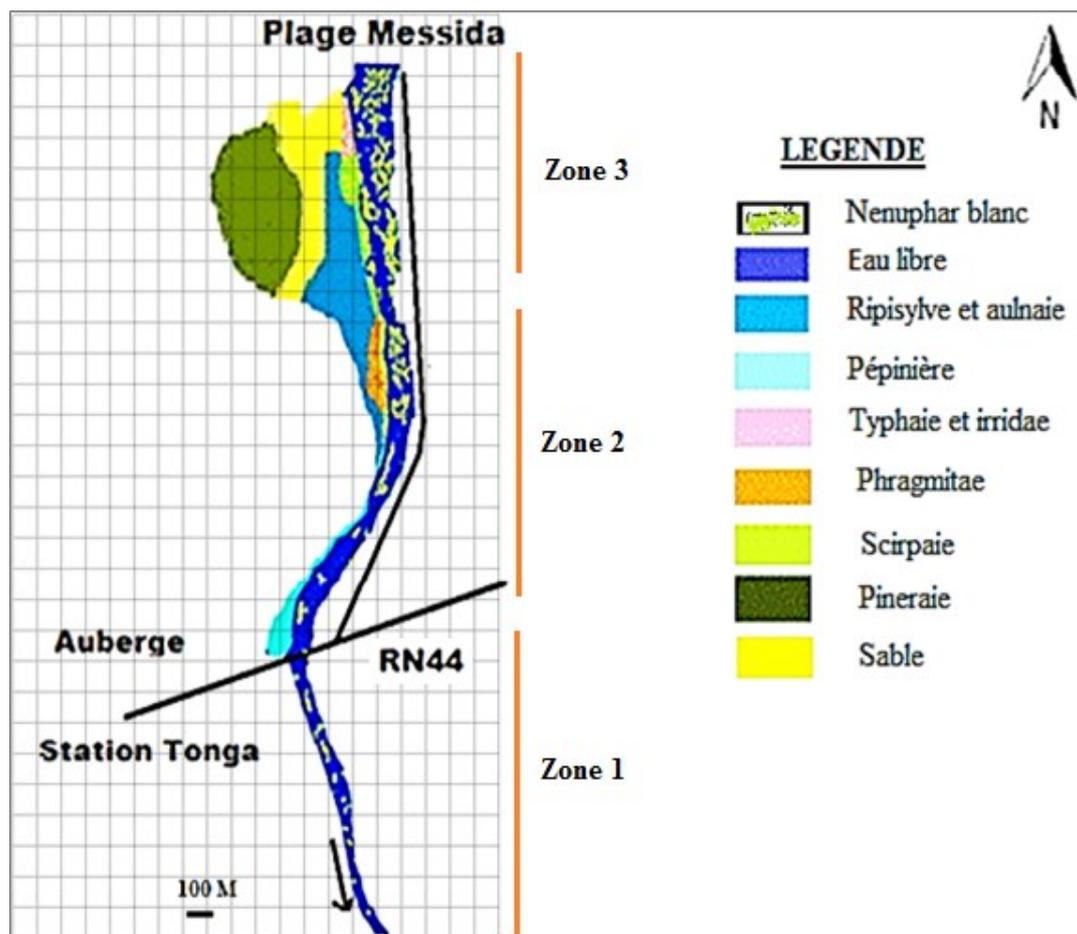


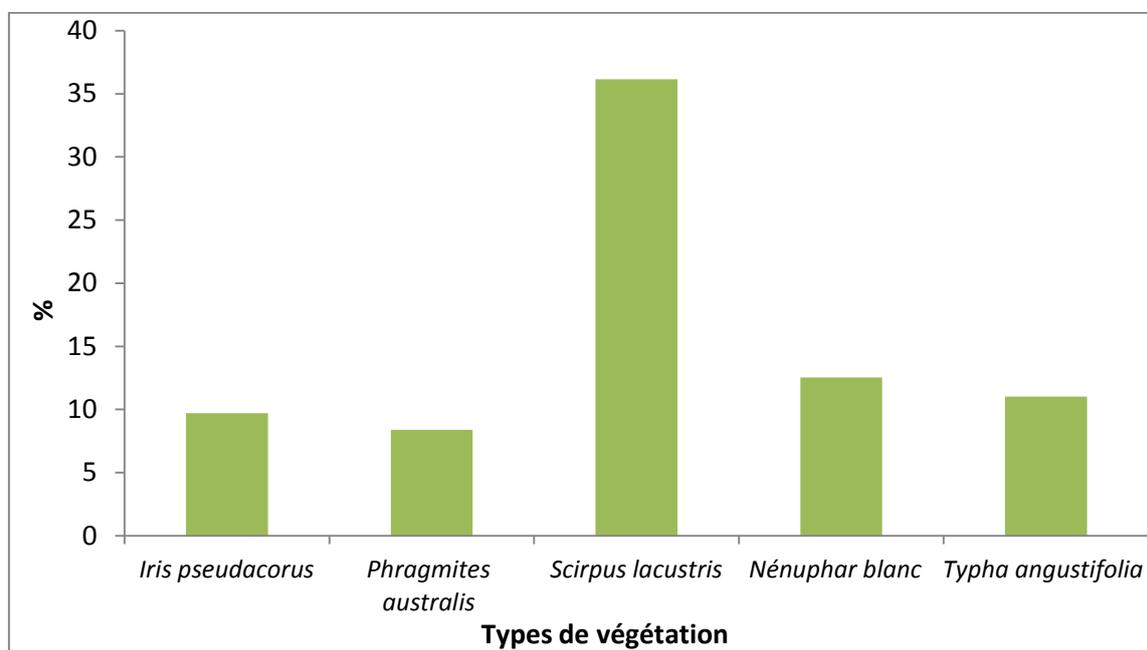
Figure 10. Schéma des principaux types d'habitat du chenal Messida (Fediras, 2012)

## 1.2. Distribution des cistudes en fonction de la végétation et la profondeur de l'eau

Dès la mi-mars (12 mars 2012), des individus ont été observés en thermorégulation ce qui annonce la sortie de l'hibernation. Les lieux de thermorégulation localisés le long du chenal sont différemment positionnés au cours de la journée selon la position du soleil. La population ne semble pas manquer de poste d'insolation ; des endroits très propices sont présents sur le site. Les branches et les souches présentes dans l'eau constituent les sites privilégiés. Les Cistudes semblent préférer les zones à l'abri des regards et du passage, telles que les queues du chenal.

On a constaté la présence des cistudes à proximité de cinq groupements de végétations lacustre : *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Iris pseudacorus*, *Nymphaea alba*. Sur l'ensemble des cistudes que nous avons contactés, on a remarqué que la

majorité se trouve à proximité des ilots du scirpe lacustre entre les zones 2 et 3 soit au milieu et avale du canal et ceci durant les trois années d'études.



**Figure 11** .Fréquence des Cistudes contactées en fonction de la végétation (2013-2014-2015)

Les parties les plus fortement occupées sont des zones bien ensoleillées, sans arbres au niveau des berges, et bien pourvus en végétation aquatique. Pour les trois années c'est la zone 2 située en milieu du canal Messida qui est la plus occupée avec un effectif moyen pour les trois années d'environ 21 individus contactés. La profondeur moyenne de l'eau durant les trois années pour cette zone est de  $76,66 \pm 12,47$  cm (Tableau 04). Les restes des cistudes sont distribués à parts égales dans le nénuphar blanc, l'iris, le typha et le phragmite.

Les zones les moins occupées sont les zones bordés de grands arbres (aulnes ou eucalyptus), faisant ombre sur le canal une bonne partie de la journée, et souvent pauvres en végétation aquatique.

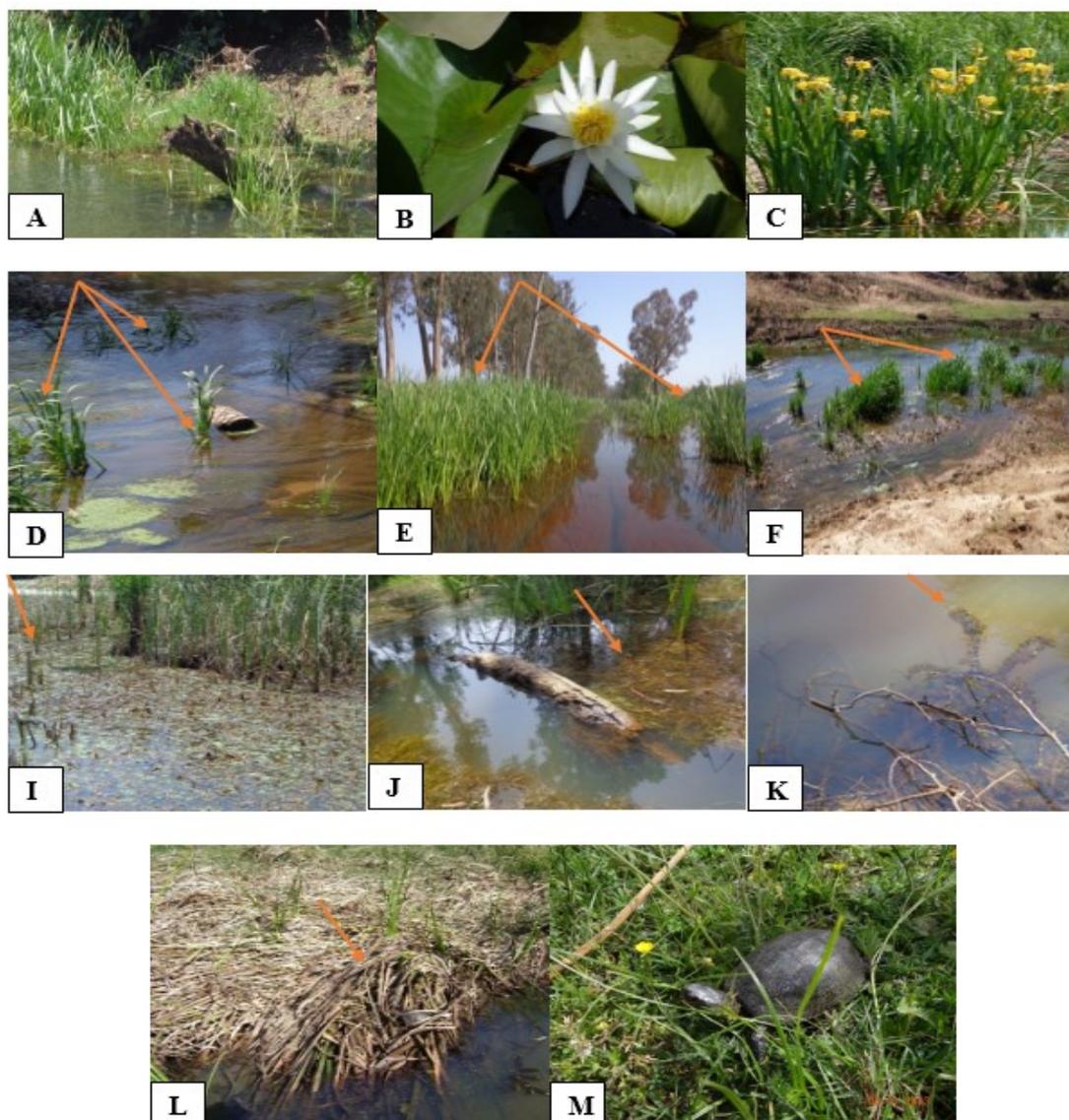
**Tableau 04.** Typologie des habitats aquatiques des cistudes durant trois années (2013-2014-2015) (Fediras, 2015).

<b>Zones</b>	<b>Paramètres</b>	<b>Profondeur moyenne de l'eau (cm)</b>	<b>Végétation dominantes</b>	<b>Espèces végétales associées</b>
Zone 1		93,33 ± 37.41	<i>Typha angustifolia</i>	- <i>Scirpus lacustris</i> - <i>Phragmites australis</i> - <i>Nymphaea alba</i>
Zone 2		76.66 ± 12.47	<i>Scirpus lacustris</i>	- <i>Typha angustifolia</i> - <i>Iris pseudacorus</i>
Zone 3		70± 23,09	<i>Nymphaea alba</i>	- <i>Typha angustifolia</i> - <i>Iris pseudacorus</i> - <i>Scirpus lacustris</i>

**Zone 1 :** Amont du canal- **Zone 2 :** Milieu du canal- **Zone 3 :** Aval du canal

Une différence très significative ( $F=18.22$ ,  $P=0.000$ ) existe dans la distribution des Cistudes en fonction de la végétation, la comparaison des fréquences montre que la majorité des cistudes se trouve à proximité du scirpe lacustre, et une distribution homogène entre le reste des types de végétation.

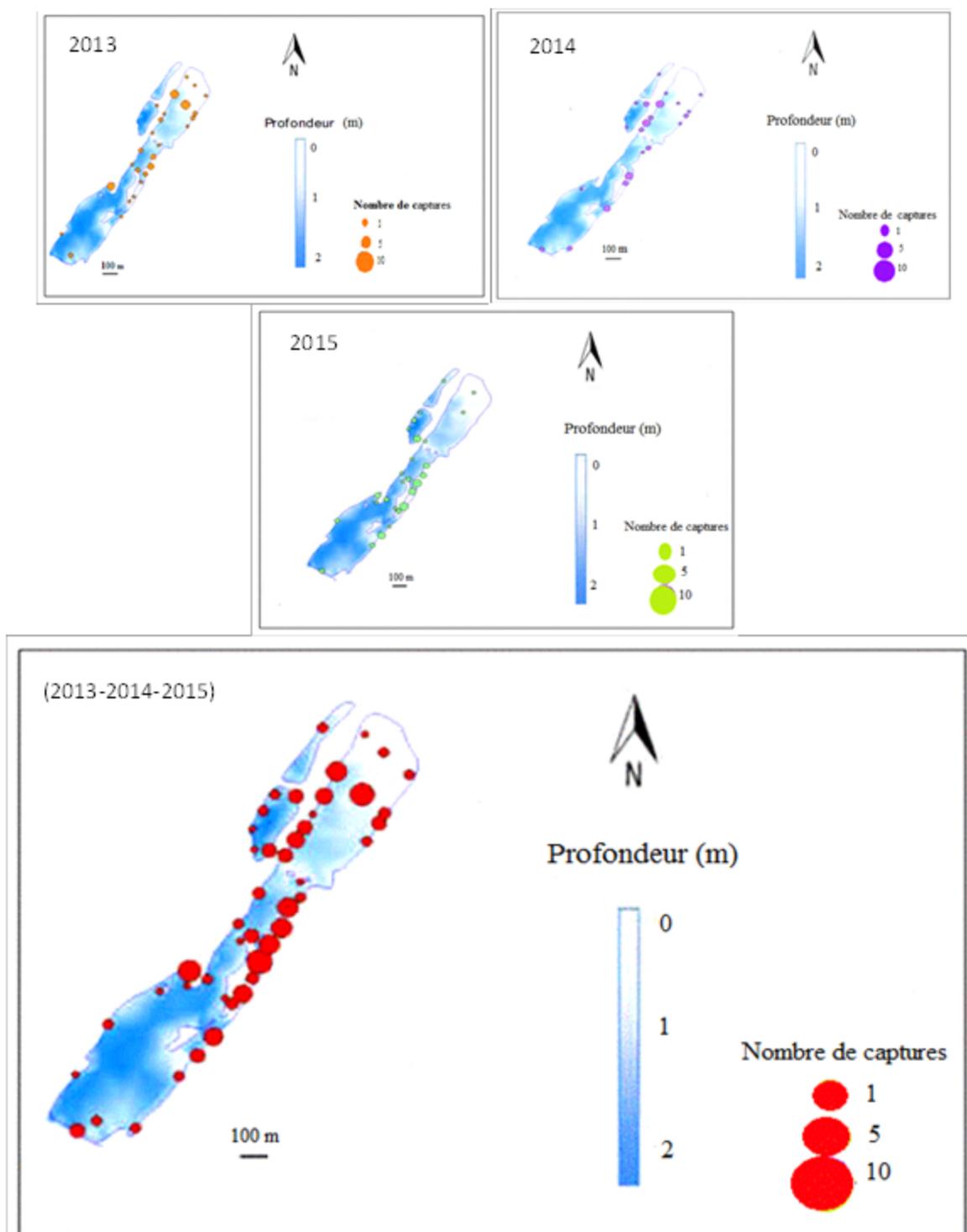
L'analyse de la variance à deux facteurs ne montre pas de différence significative entre les 3 années d'études ( $F=0.03$ ,  $P=0.984$ ).



**Photo 12 .** A- Observation des cistudes dans le scirpe lacustre; B - Nénuphars blanc ; C- îlot d'*Iris pseudocorus*. D- îlot de phragmite avec un tronc d'arbre (poste d'insolation). E- îlot de *Typha angustifolia*. F- sparganier *Sparganium neglectum*. I- *Polygonum* sp. J- *Potamogeton* sp. K -*Myriophyllum spicatum*. L- roselière. M- individus cherchant de la nourriture. (© Fediras, 2013).

Comme le montre la figure10, la distribution des cistudes est hétérogène selon les sections du canal étudiées (Amont, milieu, avale) sur les trois années (2013, 2014,2015), certaines zones étant très recherchées, d'autre peu, avec une certaine constance au cours des différentes années de suivi. Ceci suggère des préférences pour certains secteurs, offrant des caractéristiques particulières. On remarque pour les trois années que les profondeurs des eaux sont très variables tout le long du chenal, il a été clairement mis en évidence que la partie sud du chenal est la moins profonde où on a prospectés le plus grand nombre de cistudes. Tandis que la partie nord est la plus profonde avec un maximum mesuré à 2,5 m contenant peu de

cistudes. Cette partie est caractérisée par la présence d'une épaisse couche de vase et elle est entourée par une végétation rivulaire, les dépôts organiques pourraient à terme atterrir le milieu. Les deux mares forestières nord présentent une profondeur constante avec une moyenne de 1,43 m (Figure 19).

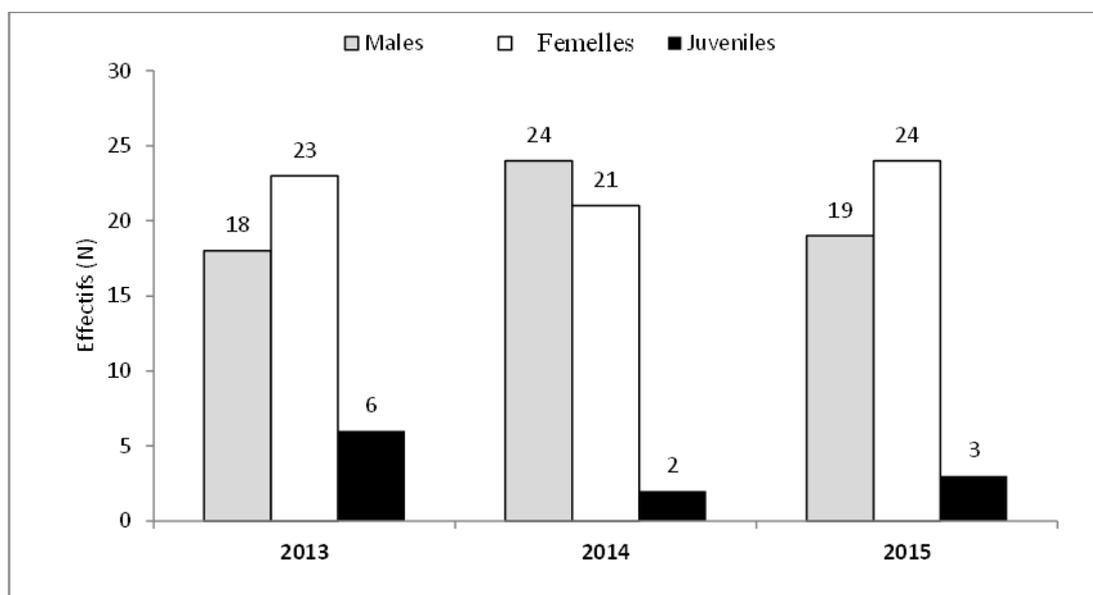


**Figure 12.** Distributions des Cistudes en fonction de la profondeur de l'eau pour les 03 années

## 2. ETUDE DES PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION

### 2.1. Taille de la population

Durant la période de l'étude de 2013 à 2015, un total de 100 individus a été capturé. Le nombre d'individus capturés ne diffère pas d'une année à l'autre, soit 47 tortues en 2013 et 2014; et 46 tortues en 2015 (Figure 13). La taille moyenne de la population pour les 3 années est de 46,66 individus. Les adultes dominent la population avec un taux allant de 87,23% en 2013 à 95,74% en 2014 des individus capturés. Les juvéniles ne représentent que 4,26% en 2014 et 12,77% en 2013.



**Figure 13.** Variation de l'abondance par sexes et âges durant 3 années d'échantillonnage

### 2.2. Estimation de la densité

La densité est la moyenne des densités calculée par la méthode de capture-marquage-recapture (CMR) pour la population du chenal Messida durant les 3 années successives, elle est estimée à 8,63 ind/ha. L'estimation de la densité de la population est de 43 individus sur une superficie de 05 ha.

**Tableau 05.** Nombre d'individus capturés chaque année et estimation de Effectif moyen obtenue par l'indice de Lincoln.

	2013 (n=47)		2014 (n=47)		2015 (n=46)	
<b>Effectif moyen (3 années)</b>	<b>46.66</b>					
<b>Lincoln-Petersen</b>	<b>Session A</b>	<b>Session B</b>	<b>Session A</b>	<b>Session B</b>	<b>Session A</b>	<b>Session B</b>
<b>M</b>	9	14	8	19	6	10
<b>n</b>	8	20	8	12	8	8
<b>m</b>	1	4	4	5	7	1
<b>N</b>	81	58,8	18	49.4	6.75	45
<b>Moyenne</b>	69.9		33.7		25.88	
<b>Effectif moyen (3 années)</b>	<b>43.16</b>					

### 2.3. Sex-ratio

Le sexe est déterminé avec certitude sur les individus adultes dont la longueur de la carapace est supérieure à 100 mm. Les mâles présentent des caractères sexuels secondaires externes qui les distinguent des femelles.

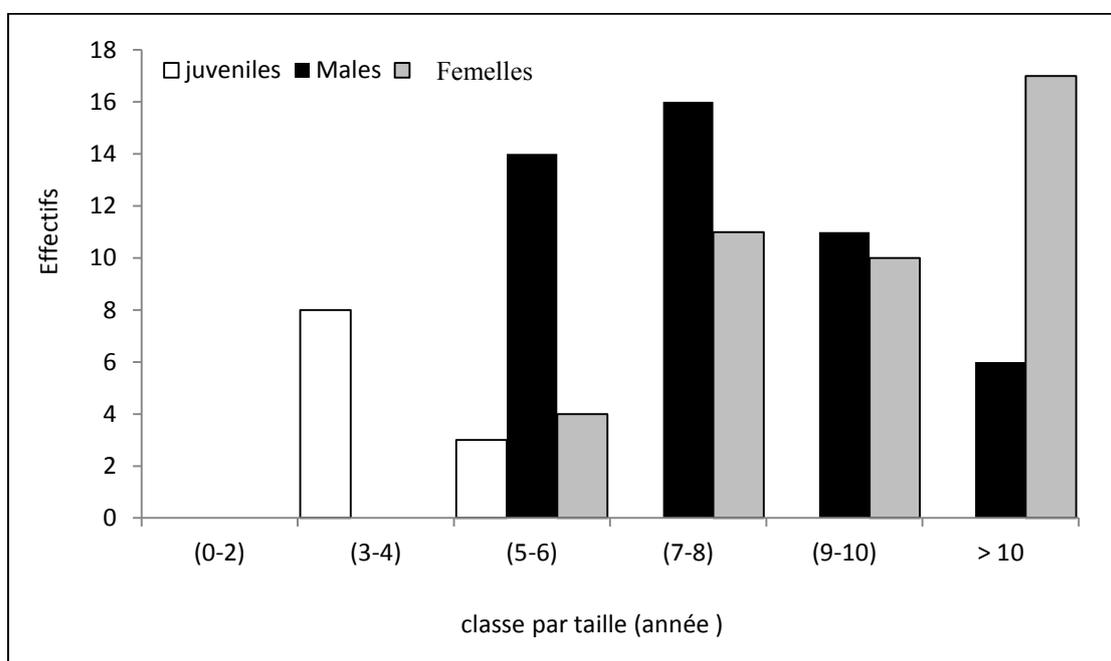
Le sex-ratio était en faveur des mâles 1,4: 1 en 2014 et en faveur des femelles 0,78:1 et 0,79:1 en 2013 et 2015, respectivement. Quand on considéré toute la période d'étude, le sex-ratio trouvé est biaisé en faveur des mâles de 1,12: 1 ( $\chi^2 = 25,06$ ,  $P < 0,0001$ ).

**Tableau 06.** Taille de la population et sex-ratio (mâles: femelles) d'*Emys orbicularis* dans la zone d'étude

	2013	2014	2015	Total
Nombre de mâles	18	24	19	47
Nombre de femelles	23	21	24	42
Sex ratio (M:F)	0.78: 1	1:1.14	0.79:1	1.12:1
$\chi^2$	28.95	28.65	12.36	25.06
$P <$	0.0001	0.0001	0.05	0.0001

## 2.4. Structure d'âge

Les adultes dominent la population avec un taux de (89%) pour les trois années (Figure 12). Les juvéniles sont représentés par quelques individus (11%). L'âge moyen des tortues capturées était de  $8,32 \pm 2,73$  années (N = 100). Les classes d'âge entre 5 - 6 et 9 - 10 ans étaient représentées par le même taux (21,0%). Les individus avec l'âge de 7 à 8 représentaient 27% de la population. Les individus de plus de 10 ans représentaient 23% de la population. Les mâles sont peu représentés dans cette classe d'âge (6%), la plupart des individus étant des femelles (17%). La classe d'âge 1 à 4 (juvéniles) représentait 8% de la population.



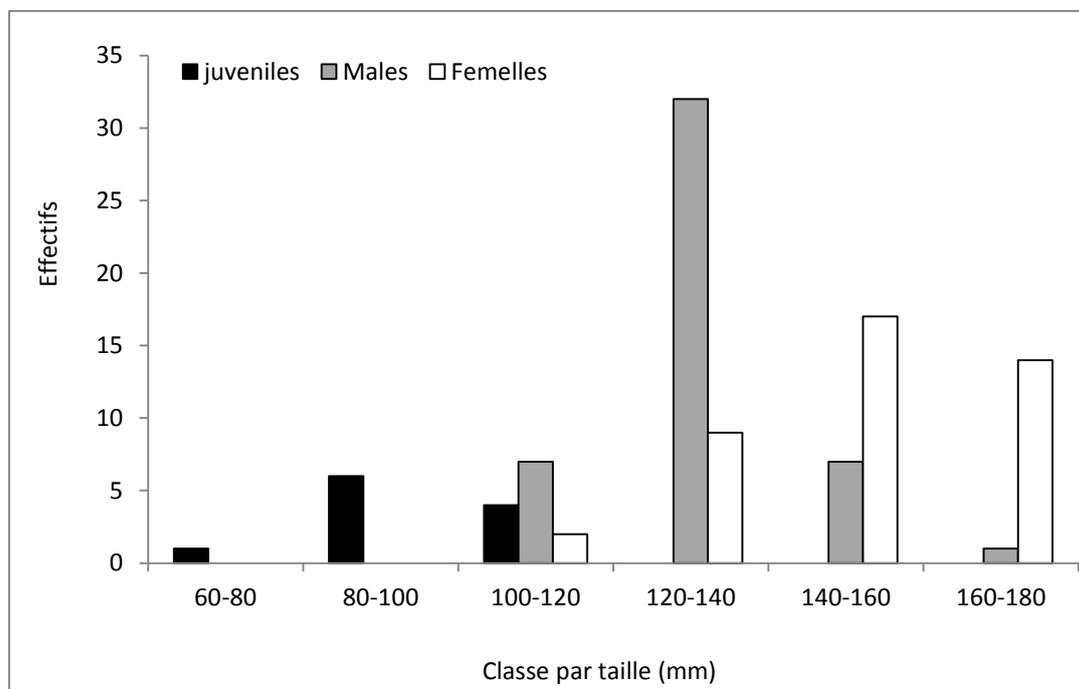
**Figure 14.** Structure d'âge de la population d'*Emys orbicularis occidentalis* pendant 3 ans

(N = 100)

## 2.5. Structure par taille

La distribution fréquence-taille de la population est représentée par la figure 13 Tous les individus capturés ont été séparés en six différentes classes de taille selon leur longueur de carapace (CL). Les tortues ont été réparties sur des classes de taille de 20 mm (fréquence de distribution de de longueur), où la première classe de taille est de 60-80 mm, la seconde de 80-100 mm jusqu'à la dernière de 160-180 mm. Les mâles adultes sont les mieux représentés

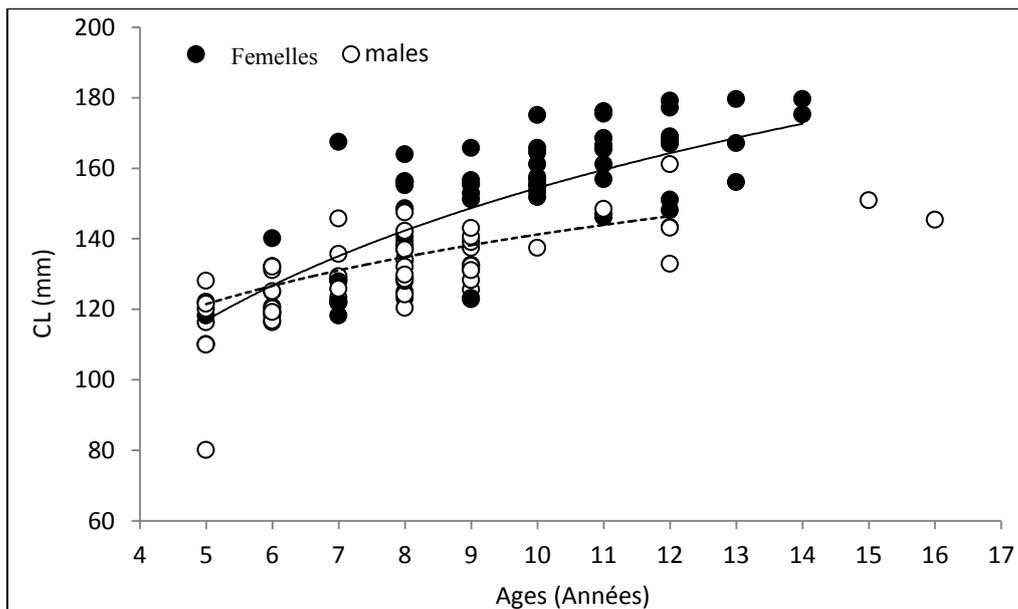
avec des classes de tailles entre 120 et 140 mm (68,09%). Chez les femelles adultes, la classe de taille entre 140 et 160 est la mieux représenté avec une fréquence de taille de 40,48%. La classe de taille typique pour les juvéniles est de 80-100 mm avec une fréquence de 54,55%.



**Figure 15.** Distribution des tailles des dans la population d'*Emys orbicularis occidentalis* pendant 3 ans (N = 100)

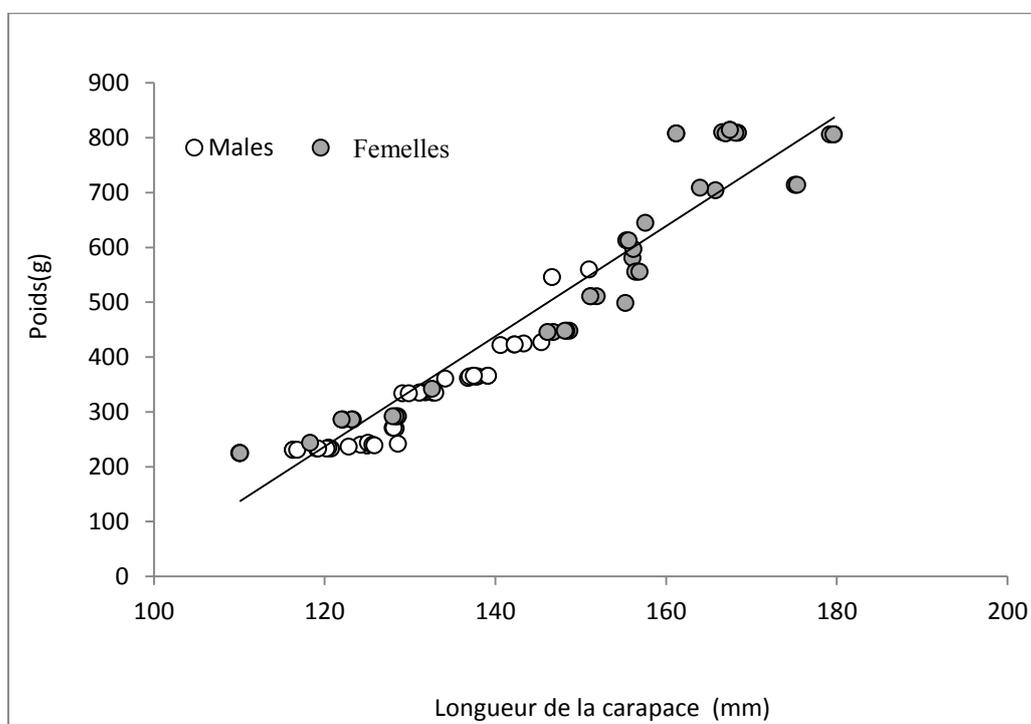
## 2.6. Croissance

L'analyse de la courbe de croissance (figure 14) pour la population a révélé qu'elle est plus importante chez les femelles que chez les mâles. La croissance est rapide au cours des premières années et tend à diminuer à la douzième année de vie. Plus précisément, la croissance des mâles a tendance à ralentir et à finir par s'arrêter à l'âge de 10-11 ans. Pour les femmes, la croissance continue au-delà de 12 ans.



**Figure 16.** Courbe de croissance staturale de la population d'*Emys orbicularis occidentalis*

Une corrélation positive est observée entre de la taille des individus basée sur leur poids chez les mâles ( $r = 0,91$ ,  $p < 0,0001$ ) et chez les femelles ( $r = 0,95$ ,  $p < 0,0001$ ) avec une augmentation nette de la taille et du poids chez les femelles (Figure 15). Ceci témoigne sans doute d'une bonne condition corporelle chez cette population (Figure 17).



**Figure 17.** Régression linéaire du poids (BW) sur la longueur de la carapace (CL) pour les Cistudes capturées durant 3 années (N=100).

Les vitesses instantanées de croissance staturale (V.I.C.S.) de cinq tortues (2 mâles, 2 femelles et 1 juvénile) qui ont été recapturées sur plusieurs années au cours de la période d'étude (Tableau 07) indiquent que la V.I.C.S moyenne pour les mâles ( $24.392 \times 10^{-3}$  mm /j) correspondait à un taux de croissance moyen de 8,90 mm/an. Pour les femelles, la V.I.C.S moyenne était de  $26,218 \times 10^{-3}$  mm/j, c'est-à-dire un taux de croissance de 9,57 mm/an.

Pour le juvénile, la V.I.C.S est de  $49,632 \times 10^{-3}$  mm/j et qui correspond à un taux de croissance de 18,12 mm/ an, la croissance des juvéniles est deux fois plus rapide que celle des mâles et des femelles. Ces valeurs confirment que la croissance est plus rapide les premières années. Ces valeurs indiquent également que la croissance des femelles est supérieure à celle des mâles.

**Tableau 07.** Croissance staturale d'*Emys orbicularis* Symbols: CL = longueur de la carapace; V.I.C.S = vitesses instantanées de croissance staturale (N=5)

Sexe	Intervalle de temps entre deux recaptures (no. Jours)	CL (mm)		V.I.C.S ( $\times 10^{-3}$ mm/j)
		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	
juvénile	1088	69	123	0,0496
femelle	788	151	168	0,0216
femelle	348	158,26	169	0,0309
mâle	1086	106	137	0,0285
mâle	1087	120	142	0,0202

## 2.7. Dimorphisme sexuel

Les mâles et les femelles différaient significativement en termes de longueur de la carapace (mâles:  $130,65 \pm 10,57$  mm, 110,01 - 161,20 mm, femelles:  $151,00 \pm 18,96$  mm, 110,10 - 179,67 mm,  $p < 0,0001$  test-*t*) et de poids (mâles :  $326,06 \pm 110,13$  g, intervalle: 225 - 808 g, femelles:  $548,40 \pm 200,28$  g, intervalle de 225 à 814 g,  $P < 0,0001$  test-*t*). Pour les juvéniles, la

longueur et le poids moyens de la carapace étaient respectivement de  $91,41 \pm 13,45$  mm (69,03 - 110,36) mm et  $144,84 \pm 55,80$  g (88 - 225) g.

A partir des paramètres biométriques, on voit clairement que pour tous les paramètres, les valeurs moyennes étaient plus élevées chez les femelles. Le (test-*t*) montre des différences statistiquement significatives ( $p < 0,0001$ ) entre les mâles et les femelles pour toutes les variables (Tableau 08).

**Tableau 08.** Données Biométriques (Moyenne  $\pm$  SD, rang); t-test (*t*) à (*p*) entre les mâles et les femelles ( $\alpha=0.05$ ).

Paramètres	Mâles (N=47)	Femelles (N=42)	<i>t</i>	<i>p</i>
Longueur carapace CL (mm)	$130.65 \pm 10.57$ (110.01-161.20)	$151.00 \pm 18.96$ (110.10-179.67)	1,988	< 0,0001
Hauteur carapace CH (mm)	$49.07 \pm 5.54$ (41.02 - 65.14)	$63.33 \pm 9.06$ (41.23 - 80.37)	-9,058	< 0.0001
Largeur carapace CW (mm)	$103.27 \pm 7.48$ (90.12 - 125.75)	$118.02 \pm 15.31$ (90.31 - 142.31)	3.591	< 0.0001
Longueur plastron PL (mm)	$114.24 \pm 10.43$ (99.03 - 150.40)	$140.60 \pm 19.37$ (98.10 - 168.91)	-8,393	< 0.0001
Largeur antérieur du plastron PWA (mm)	$68.56 \pm 6.63$ (59.01 - 92.30)	$86.44 \pm 13.81$ (59.05 - 108.88)	-17,876	< 0.0001
Largeur postérieur du plastron WB (mm)	$59.43 \pm 5.58$ (49.17 - 76.50)	$73.60 \pm 9.96$ (51.14 - 89.45)	-14,171	< 0.0001
Poids BW (g)	$326.06 \pm 110.13$ (225-808)	$548.40 \pm 200.28$ (225-814)	1,988	< 0,0001

### 3. ANALYSE DU REGIME ALIMENTAIRE

#### 3.1. Diversité

Au total 22 items proies ont été identifiés dans les fèces de la Cistude, répartis entre Mollusques, Arthropodes, Annélides Vertébrés et débris végétaux. Le régime alimentaire très diversifié mais reste dominé par les mollusques et spécialement les gastropodes qui renferment 4 ordres d'escargots d'eau douce. Dans l'ordre des Basommatophores on est arrivé à identifier 4 familles : les Physidae, les Ancyliidae, les Planorbidae et les Lymnaeidae (Tableau 09). Les proies qui n'ont pas été identifiées sont classées ensemble dans la catégorie proies indéterminées.

**Tableau 09.** Diversité du régime alimentaire de la Cistude d'Europe *Emys orbicularis occidentalis*

Proies		
Mollusca	Classe Gastropoda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordre Heterostropha</li> <li>• Ordre Neotaenioglossa</li> <li>• Ordre Littorinimorpha</li> <li>• Ordre Basommatophora                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Famille Physidae</li> <li>- Famille Ancyliidae</li> <li>- Famille Planorbidae</li> <li>- Famille Lymnaeidae</li> </ul> </li> </ul>
	Classe Bivalvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veneroida</li> <li>• Unionida</li> </ul>
Arthropoda	Classe Insecta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleoptera (aquatique)</li> <li>• Hemiptera</li> <li>• Ephemeroptera</li> <li>• Odonata</li> <li>• Hymenoptera (fourmis)</li> </ul>
	Classe Arachnida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Araneae</li> </ul>
Annelida	Classe Clitellata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arhynchobdellida</li> </ul>
	Classe Polychaeta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polychaeta</li> </ul>
Vertebra	Classe Amphibia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Têtard non identifié</li> </ul>
	Classe Poisson	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecailles indéterminées</li> </ul>
Proie indéterminée	Indéterminé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indéterminée</li> </ul>
Plante	Indéterminé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plante Indéterminée</li> </ul>

### 3.2. Abondance

L'analyse de 44 échantillons (21 mâles adultes, 22 femelles adultes et 1 juvéniles), regroupant 353 proies nous a révélé que les proies sont très variés et réparties entre l'élément animal et l'élément végétal (Tableau 10). Les catégories les plus abondantes sont les Basommatophores chez les Gastropodes (N=77), les coléoptères chez les insectes (N=64) et les têtards chez les amphibiens. La végétation occupe aussi une part intéressante dans l'alimentation de la Cistude.

**Tableau 10.** Abondance des items proies dans les fèces de la Cistude

Items alimentaires			N
Mollusca	Class Gastropoda	Basommatophora	77,00
		Heterostropha	6,00
		Neotaenioglossa	27,00
		Littorinimorpha	8,00
		Architaenioglossa	20,00
	Class Bivalvia	Veneroïda	2,00
		Unionida	3,00
<b>TOTAL</b>			<b>143,00</b>
Arthropoda	Class Insecta	Coleoptera	64,00
		Hemiptera	8,00
		Ephemeroptera	4,00
		Odonata	9,00
		Hymenoptera	3,00
	Class Arachnida	Araneae	1,00
<b>TOTAL</b>			<b>89,00</b>
Annelida	Class Clitellata	Arhynchobdellida	1,00
	Class Polychaeta	Polychaeta	4,00
Vertebra	Class Amphibia	Têtard non identifié	55,00
	Class Poisson	Ecailles poisson	2,00
Proie indéterminé	Indéterminé	Indéterminée	6,00
Plante	Indéterminé	Plante Indéterminée	53,00
<b>TOTAL</b>			<b>353,00</b>

### 3.3. Fréquence relative ou Abondance relative

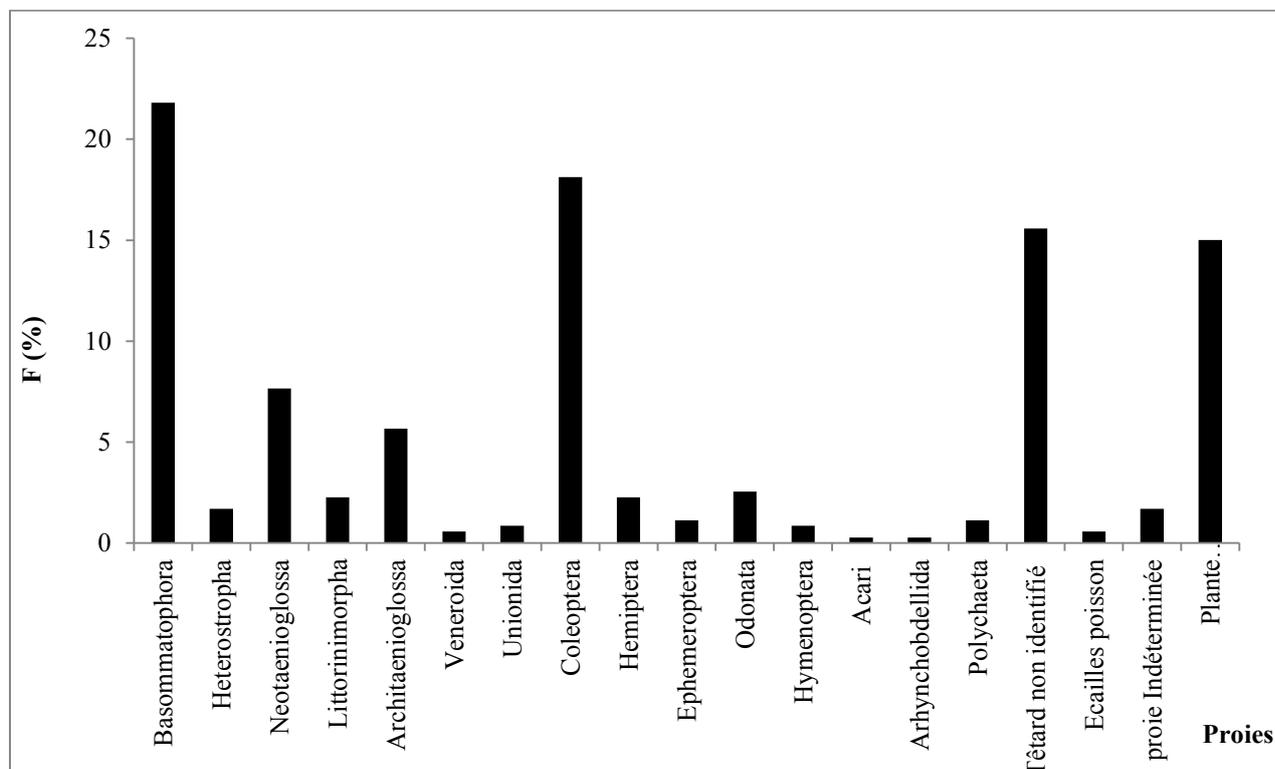
Le régime alimentaire est dominé par les mollusques qui occupent 40,52 % du spectre alimentaire de la Cistude et qui sont représentés par 5 Ordres dont le plus important est celui des Basommatophores (21,81%). Suivi par les coléoptères chez les insectes qui occupent une proportion assez importante 18,13% par rapport aux autres insectes. Les têtards constituent un mets très apprécié par les tortues (15,58 %) surtout qu'ils sont très disponibles dans le milieu aquatique et constituent un apport important en protéine pour les tortues.

**Tableau 11.** Fréquence relative F (%) items proies dans les fèces de la Cistude

Items alimentaires			F %
Mollusca	Class Gastropoda	Basommatophora	21,81
		Heterostropha	1,70
		Neotaenioglossa	7,65
		Littorinimorpha	2,27
		Architaenioglossa	5,67
	Class Bivalvia	Veneroida	0,57
		Unionida	0,85
<b>TOTAL</b>			<b>40,52</b>
Arthropoda	Class Insecta	Coleoptera	18,13
		Hemiptera	2,27
		Ephemeroptera	1,13
		Odonata	2,55
		Hymenoptera	0,85
	Class Arachnida	Araneae	0,28
<b>TOTAL</b>			<b>25,21</b>
Annelida	Class Clitellata	Arhynchobdellida	0,28
	Class Polychaeta	Polychaeta	1,13
Vertebra	Class Amphibia	Têtard non identifié	15,58
	Class Poisson	Ecailles poisson	0,57
Proie indéterminé	Proie Indéterminé	Proie Indéterminée	1,70
Plante	Proie Indéterminé	Plante Indéterminée	15,01
<b>TOTAL</b>			<b>100,00</b>

D'une manière générale, les autres catégories de proies que ce soit les bivalves, les Hémiptères, les Ephéméroptères, les Araignées, les Odonates ou bien les Hyménoptères restent faiblement consommées par cette espèce. Avec 15,01% la végétation est assez

présente dans les fèces des tortues (Figure 16). L'identification d'écailles confirme la consommation des poissons par les tortues reste à savoir s'il s'agit d'une prédation ou bien de cadavres.



**Figure 18.** Abondance relative des différentes catégories de proies dans le régime alimentaire de la Cistude

### 3.4. Degré de présence

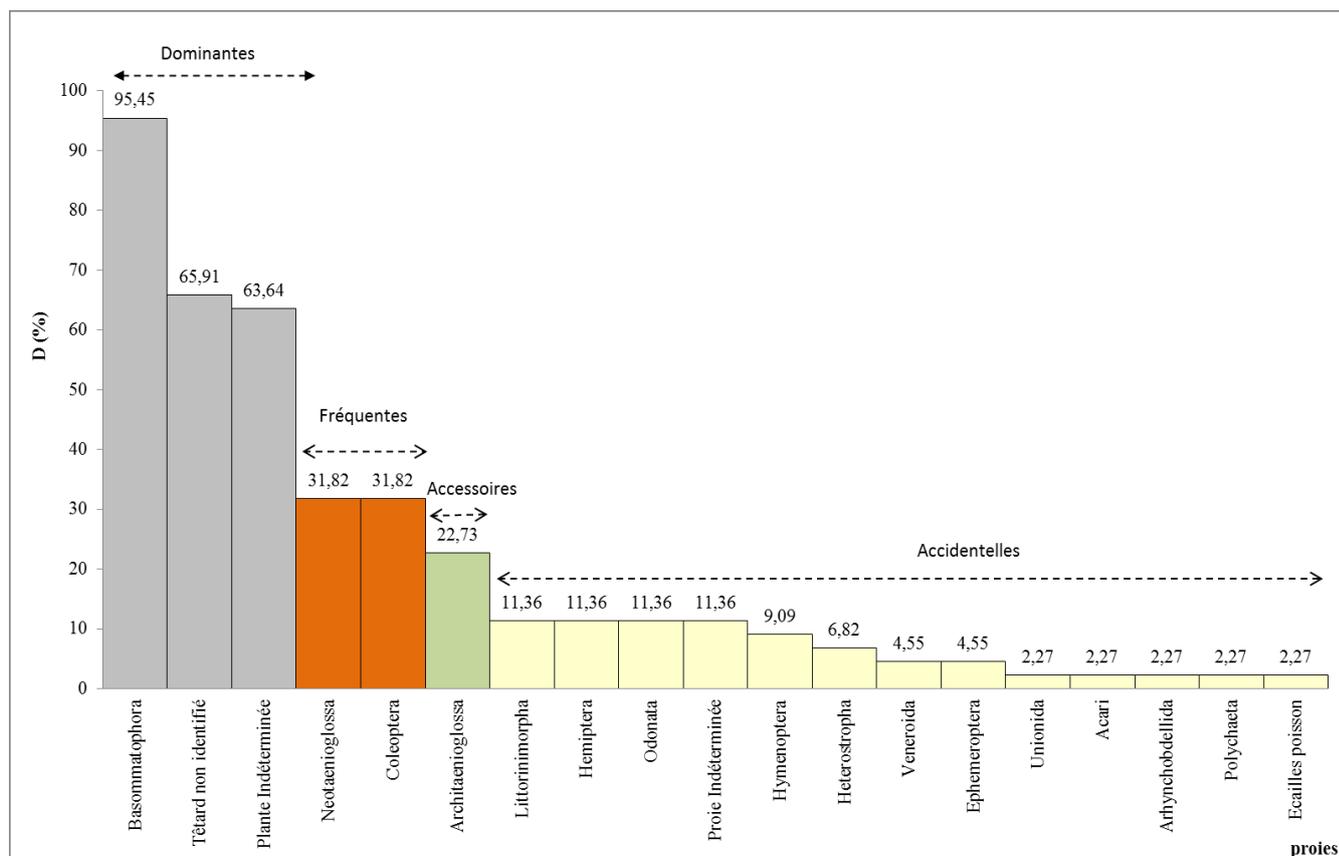
Le régime alimentaire de la Cistude est dominé par les Basommatophores avec 95,45% des proies ingérées. Viennent ensuite les têtards et les plantes avec des degrés de présences respectifs de 65,91% et 63,64%. Chez les insectes Les Coléoptères sont les proies les plus ingérées (31,82%).

Les Hémiptères, Hyménoptères et Odonates représentent des proies accessoires. Les bivalves, les Araignées et les poissons sont des proies accidentelles chez la Cistude.

**Tableau 12.** Répartition des proies dans les fèces de la Cistude selon le degré de présence

Items alimentaires			D (%)
Mollusca	Class Gastropoda	Basommatophora	95,45
		Heterostropha	6,82
		Neotaenioglossa	31,82
		Littorinimorpha	11,36
		Architaenioglossa	22,73
	Class Bivalvia	Veneroïda	4,55
		Unionida	2,27
Arthropoda	Class Insecta	Coleoptera	31,82
		Hemiptera	11,36
		Ephemeroptera	4,55
		Odonata	11,36
		Hymenoptera	9,09
	Class Arachnida	Araneae	2,27
Annelida	Class Clitellata	Arhynchobdellida	2,27
	Class Polychaeta	Polychaeta	2,27
Vertebra	Class Amphibia	Têtard non identifié	65,91
	Class Poisson	Ecaïlles poisson	2,27
Proie indéterminé	Proie Indéterminé	Proie Indéterminée	11,36
Plante	Proie Indéterminé	Plante Indéterminée	63,64

- Les proies dominantes sont les Basommatophores, les têtards et les débris végétaux
- Les proies fréquentes sont représentées par les Neotaenioglosses et les Coléoptères
- Les Architaenioglosses sont des proies accessoires
- Le reste des proies sont accidentelles mais leur nombre est assez important



**Figure 19.** Fréquences des proies ingérées par la Cistude

### 3.5. Régime alimentaire par sexe et classe d'âges

Avec un total de 191 proies et une moyenne de 8.68 proies/estomac, les femelles consomment un peu plus de proies que les mâles avec 150 proies et une moyenne de 7,14 proies/estomac.

Chez les mâles, Les Basommatophores sont les proies les plus consommées. Ils totalisent à eux seuls 22.65 % des proies ingérées. Viennent ensuite les têtards avec 18,67 %. Les Coléoptères et les végétaux suivent avec un pourcentage de 14,67 % pour chacun. Viennent ensuite les autres types de proies avec des abondances relatives faibles et dont la fréquence moyenne ne dépasse pas les 4% du spectre alimentaire.

**Tableau 13.** Spectre du régime alimentaire par âges et sexes chez la Cistude (F%)

Catégories de Proies	Femelle (N=22)	Mâle (N=21)	Juvénile (N=1)
Basommatophora	18,85	22,65	58,33
Heterostropha	2,09	1,33	-
Neotaenioglossa	10,99	4	-
Littorinimorpha	2,62	2	-
Architaenioglossa	7,33	4	-
Veneroida	0,52	0,67	-
Unionides	-	2	-
Coleoptera	21,99	14,67	-
Hemiptera	1,57	3,33	-
Ephemeroptera	2,09	-	-
Odonata	1,57	4	-
Hymenoptera	-	0,67	16,66
Araneae	-	0,67	-
Arhynchobdellida	0,52	-	-
Polychaeta	-	2,67	-
Têtard non identifié	14,14	18,67	-
Ecailles poisson	-	1,33	-
Indéterminée	-	-	16,66
Plante Indéterminée	15,72	14,67	8,35

Pour les femelles, les Coléoptères sont les proies les plus consommées avec des abondances relatives de 21,99 %. Les Basommatophores ont un total de 18,85 % de l'ensemble des proies consommées ; suivi par les têtards et les végétaux. Viennent ensuite les Neotaenioglosses (10,99%).

Le régime alimentaire des adultes est plus diversifié mais que les juvéniles ne sont représenté que par un seul individu cela ne reflètera pas sans doute la composition réelle de cette catégorie d'individus. Néanmoins, les Basommatophores restent aussi les proies les plus consommées. Les hyménoptères représentent 16,66% du spectre alimentaire et les végétaux 8,35%.

❖ **Comparaison entre le régime alimentaire des mâles et des femelles :**

L'application du test t de Student pour comparer entre le régime alimentaire des mâles et des femelles ne révèle aucune différence significatives ( $p=0.8476$  ;  $t=0,195$ ;  $ddl=18$ ). Le spectre

taxonomique des mâles est plus large que celle de la femelle avec trois catégories en plus (les Unionides, Hyménoptères, les Araignées et les poissons). Vu le manque d'un nombre suffisant d'échantillons de fèces chez les juvéniles la comparaison n'est pas envisageable dans ce cas afin d'avoir des résultats fiables.

### 3.6. Paramètres de structure du peuplement du pool alimentaire

L'examen du tableau 14 montre que la diversité du spectre alimentaire chez les mâles dépasse un peu celle des femelles.

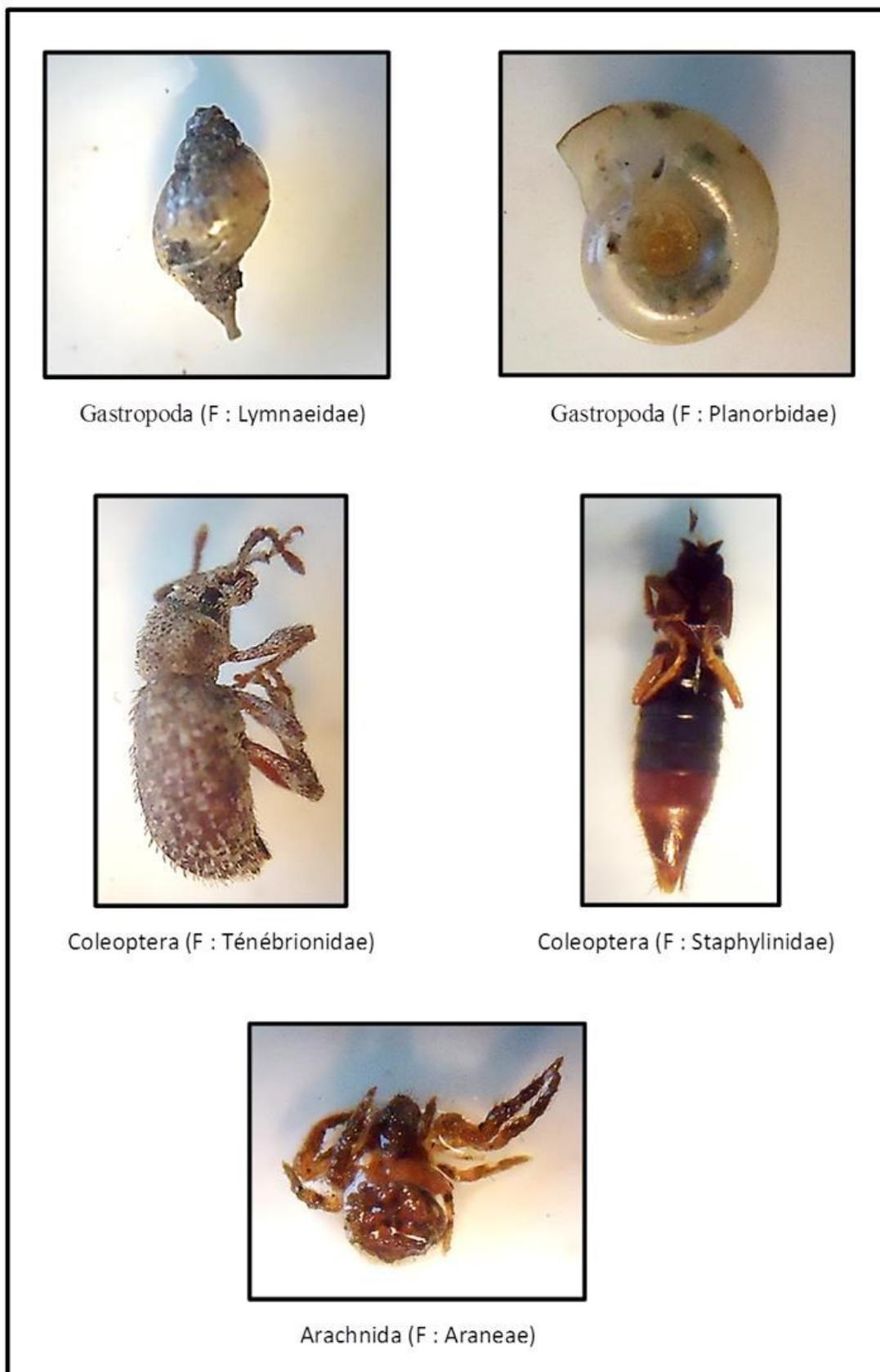
**Tableau 14.** Variation de la diversité et de l'Equitabilité.

	<b>Femelles</b>	<b>Mâles</b>	<b>Population</b>
<b>H'</b>	3,02	3,19	3,25
<b>H<sub>max</sub></b>	3,70	4,00	3,70
<b>E</b>	0,82	0,80	0,88

L'équitabilité est assez élevée elle est presque identique entre les mâles et les femelles (0,80 et 0,82). Cela veut dire que toutes les proies se répartissent de manière presque équilibrée entre les différentes espèces qui forment le spectre alimentaire de la Cistude d'Europe (Tableau 14).

### 3.7. Le chevauchement des niches trophiques

La valeur des chevauchements des niches alimentaires est très élevée entre les mâles et les femelles ( $O_{jk} = 0,938$ ). Le  $P_{obs < exp} = 0,999$ , rejetant ainsi l'hypothèse d'un partage des ressources intraspécifique pour la nourriture ce qui suppose que tous les deux groupes mangent les mêmes aliments.



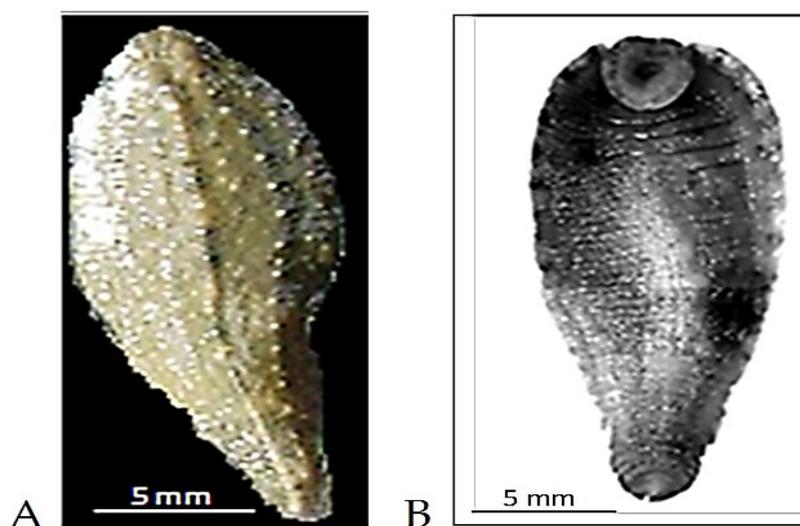
**Photo 13.** Proies entières identifiées sous binoculaire (© Fediras S.)

#### 4. LES ECTOPARASITES

Dans cette partie, nous identifions et analysons la prévalence des sangsues au niveau de notre population d'*Emys orbicularis*, ce qui constitue la première étude sur ce sujet pour l'Algérie. Au cours de l'étude, 53 tortues d'Europe capturées à la main ont été marquées. Des variables individuelles ont été mesurées sur chaque spécimen capturé, comme le poids, la taille et l'âge. Les tortues de moins de 12 cm étaient considérées comme trop petites pour le sexe et étaient classées comme juvéniles.

##### 4.1. Identification des sangsues

Un total de 27 sangsues ont été collectées et identifiées comme *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) (Photo 15). Les Glossiphoniidae sont l'une des familles de sangsues les plus riches en espèces en termes de nombre d'espèces décrites (Ringuelet, 1985, Sawyer, 1986). Le groupe comprend principalement des sangsues aplaties qui se nourrissent normalement sur le sang des tortues ou des amphibiens. Bien que certaines espèces, comme celles des genres *Helobdella* Blanchard, 1896 et *Glossiphonia* Johnson, 1816, se nourrissent de l'hémolymphe des oligochètes aquatiques et des escargots (Siddall et al., 2005). *Placobdella costata* est généralement considérée comme une espèce méditerranéenne qui s'est répandue sur une grande partie de l'Europe centrale et orientale, atteignant aussi loin au sud-est la péninsule arabique (Nesemann et Neubert, 1999, Bielecki et al., 2012).



**Photo 14.** A- face dorsale de *P. costata*, B – face ventrale de *P. costata* (© Fediras S.)

#### 4.2. Prévalence et l'intensité de l'infestation

Les tortues examinées se composaient de 25 femelles, 21 mâles et 7 juvéniles. Sur les 53 tortues examinées, 27 (50,9%) étaient infestées de sangsues : 42,8% des mâles, 68% des femelles et 14,2% des juvéniles (tableau 15).

**Tableau 15.** Prévalence et intensité de l'infestation.

Tortues	Prévalence	Intensité		
	%	Σ	Moy ± Sd	Rang
Males (n = 21)	28.57	9	0.42 ± 0.99	0 - 3
Femelles (n = 25)	28	17	0.68 ± 1.27	0 - 7
Juvéniles (n = 7)	10.28	1	0.14 ± 0.37	0 - 1
Total (n = 53)	26.41	27	0.51 ± 1.20	0 - 7

L'intensité moyenne est de  $0,51 \pm 1,20$  sangsues/tortue (0-7). L'intensité était plus élevée chez les femelles que chez les mâles avec des valeurs respectives de  $0,68 \pm 1,27$  et  $0,42 \pm 0,99$ , et très faible chez les juvéniles avec une valeur de  $0,14 \pm 0,37$ . Les mâles et les femelles ne différaient pas significativement dans la charge parasitaire ( $t = - 0,7$ ,  $p = 0,491$ ,  $ddl = 37$  test- $t$ ). Il n'existe pas aussi de différence entre les adultes et les juvéniles ( $t = 1,79$ ;  $p = 0,083$ ;  $ddl = 32$ ).

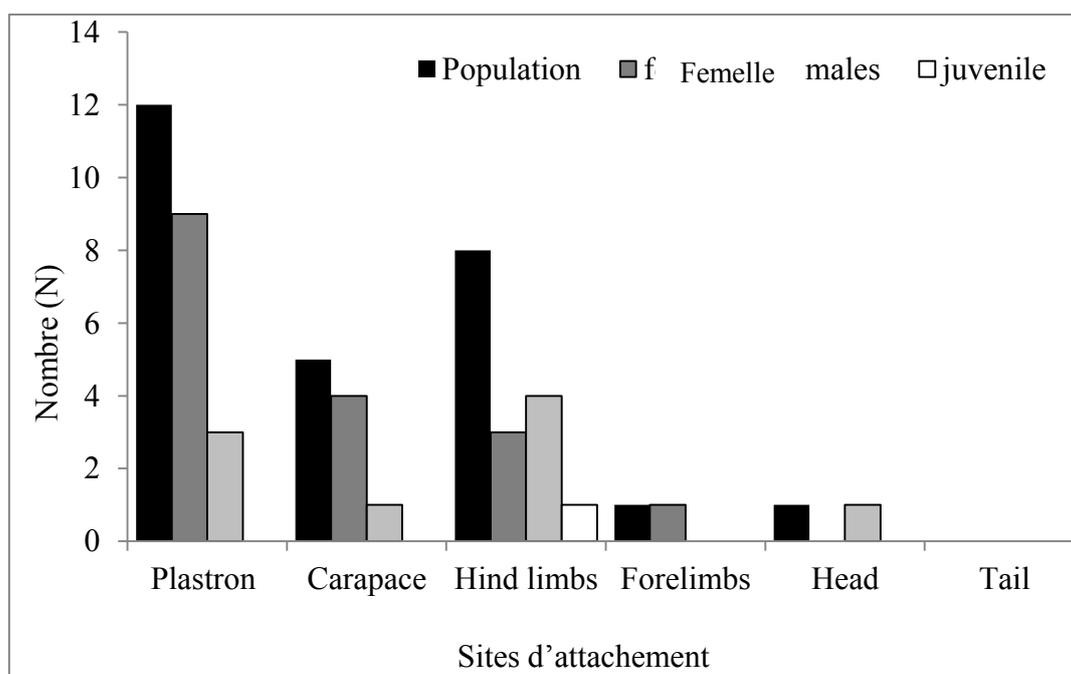
#### 4.3. Les sites d'attachement

Les données montrent que les membres postérieurs sont le site d'attachement le plus commun avec une prévalence de 57,14% (8/14). La tête et les membres antérieurs avec 7,14% (1/14) ont l'infection la plus faible. Nous avons observé que 28,57% (4/14) des sangsues étaient à la fois sur le plastron et sur la carapace.

**Tableau 16.** Intensité et chez les tortues

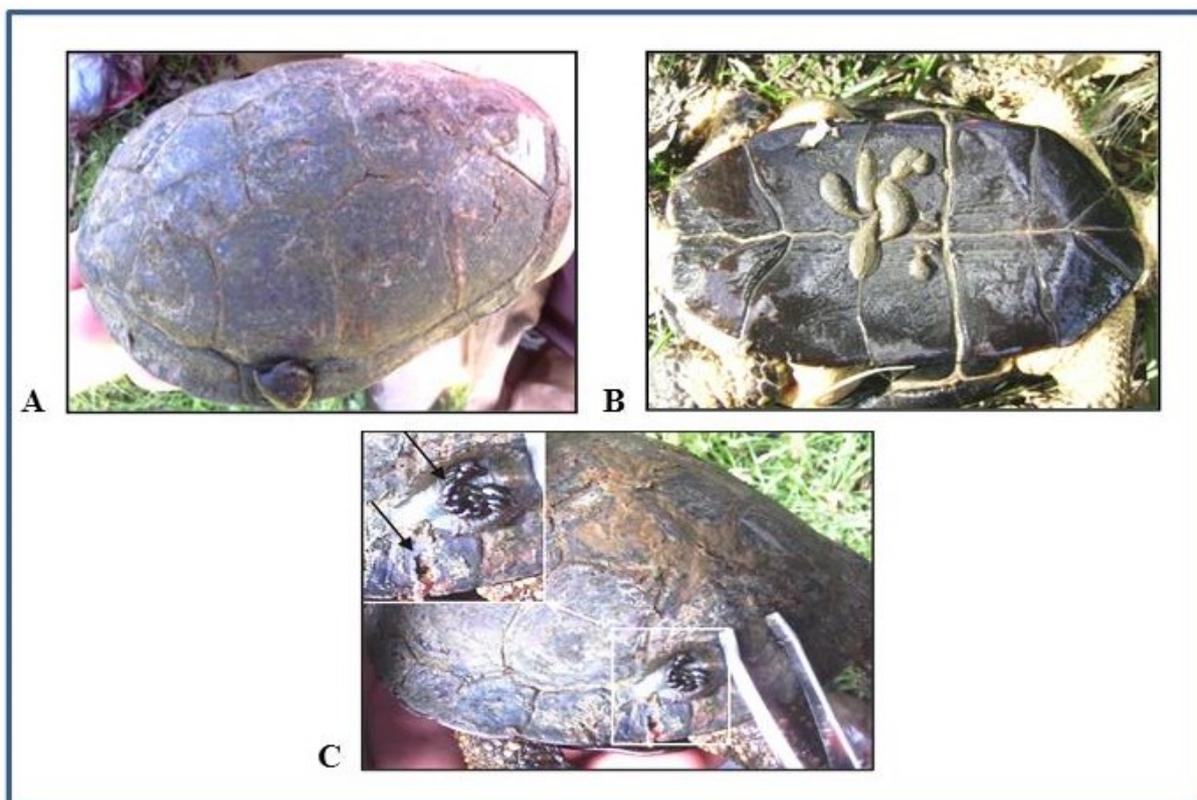
Sites d'attachement	Tortue (N=14)	Sangsues	
		Σ	Moy ± Sd (Rang)
La partie postérieure	8	8	0.57 ± 0.51 (0-1)
Queue	0	0	0
Tête	1	1	0.07 ± 0.26 (0-1)
La partie antérieure	1	1	0.07 ± 0.26 (0-1)
Carapace	4	5	0.35 ± 0.63 (0-2)
Plastron	4	12	0.85 ± 1.92 (0-7)

Le plastron et les membres postérieurs des tortues ont la charge parasitaire la plus élevée avec  $0,85 \pm 1,92$  sangsue pour le plastron et  $0,57 \pm 0,51$  pour les membres postérieurs. Les membres antérieurs et la tête étaient ont une charge de  $0,07 \pm 0,26$  sangsues. Aucun parasite n'a été trouvé sur la queue. La tortue avec le plus de parasites était une femelle avec 7 sangsues. La partie postérieure de la tortue (membres postérieurs) semble être la zone la plus vulnérable et les membres de la tête et du devant sont les parties les moins infestées (Tableau 16).



**Figure 20.** Sites d'attachement de *Placobdella costata* sur *Emys orbicularis*

Nous avons observé un mâle de 8 ans (longueur de carapace de 129 mm) avec une sangsue fixée sur une écaille marginale (14 petites sangsues étaient sur sa face inférieure); quand on l'a enlevé, il a lissé un trou dans la carapace. Il ressort de ces observations que *P. costata* peut pénétrer dans les tissus osseux des carapaces de tortues avec son proboscis pour obtenir du sang, ça à été déjà décrit pour une autre sangsue *P. ornata* Siddall et Gaffney (2004).



**Photo 15.** A- *P. costata* engorgée accrochée entre les écailles de la carapace d'une tortue adulte, B- sept *P. costata* sur le plastron d'une tortue adulte, C- un adulte de *P. costata* avec 14 petits sur leur face inférieure (flèche) attachée à une écaille marginale, montrant des piqûres (flèche) après l'enlèvement d'une sangsue (© Fediras S.)

Aucune relation n'a été trouvée entre les paramètres biométriques et la charge parasitaire (Tableau 17).

**Tableau 17.** Relation entre la charge parasitaire et les paramètres biométriques (N= 53)

	Age (Années)	Longueur de la carapace (mm)	Longueur de Plastron (mm)	Poids
Nombre de sangsues	r = -0.293 (p= 0.175)	r = -0.008 (p= 0.972)	r = 0.047 (p= 0.830)	r = 0.171 (p= 0.222)

## DISCUSSION

### 1. ANALYSE DU MILIEU

La Cistude est inféodée aux milieux aquatiques, elle habite une grande variété d'habitats dans toute son aire de répartition, tels que les étangs, les cours d'eau, les fossés, les marais et également des eaux troubles, elle préfère les étangs à substrat vaseux et une végétation aquatique abondante (Street 1979). Son abondance n'est pas liée à la taille de l'habitat, de sorte que les petites flac d'eaux peuvent supporter un grand nombre d'individus (Rollinat 1934, Fretey, 1975). La distribution des Cistudes varie en fonction des sections du canal, certaines zones étant très recherchées, d'autre peu. Ceci suggère des préférences pour des habitats offrant des caractéristiques particulières.

La Cistude est une espèce ectotherme, elle pratique l'activité d'insolation sur des supports exondés (branches mortes, digues, rochers, touffes de joncs...) et également au sein des roselières (Cistude Nature, 2009 ; Guillon et *al.*, 2007 ; Guillon et *al.*, 2005 ; Cadi & Favero 2004 ; Cadi, 2003 ; Olivier, 2002 ; Priol, 2002 ; Baron et Duguy, 1999 ; Naulleau, 1991; Lebborini et Chelazzi, 1991 ; Thienpont, 2010, Servan, 1989). Ceci explique son abondance en zone 2 et 3 (milieu et avale), endroit propice riche en végétation et qui ne semble pas manquer de poste d'insolation.

Durant sa phase d'activité de mars à septembre plusieurs espèces hydrophytes couvrent progressivement la surface du chenal. Le scirpe lacustre est parmi les premières espèces émergentes de la surface, qui forment des îlots qui deviennent de plus en plus denses. La Jonchaie et la Scirpaie inondées constituent des touffes de végétations peu élevées et compactes implantées dans une faible profondeur d'eau. Cet habitat offre aux Cistudes une multitude de cachettes utiles pendant la période d'activité ce qui explique son abondance en zone 2 et 3 vu ses faibles profondeurs en eau. La roselière du chenal est composée de phragmitaie inondée et sèche fermement implantée dans l'eau en bordure du canal, grâce à des tiges souterraines entrelacées, cette formation «dominante » forme un peuplement uniforme et compact. Elle constitue un habitat idéal pour la cistude en recherche de proies et de cachette. A la fin de l'hiver ces touffes séchés couchés par le vent constituent une zone de

«basking» très intéressante, la température peut y être de 20°C supérieure à celle de l'extérieur de la roselière (Cadi et Faverot, 2004).

Nénuphar, Iris, phragmite, typha apparaissent tardivement. Le sparganier et d'autres espèces complètement ou partiellement immergés tels que les Polygonum et les Potamogeton couvrent de vastes étendues. Nos résultats ressemblent à ceux du marais du Logit Gironde (Pagano, 2007) où les Cistudes fréquentent une végétation flottante située dans des eaux peu profonds (phragmitaies). Ces choix peuvent s'expliquer par le mode de vie d'*Emys orbicularis*. En effet, les roselières et les zones à juncs offrent aux tortues des sites pour les bains de soleil (basking). Ces herbiers forment des zones de nourrissage pour les tortues, une forte concentration de petits poissons, d'invertébrés et de larves d'amphibiens a pu être observée dans ces milieux. Ce comportement est indispensable pour activer les processus enzymatiques de la digestion (Di Tranti & Zuffi, 1997). Il est considéré comme un élément essentiel dans la stratégie spatiale des Cistudes (Lebboroni & Chelazzi, 1991).

Notre site d'étude se présente comme une cour d'eau à faible profondeur avec une végétation aquatique dense. Plus précisément une végétation hydrophyte. De nombreux organismes aquatiques prolifèrent dans ce milieu (insectes aquatiques tel que les larves d'odonates, des grenouilles au stade adulte et larvaire...). Nous pouvons émettre l'hypothèse, que ce milieu est donc une zone favorable à la cistude car une faible profondeur d'eau implique qu'elle va chauffer rapidement et la cistude peu ainsi réguler sa température corporelle facilement. De plus les cistudes s'enfouissent souvent dans la boue (même hors période d'hibernation) car elles y trouvent humidité et chaleur. Enfin d'un point de vue alimentaire cette zone est riche en insectes, grenouilles, têtards qui constituent une partie importante de son régime alimentaire. Nous pouvons aussi imaginer que la faible profondeur d'eau permet d'accéder facilement à la nourriture sans chasser sur de grandes profondeurs d'eau, les déplacements sont donc limités ce qui minimise les dépenses énergétiques. Le manque de juvéniles probablement ne reflète pas la situation réelle, mais il est probablement le résultat d'un biais dans les méthodes de détection et de capture que nous avons utilisé et éventuellement des caractéristiques d'habitats. En règle générale, les tortues juvéniles préfèrent les petits plans d'eau peu profonds avec une végétation dense, où ils peuvent facilement trouver de la nourriture, un abri et une protection contre les prédateurs, et vivre une vie plus cryptique que les adultes (Zuffi 2000, Mosimann & Cadi 2004).

## 2. ETUDE DES PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES DE LA POPULATION

**Densité.** La densité de notre population (8,63 tortues/ha) est proche de celle du delta du Pô (Italie du Nord) avec 6,13 individus/ha (Mazzotti, 1995). Des densités importantes ont été signalées en Turquie où 81 tortues/ha ont été trouvées au lac Yayla (Ayaz et al., 2007) et jusqu'à 225 tortues/ha à Cukurkoy (Ouest de l'Anatolie) (Auer et Taskavak, 2004). Dans d'autres régions, les densités étaient beaucoup plus élevées, comme dans le comté de La Selva (Nord-est de l'Espagne) où la densité estimée est de 1030,60 individus/ha (Ramos et al., 2009). Il convient de noter que le manque de pièges, en particulier les verveux, idéaux pour la capture des tortues est la principale cause du faible nombre de tortues capturées. Les filets verveux sont adaptés aux sites avec une eau profonde, plus efficace en termes de nombre de prises. Les captures à la main sont très difficiles et prennent beaucoup de temps (Woodbury, 1956). Nous estimons que seulement 10% des tortues observées ont été capturées lors des sessions de capture-recapture. Cependant, il est nécessaire d'utiliser ces deux méthodes (prises à la main et piégeage), car aucune, utilisée seule ne donne une description complète de la structure de la population (Servan, 1986, Ream et Ream, 1966). Ils sont biaisés par le comportement de différents groupes d'âge (Ream et Ream, 1966).

**Le dimorphisme sexuel.** Le dimorphisme sexuel est lié à des différences dans les stratégies d'histoire des deux sexes (Olivier, 2002). Quand les jeunes mâles pourraient être favorisés dans leur mobilité et/ou la recherche des partenaires sexuels; les femelles ont tendance à avoir une taille plus grande qui peut être corrélée avec la taille de la ponte (Olivier, 2002). Nous avons constaté que les femelles étaient plus grosses que les mâles, comme dans la plupart des sous-espèces d'*Emys orbicularis* (Zuffi et al., 1999, Fritz, 2001, 2003, Ayres et Cordero, 2001). En Algérie aussi les femelles des cistudes (151.00 mm et 548.40 g) sont plus grandes que les mâles (129.43 mm et 321.21 g). La largeur du plastron est significativement plus élevée chez les femelles que chez les mâles, en particulier la partie postérieure du plastron ( $p < 0,0001$ , test- $t$ ) surtout qu'il existe une corrélation positive entre le nombre d'œufs pondus et la taille des femelles (Mítrus et Zemanek 1998, Zuffi et al., 1999), comme dans la plupart des sous-espèces d'*Emys orbicularis* (Zuffi et al., 1999; Fritz, 2001, 2003). La taille des corps varie en fonction de la latitude et des facteurs environnementaux (Fritz, 2001, 2003), les populations dans la zone sud ayant tendance à être plus petites (Fritz 1998, Keller et al., 1998). Des observations similaires en ce qui concerne la latitude ont également été faites dans *Chrysemys picta* (Moll, 1973, Iverson et Smith, 1993).

**Tableau 18.** Longueur moyenne de la carapace CL (mm) et poids corporel moyen BW (g) de la population algérienne par rapport aux différentes populations européennes (par ordre décroissant de longueur de la carapace des femelles)

Région	Sexe	CL (mm)	BW (g)	Références
Allemagne (nord-est)	Femelle (N=31) Mâle	182.8 160.3		Schneeweis, 1998
Pologne (central)	Femelle (N=38) Mâle	182.7 171.8		Mitrus and Zemanek, 2000
Allemagne (nord-est)	Femelle (N=22) Mâle (N=21)	173 (143-197) 159 (131-178)		Farkas et al., 1998
Pologne de l'Ouest	Femelle (N=33) Mâle (N=28)	171 (137.90-198.50) 154.40 (133.30-185.50)	790.66 (438-1380) 554.2 (345-815)	Najbar et al., 2006
Sud de la France (Camargue)	Femelle (N=183) Mâle (N=130)	163.3 145.4	744.6 (670-1092) 436.7 (286-670)	Olivier, 2002
Ouest de la France	Femelle (N=50) Mâle	159,7 149,5		Duguy and Baron, 1998
France (Brenne)	Femelle (N=210) Mâle	154 142		Servan, 1988
Hongrie	Femelle (N=978) Mâle	155 130		Balazs and Gyorffy, 2006
Hongrie	Femelle (N=97) Mâle	152 135		Farkas et al., 1998
<b>Algérie (El kala)</b>	<b>Femelle (N=68) Mâle (N=61)</b>	<b>151.00 (110.10-179.67) 130.65 (110.01-161.20)</b>	<b>548.40 (225-814) 326.06 (225-808)</b>	<b>Notre étude</b>
La Corse	Femelle (N=151) Mâle	147.5 134.3		Lombardini and Cheylan, 2004
France (Aquitaine)	Femelle (N=1471) Mâle	144 131		Priol, 2009
Donana (Sud Espagne)	Femelle (N=778) Mâle	142.6 138.9		Keller et al., 1998
Italie (Emilia-Romagna)	Femelle (N=126) Mâle	137.6 112.5		Zuffi and Gariboldi, 1995
Delta de l'Ebre (Espagne)	Femelle (N=24) Mâle	137.4 119.6		Bertolero, 2001
Sud de la France (Gers)	Femelle (N=63) Mâle	137 130		Parde et al., 2000
La Turquie	Femelle (N=1216) Mâle	135.4 128.5		Ayaz et al. 2008
Italie centrale	Femelle (N=25) Mâle (N=45)	131.7 125.9	483.4 233	Zuffi et al., 1999
Sardaigne (Italie)	Femelle (N=24) Mâle	125.2 117.9		Schulze and Fritz, 2003
Est de l'Espagne (Valencia)	Femelle (N=161) Mâle (N=113)	124.39 (80,7-156) 119.15 (89,9-158,4)	338 (84-631) 279 (114-428)	Bataller et al., 2008
Nord-ouest de l'Espagne	Femelle (N=115) Mâle (N=66)	122.6 136.4	352.6 408	Ayres and Cordero, 2001

Italie (Calabre)	Femelle Mâle	(N=84)	121.4 108.2		Tripepi and Zuffi, 2002
Italie (Latium)	Femelle Mâle	(N=33)	121.2 112.8		Rovero et al., 1999
Le delta du Pô (Italie)	Femelle Mâle	(N=127)	119.5 111.2		Mazzotti, 1995
Italie du Sud	Femelle Mâle	(N=43) (N=26)	119.9 (97-152) 109.2 (90-128)	297.6 (142-600) 199.6 (120-300)	Fattizzo, 2008
Turquie (Anatolie centrale)	Femelle Mâle	(N=94)	119.1 105.4		Taskavak et Reimann, 1998

De manière assez surprenante, la taille des individus de notre population était plus proche de la taille des populations nord-européennes que de la taille des tortues méditerranéennes. Les femelles étaient significativement plus grandes que les populations espagnole et italienne et plus petites que les populations française, allemande et polonaise (tableau 5). Une explication possible vient d'études phylogénétiques qui suggèrent que les tortues de l'Est de l'Algérie représentent une sous-espèce distincte (Fritz et Havaš, 2007, Stuckas et al., 2014). L'effet environnemental (phénotypique) semble également jouer, mais dans les limites imposée par l'effet génotypique (contraintes phylogénétiques) (Lombardini et Cheylan, 2004).

**Sex-ratio.** Chez une espèce animale, le sex-ratio est un facteur écologique très important, qui influence la dynamique des populations (Girondot et Pieau, 1993). Selon Fisher (1929), le rapport sexuel primaire optimal devrait être de 1:1, mais plusieurs études ont montré l'existence de rapports sexuels déséquilibrés (Gibbons, 1990). Dans la famille des Emydidae, ce rapport varie. Ces variations sont dues à des erreurs d'échantillonnage (Bury, 1979), à des taux de mortalité (Girondot et Pieau, 1993) ou à des comportements différents entre les sexes (Kofron et Schreiber, 1987; Dodd, 1989) influençant la capture. Valdeón (2006) à Navarre a obtenu des données préliminaires avec un sex-ratio de 1:1. Ayllon et al. (2010) à Cuenca (Espagne), trouvent un sex-ratio biaisé en faveur des mâles (3.6: 1) et c'est le cas pour d'autres populations ibériques (Keller, 1997, Cordero-Rivera et Ayres-Fernandez, 2004, Segurado et al., 2005, Ayres et Cordero, 2001). C'est aussi le cas pour notre population pendant 3 ans, où le nombre total des mâles est plus élevé que celui des femelles (1.12: 1). Inversement, des valeurs de sex-ratio très variables ont été mesurées dans des échantillons italiens d'*Emys orbicularis*, entre 1:1 et 1:2,4 (Mazzotti, 1995; Zuffi et Gariboldi, 1995; Mazzotti et al., 2007).

**Structure d'âges.** L'âge maximum était de 16 ans pour un mâle capturé en 2014 et de 14 ans pour deux femelles capturées en 2015. Auer et Taskavak (2004) ont signalé un âge maximum presque identique à celui trouvé dans notre étude (16 ans). À Doñana, les données estimaient entre 28 et 29 ans l'âge maximum pour les mâles et les femmes (Keller et al., 1998). La structure par âge de la population est assez commune chez les chéloniens, avec une majorité d'adultes et un petit pourcentage de juvéniles. Cependant, nous n'avons pas capturé de nouveau-nés dans le site. Cela peut s'expliquer par le facteur prédation, où les juvéniles restent cachés dans la végétation et n'apparaissent pas très souvent. C'est le cas de la population de Camargue Gardoise (Lyet et Cheylan, 2002) et du delta de l'Ebre en Espagne (Bertolero, 2000). Ceci reflète principalement des comportements différents entre adultes et juvéniles (Ayres et Cordero, 2007). Il est possible que les habitats aquatiques soient utilisés différemment par les adultes et les juvéniles (Olivier, 2002). Enfin, il est possible que le biais soit dû à la méthode de capture puisque les nouveau-nés sont plus petits et donc difficiles à détecter et que notre échantillonnage a été effectué à la main. La pression de prédation peut également être une cause du faible nombre des nouveau-nés, extrêmement vulnérables en raison de leurs coquilles molles.

**Structure de taille.** Pour notre population, les juvéniles sont peu représentés avec un pourcentage moyen de 7,15% pour les trois années, en particulier avec la taille de la classe entre 60-120 mm. Ce taux est plus élevé dans d'autres populations telles que Doñana, Espagne (20%) (Keller, 1997) et Brenne, France (30%) (Servan, 1989). Braitmayer et al. (1998) ont trouvé 12% de juvéniles à Minorque. Ce pourcentage peut être très faible dans certaines populations comme à Çukurköy (ouest de la Turquie) où le taux n'est que de 1,9%. La principale différence entre les mâles et les femelles est la taille supérieure à 160 mm, qui est plus représentée chez les femelles avec un pourcentage moyen de 38% et avec seulement 5,56% chez les mâles.

**Les taux de croissance.** Le seul juvénile recapturé à une croissance beaucoup plus élevé que les adultes avec 19,8% du taux de croissance. Les courbes de croissance sont caractérisées par une période de croissance plus rapide aux stades jeunes et une croissance lente, probablement après avoir atteint la maturité sexuelle. La croissance est beaucoup plus prononcée chez les femmes que chez les mâles, ce qui peut expliquer la différence de taille entre les deux sexes.

### 3. ANALYSE DU REGIME ALIMENTAIRE

Seules quelques études ont analysés le régime alimentaire d'*E. orbicularis*. La Cistude est un prédateur opportuniste avec une large niche alimentaire comme pour beaucoup d'autres tortues dulçaquacoles (Clark et Gibbons, 1969, Georges 1982, Chessman, 1986). Cette espèce est considérée comme un carnivore (Bannikov, 1951, Lanza, 1983, Ernst et Barbour, 1989), elle change aussi son régime à omnivore selon ces différents habitats qui sont probablement liés aux différences dans la disponibilité des proies (Ottonello et *al.*, 2005).

Son régime est opportuniste dans lequel la composante animale prédomine mais comprend également des plantes (Fritz, 2001). En Camargue (France), l'alimentation de l'espèce est basée au printemps sur les invertébrés et en été il y a une plus grande utilisation de la matière végétale comme nourriture. (Ottonello et *al.*, 2005). Plusieurs études ont trouvé des restes végétaux dans leurs fèces. Cependant, il a été considéré que les restes des végétaux devraient être considérés comme consommés "par erreur" (Lebboroni et Chelazzi, 1992, Kotenko, 2000). Dans leur article, Ottonello et *al.* (2005) ont trouvé des restes de plantes dans 89% des fèces d'*E. orbicularis* adultes. Pour notre population les végétaux sont présents dans plus de 60% des fèces analysés. Il est souvent difficile de déterminer si la matière végétale est ingérée accidentellement avec une proie animale ou représente un aliment primaire (Lindeman, 1996). Pour certains auteurs notamment Ayres et *al.* (2010) en Espagne la matière végétale est consommée volontairement et fait partie du spectre alimentaire de la Cistude. Des fruits des nénuphars (*Nymphaea alba*) ont été identifiés dans l'alimentation de la population de la rivière Louro (Pontevedra - Espagne) (Ayres et *al.*, 2010). Ces tortues aquatiques jouent un rôle important dans la dissémination de ces plantes aquatiques entre des plans d'eau isolés.

Le régime alimentaire de notre population analysé sur 40 fèces collectées révèle que cette espèce est spécialiste des mollusques et spécialement les gastropodes qui occupent 39,1 % du spectre alimentaire suivi par les d'insectes 24,93%, puis par les plantes avec près de 15%. Les têtards sont identifiés lorsque leur digestion n'est pas complète, ils représentent environ 15 % du spectre alimentaire, ceci a été signalé pour d'autres population (Skibinski. 1954). Les plantes sont assez importantes pour les deux sexes avec des proportions pratiquement égales,

14,67% chez les mâles et 15,72% chez les femelles. La réduction de la diversité et de l'abondance des invertébrés a déjà été signalée par Vilizzi et al. (2015) et Ottonello et al. (2016) et elle est liée probablement à sa faible disponibilité dans le milieu suite à la présence des poissons.

Les femelles ont tendance à ingérer un peu plus de Gastropodes et d'insectes (surtout les coléoptères) que les mâles mais nous n'avons pas trouvé de différence significative dans la composition du régime alimentaire entre les deux sexes. Le même constat a été fait pour d'autres populations de Cistudes (Ottonello et al., 2016)

La stratégie d'alimentation de notre population ne ressemble pas à celles trouvés pour d'autres populations d'*Emys orbicularis* (Ficetola et De Bernardi 2006) ou bien de sa congénère *Emys trinacris* (Ontonello et al., 2005 ; Ottonello et al., 2016) dont les principales proies consommées sont des invertébrés aquatiques. A Doñana (Espagne) Le régime des adultes est basé sur des animaux avec une petite proportion de plantes. Les proies animales sont dominées par les crustacés (crabe rouge américain) et dans une moindre mesure, par les Hétéroptères, Odonates, Hyménoptères, Diptères, Coléoptères, Annélides et poissons (Pérez-Santigosa et al., 2011).

Le choix des proies est avant tout une question de disponibilité de ces dernières et aussi des caractéristiques du milieu (Ontonello et al. 2005, Georges, A, 1982 ; Demuth, J.P., Buhlmann, K.A. 1997 ; Chessman, B.C. 1986). En outre, nous pensons que les cistudes consomment des proies proportionnellement à leurs abondances relatives dans le milieu.

#### **4. LES ECTOPARASITES**

*Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) s'est révélée être la seule espèce de sangsue qui parasite notre population d'*Emys orbicularis*. Cette espèce est connue pour son alimentation hématophage sur des tortues d'eau douce, en Europe principalement sur *Emys orbicularis* (Nesemann et Neubert, 1999, Vamberger et Trontelj 2007), mais aussi sur *Mauremys leprosa* (Romero et al., 2014) et *M. caspica* (Yadollahvand et Kami, 2014). Elle est suspectée d'être un vecteur de parasites sanguins de l'hémoglobine chez les tortues (McAuliffe, 1977, Siddall et Desser, 2001). Danilewsky (1885) et Reichenow (1910) ont décrit des espèces

Haemogregarina chez les tortues et *Haemogregarina stepanowi* comme parasite de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*), dont le développement sexuel se produit chez les hôtes de la sangsue. La dernière partie du cycle de vie comprenant la formation de gamonts se produit dans les érythrocytes de la tortue, permettant une détection relativement facile (Siddall et Desser, 1990). En Algérie, *Haemogregarina stepanowi* a été détecté dans une population de *Mauremys leprosa* et qui est souvent présente avec *E. orbicularis* dans notre zone d'étude (Dvořáková et al., 2013). Elle a également été rapportée dans les populations iraniennes de *M. caspica* et d'*E. Orbicularis* (Javanbakht et Sharifi, 2014). Il est donc probable que ce parasite soit également présent chez les Cistudes algériennes ; d'autres études pourraient confirmer cette hypothèse.

L'intensité de l'infestation par les sangsues peut être liée à sa préférence pour les sites d'attachement sur des tortues d'une longueur et d'un poids plus importants (McCoy et al., 2007, Bielecki et al., 2012). Alors que la plupart des sangsues ont été observées sur les femelles d'*E. orbicularis*, la prévalence de *P. costata* ne différerait pas significativement selon le sexe, la longueur, le poids ou l'âge des tortues.

Avec 27 sangsues trouvées sur 53 tortues, la prévalence (50,9%) dans notre zone d'étude est élevée par rapport aux autres populations. Dans le sud de l'Espagne, une seule sangsue a été trouvée attachée à une tortue (*Mauremys leprosa*) sur près de 100 tortues capturées (Romero et al., 2014). Dans le nord-ouest de l'Espagne, les tortues portent généralement des charges plus importantes pendant l'été, lorsque le niveau de l'eau est faible (Ayres, comm.)

Notre analyse des sites d'attachement de *P. costata* sur les tortues a révélé qu'il y a des préférences pour certains endroits. La partie postérieure, à savoir les membres postérieurs, est la zone la plus affectée (57,14%), tandis que la partie antérieure (tête et membres antérieurs) a une charge parasitaire de 14,28%. Nos résultats étaient similaires à ceux trouvés dans d'autres études sur les sites d'attachement des sangsues sur les tortues en Amérique du Nord (Koffler et al., 1978, Dodd, 1988, McCoy et al., 2007) où le site de fixation préféré était la région postérieure. Beaucoup de sangsues ont été trouvées attachées au plastron où elles pourraient également se protéger et particulièrement de la dessiccation quand la tortue quitte l'eau (Vogt, 1979). En Espagne, dans deux populations, toutes les sangsues ont été retrouvées attachées au

plastron, aux jonctions ou sur les écailles cassés, et jamais sur les parties molles du corps de l'animal (Ayres et Alvarez, 2008).

Les sangsues préfèrent généralement s'attacher aux zones les plus douces de la peau; cependant, les sites d'attachement spécifiques observés dans notre étude suggèrent qu'il existe également une préférence pour fissures sur les écailles. Cela n'est pas surprenant car une autre espèce de sangsue (*Placobdella ornata*) peut se nourrir des tissus osseux des tortues (Siddall et Gaffney, 2004). Une autre étude sur la prévalence de *Placobdella costata* chez *Mauremys leprosa* serait très intéressante pour vérifier la relation parasitaire entre cette sangsue et les tortues vivant dans notre région d'étude.

## 5. FACTEURS DE DEGRADATION ET MESURES DE GESTION

Selon Durand (1954), La Messida était l'émissaire qui reliait le Tonga à la mer, son embouchure était située sur une plage dont les sables arrêtaient l'écoulement de ses eaux de façon presque permanente. Dans le cadre du programme d'assèchement de la zone humide pour développer l'agriculture, l'administration coloniale a aménagée cet émissaire en canal pour favoriser l'écoulement de l'eau du Tonga vers la mer. L'aménagement de canaux pourrait être par certains aspects bénéfiques à cette espèce. En effet, Cet endiguement, tout en créant des nouveaux sites de pontes et des solariums, permet également de maintenir les marais en eau quelle que soit la pluviométrie. Ces aménagements pourraient donc avoir augmenté la superficie totale d'habitats disponibles pour les Cistudes (Olivier et al ., 2008).

Les premiers résultats obtenus à partir de ce travail seront une base pour d'autres études sur la stratégie de reproduction, le comportement et l'utilisation de l'espace afin d'obtenir des détails sur les mouvements des tortues et les zones utilisées. Cette espèce n'est pas protégée en Algérie malgré sa présence dans un parc national et sur un site Ramsar. Les tortues sont également victimes par les opérations de curage du chenal. Le site est aussi une zone touristique qui est très fréquentée surtout pendant l'été. Il est essentiel d'impliquer le public, en particulier, les utilisateurs de la zone humide (pêcheurs, agriculteurs, etc.) et les touristes dans un processus de préservation d'une espèce encore vulnérable par la fragilité de ces habitats. Il est nécessaire que les différents acteurs impliqués dans la conservation des zones humides, notamment l'Université Chadli Bendjedid, la gestion du parc national El Kala,

les services des forêts, les services hydrauliques et les services de l'agriculture collaborent pour établir des stratégies de conservation à long terme.

### **5.1. Opération de curage du canal Messida**

La mécanisation des méthodes de curage et de faucardage du canal est des méthodes d'entretien qui ne semblent pas convenir à cette espèce, surtout si elle est réalisée en période hivernale. Cette méthode peut provoquer la mortalité directe de cette espèce de plus elle rend le milieu beaucoup moins favorable à la présence de l'espèce.



**Photo 16.** Opération de curage du canal Messida (18/04/2013) (© Fediras S.)

### **5.2. Disparition des sites de ponte**

Les pelouses naturelles sont des milieux qui fournissent à l'agriculteur des terres de grande valeur pour les troupeaux comme les bovins. Cette transformation des milieux entraîne une destruction des sites traditionnels de ponte Olivier (2002). La cistude est néanmoins capable de pondre sur les digues ou des chemins, comme ça a été déjà signalé par Olivier (2002) pour le cas de Vigueirat. Ce cas de figure on l'a aussi observé dans notre zone d'étude où des nids ont été trouvés sur la digue nord du lac, pas loin de la station de pompage. Plusieurs pontes ont été trouvés sur la digue près des touffes d'acacia. Néanmoins, l'identité de l'espèce n'est pas confirmée car l'autre tortue aquatique l'Emyde lépreuse *Mauremys leprosa* est aussi présente sur le site et les nids ont été découverts après éclosion ou prédation.



**Photo 17.** Nid de tortue dulçaquicole découvert sur la digue (© Fediras S.)

### **5.3. Destructions involontaires liées aux techniques de pêche**

Selon les pêcheurs à la ligne, il peut arriver qu'une tortue (Emyde ou Cistude) avale un hameçon, la blessant plus ou moins gravement. L'emploi de nasses et de filets verveux par les pêcheurs sont parmi les causes les plus vraisemblables de mortalité chez les cistudes. Ces pièges installés sous l'eau dans le cours d'eau pour intercepter l'anguille qui migre de la mer vers le lac et vice-versa à travers le chenal. Comme les poissons, les Cistudes sont souvent piégées et elles se noyaient.



**Photo 18.** Cistude piégée dans un filet verveux (© Fediras S.)

#### **5.4. Prédation**

Si la tortue adulte n'a que peu de prédateurs (loutre, certains rapaces), les œufs et les juvéniles font eux le festin de nombreux animaux : renards, pies, corbeaux, hérons, hérissons, rats, sangliers. A l'éclosion, les Cistudes sont à peine plus grosses qu'une pièce de monnaie et leur carapace est encore toute molle : elle est donc très vulnérable (Olivier et al, 2008). Le risque de prédation semble assez élevé. Hérons, corvidés, goélands, fouine, hérisson, brochet, etc. profitent de l'absence de carapace dure chez le jeune pendant un à deux ans pour consommer l'espèce à ce stade de développement. Les adultes sont peu concernés par la prédation. (Cadi et Favérot, 2004). les pontes aussi, subissent une forte prédation. En effet, les sites de ponte sont généralement exposés au soleil et donc à la prédation. En Camargue, on soupçonne le Putois *Mustela putorius* d'avoir consommé plus de 400 nids de Cistudes en 2000 (Cheylan, com.pers.).

La concentration des nids sur des surfaces restreintes (par insuffisance de surfaces disponibles favorables aux dépôts des œufs) est un facteur qui accentue nettement la prédation Chez les cistudes.

#### **5.5. Modification et destruction des zones humides**

Depuis plus d'un siècle, beaucoup de zones humides ont été détruites ou modifiées. Les causes sont multiples : endiguement, comblement, urbanisation, pollution ou gestion inadaptée sont quelques exemples de l'histoire récente. Les répercussions sur la Cistude d'Europe sont de plusieurs ordres, comme la diminution de l'espace vital, la fragmentation des populations et la baisse des effectifs (Nicolas, 2009). Il est donc primordial de préserver, entretenir, voire restaurer les zones humides favorables à la Cistude. Il est important que les gestionnaires des zones humides (Parc National d'El Kala, services hydrauliques, direction de la pêche...) soient bien informés de la présence de l'espèce sur leur territoire et de ses besoins écologiques afin de pouvoir la prendre en compte dans ces programmes de gestion.

## CONCLUSION

Notre étude a été réalisée au niveau du Lac Tonga qui est un site Ramsar et aussi une des plus importantes zones humides d'Afrique du Nord. L'une des propriétés en matière de conservation est donc l'étude de la biodémographie et de l'écologie de cette espèce, étape préalable nécessaire à l'établissement d'outils de gestion et de conservation cohérents. Notre contribution à l'étude d'une population naturelle s'insère dans le cadre de cette perspective.

Sur la période de 2013 à 2015, 72 jours ont été consacrés aux captures, dont nous avons obtenu au total 140 individus. La taille de la population ne varie pas sur une base annuelle, étant 47 tortues en 2013 et 2014 ; et environ 46 tortues en 2015.

Nous avons déterminé le sexe des tortues avec certitude sur les individus adultes dont la longueur de la carapace est supérieure à 100 mm, Les adultes dominant la population d'*Emys orbicularis occidentalis* dans ce domaine est de 87,23 à 95,74%, tandis que les juvéniles sont représentés que par quelques individus varient entre 6,52 à 12,77%.

Parmi ces individus, 100 ont été initialement capturés et marqués, et 51 des individus marqués ont été recapturés au moins une fois. Il convient de noter que l'absence de pièges en particulier les verveux, idéal pour les tortues est la principale cause de ce faible effectifs. La prise en main est très difficile dans ce type d'environnements.

Le Sexe a été déterminé avec certitude que sur les individus matures dont la longueur est supérieure à 100 mm.

Les sex-ratios étaient en faveur des mâles avec une valeur de 1,14 en 2014 et en faveur des femelles en 2013 et 2015 avec des valeurs respectives de 0,78 et 0,79. le sex-ratio a été trouvé pour les trois années égale à 0,89 en faveur des femelles.

La croissance est rapide au stade jeune puis commence à ralentir et devenir presque nulle après la maturité sexuelle. L'examen des anneaux de croissance sur les écailles épidermiques de la carapace permet aussi de déduire, que la croissance est discontinue et est importante au stade jeune (où les bourrelets sont plus larges) et décroît après un certain nombre d'anneaux de croissance (généralement à partir de 7-10 chez les mâles et 9-12 chez les femelles).

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 7 à 10 ans chez les mâles et à 9 à 12 ans chez les femelles. Age à partir duquel le resserrement des anneaux de croissance devient de plus en plus marqué.

Cette étude nous a permis de recueillir des données fondamentales sur la démographie, la structure, et le régime alimentaire d'une population de Cistude d'Europe (*Emys orbicularis occidentalis*) dans le lac Tonga. La capture des animaux s'est effectuée à la main en se basant sur le comportement d'insolation sur les berges des tortues. Nous avons échantillonné 34 individus.

Les résultats obtenus sur la morphologie des cistudes sont en faveur d'un dimorphisme sexuel du poids et de la taille, ceux-ci sont plus importants chez les femelles que chez des mâles. Il existe également des différences mais non significatives dans la taille du plastron.

L'étude du régime alimentaire, son analyse a permis de dresser la liste systématique des différentes proies. Celle-ci montre qu'il est assez diversifié, entre Mollusques, Insectes, Plantes, Annélides et des débris non identifiés. Ainsi 21 catégories de proies ont été recensées.

Les insectes et les mollusques nous n'avons pu avancer l'identification jusqu'à la l'espèce, et même à certaines familles. Nous avons ainsi, identifié 4 ordres s'insectes ; Coléoptères, Ephemeroptères, Hémiptères, et Odonates et 6 ordres de mollusques ; Basommatophora, Heterostropha, Neotaenioglossa, Littorinimorpha, Architaenioglossa, Veneroida.

L'analyse des fréquences relatives et centésimales montrent que les cistudes ont une préférence pour les Mollusques plutôt que pour les insectes. Les femelles présentent une abondance relative relativement supérieure à celle des males pour ces deux taxons. La présence des plantes n'est pas négligeable dans le régime alimentaire puisqu'elles sont présentes dans presque 11% des échantillons chez les mâles et 17% chez les femelles.

Un échantillonnage sur une plus longue durée serait souhaitable à l'avenir, pour voir l'évolution du régime alimentaire des cistudes au cours des différentes saisons. Le travail sur un seul site est également insuffisant, la comparaison du régime alimentaire entre plusieurs sites permettra sans doute de mieux l'évaluer et de confirmer si la cistude d'Europe est une espèce opportuniste, s'alimentant des proies disponibles dans chaque milieu ou au contraire elle à ses propres besoins et préférences alimentaires.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alford, R.A. and Richards, S.J. (1999). Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **30**, 133–165.
- Auer, M. and Taskavak, E. (2004). Population structure of syntopic *Emys orbicularis* and *Mauremys rivulata* in western Turkey. *Biologia*, **59**, 81 – 84.
- Ayllón, E., Hernández-Sastre, P.-L., Franch, M., Ayres, C., and Álvarez A. (2010). “Datos preliminares sobre la población de *Emys orbicularis* en las lagunas de Cañada de Hoyo (Cuenca),” *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, **21**, 71 – 75.(Romain, s. d.)
- Ayres, C., Cordero, A. (2001). Sexual dimorphism and morphological differentiation in European pond turtle (*Emys orbicularis*) populations from northwestern Spain. *Chelonian Conserv. Biol.*, **4**, 100 – 106.
- Ayres, C., Alvarez, A. (2008). On the presence of *Placobdella* sp. leeches on *Emys orbicularis*. *Acta Biologica*, **8 (1)**, 53–55.
- Batty, J., Pain, D., Caurant, F. (1996). Metal concentrations in eels *Anguilla anguilla* from the Camargue region of France. *Biological Conservation*, **76** : 17-23.
- Bakaria, F. (2013). Stratégies de la reproduction de la guifette moustac *Chlidonias hybrida hybrida* (Pallas, 1811) dans le lac Tonga, wilaya d'El Tarf : Caractéristiques et qualité d'accueil de son unique site nord-africain de reproduction : Université Badji-Mokhtar Annaba. 151 p.
- Bakaria, F., Benyacoub, S., Gauthier-Clerc, M., Bañbura, J. (2009). Long-term changes in the size, structure and location of whiskered tern *Chlidonias hybrida* (P.) nests in deteriorating environmental conditions of a north African lake. *Polish J. Ecol.*, **57(4)**, 749 – 749.
- Baillie, J.E.M., Hilton-Taylor, C. & Stuart, S. (2004). IUCN Red List of Threatened Species: A global species assessment. In, p. 217. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Barbault, R. (1973). Structure et dynamique d'un peuplement de lézards: Les Scincidés de la savane de Lamto. Thèse de Doctorat ès-Sciences, Paris VI.
- Barbault, R. (1977). Etude comparative des cycles journaliers d'activité des Lézards *Cophosaurus texanus*, *Cnemidophorus scalaris* et *Cnemidophorus tigris* dans le désert de Mapimi (Mexique), *Bull. Soc. Zool. France*, **102**.

- Barbault, R et Maury, M.E. (1981). Ecological organization of a Chihuahuan Desert lizard community. *Oecologia (Berl.)*, **51**, 335-342.
- Barbault, R., Ortega, A., Maury, M. E. (1985). Food partitioning and community organization in a mountain lizard guild of Northern Mexico. *Oecologia*, **65**, 550-554.
- Barbault, R. (1991). Ecological constraints and community dynamics linking community patterns to organismal ecology. The case of herpetofaunas. *Acta Oecol* **12**, 139-163.
- Barnaud, G. & Hervio, J.M. (2002). La faune des zones humides, un bestiaire incomplet. *Zones Humides Info*, 4ème trimestre, **38**, 2-5.
- Bataller, J.-V., Sancho, V., Gil, J.-M., and Lacomba, I. (2008). La Comunidad Valenciana lucha contra el galápagos de Florida . *Quercus*, **274**, 28 – 34.
- Ben Ahmed, R., Tekaya, S., Harrath, H. (2008). Etude préliminaire des hirudinées en Tunisie: description et systématique (*Clitellata, Hirudinea*). Bulletin de la Société zoologique de France **133(1-3)**, 85–95.
- Berny, P., Sadoul, N., Dol, S., Videman, B., Kayser, Y., Hafner, H. (2002) -Impact of local agricultural and industrial practices on organic contamination of little Egret (*Egretta garzetta*) eggs in the Rhône delta Southern France. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **21 (3)**, 520-526.
- Bertolero A. (2000). Suivi de la population de cistude *Emys orbicularis* dans le delta de l'Ebre (NE Espagne), *Chelonii*, **2**, 63 – 66.
- Benyacoub, S., Louanchi, M., Baba Ahmed, R., Benhouhou, S., Boulahbal, R., Chalabi, B., Haou, F., Rouag, R. et Ziane, N. (1998) . Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe des zones humides (Wilaya d'El Tarf), Projet Banque Mondiale 200p +28 cartes.
- Bielecki, A., Cichocka, J.M., Jablonski, A., Jelen, I., Ropelewska, E., Biedunkiewicz, A., Terlecki, J., Nowakowski, J.J., Szlachciak, J. (2012). Coexistence of *Placobdella costata* (Fr. Muller, 1846)(Hirudinida: Glossiphoniidae) and mud turtle *Emys orbicularis*. *Biologia*, **67**, 1–8.
- Blanc, L. (2005). Analyse des données de radiopistage ; objectifs et méthodes. Fiche thématique ADE-4. Université Lyon 1, 84 p.
- Boussekey, M. (1988). Recherche expérimentale d'établissement d'une hiérarchie au sein d'un groupe captif de cistude d'Europe *Emys orbicularis* (Reptilia, Chelonii). *Bull.Soc.Herp.Fr.*, **46** :1-9 .

- Braitmayer, N., Fritz, U., Mayol, J., and Pieh, A. (1998). Die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) Menorca, *Elaphe*, **4**, 57 – 60.
- Burel, F., Baudry, J. (1999). Ecologie du paysage: concepts, méthodes et applications. Ed. TEC & DOC.
- Bury, R.B. (1979). Population ecology of freshwater turtles, in: M. Harless and H. Morlock (eds.), *Turtles: Perspective and Research*, John Wiley & Sons, New York, p. 571 – 602.
- Cadi, A. and Joly, P. (2003). Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared turtle (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology*, **81**, 1392–1398.
- Cadi, A., Joly, P. (2004). Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation*, **13**, 2511–2518.
- Cagle F. R. (1939). A system for marking turtles for future identification. *Copeia*, **1939**, 170 – 173.
- Cagle, F.R. (1939). A system for marking turtles for future identification. *Copeia* **1939**, 170–173.
- Capula, M. et Luiselli, L.(1994). Reproductive strategies in al pine adders, *Vipera berus*. The black females bear more often. *Acta Oecol.*, **14**, 207-214.
- Carretero, M., Manjón, A.L.(1993). Teorías intuitivas sobre la enfermedad y razonamiento correlacional en expertos y profanos. *Cognitiva* . **5**, 95–112.
- Carretero, M.I., Gomes, C.S., Tateo, F. (2006). Clays and human health: handbook of clay science. Develop. *Clay Sc.*, **1**, 717-741.
- Castanet J. (1988), Les méthodes d'estimation de l'âge chez les chéloniens, *Mésogée*. **48**, 21 – 28.
- Castanet, J., Cheylan, M. (1979). Les marques de croissance des os et des écailles comme indicateur de l'âge chez *Testudo hermanni* et *Testudo graeca* (Reptilia, Chelonia, Testudinidae). *Canadian Journal of Zoology* .**57**, 1649–1655.
- Cheylan, M. (1998). Evolution of the distribution of the European pond turtle in the French Mediterranean area since the post-glacial. *Mertensiella*, **10**, 47-65.
- Convention de Berne (1979). [WWW Document], n.d. URL <http://droitnature.free.fr/Shtml/ConvBerne.shtml>.

- Cordero-Rivera, A. and Ayres-Fernández, C. (2004). A management plan for the European pond turtle (*Emys orbicularis*) populations of the Louro river basin (NorthwestSpain), *Biologia. Bratislava*, **59** (Suppl. 14), 161 –171.
- Collins, J.P., Storfer, A. (2003). Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Divers and Distrib*, **9**, 89-98.
- Danilewsky, B. (1885). Die Hämatozoën der Kaltblüter. Archiv für Mikroskopische Anatomie **24** (1), 588–598.
- Darwall, W., Smith, K., Allen, D., Holland, R., Harrison, I., Brooks, E. (2011). The diversity of life in African freshwaters: underwater, under threat. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN; De Belair G. (1990), *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre complexes lacustres et marécageux (Est algérien)*. *Thèse de Doctorat*, Université du Languedoc.
- Dodd, C. K. (1989). Population structure and biomass of *Sternotherus odoratus* (Testudines: Kinosternidae) in a northern Alabama lake, *Brimleyana*, **15**, 47 – 56.
- Dodd, Jr., C.K. (1988) Patterns of distribution and seasonal use of the turtle *Sternotherus depressus* by the leech *Placobdella parasitica*. *Journal of Herpetology* **22**, 74–81.
- Donaire D., del Canto-González R., Bogaerts S., Pasmans F., and El Mouden H. (2011). Nuevas localidades para *Emys orbicularis occidentalis* Fritz, 1993 (Testudines: Emydidae) en El Rif (Noroeste de Marruecos), *Bull. Soc. Catal. d'Herpetol.*, **19**, 125 – 129.
- Dvořáková, N., Kvičerová, J., Papoušek, I., Javanbakht, H., Tiar, G., Kami, H., Šíroký, P. (2013). Haemogregarines from western Palaearctic freshwater turtles (genera *Emys*, *Mauremys*) are conspecific with *Haemogregarina stepanowi* Danilewsky, 1885. *Parasitology* **141**, 522–530.
- Di Tranti, C., Zuffi, M.A.L. (1997). Thermoregulation of the European pond turtle, *Emys orbicularis*, in Central Italy, *Chelonian Conservation and Biology*, **2**(3), 428-430.
- Fahd, S., El Marnisi, B., Mediani, M., and Fritz, U. (2009). Zur Verbreitung und zum Bedrohungsstatus der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) in Marokko, *Elaphe*, **17**, 30 – 33.
- Farkas, B., Fritz, U. Jendretzke, N., and Schneeweiss, N. (1998). Morphological differences between pond turtles (*Emys orbicularis*) from the Hungarian lowlands,

- eastern Poland, and northeastern Germany, in: U. Fritz, U. Joger, R. Podloucky, and J. Servan (eds.), *Proc. of the Emys Symp. Dresden 96, Mertensiella*, **10**, 89 – 94.
- Fattizzo, T. (2008). Morphological data and notes on natural history of pond turtles *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) of southern Apulia (Italy), *Rev. Esp. Herpetol.*, **22**, 23 –32.
  - Fisher, R.A. (1929). The genetical theory of natural selection, Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
  - Fritz, U. (1993). Zur innerartlichen Variabilität von *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). Zwei neue Unterarten von der Iberischen Halbinsel und aus Nordafrika, *Emys orbicularis* Fritzjuergebnosti subsp. nov. und *E. o. occidentalis* subsp. nov. (Reptilia, Testudines: Emydidae) . *Zool. Abh.*, **47**, 131 – 155.
  - Fritz, U. (1998). Introduction to zoogeography and subspecific differentiation in *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). *Mertensiella*, **10**, 1 – 27.
  - Fritz, U. (2001). *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) — Europäische Sumpfschildkröte, in: U. Fritz (ed.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3.IIIA. Schildkroten I*, Aula, Wiebelsheim, pp. 343 – 515.
  - Fritz, U. (2003), *Die Europäische Sumpfschildkröte*, Laurenti, Bielefeld.
  - Fritz, U. et Andreas B. (2000) .Distribution, variety of forms and conservation of the European Pond Turtle . *Chelonii*, **2**, 23 – 27.
  - Fritz, U. et Havaš, P. (2007). Checklist of chelonians of the world . *Vertebr. Zool.*, **57**, 49 – 368.
  - Fritz, U. (1998). Introduction to zoogeography and subspecific differentiation in *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). *Mertensiella*, **10**, 1–27.
  - Fritz, U. (2003). Die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*). Laurenti Verlag. (Bielefeld), Zeitschrift für Feld herpetologie, Suppl. 1, p.224.
  - Germano, D.J., Bury, R.B. (1998). Age determination in turtles: Evidence of annual deposition of scute rings. *Chelonian Conservation Biology*, **3**, 123–132.
  - Gibbons, J. W. (1990). Sex ratios and their significance among turtle populations, in: J. W. Gibbons (ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtle*, Smithsonian Inst. Press, Washington, pp. 171 – 182.
  - Gibbons, J.W., Lovich, J.E. (1990). Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs*, **4**:1–29.

- Girondot M. and Pieau C. (1993). Effects of sexual differences of age at maturity and survival on population sex ratio, *Evol. Ecol.*, **7**, 645 – 650.
- Gibbons, J. W., Scott, D, E., Ryan, T. J. et al. (2000). The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *BioScience*, **50(8)**, 653–666
- Grenot, C., Vernet, R. (1972). Les reptiles dans l'écosystème au Sahara occidental. *C. R. Soc. Biogeogr. Fr.*, **49** : 96–112
- Hanka, S. & Joyer, U. (1998). *Emys orbicularis* in the Enkheimer Ried near Frankfurt/Main, Hesse. Proceedings of the EMYS Symposium, Dresden 96.
- Henle, K. (1991). *Oloolygon pedromedinae* sp. nov., ein neuer Knickzehenlaubfrosch (Hylidae) aus Peru. *Salamandra*, **27(1)**: 76-82.
- Huey, R.B., Pianka, E.R., Hoffmann, J. (1977). Seasonal variation in thermoregulatory behavior and body temperatures of diurnal Kalahari lizards. *Ecology*, **58**:1066–1075.
- Hodgson, J.A., Mollanen, A., Wintle, B.A. & Thomas, C.D. (2011). Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation. *Journal of Applied Ecology*, **48**, 148-152.
- Iglesias, R., García-Estévez, J.M., Ayres, C., Acuña, A., Cordero-Rivera, A. (2015). First reported outbreak of severe spirorchiidiasis in *Emys orbicularis*, probably resulting from a parasite spillover event. *Diseases of aquatic organisms*, **113(1)**,75–80.
- Iverson, J. B. and Smithn G. R. (1993). Reproductive ecology of the Painted Turtle (*Chrysemys picta*) in the Nebraska Sandhills and across its range, *Copeia*, **1993**, 1 – 21.
- Iverson, J. B. and Smith, G. R. (1993). Reproductive ecology of the Painted Turtle (*Chrysemys picta*) in the Nebraska Sandhills and across its range, *Copeia*, **1993**, 1 – 21.
- IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. [http://www.iucn.org/en/news/archive/2006/05/02\\_pr\\_red\\_list\\_fr.htm](http://www.iucn.org/en/news/archive/2006/05/02_pr_red_list_fr.htm). Downloaded on 18 August 2006.

- Jablonski, A. et Jablonska, S. (1999). Egg-laying in the European pond turtle, *Emys orbicularis*, in Leczynsko-Wlodawoskie Lake District (East Poland). Proceeding of the second symposium on *Emys orbicularis*. p: 141-146.
- Javanbakht, H., Sharifi, M. (2014). Prevalence and intensity of *Haemogregarina stepanowi* (Apicomplexa: Haemogregarinidae) in two species of freshwater turtles (*Mauremys caspica* and *Emys orbicularis*). *Iran. Journal of Entomology and Zoology Studies*, **2(4)**,155–158.
- Keller, C. (1997). Ecología de poblaciones de *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis* en El Parque Nacional de Doñana. Ph.D. Thesis, Universidad de Sevilla, Spain.
- Keller, C., Andreu, A. C., and Ramo, C. (1998). Aspects of the population structure of *Emys orbicularis hispanica* from southwestern Spain, *Mertensiella*, **10**, 147 – 158.
- Koffler, B.R., Seigel, R.A. et Mendonca, M.T. (1978). The seasonal occurrence of leeches on the Wood Turtle, *Clemmys insculpta* (Reptilia, Testudines, Emydidae). *Journal of Herpetology*, **12**:571–572.
- Kofron, C. P. et Schreiber, A. A. (1987). Observations on Aquatic Turtles in a Northeastern Missouri Marsh, *The Southwestern Naturalist*, **32**, 517 – 521.
- Lacomba, J. I. & Sancho, V. (2000). The European Pond Turtle conservation plan in the Valencia region: a proposal, pp. 130–132. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on *Emys orbicularis*, *Chelonii* **2**.
- Lebboroni, M. et Chelazzi, G. (1991). Activity patterns of *Emys orbicularis* L. (*Chelonia Emydidae*) in Central Italy. *Ethology Ecology & Evolution*, **3**, 257-268.
- Luiselli, L. et Rugiero, L. (1991). Food niche partitioning by water snakes (genus *Natrix*) at a freshwater environment in central Italy.- *J. Freshwater Eco!.*, LaCrosse *Wisconsin*, **6**,439-444.
- Lombardini, K. et Cheylan, M. (2004). La cistude dans la réserve de l'étang de Biguglia bilan des recherches 2001 – 2003, Rapport La Réserve Naturelle de Biguglia.
- Lyet, A. et Cheylan, M. (2002). La Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Camargue gardoise — Statut des populations et propositions de mesures de protection, Ecole Pratiques Hautes Etudes de Montpellier.
- Mascort, R. (1998). Distribution and status of the European pond turtle, *Emys orbicularis*, in Catalonia. *Mertensiella*, **10**, 177-186.

- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M., Shad, G.A. (1982): The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, **68**, 131–133.
- Mazzotti, S. (1995). Population structure of *Emys orbicularis* in the Bardello (Po Delta, Northern Italy), *Amphibia– Reptilia*, **16**, 77 – 85.
- Mazzotti, S. (1995). Population structure of *Emys orbicularis* in the Bardello (Po Delta, Northern Italy), *Amphibia– R eptilia*, **16**, 77 – 85.
- Mazzotti, S., Montanari, F., Greggio, N., and Barocci, M. (2007). La popolazione della testuggine palustre (*Emys orbicularis*) del Bosco della Mesola,” *Quad. Staz. Ecol. civ. Mus. St. nat. Ferrara*, **17**, 117 – 123.
- Mcauliffe, J.R. (1977). An hypothesis explaining variations of hemogregarine parasitemia in different aquatic turtle species. *Journal of Parasitology*, **63**, 580–581.
- McCoy, J.C., Failey, E.L., Price, S.J., Dorcas, M.E. (2007). An Assessment of Leech Parasitism on Semi-aquatic Turtles in the Western Piedmont of North Carolina. *Southeastern Naturalist* **6(2)**,191–202.
- Meyer, L., Du Preez, L., Bonneau, E., Héritier, L., Quintana,M.F., Valdeón, A., Sadaoui A., Kechemir-Issad N., Palacios C.,Verneau, O. (2015). Parasite host-switching from the invasiveAmerican red-eared slider, *Trachemys scripta elegans*, to the native Mediterranean pond turtle, *Mauremys leprosa*, in natural environments. *Aquatic Invasions* **10(1)**,79–91.
- Mickaël, N. Etude d'une population de Cistude d'Europe - (CPIE) Pays Gersois <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ad4Rh58VMkEJ:https://www.yumpu.com/fr/document/view/17498807/etude-dune-population-de-cistude-deurope-cpie-pays-gersois+&cd=2&hl=fr&ct=clnk&gl=dz> (accessed 6.11.18).
- Mitrus, S. and Zemanek, M. (1998). “Reproduction of *Emys orbicularis* (L.) in Central Poland,” *Mertensiella*, **10**, 187 – 192.
- Mitrus, S. (2005). Headstarting in European Pond Turtles (*Emys orbicularis*): does it work? *Amphibia-Reptilia*, **26**,333–341.
- Mittermeier, R.A., Robles Gil, P., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux, J., da Fonseca, G.A.B. (2004). Hotspots Revisited. CEMEX, Mexico City.
- Moll, E. (1973). “Latitudinal and intersubspecific variation in reproduction of the Painted Turtle *Chrysemys picta*,” *Herpetologica*, **29**, 307 – 318.

- Morello, E., (2008). Suivi d'une réintroduction d'une population de cistude d'Europe par radiotracking sur la réserve naturelle nationale de l'Estagnol. Mémoire de fin d'études, 54 p.
- Naulleau, G. (1991). Adaptations écologiques d'une population de Cistude aux grandes variations de niveau d'eau et à l'assèchement naturel du milieu aquatique fréquenté. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, **58** :11-19.
- Nouira, S. (1988). Structure et dynamique du peuplement de *Lacertidae* des Îles Kerkennah (Tunisie). *Bull. Ecot.*, **19** : 363-366.
- Nouira, S., Maury, M.E., Castanet, J. et Barbault, R. (1982). Détermination squelettochronologique de l'âge dans une population de *Cophosaurus texanus* (Sauria : Iguanidae). *Amphibia Reptilia*, **3**: 213-219.
- Oliveira Ribeiro C.A, Vollaire Y., Coulet E., Roche H. (2008) –Bioaccumulation of polychlorinated biphenils in the eels (*Anguilla anguilla*) at the Camargue Nature Reserve-France. *Environmental Pollution*, **153** : 424-431.
- Olivier , A., (2002). Ecologie, traits d'histoire de vie et conservation d'une population de cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, en Camargue. Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 165p.
- Olivier, A., Pichard, A., Filleux, M., Arnaud, A., Contournet, P., Willm, L., n.d. (2008). Inventaires écologiques concernant des espèces de vertébrés de l'annexe 2 de la Directive « Habitats » liés à l'élaboration du DOCOB NATURA 2000 de la SIC FR 9301592 « Camargue » Amphibiens, reptiles et mammifères ,64p.
- Olivier, A., Barbraud, C., Rosecci, E., Germain, C. & Cheylan, M. (soumis) – Assessing European pond turtle spatial and temporal dynamics. Ecological application.
- Pagano, S. (2007) . Etude d'une population de Cistudes d'Europe (*Emys orbicularis*) sur le marais du Logit (Gironde) : sélection de l'habitat, influence de la salinité et proposition de gestion. Master 2 pro Eco-ingénierie des zones humides et biodiversité. (Université d'Angers) , 81p.
- Parent, G. H. (1979). Contribution à la connaissance du peuplement herpétologique de la Belgique et des régions limitrophes. Note 4: La question controversée de l'indigénat de la Cistude d'Europe *Emys orbicularis* L. au Benelux et dans les territoires adjacents. *Arch. Inst. g.-d. Luxemb. Sect. Sci. nat. phys. Math.*, **38**:129- 182

- Pianka, E.R., n.d. Habitat Specificity, Speciation, and Species Density in Australian Desert Lizards. *Ecology* **50**, 498–502.
- Pianka, E.R. (1973) .The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **4**, 53-77.
- Polio, Cl., Perez-Mellado, v. (1990). Biología reproductora de tres especies mediterráneas de Lacertidae. *Mediterranea Ser. Biol.*, **12**, 149- 160.
- Najbar, B. and Szuszkiewicz, E. (2006).“The morphometrics and coloration of the European pond turtle *Emys orbicularis* in Lubuskie province (West Poland),” *Biologia.Bratislava*,**61**(5), 585 – 592.
- Neseemann, H., Neubert, E. (1999). Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdella, Hirudinea. Spektrum Akademischer Verlag, p. 178. Heidelberg, Berlin.
- Olivier, A. (2002). Ecologie, traits d’histoire de vie et conservation d’une population de Cistude d’Europe *Emys orbicularis* en Camargue, Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés, Ecole Pratique des Hautes Etudes.
- Ramos, S., Franch, M., Llorente, G. A., and Montori, A.(2009). “Morphometry and biological cycle of a European pond turtle (*Emys orbicularis*) population from north-eastern Spain,” *Rev. Esp. Herpetol.*, **23**, 13 – 24.
- Ream, C. and Ream, R. (1966). “The influence of sampling methods on the estimation of the population structure in Painted turtles,” *The Am. Midland Naturalist*, **75**(2), 325 - 338.
- Reichenow, E. (1910). Haemogregarina stepanowi. Die Entwicklungsgeschichte einer Hämogregarine. *Archiv für Protistenkunde*, **20**,251–350.
- Ringuelet, R. (1985) : Annelata. Hirudinea. En Castellanos, Z. (ed.).*Fauna d’agua dulce de la República Argentina*, **27** (1),1–321.
- Riservato, N., Samraoui, B., et Schneider, W. (2009). Atlas des Odonates de la Méditerranée et Afrique du Nord. *Libellula Supplement*, **9**, 256 p.
- Romero, D., Duarte, J., Narváez-Ledesma L., Farfán, M., Real, R. (2014). Presence of the leech *Placobdella costata* in the south of the Iberian Peninsula. *Acta Parasitologica*, **59**(2), 259–262.

- Roche, H., Buet, A., Ramade, F. (2002). Accumulation of lipophilic microcontaminants and biochemical responses in eels from the Camargue Biosphere Reserve; *Ecotoxicology*, **11**, 155-164.
- Roche, H., Buet A., Tidou A., Ramade F., (2003). Contamination du peuplement de poisson d'un étang de la réserve nationale de Camargue, le Vaccarès, par des polluants organiques persistants. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, **58**, 77-102
- Rouag, R. (1993). Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala. Mémoire d'ingénieur en écologie environnement, Université de Annaba, 61p.
- Rössler, M. (2000). Aktuelle Situation, Gefährdung und Schutz der Europäischen Sumpfschildkröte *Emys orbicularis* (L.) in Österreich. - *Stapfia, Linz*, **69**: 169-178
- Sala, O.E., Chapin, I.F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.H., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Leroy Poff, N., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H.(2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* **287** (5459), 1770–1774.
- Sawyer, R.T. (1986). *Leech Biology and Behaviour*. 3. Vols. p.1065. (Clarendon Press) Oxford.
- Sauret, G. (2002). Suivi des populations de cistudes d'Europe *Emys orbicularis* sur deux étangs péri-urbains béarnais (64) pour la mise en place d'une gestion conservatoire. DESS de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Université des sciences et techniques de Lille, 144p.
- Schneeweiss, N. (2001). Ausgesetzte bedrohen Bodenständige - eine neue Gefahr für die Reliktpopulationen der Europäischen Sumpfschildkröte in Brandenburg. - *Naturmagazin*, 2001/6: 46-47.
- Segurado, P., Ayres, Fernández, C., and Cordero Rivera, A. (2005). “La cistude d'Europe dans la Péninsule ibérique,” *Manouria*, **8**, 19 – 20.
- Seltzer, P. (1946). *Le climat de l'Algérie. Trav. bits Météo. Et Phys. Du globe*, La Typo-Litho, Alger.
- Servan, J. (1986). “Utilisation d'un nouveau piège pour l'étude des populations de cistudes d'Europe *Emys orbicularis* (Reptilia, Testudines),” *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **41**, 111 – 117.
- Servan, J. (1999). “Réflexions sur la gestion des reptiles et des tortues en particulier en France: 1-La protection des espèces,” *Bull. Soc. Herpetol. Fr.*, **90**, 5 – 21.

- Servan, J., Zaborski P., Dorizzi M., and Pieau C. (1989). “Détermination du sexe ratio adulte de la tortue *E. orbicularis* dans des populations provenant de 7 étangs de Brenne (Indre, France),” *Can. J. Zool.*, **67**, 1279 – 1284.
- Servan, J. (1988). La cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, dans les étangs de Brenne, France. *Mésogée* **48**, 91–95.
- Servan, J., Baron, J.P., Bels, V., Bour, R., Lançon, M., Renon, G. (1986). Le marquage des tortues d'eau douce : application à la cistude d'Europe. *Bulletin de la Société Herpétologique de France* **37**, 9–17.
- Siddall, M.E., Budinoff, R.B., Borda, E. (2005). Phylogenetic evaluation of systematics and biogeography of the leech family Glossiphoniidae. *Invertebrate Systematics* **19(2)**, 105–112.
- Siddall, M.E., Desser, S.S. (1990). Gametogenesis and sporogonic development of *Haemogregarina balli* (Apicomplexa: Adeleina: Haemogregarinidae) in the leech *Placobdella ornata*. *Journal of Protozoology* **37**, 511–520.
- Siddall, M.E., Desser, S.S. (2001). Transmission of *Haemogregarina balli* from painted turtles to snapping turtles through the leech *Placobdella ornata*. *Journal of Parasitology* **87**, 1217–1218.
- Siddall, M.E., Gaffney, E. (2004). Observations on the leech *Placobdella ornata* feeding from bony tissues of turtles. *Journal of Parasitology* **90**, 1186–1188.
- Stubbs, D., Swingland, I.R. (1984). The ecology of the Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. *Canadian Journal of Zoology* **63**, 169–180.
- Stuckas H., Velo-Antón G., Fahd S., Kalboussi M., Rouag R., Arculeo M., Marrone F., Sacco F., Vamberger M., and Fritz U. (2014). “Where are you from stranger? The enigmatic biogeography of North African pond turtles (*Emys orbicularis*),” *Organisms Divers. Evol.*, **14**, 295 –306.
- Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group (1996). *Emys orbicularis*. In: IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. . Downloaded on 18 August 2006.
- Toubal, B. O. (1986). Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. Univ. Grenoble. Thèse. Doct. 3ème cycle. 111p.

- Trakimas, G. et Sidaravičius, J. (2008). Road mortality threatens small northern populations of the European pond turtle, *Emys orbicularis*. *Acta Herpetologica*. **3**, 161-166.
- Tyre, A.J., Bull, C.M., Tenhumberg, B., Chilton, N. (2003). Indirect evidence of density-dependent population regulation in *Aponomma hydrosauri* (Acari: Ixodidae), an ectoparasite of reptiles. *Austral Ecology* **28**,196–203.
- Valdeón, A. (2006). “Datos preliminares de dos poblaciones de galápagos europeo (*Emys orbicularis*) en el sur de Navarra,” in: *Libro de resúmenes del IX Congreso Luso-Español de Herpetología*, Donosti, pp. 236 – 237.
- Vamberger, M., Trontelj, P. (2007). *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (*Hirudinea: Glossiphoniidae*) a leech species news for Slovenia. *Natura Sloveniae* **9(1)**, 37–42.
- Vogt, R.C. (1979). Cleaning/feeding symbiosis between grackles (*Quiscalus: Icteridae*) and map turtles (*Graptemys: Emydidae*). *Auk* **96**:608–609.
- Woodbury, A. M. (1956). “Uses of marking animals in ecology studies: marking amphibians and reptiles,” *Ecology*, **37**(4), 670 – 674.
- Yadollahvand, R., Kami, H.G. (2014). Habitat Changes and its Impacts on the Caspian Pond Turtle (*Mauremys caspica*) Population in the Golestan and Mazandaran Provinces of Iran. *Journal of Aquaculture Research & Development* **5(3)**:2–3.
- Znari, M., El Mouden, E., Francillon-Vieillot, H. (2002). Long-term variation in reproductive traits of Bibron’s Agama, *Agama impalearis*, in Western Morocco. *African Journal of Herpetology*, **51**, 57–68
- Zuffi, M. A. L. and Gariboldi, A. (1995). “Sexual dimorphism in Italian populations of the European pond terrapin, *Emys orbicularis*,” in: Lorente G. A., A. Montori, X. Santos, and M. A. Carretero (eds.), *Scientia Herpetologica. Proc. 7th Ord. Meet. Soc. Herpetol. Eur. SEH.AHE, Barcelona*, pp. 124 – 124.
- Zuffi, M.A.L., Ballasina, D.L.P. (1998): Contribution to the knowledge of regional polymorphism of *Emys orbicularis* in Italy, and notes on the husbandry activities at the CARAPAX Center. *Mertensiella*, **10**, 279–286.
- Zuffi, M. A. L., Odetti, F., and Meozzi, P. (1999). “Body size and clutch size in the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*) from central Italy,” *J. Zool.*, **247**, 139 – 143.

- Zuffi, M. A. L., Celani, A., Foschi, E., and Tripepi, S. (2007). “Reproductive strategies and body shape in the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*) from contrasting habitats in Italy,” *J. Zool.*, **271**, 218 – 224.

## POPULATION STRUCTURE AND MORPHOMETRICS OF THE EUROPEAN POND TURTLE (*Emys orbicularis* (LINNAEUS, 1758)) AT LAKE TONGA, ALGERIA

Samira Fediras,<sup>1</sup> Rachid Rouag,<sup>2\*</sup> Nadia Ziane,<sup>1</sup>  
Anthony Olivier,<sup>3</sup> Arnaud Béchet,<sup>3</sup> and Slim Benyacoub<sup>1</sup>

*Submitted December 18, 2016.*

A total of 100 specimens of *Emys orbicularis* were collected and marked at Lake Tonga (northeastern of Algeria) during 3 consecutive years (2013, 2014, 2015). Most of the turtles inhabit a canal where they remain throughout the whole activity season (March to October) and where they overwinter as well. Carapace Length (CL) and body weight (BW) were measured for each individual of *E. orbicularis*. The size of the turtles of our population was more similar to those of northern European populations than to the Mediterranean populations; females were significantly larger than the Spanish and Italian populations. The population size was calculated as 108.50 and the density as 8.63 turtles/ha. From 6.52 to 12.77% of the population were juveniles. The adult sex ratio was slightly in favor of males (males:females = 1.12,  $P < 0.005$ ).

**Keywords:** *Emys orbicularis*; population structure; biometry; National Park of El Kala; Algeria.

### INTRODUCTION

The European Pond Turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) is one of the most widely distributed water turtle species ranging from Northwestern Africa in the west to the former Aral sea in the east, and from the Latvia in the north to the Turkish-Syrian border in the south (Fritz 2001, 2003). Populations of the European pond turtle are considered endangered in several parts of their range (Servan, 1999; Fritz and Andreas, 2000). The populations of the species are threatened by destruction and disappearance of their habitats, pesticide use, habitat loss and alteration, and agriculture (Fritz, 2001, 2003). The population ecology of European populations of *E. orbicularis* has been studied by many authors during the last two decades (Fritz, 2003). However, very little information is available on Maghreb populations (Fahd et al., 2009; Donaire et al., 2011). Phylogenetic studies have suggested that the eastern Algerian and Tunisian pond turtles represent an undescribed distinct subspecies (Fritz and Havaš, 2007; Stuckas et al., 2014). However, their

population structure and morphometrics remains unknown (Fritz, 1993). In this paper, we study the population structure (age structure, population size, density and sex ratio) and morphological parameters (size structure and weight) of an Algerian population of *E. orbicularis*. The study took place at Lake Tonga, in the National Park of El Kala, Algeria, in a region where *E. orbicularis* has never been studied before even if it may represent an important geographical refuge for the north-African subspecies of this chelonian. We compare our results to other populations in the Mediterranean and in Europe.

### MATERIAL AND METHODS

**Study area.** This study was carried out in the National Park of El Kala, in north-eastern Algeria. The study area is a part of the north-eastern Algerian Tell (De Belair, 1990). The climate is Mediterranean (Seltzer, 1946; Toubal, 1986) with moderate rainfall concentrated during winter months. Total annual rainfall was about 630 mm, and the mean monthly rainfall was about 52 mm. The study was carried from March to August in 3 consecutive years (2013 – 2015) in the “Canal Messida” situated in the north of Lake Tonga (36°53' N 8°31' E). The lake is about 2500 ha with a shallow water body covered by extensive vegetation beds of emergent and floating-leaved plants. It represents one of the most important freshwater areas of northeastern Algeria

<sup>1</sup> Université Badji Mokhtar. Département de Biologie. BP. 12. El Hadjar. 23000 Annaba, Algeria.

<sup>2</sup> Université Chadli Bendjedid. 36100 El Tarf, Algeria;  
e-mail: rachid\_rouag@yahoo.fr

<sup>3</sup> Institut de recherche de la Tour du Valat, Le Sambuc, 13200 Arles, France.

\* Corresponding author.

(Fig. 1). The main plant species are common reed (*Phragmites australis* Cav.) and lesser reed mace (*Typha angustifolia* L.) with some admixture of common bulrush (*Scirpus lacustris* L.), branched burrod (*Sparganium erectum* L.), and yellow iris (*Iris pseudoacorus* L.). The submerged and surface-floating vegetation of this lake is dominated by white water-lily (*Nymphaea alba* L.), pondweeds (*Potamogeton lucens* L.), and water-milfoil (*Myriophyllum verticillatum* L.) (Bakaria et al., 2009). The Mediterranean pond turtle (*Mauremys leprosa*) is another freshwater turtle which is also present in the study site.

**Fieldwork.** Only caught by hand method was used in this work because of the lack of traps especially fyke nets, ideal to catch turtles. The turtles were caught in an area of 5 ha of the entire canal. The coastal strip is inspected, and when a turtle is observed in the shallow area, we usually use a net to catch it. Four surveys sessions by one people were carried out. The session consist of the prospection of the canal from 10:00 to 16:00 h. Five in 2013 (from 21 March to 15 August), 6 in 2014 (from 27 March to 18 August), and three in 2015 (from 12 March to 24 August). An interval of at least two week separated the surveys to facilitate the redistribution of the individuals (Gibbons, 1990). From 2013 to 2015, a total of 100 European Pond Turtles were marked by notching its marginal scutes (Cagle, 1939). Measures have been taken when turtles are marked, particularly the disinfection of the lime, as well as scutes before and after the notching. On every specimen caught, seven morphometrical variables were measured (Fig. 3) before the release of the individual on the site of capture. Carapace length was measured by a digital caliper (precision  $\pm 0.1$  mm) with the

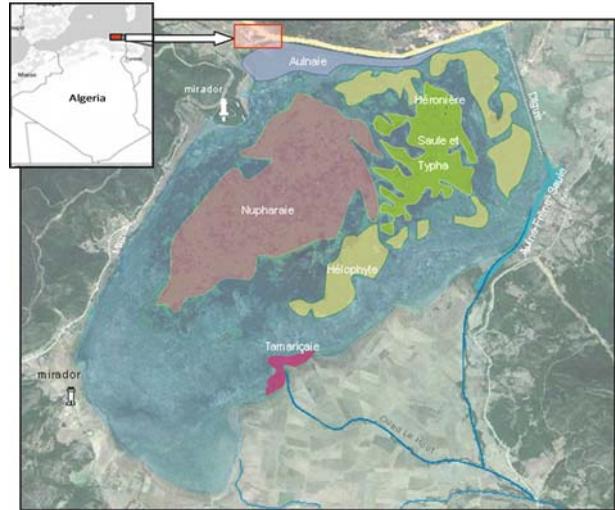


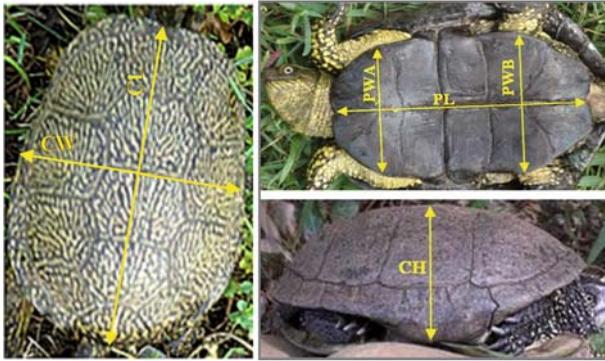
Fig. 1. Location of Lac Tonga with major vegetation types and study area.

same measurement criteria as in Stubbs and Swingland (1984). Body mass of the turtles was measured using a digital balance (precision  $\pm 1$  g). Sex was determined by secondary sexual characters (e.g., plastral concavity and tail length) (Servan et al., 1989). Turtles of less than 12 cm were considered too small to be sex reliably and were classified as juveniles.

**Statistical analyses.** Population size was estimated using capture-mark-recapture procedures. This method consists in the capture of a certain number of individuals within a natural population, their marking and releasing to the capture point, during a “first capture survey.” Then,



Fig. 2. a, General view of the Tonga Lake; b, view of the Messida canal. Photo by S. Fediras.



**Fig. 3.** Morphometrical variables of *Emys orbicularis* (for abbreviations see Table 3). Photo by S. Fediras.

after a period with no surveys, a “second recapture survey” is done. Population size ( $N$ ) was determined by Lincoln – Petersen – Bailey formula (1951) for small sample sizes ( $m \leq 20$ ):

$$N = M \frac{n+1}{m+1},$$

where  $M$  is the sample of individuals that were captured, marked and measured during the first survey period,  $n$  is the number of individuals captured during the second survey period, and  $m$  is the number of individuals, captured during the second survey period, that were already marked.

Population density ( $d$ ) was estimated as  $d = N/a$  with  $N$  the mean population size and  $a$  the sampled area (5 ha).

Age was estimated by counting the number of growth annuli on the shell (Castanet, 1988; Germano and Bury, 1998). The exact age was difficult to determine on large old turtles by counting annular rings; therefore those turtles were classified as adults on class age superior to 10 years. We used the carapace length to estimate the growth rates, and placed this measure against the age of the various individuals (Barbault, 1973). The instantane-

ous growth rate (IGR) was expressed in mm per time unit ( $j$ ) according to the following formula:

$$\text{IGR} = \frac{\text{CL}_2 - \text{CL}_1}{t_2 - t_1},$$

$\text{CL}_2$  and  $\text{CL}_1$  are respectively the carapace lengths of the animal at the time  $t_2$  and  $t_1$ .

The growth rate estimates were generated from the turtle’s individuals which were first captured in 2013 and then recaptured in 2014 and 2015. We also omitted turtles for which the time between capture and recapture was less than 1 year, in order to ensure that the growth intervals cover at least an entire growing season. All statistical analyses were done by the Excel software and Minitab® 15.1.30.0.

Data collected was used for the estimation of statistical description range (average, standard deviation, range), while the univariate statistics ( $t$ -test) was used to analyze the differences between genders.

## RESULTS

**Population size.** During the period of the study from 2013 to 2015, a total of 100 individuals was captured. The number of individuals captured did not differ from one year to another, being 47 turtles in 2013 and 2014; and 46 individuals in 2015 (Table 1). The mean size of the population for the three years is 46.66 individuals. Adults dominate the population with 87.23% (2013) to 95.74% (2014) of individuals caught for 4.26% (2014) to 12.77% (2013) of juveniles.

**Density.** The population density was estimated as 8.63 turtles/ha.

**Sex ratio.** The sex ratio was in favor of males 1.14:1 in 2014 and in favor of females 0.78:1 and 0.79:1 in 2013 and 2015, respectively. When the whole study period was considered, the sex ratio was found as 1.12:1 ( $\chi^2 = 25.06$ ,  $P < 0.0001$ ) and it was male-biased.

**Age structure.** Adults dominate the population of *E. orbicularis* in the study area (89%) for the three years

**TABLE 1.** Number of Individuals Captured Each Year and Estimation of Abundance Obtained by Lincoln Index

	2013 ( $n = 47$ )		2014 ( $n = 47$ )		2015 ( $n = 46$ )	
	Session A	Session B	Session A	Session B	Session A	Session B
$M$	9	14	8	19	6	10
$n$	8	20	8	12	8	8
$m$	1	4	4	5	7	1
$N$	81	58.8	18	49.4	6.75	45
Average	69.9		33.7		25.88	

**Note.** 2013: Session A, capture March 28 – 31, recapture April 12 – 15; Session B: capture May 20 – 22, recapture June 26 – 30. 2014: Session A: capture March 27 – 30, recapture April 18 – 20; Session B: capture June 17 – 23, recapture July 08 – 14. 2015: Session A: capture March 12 – 14, recapture April 20 – 23; Session B: capture May 22 – 24, recapture July 08 – 11.

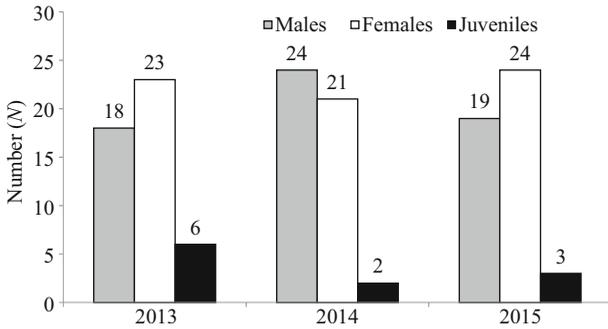


Fig. 4. Variation in population catch by sexes and ages for the tree years (N = 140).



Fig. 5. Age structure of the population of *Emys orbicularis* during three years (N = 100).

(Fig. 5), while juveniles are represented by a few individuals (11%).

Mean age of captured terrapins was  $8.32 \pm 2.73$  years (N = 100). Ages classes between 5 – 6 and 9 – 10 years were represented by the same rate (21.0%). The individuals with age from 7 to 8 accounted for 27% of the population. Individuals >10 years old, represented 23% of the population. Males are few represented in this age classes (6%), most of the individuals being females (17%). The age classes 1 to 4 (juveniles) accounted for 8% of the population.

**Sexual dimorphism.** Males and females differed significantly in terms of both carapace length (males:  $130.65 \pm 10.57$  mm, range 110.01 – 161.20 mm; females:  $151.00 \pm 18.96$  mm, range 110.10 – 179.67 mm;  $P < 0.0001$  at *t*-test) and weight (males:  $326.06 \pm 110.13$  g, range: 225 – 808 g; females:  $548.40 \pm 200.28$  g, range 225 – 814 g;  $P < 0.0001$  at *t*-test). For juveniles, the average carapace length and weight were respectively  $91.41 \pm 13.45$  (69.03 – 110.36) mm and  $144.84 \pm 55.80$  (88 – 225) g. From biometrical parameters, it is clearly seen that for all parameters, the average values were higher in females individuals. The (*t*-test) shows statistically ( $p < 0.0001$ ) differences between males and females for all variables (Table 3).

**Size structure.** All captured individuals of *E. orbicularis* were separated in six different size classes based on their carapace length (CL). Turtles were allocated into 20 mm size classes (length frequency distribution), where the first size class was from 60 – 80 mm, the second from 80 – 100 mm and till the last one, that was from 160 – 180 mm. First, altogether individuals of *E. orbicularis* were classified according to size. Adult males are better represented with classes of sizes between 120 and 140 mm (68.09%). In adult females, size class between 140 and 160 is represented with 40.48% of the size frequency. The typical size class for juveniles is 80 – 100 mm with 54.55% of the size frequency.

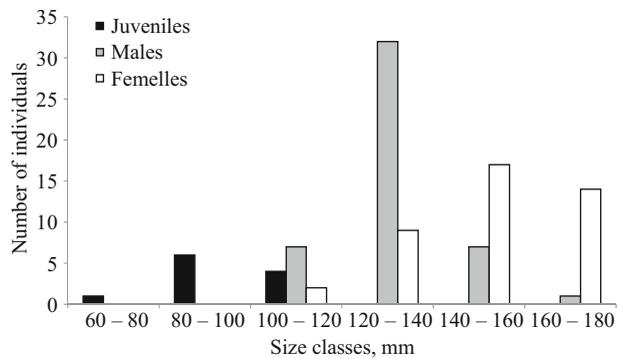


Fig. 6. Size structure of the population of *Emys orbicularis* during three years (N = 100).

**Growth.** A relative constancy of the size of the individuals based on their weight is observed both in males ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.0001$ ) and in females ( $r = 0.95$ ,  $p < 0.0001$ ) with a net increase of size and body weight in females (Fig. 7).

The analysis of the growth curve (Fig. 8) for the population revealed that it is more important in females than in males. The growth is quick during the early years and tended to decreases by the 12<sup>th</sup> year of life. More precisely, the growth of the males tended to slowdown and to eventually stop by age 10 – 11 years old. For female, the growth continues beyond 12 year-old.

TABLE 2. Population Sizes and Sex Ratio of *Emys orbicularis* on the Study Area

	2013	2014	2015	Total
The number of males	18	24	19	47
The number of females	23	21	24	42
Sex ratio (males:females)	0.78:1	1:1.14	0.79:1	1.12:1
$\chi^2$	28.95	28.65	12.36	25.06
<i>P</i> <	0.0001	0.0001	0.05	0.0001

**TABLE 3.** Biometrical Data (Mean  $\pm$  SD, range); *t*-Test (*t*) and Level of Significance (*p*) Between Males and Females ( $\alpha = 0.05$ ).

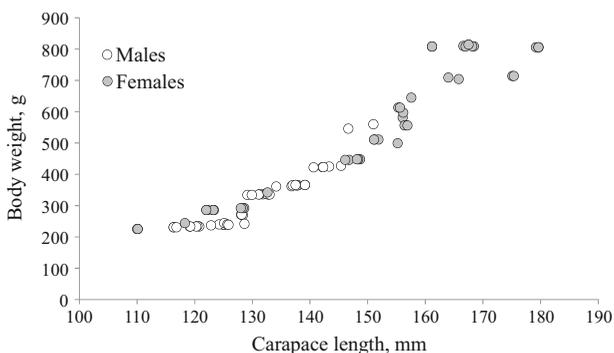
Parameter	Males ( <i>N</i> = 47)	Females ( <i>N</i> = 42)	<i>t</i>	<i>p</i>
Carapace length CL, mm	130.65 $\pm$ 10.57 (110.01 – 161.20)	151.00 $\pm$ 18.96 (110.10 – 179.67)	1.988	<0.0001
Carapace height CH, mm	49.07 $\pm$ 5.54 (41.02 – 65.14)	63.33 $\pm$ 9.06 (41.23 – 80.37)	-9.058	<0.0001
Carapace width CW, mm	103.27 $\pm$ 7.48 (90.12 – 125.75)	118.02 $\pm$ 15.31 (90.31 – 142.31)	3.591	<0.0001
Plastron length PL, mm	114.24 $\pm$ 10.43 (99.03 – 150.40)	140.60 $\pm$ 19.37 (98.10 – 168.91)	-8.393	<0.0001
Plastron PWA, mm	68.56 $\pm$ 6.63 (59.01 – 92.30)	86.44 $\pm$ 13.81 (59.05 – 108.88)	-17.876	<0.0001
Plastron PWB, mm	59.43 $\pm$ 5.58 (49.17 – 76.50)	73.60 $\pm$ 9.96 (51.14 – 89.45)	-14.171	<0.0001
Body weight BW, g	326.06 $\pm$ 110.13 (225 – 808)	548.40 $\pm$ 200.28 (225 – 814)	1.988	<0.0001

**TABLE 4.** Individual Growth of Five Recaptured Individuals of *Emys orbicularis* at the Study Area

Sex	Time intervals between two recaptures (No. of days)	CL, mm		IGR, mm/day
		at <i>t</i> <sub>1</sub>	at <i>t</i> <sub>2</sub>	
Juvenile	1088	69	123	0.0496
Female	788	151	168	0.0216
Female	348	158.26	169	0.0309
Male	1086	106	137	0.0285
Male	1087	120	142	0.0202

**Notes.** CL, carapace length; IGR, instantaneous growth rate.

The instantaneous growth rate of five turtles (2 males, 2 females, and 1 juvenile) that were recaptured in multiple years during the study period (Table 4) indicated that the mean IGR for the males ( $24.392 \times 10^{-3}$  mm/day) corresponded to an average growth rate of 8.90 mm/year. For females, the mean IGR was  $26.218 \times 10^{-3}$  mm/day, i.e., a growth rate of 9.57 mm/year. For the juvenile, the IGR is ( $49.632 \times 10^{-3}$  mm/day) corresponded to a growth rate of 18.12 mm/year. As expected, the growth of juveniles is two times faster than that of males and females. These values confirm the growth curve that is quick in early years. These values also indicate that the growth of females is greater than that of males.

**Fig. 7.** Linear regression of body weight (BW) on carapace length (CL) for *Emys orbicularis* captured during 3 years (*N* = 100).

## DISCUSSION

**Density.** the density of our population (8.63 turtles/ha) is close to the one found in the Po Delta Region (northern Italy) with 6.13 individuals/ha Mazzotti (1995). Important densities were reported for Turkey where 81 turtles/ha were found at Lake Yayla (Ayaz et al., 2007) and up to 225 turtles/ha at Cukurkoy (Western Anatolian) (Auer and Taskavak, 2004). In other regions, there were much higher densities, such as in La Selva County (north-eastern Spain) where estimated density is 1030.60 individuals/ha (Ramos et al., 2009). It should be noted that the lack of traps especially fyke nets, ideal for catching turtles is the main cause of the low number turtles captured. Fyke nets are adapted to a site with deep water, more efficient in terms of catch because of larger. The catch by hand is very difficult and time-consuming (Woodbury, 1956). We estimate that only 10% of the observed turtles were caught during the capture-recapture sessions. However, it is necessary to combine these two methods (hand caught and trapping), since none, used alone, gives a complete description of the structure of the population (Servan, 1986; Ream and Ream, 1966). They are biased by the behavior of different age groups (Ream and Ream, 1966).

**Body size.** Sexual dimorphism is related to differences in history strategies of both sexes (Olivier, 2002). When smaller males could be advantaged in their mobility and/or search for sexual partners; females tend to a larger size which can be correlated with the clutch size (Olivier, 2002). We found that females were larger than males in size as in most *Emys orbicularis* subspecies (Zuffi et al., 1999; Fritz, 2001, 2003; Ayres and Cordero, 2001). Also in Algerian, pond turtle population, females (151.00 mm of length and 548.40 g of weight) are larger than males (129.43 mm of length and 321.21 g of weight). The plastron width is significantly higher in females than in males, and especially the posterior part of the plastron ( $p < 0.0001$ , *t*-test). Considering that there is a positive correlation between the numbers of laid eggs and female size (Mitrus and Zemanek, 1998; Zuffi et al., 1999), as in most *Emys orbicularis* subspecies (Zuffi

et al., 1999; Fritz, 2001, 2003). The body sizes vary depending on latitude and environmental factors (Fritz, 2001, 2003) with the populations in the southern area tending to be smaller (Fritz 1998; Keller et al., 1998). Similar observations with respect to latitude were made also in *Chrysemys picta* (Moll, 1973; Iverson and Smith, 1993).

Quite surprisingly, the size of the individuals of our population was more similar to the size of northern European populations than to the size of the Mediterranean turtles. Females were significantly larger than the Spanish and Italian populations and smaller than the French, German and Polish populations (Table 5). A possible explanation come from Phylogenetic studies which suggested that the eastern Algerian pond turtles represent an undescribed distinct subspecies (Fritz and Havaš, 2007; Stuckas et al., 2014). The environmental effect (phenotypic) also seems to play, but within the limits imposed by the genotypic effect (phylogenetic constraints) (Lombardini and Cheylan, 2004).

**Sex ratio.** In an animal species, the sex ratio is a very important ecological factor, which influences the dynamics of populations (Girondot and Pieau, 1993). According to Fisher (1929), the optimum primary sex ratio should be 1:1, but several studies have shown the existence of unbalanced sex ratios (Gibbons, 1990). In the Emydidae family, this ratio varies. Such variations are due to sampling errors (Bury, 1979), mortality rate (Girondot and Pieau, 1993), or different behavior between sexes (Kofron and Schreiber, 1987; Dodd, 1989) influencing capture. Valdeón (2006) in Navarra obtained preliminary data with a sex ratio 1:1. Ayllon et al. (2010) in Cuenca (Spain), find a sex ratio biased towards males (3.6:1) and it is the case for other Iberian populations (Keller, 1997; Cordero-Rivera and Ayres-Fernandez, 2004; Segurado et al., 2005; Ayres and Cordero, 2001). This is the case of our population during 3 years, when the total number of males was higher than females and the sex ratio was biased for males (1.12:1). Inversely, very variable sex ratio values have been measured in Italian samples of *Emys orbicularis*, between 1:1 and 1:2.4 (Mazzotti, 1995; Zuffi and Gariboldi, 1995; Mazzotti et al., 2007).

**Age structure.** The maximum age was 16 years for a male caught in 2014 and 14 years in two females caught in 2015. Auer and Taskavak (2004) reported maximum age almost identical to the one found in our study (i.e., 16 years). In Doñana, data estimated at 28 to 29 the maximum age for males and females respectively (Keller et al., 1998). The age structure of the population is quite common in chelonians, with a majority of adults and a small percentage of juveniles. However, we did not capture hatchlings in the site. This may be explained by the threatened factor, where juveniles stay more hidden in

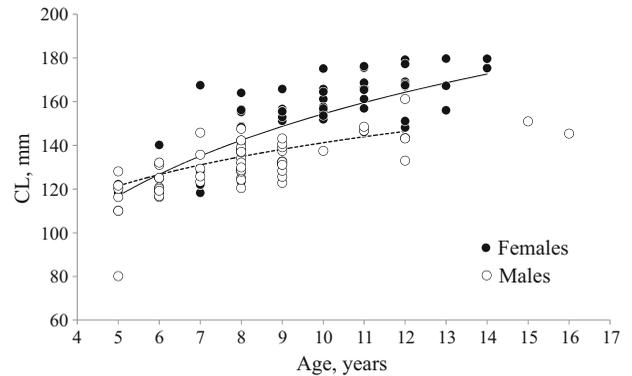


Fig. 8. Growth of carapace length of *Emys orbicularis*.

the vegetation and do not show up very often. This is the case for the population of Camargue Gardoise (Lyet and Cheylan, 2002) and the Ebro Delta in Spain (Bertolero, 2000). This mainly reflects different behavior between adults and juveniles (Ayres and Cordero, 2007). It is possible that bias is due to the capture method since hatchlings are smaller and therefore difficult to detect and our sampling was carried by hand. Predation pressure can also be a cause of low numbers of hatchlings, extremely vulnerable because of their soft shells.

**Size structure.** In our population juveniles are few represented with an average percent of 7.15% for the three years, especially with the class size between 60 – 120 mm. This rate is higher in other populations such as Doñana, Spain (20%) (Keller, 1997) and Brenne, France (30%) (Servan, 1989). Braitmayer et al. (1998) found 12% juveniles in Menorca. This percent can be very low in some population as in Çukurköy (western Turkey) where the rate is only 1.9%. The major difference between males and females is the size over 160 mm which is more represented in females with an average percent of 38% and with only 5.56% in males.

**Growth rates.** The only juvenile recaptured has a much higher growth than adults with 19.8% of growth rate. The growth trajectories are characterized by a faster growing period at the youth age and a slow growth trajectory probably after reaching the sexual maturity. The growth is much pronounced in female than male, which can explain the difference in body size between the two sexes.

The first results obtained from this work will constitute a basis for more studies on the reproduction strategy, the behavior and the use of the space in order to obtain details of the movements and to verify the zones actually used by the individuals and to highlight the corridors used. This species is not yet protected in Algeria despite

**TABLE 5.** Average Carapace Lengths (CL) and Average Body Weights (BW) of the Algerian Population Compared with Various European Populations (in decreasing order of carapace length of females)

Area	Sex	N	CL, mm	BW, g	References
Germany (north eastern)	Females	31	182.8		Schneeweis, 1998
	Males		160.3		
Poland (central)	Females	38	182.7		Mitrus and Zemanek, 2000
	Males		171.8		
Germany (north eastern)	Females	22	173 (143 – 197)	—	Farkas et al., 1998
	Males	21	159 (131 – 178)		
West Poland	Females	33	171 (137.90 – 198.50)	790.66 (438 – 1380)	Najbar et al., 2006
	Males	28	154.40 (133.30 – 185.50)	554.2 (345 – 815)	
Southern France (Camargue)	Females	183	163.3	744.6 (670 – 1092)	Olivier, 2002
	Males	130	145.4	436.7 (286 – 670)	
Western France	Females	50	159.7		Duguay and Baron, 1998
	Males		149.5		
France (Brenne)	Females	210	154		Servan, 1988
	Males		142		
Hungary	Females	978	155		Balazs and Gyorffy, 2006
	Males		130		
Hungary	Females	97	152		Farkas et al., 1998
	Males		135		
Algeria (El kala)	Females	68	151.00 (110.10 – 179.67)	548.40 (225 – 814)	Current study
	Males	61	130.65 (110.01 – 161.20)	326.06 (225 – 808)	
Corsica	Females	151	147.5		Lombardini and Cheylan, 2004
	Males		134.3		
France (Aquitaine)	Females	1471	144		Priol, 2009
	Males		131		
Donana (southern Spain)	Females	778	142.6		Keller et al., 1998
	Males		138.9		
Italy (Emilia-Romagna)	Females	126	137.6		Zuffi and Gariboldi, 1995
	Males		112.5		
Ebre delta (Spain)	Females	24	137.4		Bertolero, 2001
	Males		119.6		
Southern France (Gers)	Females	63	137		Parde et al., 2000
	Males		130		
Turkey	Females	1216	135.4		Ayaz et al. 2008
	Males		128.5		
Central Italy	Females	25	131.7	483.4	Zuffi et al., 1999
	Males	45	125.9	233	
Sardinia (Italy)	Females	24	125.2		Schulze and Fritz, 2003
	Males		117.9		
East Spain (Valencia)	Females	161	124.39 (80.7 – 156)	338 (84 – 631)	Bataller et al., 2008
	Males	113	119.15 (89.9 – 158.4)	279 (114 – 428)	
Northwestern Spain	Females	115	122.6	352.6	Ayres and Cordero, 2001
	Males	66	136.4	408	
Italy (Calabria)	Females	84	121.4		Tripepi and Zuffi, 2002
	Males		108.2		
Italy (Latium)	Females	33	121.2		Rovero et al., 1999
	Males		112.8		
Pô delta (Italy)	Females	127	119.5		Mazzotti, 1995
	Males		111.2		
Southern Italy	Females	43	119.9 (97 – 152)	297.6 (142 – 600)	Fattizzo, 2008
	Males	26	109.2 (90 – 128)	199.6 (120 – 300)	
Turkey (Central Anatoly)	Females	94	119.1		Taskavak and Reimann, 1998
	Males		105.4		

its presence in a National Park and on a site Ramasar, it is often a victim of the operations of clearing the channel which can put the population at risk. Laying sites are also frequently devastated by clearing operations at the lake dykes. The disturbance is also a threat since the site is a touristic area and very frequented especially during the summer. It is, therefore, essential to involve the public, in particular, the users of the wetland (fishermen, farmers, etc.) and tourists in a process of preserving a species that is still vulnerable by the fragility of these habitats. It seems necessary that the various actors involved in wetland conservation, including Chadli Bendjedid University, the management of El Kala National Park, the services of Forests, Hydraulic Services and the services of Agriculture Collaborate to establish long-term conservation strategies for this species.

**Acknowledgments.** We thank Ayres C. for his valuable corrections and suggestions and anonymous reviewer for helpful comments. We are grateful to Dr. P. Grillas, Program Director in the research center for the conservation of Mediterranean wetlands (Tour du Valat) for receiving us in the research station and for the use of their facilities during our stay. Permits to capture and analyze the turtles used in this study were released by the Director of the National Park of El Kala.

## REFERENCES

- Auer M. and Taskavak E.** (2004), "Population structure of syntopic *Emys orbicularis* and *Mauremys rivulata* in western Turkey," *Biologia*, **59**, 81 – 84.
- Ayllón E., Hernández-Sastre P.-L., Franch, M., Ayres, C., and Álvarez A.** (2010), "Datos preliminares sobre la población de *Emys orbicularis* en las lagunas de Cañada de Hoyo (Cuenca)," *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, **21**, 71 – 75.
- Ayres C. and Cordero A.** (2001), "Sexual dimorphism and morphological differentiation in European pond turtle (*Emys orbicularis*) populations from northwestern Spain," *Chelonian Conserv. Biol.*, **4**, 100 – 106.
- Bakarria F., Benyacoub S., Gauthier-Clerc M., and Bañburra J.** (2009), "Long-term changes in the size, structure and location of whiskered tern *Chlidonias hybrida* (P.) nests in deteriorating environmental conditions of a north African lake," *Polish J. Ecol.*, **57**(4), 749 – 749.
- Bataller J.-V., Sancho V., Gil J.-M., and Lacomba I.** (2008), "La Comunidad Valenciana lucha contra el galápagos de Florida," *Quercus*, **274**, 28 – 34.
- Barbault R.** (1973), *Structure et dynamique d'un peuplement de lézards: Les Scincidés de la savane de Lamto. Thèse de Doctorat ès-Sciences*, Paris VI. Univ..
- Bertolero A.** (2000), "Suivi de la population de cistude *Emys orbicularis* dans le delta de l'Ebre (NE Espagne)," *Chelonii*, **2**, 63 – 66.
- Braitmayer N., Fritz U., Mayol J., and Pieh A.** (1998), "Die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) Menorca," *Elaphe*, **4**, 57 – 60.
- Bury R.-B.** (1979), "Population ecology of freshwater turtles," in: M. Harless and H. Morlock (eds.), *Turtles: Perspective and Research*, John Wiley & Sons, New York, pp. 571 – 602.
- Cagle F. R.** (1939), "A system for marking turtles for future identification," *Copeia*, **1939**, 170 – 173.
- Castanet J.** (1988), "Les méthodes d'estimation de l'âge chez les chéloniens," *Mésogée*, **48**, 21 – 28.
- Cordero-Rivera A. and Ayres-Fernández C.** (2004), "A management plan for the European pond turtle (*Emys orbicularis*) populations of the Louro river basin (North-west Spain)," *Biologia. Bratislava*, **59**(Suppl. 14), 161 – 171.
- De Belair G.** (1990), *Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre complexes lacustres et marécageux (Est algérien). Thèse de Doctorat*, Université du Languedoc.
- Dodd C. K.** (1989), "Population structure and biomass of *Sternotherus odoratus* (Testudines: Kinosternidae) in a northern Alabama lake," *Brimleyana*, **15**, 47 – 56.
- Donaire D., del Canto-González R., Bogaerts S., Pasmans F., and El Mouden H.** (2011), "Nuevas localidades para *Emys orbicularis* occidentalis Fritz, 1993 (Testudines: Emydidae) en El Rif (Noroeste de Marruecos)," *Bull. Soc. Catal. d'Herpetol.*, **19**, 125 – 129.
- Fahd S., El Marnisi B., Mediani M., and Fritz U.** (2009), "Zur Verbreitung und zum Bedrohungsstatus der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) in Marokko," *Elaphe*, **17**, 30 – 33.
- Farkas B., Fritz U. Jendretzke N., and Schneeweiss N.** (1998), "Morphological differences between pond turtles (*Emys orbicularis*) from the Hungarian lowlands, eastern Poland, and northeastern Germany," in: U. Fritz, U. Joger, R. Podloucky, and J. Servan (eds.), *Proc. of the Emys Symp. Dresden 96, Mertensiella*, **10**, 89 – 94.
- Fattizzo T.** (2008), "Morphological data and notes on natural history of pond turtles *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) of southern Apulia (Italy)," *Rev. Esp. Herpetol.*, **22**, 23 – 32.
- Fisher R. A.** (1929), *The genetical theory of natural selection*, Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- Fritz U.** (1993), "Zur innerartlichen Variabilität von *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). Zwei neue Unterarten von der Iberischen Halbinsel und aus Nordafrika, *Emys orbicularis fritzjuergebnosti* subsp. nov. und *E. o. occidentalis* subsp. nov. (Reptilia, Testudines: Emydidae)," *Zool. Abh.*, **47**, 131 – 155.
- Fritz U.** (1998), "Introduction to zoogeography and subspecific differentiation in *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758)," *Mertensiella*, **10**, 1 – 27.
- Fritz U.** (2001), "*Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) — Europäische Sumpfschildkröte," in: U. Fritz (ed.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3/IIIA. Schildkröten I*, Aula, Wiebelsheim, pp. 343 – 515.
- Fritz U.** (2003), *Die Europäische Sumpfschildkröte*, Laurenti, Bielefeld.
- Fritz U. and Andreas B.** (2000), "Distribution, variety of forms and conservation of the European Pond Turtle," *Chelonii*, **2**, 23 – 27.
- Fritz U. and Havaš P.** (2007), "Checklist of chelonians of the world," *Vertebr. Zool.*, **57**, 49 – 368.

- Germano D. J. and Bury R. B.** (1998), "Age determination in turtles: evidence of annual deposition of scute rings," *Chelonian Conserv. Biol.*, **3**, 123 – 132.
- Gibbons J. W.** (1990), "Sex ratios and their significance among turtle populations," in: J. W. Gibbons (ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtle*, Smithsonian Inst. Press, Washington, pp. 171 – 182.
- Girondot M. and Pieau C.** (1993), "Effects of sexual differences of age at maturity and survival on population sex ratio," *Evol. Ecol.*, **7**, 645 – 650.
- Iverson J. B. and Smith G. R.** (1993), "Reproductive ecology of the Painted Turtle (*Chrysemys picta*) in the Nebraska Sandhills and across its range," *Copeia*, **1993**, 1 – 21.
- Keller C.** (1997), *Ecología de poblaciones de Mauremys leprosa y Emys orbicularis en El Parque Nacional de Doñana*. Ph.D. Thesis, Universidad de Sevilla, Spain.
- Keller C., Andreu A. C., and Ramo C.** (1998), "Aspects of the population structure of *Emys orbicularis* hispanica from southwestern Spain," *Mertensiella*, **10**, 147 – 158.
- Kofron C. P. and Schreiber A. A.** (1987), "Observations on Aquatic Turtles in a Northeastern Missouri Marsh," *The Southwestern Naturalist*, **32**, 517 – 521.
- Lyet A. and Cheylan M.** (2002), *La Cistude d'Europe (Emys orbicularis) en Camargue gardoise — Statut des populations et propositions de mesures de protection*, Ecole Pratique des Hautes Etudes de Montpellier.
- Mazzotti S.** (1995), "Population structure of *Emys orbicularis* in the Bardello (Po Delta, Northern Italy)," *Amphibia-Reptilia*, **16**, 77 – 85.
- Mazzotti S., Montanari F., Greggio N., and Barocci M.** (2007), "La popolazione della testuggine palustre (*Emys orbicularis*) del Bosco della Mesola," *Quad. Staz. Ecol. civ. Mus. St. nat. Ferrara*, **17**, 117 – 123.
- Mitrus S. and Zemanek M.** (1998), "Reproduction of *Emys orbicularis* (L.) in Central Poland," *Mertensiella*, **10**, 187 – 192.
- Moll E.** (1973), "Latitudinal and interspecific variation in reproduction of the Painted Turtle *Chrysemys picta*," *Herpetologica*, **29**, 307 – 318.
- Najbar B. and Szuskiewicz E.** (2006), "The morphometrics and coloration of the European pond turtle *Emys orbicularis* in Lubuskie province (West Poland)," *Biologia. Bratislava*, **61**(5), 585 – 592.
- Lombardini K. and Cheylan M.** (2004), *La cistude dans la réserve de l'étang de Biguglia bilan des recherches 2001 – 2003, Rapport La Réserve Naturelle de Biguglia*.
- Olivier A.** (2002), *Ecologie, traits d'histoire de vie et conservation d'une population de Cistude d'Europe Emys orbicularis en Camargue*, Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés, Ecole Pratique des Hautes Etudes.
- Ramos S., Franch M., Llorente G. A., and Montori A.** (2009), "Morphometry and biological cycle of a European pond turtle (*Emys orbicularis*) population from north-eastern Spain," *Rev. Esp. Herpetol.*, **23**, 13 – 24.
- Ream C. and Ream R.** (1966). "The influence of sampling methods on the estimation of the population structure in Painted turtles," *The Am. Midland Naturalist*, **75**(2), 325 – 338.
- Segurado P., Ayres Fernández C., and Cordero Rivera A.** (2005), "La cistude d'Europe dans la Péninsule ibérique," *Manouria*, **8**, 19 – 20.
- Seltzer P.** (1946), *Le climat de l'Algérie. Trav. bits Météo. Et Phys. Du globe*, La Typo-Litho, Alger.
- Servan J.** (1986). "Utilisation d'un nouveau piège pour l'étude des populations de cistudes d'Europe *Emys orbicularis* (Reptilia, Testudines)," *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **41**, 111 – 117.
- Servan J., Zaborski P., Dorizzi M., and Pieau C.** (1989), "Détermination du sexe ratio adulte de la tortue *E. orbicularis* dans des populations provenant de 7 étangs de Brenne (Indre, France)," *Can. J. Zool.*, **67**, 1279 – 1284.
- Servan J.** (1999), "Réflexions sur la gestion des reptiles et des tortues en particulier en France: 1-La protection des espèces," *Bull. Soc. Herpetol. Fr.*, **90**, 5 – 21.
- Stubbs D. and Swingland I. R.** (1984), "The ecology of the Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population," *Can. J. Zool.*, **63**, 169 – 180.
- Stuckas H., Velo-Antón G., Fahd S., Kalboussi M., Rouag R., Arculeo M., Marrone F., Sacco F., Vamberger M., and Fritz U.** (2014), "Where are you from stranger? The enigmatic biogeography of North African pond turtles (*Emys orbicularis*)," *Organisms Divers. Evol.*, **14**, 295 – 306.
- Toubal B. O.** (1986), *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. Thèse. Doct. cycle*, Univ. Grenoble.
- Valdeón A.** (2006), "Datos preliminares de dos poblaciones de galápago europeo (*Emys orbicularis*) en el sur de Navarra," in: *Libro de resúmenes del IX Congreso Luso-Español de Herpetología*, Donosti, pp. 236 – 237.
- Woodbury A. M.** (1956), "Uses of marking animals in ecology studies: marking amphibians and reptiles," *Ecology*, **37**(4), 670 – 674.
- Zuffi M. A. L. and Gariboldi A.** (1995), "Sexual dimorphism in Italian populations of the European pond terrapin, *Emys orbicularis*," in: Lorente G. A., A. Montori, X. Santos, and M. A. Carretero (eds.), *Scientia Herpetologica. Proc. 7<sup>th</sup> Ord. Meet. Soc. Herpetol. Eur. SEH/AHE*, Barcelona, pp. 124 – 124.
- Zuffi M. A. L., Odetti F., and Meozzi P.** (1999), "Body size and clutch size in the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*) from central Italy," *J. Zool.*, **247**, 139 – 143.
- Zuffi M. A. L., Celani A., Foschi E., and Tripepi S.** (2007), "Reproductive strategies and body shape in the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*) from contrasting habitats in Italy," *J. Zool.*, **271**, 218 – 224.

# Prevalence of *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) on the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in northeast Algeria

Samira Fediras<sup>1</sup>, RachidRouag<sup>2,\*</sup>, Nadia Ziane<sup>1</sup>, Anthony Olivier<sup>3</sup>, Arnaud Béchet<sup>3</sup> and Slim Benyacoub<sup>1</sup>

**Abstract.** In Algeria, Emydidae is represented by only one species, the European pond turtle *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). A population was studied in the spring of 2013 in the El Kala National Parc. The objective of this study was to identify and quantify the number of leech species. *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) proved to be the only leech species of that was parasite of this *Emys orbicularis* population. Its prevalence was 50.9%, which was very low at the juvenile stage (14.2%). The intensity (average number of leeches per turtle) was  $0.51 \pm 1.20$  for this population, but it was lower at the juvenile stage ( $0.14 \pm 0.37$ ). No relationship exists between the parasitic load and the morphological parameters. However, posterior part (hind limbs) had the highest parasite load (57.14 %).

**Keywords:** *Emys orbicularis*, Glossiphoniidae, *Placobdella costata*, prevalence, parasite, Algeria

## Introduction

The European pond turtle (*Emys orbicularis*) occurs over an extensive distribution range. It's found from Portugal to Aral Sea (Kazakhstan), from northern Germany and Moscow province (Russia) to southern Italy, Sicily and northern Africa and south-eastwards from Turkey to the eastern Caucasus Republics and the southern shore of the Caspian Sea (Fritz, 1998; Fritz, 2003). The European pond turtle is considered to be endangered in many parts of its range (Fritz and Andreas, 2000). Intensification of agriculture and water management, as well as the loss of suitable habitat are the major threats facing this species. However, the species is protected in many European countries (e.g., Schneeweiss, 1998; Zuffi and Ballasina, 1998; Mitrus, 2005). Despite its wide distribution, little is known about the potential role of leeches as vectors of parasites that could affect *E. orbicularis*, yet, parasites

can significantly alter host population demography (Iglesias et al., 2015; Meyer et al., 2015), and are critical to study in evolutionary and ecological contexts (Tyre et al., 2003). In this paper, we identify and analyze the prevalence of the leeches in an Algerian population of *Emys orbicularis*, which constitutes the first study on this subject for Algeria.

## Materials and Methods

Our study was conducted from March to August 2013 on a 5 ha area situated in northern part of the Lake Tonga, which is situated in the northeastern of Algeria between 36°43'N and 36°57'N and between 07°43'E and 08°37'E. The climate there is Mediterranean, with most of the annual rainfall (630 mm) falling during the winter months. The lake is about 2700 ha in area, and as a shallow water body with rich vegetation, it represents one of the most important freshwater wetlands in northeastern Algeria (De Belair, 1990). Vegetation beds composed of emergent and floating-leaved plants are very extensive. The emergent vegetation of Lake Tonga is dominated by the common reed (*Phragmites australis* Cav.) and the lesser reed mace (*Typha angustifolia* L.). The submerged and surface-floating vegetation of this lake is dominated by the white water-lily (*Nymphaea alba* L.) and pondweeds (*Potamogeton lucens* L.) (Bakarria et al., 2009).

<sup>1</sup> Université Badji Mokhtar. Département de Biologie. BP. 12. El Hadjar. 23000 Annaba, Algeria.

<sup>2</sup> Université Chadli Bendjedid. 36100 El Tarf, Algeria.

<sup>3</sup> Institut de recherche de la Tour du Valat, Le Sambuc, 13200 Arles, France.

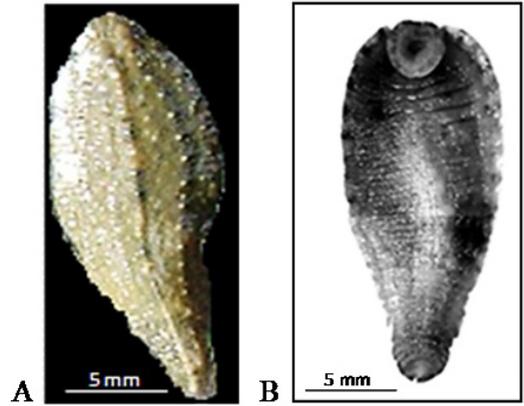
\* Corresponding author e-mail: mailto: rachid\_rouag@yahoo.fr

During the study, 53 European pond turtles caught by hand were marked by notching, the marginal scutes (Cagle 1939; Servan *et al.* 1986). Individual variables were measured on every specimen caught such as, weight, size and age. Age determination of each captured tortoise was done by growth annuli counts on the shell, one growth annulus being added each year (Castanet and Cheylan, 1979; Castanet, 1988; Germano and Bury, 1998). Carapace length was measured using a digital calliper (precision  $\pm 0.1$  mm) with the same measurement criteria as Stubbs and Swingland (1984). The weight of the turtles was measured using a digital balance (precision  $\pm 1$  g). Sex was determined by secondary sexual characteristics (e.g., plastral concavity, tail length) (Servan, 1988). Turtles less than 12 cm long were considered too small for sexing and were classified as juveniles.

Leeches were collected manually and placed in individual vials (labelled by turtle code) in 70% EtOH until further examination was possible. All turtles were released immediately at the point of capture. Leeches were counted and identified to species level in the laboratory using the taxonomic keys for *Hirudinea* in Tunisia (Ben Ahmed *et al.*, 2008). Leech prevalence (%) and intensity and standard deviation (mean  $\pm$  sd) were also calculated (Margolis *et al.*, 1982). Attachment sites were recorded only on 14 turtles. Correlation data, leech and turtle infestation were calculated using the coefficient ( $r$ ), and a t-test was used to analyze differences between genders and ages; differences were considered statistically significant when  $P \leq 0.05$ . Statistical analysis of the morphological parameters was carried out using the Excel software and Minitab® 15.1.30.0.

## Results

A total of 27 leeches were collected and identified as *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) (Fig. 1). Glossiphoniidae is one of the most species rich leech families in terms of the number of species described (Ringuélet, 1985; Sawyer, 1986). The group is comprised principally of dorsoventrally flattened leeches normally found feeding on the blood of turtles or amphibians. Although some species, like those in the genera *Helobdella* Blanchard, 1896 and *Glossiphonia* Johnson, 1816, feed on the haemolymph of aquatic oligochaetes and snails (Siddall *et al.*, 2005). *Placobdella costata* is usually considered to be a Mediterranean species that has spread over large parts of Central and Eastern Europe, reaching as far to the



**Figure 1.** A- dorsal view of *P. costata*, B- ventral view of *P. costata* (Photos by Fediras S.).

southeast as the southern Arabian Peninsula (Nesemann and Neubert, 1999; Bielecki *et al.*, 2012).

Leeches differed in age and ranged in size from about two mm for the young to two centimeters for adults. The studied turtles consisted of 25 females, 21 males and 7 juveniles. Of the 53 turtles examined, 27 (50.9%) were infested by leeches: 42.8% of the males, 68% of the females, and 14.2% juveniles were parasitized (Table 1).

**Table 1.** Prevalence and intensity of infestation.

Turtle data	Leech Prevalence	Intensity		
	%	$\Sigma$	Mean $\pm$ Sd	Range
Males ( $n = 21$ )	42.8	9	0.42 $\pm$ 0.99	0–3
Females ( $n = 25$ )	68.0	17	0.68 $\pm$ 1.27	0–7
Juveniles ( $n = 7$ )	14.2	1	0.14 $\pm$ 0.37	0–1
<b>Total (<math>n = 53</math>)</b>	<b>50.9</b>	<b>27</b>	<b>0.51 <math>\pm</math> 1.20</b>	<b>0–7</b>

The mean intensity is of  $0.51 \pm 1.20$  leeches/turtle (range 0–7 leeches). It was higher in females than in males with respective values of  $0.68 \pm 1.27$  and  $0.42 \pm 0.99$ , and very low among juveniles with a value of  $0.14 \pm 0.37$ . Males and females did not differ significantly in parasite load with (t-value = - 0.7; p-value = 0.491; df = 37 at t-test), and there was no difference between adults and juveniles (t-value = 1.79; p-value = 0.083; df = 32).

Data show that the hind limbs are the most common attachment site with a prevalence of 57.14% (8/14). The head and forelimbs with 7.14% (1/14) have the lowest infection. We observed 28.57% (4/14) of the leeches were both on the plastron and on the carapace (Fig. 2).

The plastron and the hind limbs of the turtles had the highest parasite load with  $0.85 \pm 1.92$  leeches for the plastron,  $0.57 \pm 0.51$  for the hind limbs. The forelimbs and the head were loaded with  $0.07 \pm 0.26$  leeches. No parasites were found on the tail (Table 2). The turtle with the most parasites was a female with 7 leeches. The posterior part of the turtle (hind limbs) seems to be the most vulnerable area and the head and fore limbs were the least infested parts.

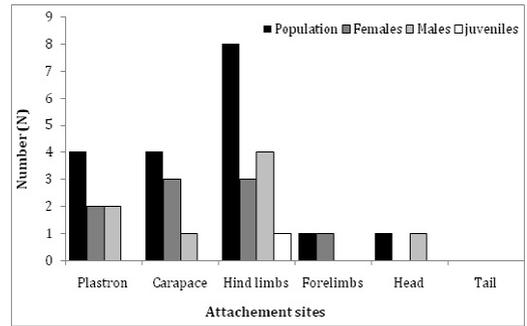
**Table 2.** Prevalence on attachment sites on turtles.

Attachment sites	Turtle (N=14)	leeches	
		$\Sigma$	Mean $\pm$ SD (Range)
Hind limbs	8	8	$0.57 \pm 0.51$ (0–1)
Tail	0	0	0
Head	1	1	$0.07 \pm 0.26$ (0–1)
Forelimbs	1	1	$0.07 \pm 0.26$ (0–1)
Carapace	4	5	$0.35 \pm 0.63$ (0–2)
Plastron	4	12	$0.85 \pm 1.92$ (0–7)

We observed an 8 year old male (129 mm carapace length) with a leech attached on a marginal scale (14 young leeches were on its underside); when it was removed, there was a pit in the carapace. It is clear from these observations that *P. costata* can penetrate the bony tissues of turtle shells with its proboscis to obtain blood, as described for *P. ornata* by Siddall and Gaffney (2004). No relation was found between the biometric parameters and the parasite load (Table 3).

## Discussion

*Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) has proven to be the only leech species which parasitizes our population



**Figure 2.** Attachment of *Placobdella costata* on *Emys orbicularis*.

of *Emys orbicularis*. This species is known for its haematophagous ectoparasitic feeding on freshwater turtles, in Europe mainly on *Emys orbicularis* (Nesemann and Neubert, 1999; Vamberger and Trontelj 2007), but it has also been reported on *Mauremys leprosa* (Romero et al., 2014) and *M. caspica* (Yadollahvand and Kami, 2014). It is suspected to be a vector of haemogregarine blood parasites in turtles (McAuliffe, 1977; Siddall and Desser, 2001). Danilewsky (1885) and Reichenow (1910) described *Haemogregarina* species of turtles, and *Haemogregarina stepanowi* as the parasite of the European pond turtle (*Emys orbicularis*), whose sexual development occurs in the leech hosts. Meanwhile, the final part of the life cycle comprising the formation of gamonts occurs in the erythrocytes of the turtle, allowing for relatively easy detection (Siddall and Desser, 1990). In Algeria, *Haemogregarina stepanowi* was detected in a wild population of *Mauremys leprosa* that are always present with *E. orbicularis* in our study area (Dvořáková et al., 2013). It has also been reported in Iranian populations of *M. caspica* and *E. orbicularis* (Javanbakht and Sharifi, 2014). Thus, it is probable that this parasite is also present in Algerian *E. orbicularis*, and further studies may confirm this hypothesis.

The intensity of the infestation by the leech may be related to its preference for attaching to turtles of a greater length and body weight (McCoy et al., 2007;

**Table 3.** Relation between parasite load and biometric parameters (Number of turtles=53).

	Age (years)	Carapace length (mm)	Plastron length (mm)	Body weight
Number of leeches	$r = -0.293$ ( $p = 0.175$ )	$r = -0.008$ ( $p = 0.972$ )	$r = 0.047$ ( $p = 0.830$ )	$r = 0.171$ ( $p = 0.222$ )



**Figure 3.** A- engorged *P. costata* feeding from the sulci between scales of the shell of an adult Pond turtle, B- seven *P. costata* on the plastron of the turtle, C- adult *P. costata* with 14 young on their underside (arrow) attached to a marginal scute, exhibiting pitting (arrow) after the removal of a leech (Photos by Fediras S.).

Bielecki *et al.*, 2012). While most leeches were observed on female *E. orbicularis* in our study, the prevalence of *P. costata* did not differ significantly according to sex, length, weight or ages.

With 27 leeches found on 53 turtles, the prevalence of the parasite (50.9%) in our study area is high in comparison with other populations. In Southern Spain,

only one leech was found attached to a turtle (*Mauremys leprosa*) out of almost 100 captured turtles (Romero *et al.*, 2014). McCoy *et al.* (2007) reported higher prevalence in bottom-dwelling species. In North-western Spain turtles usually carry heavier loads during summer, when the water level drops (Ayres, pers. comm).

Our analysis of the attachment sites of *P. costata* on the turtles revealed that there are preferences for some places. The posterior part, namely the hind limbs, is the most highly affected zone (57.14%), while the anterior part (head and forelimbs) had a 14.28% of parasite load. Our results were similar to those found in other studies on leeches attachment sites on turtles in North America (Koffler *et al.*, 1978; Dodd, 1988; McCoy *et al.*, 2007) where the most preferred site of attachment was the posterior region. Many leeches were found attached to the plastron where they could also find protection from the environment and especially from desiccation when the turtle leaves the water (Vogt, 1979). In Spain, in two populations, all leeches were found attached to the plastron, on the junctions or over broken scutes, and never on the soft parts of the body of the animal (Ayres and Alvarez, 2008).

Leeches generally prefer to attach to softer skin areas; however, the specific attachment sites observed in our study, suggest that there is also a preference for the sulci between the scales overlying the bones. This is not surprising since another species of leeches (*Placobdella ornata*) is able to feed on the bony tissues of turtles (Siddall and Gaffney, 2004). Another study on the prevalence of *Placobdella costata* in *Mauremys leprosa* would be very interesting to verify the parasitic relationship between this leech and the turtles living in our study region.

**Acknowledgments.** We would like to thank César Ayres for his valuable corrections and suggestions on an earlier draft of this paper and an anonymous reviewer for helpful comments, and Charles La Via for his help in improving the English. We are grateful to Dr. Patrick Grillas, Program Director in the research centre for the conservation of Mediterranean wetlands (Tour du Valat) for welcoming us to the research institute and for the use of its facilities during our stay. Permits for capturing and analysing the turtles used in this study were released by M. Benjedid, Director of the 'El Kala National Park'.

## References

- Ayres, C., Alvarez, A. (2008): On the presence of *Placobdella sp.* leeches on *Emys orbicularis*. *Acta Biologica* **8(1)**:53–55.
- Bakaria, F., Benyacoub, S., Gauthier-Clerc, M., Bañbura, J. (2009): Long-term changes in the size, structure and location of Whiskered tern *Chlidonias hybrida* (P.) nests in deteriorating

- environmental conditions of a north african lake. Polish journal of ecology **57(4)**:749–749.
- Ben Ahmed, R., Tekaya, S., Harraath, H. (2008): Etude préliminaire des hirudinées en Tunisie: description et systématique (Clitellata, Hirudinea). Bulletin de la Société zoologique de France **133(1-3)**: 85–95.
- Bielecki, A., Cichocka, J.M., Jablonski, A., Jelen, I., Ropelewska, E., Biedunkiewicz, A., Terlecki, J., Nowakowski, J.J., Szlachciak, J. (2012): Coexistence of *Placobdella costata* (Fr. Muller, 1846) (Hirudinida: Glossiphoniidae) and mud turtle *Emys orbicularis*. Biologia **67**:1–8.
- Cagle, F.R. (1939): A system for marking turtles for future identification. Copeia **1939**: 170–173.
- Castanet, J., Cheylan, M. (1979) : Les marques de croissance des os et des écailles comme indicateur de l'âge chez *Testudo hermanni* et *Testudo graeca* (Reptilia, Chelonia, Testudinidae). Canadian Journal of Zoology **57**:1649–1655.
- Castanet, J. (1988) Les méthodes d'estimation de l'âge chez les chéloniens. Mesogée **48** :21–28.
- Danilewsky, B. (1885): Die Hämatozoën der Kaltblüter. Archiv für Mikroskopische Anatomie **24(1)**:588–598.
- De Belair, G. (1990) : Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Unpublished Doctorat thesis, Languedoc University.
- Dodd, Jr., C.K. (1988): Patterns of distribution and seasonal use of the turtle *Sternotherus depressus* by the leech *Placobdella parasitica*. Journal of Herpetology **22**:74–81.
- Dvořáková, N., Kvičerová, J., Papoušek, I., Javanbakht, H., Tiar, G., Kami, H., Široký, P. (2013): Haemogregarines from western Palaearctic freshwater turtles (genera *Emys*, *Mauremys*) are conspecific with *Haemogregarina stepanowi* Danilewsky, 1885. Parasitology **141**:522–530.
- Fritz, U. (1998): Introduction to zoogeography and subspecific differentiation in *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). Mertensiella **10**:1–27.
- Fritz, U., Andreas, B. (2000): Distribution, variety of forms and conservation of the European pond turtle. Proceeding of the Second Symposium on *Emys orbicularis*, Le Blanc. Chelonii **2**: 23–26.
- Fritz, U. (2003): Die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*). Laurenti Verlag. (Bielefeld), Zeitschrift für Feld herpetologie, Suppl. 1, p.224.
- Germano, D.J., Bury, R.B. (1998): Age determination in turtles: Evidence of annual deposition of scute rings. Chelonian Conservation Biology **3**:123–132.
- Gibbons, J.W., Lovich, J.E. (1990): Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). Herpetological Monographs **4**:1–29.
- Iglesias, R., García-Estévez, J.M., Ayres, C., Acuña, A., Cordero-Rivera, A. (2015): First reported outbreak of severe spirochidiosis in *Emys orbicularis*, probably resulting from a parasite spillover event. Diseases of aquatic organisms **113(1)**:75–80.
- Javanbakht, H., Sharifi, M. (2014): Prevalence and intensity of *Haemogregarina stepanowi* (Apicomplexa: Haemogregarinidae) in two species of freshwater turtles (*Mauremys caspica* and *Emys orbicularis*). Iran. Journal of Entomology and Zoology Studies **2(4)**:155–158.
- Koffler, B.R., Seigel, R.A. and Mendonca, M.T. (1978): The seasonal occurrence of leeches on the Wood Turtle, *Clemmys insculpta* (Reptilia, Testudines, Emydidae). Journal of Herpetology **12**:571–572.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M., Shad, G.A. (1982): The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). Journal of Parasitology **68**:131–133.
- Mcauliffe, J.R. (1977): An hypothesis explaining variations of hemogregarine parasitism in different aquatic turtle species. Journal of Parasitology **63**:580–581.
- McCoy, J.C., Failey, E.L., Price, S.J., Dorcas, M.E. (2007): An Assessment of Leech Parasitism on Semi-aquatic Turtles in the Western Piedmont of North Carolina. Southeastern Naturalist **6(2)**:191–202.
- Meyer, L., Du Preez, L., Bonneau, E., Héritier, L., Quintana, M.F., Valdeón, A., Sadaoui A., Kechemir-Issad N., Palacios C., Verneau, O. (2015): Parasite host-switching from the invasive American red-eared slider, *Trachemys scripta elegans*, to the native Mediterranean pond turtle, *Mauremys leprosa*, in natural environments. Aquatic Invasions **10(1)**:79–91.
- Mitrus, S. (2005). Headstarting in European Pond Turtles (*Emys orbicularis*): does it work? Amphibia-Reptilia **26**:333–341.
- Nesemann, H., Neubert, E. (1999): Annelida, Clitellata: Branciobdellida, Acanthobdella, Hirudinea. Spektrum Akademischer Verlag, p. 178. Heidelberg, Berlin.
- Reichenow, E. (1910): Haemogregarina stepanowi. Die Entwicklungsgeschichte einer Hämogregarine. Archiv für Protistenkunde **20**:251–350.
- Ringuet, R. (1985): Annelida. Hirudinea. En Castellanos, Z. (ed.). Fauna de agua dulce de la República Argentina **27(1)**:1–321.
- Romero, D., Duarte, J., Narváez-Ledesma L., Farfán, M., Real, R. (2014): Presence of the leech *Placobdella costata* in the south of the Iberian Peninsula. Acta Parasitologica **59(2)**:259–262
- Sawyer, R.T. (1986): Leech Biology and Behaviour. 3. Vols. p.1065. (Clarendon Press) Oxford.
- Schneeweiss, N. (1998): Status and protection of the European Pond Turtle (*E. o. orbicularis*) in Brandenburg, Northeast Germany. Mertensiella **10**:219–226.
- Servan, J., Baron, J.P., Bels, V., Bour, R., Lançon, M., Renon, G. (1986): Le marquage des tortues d'eau douce : application à la cistude d'Europe. Bulletin de la Société Herpétologique de France **37**: 9–17.
- Servan, J. (1988): La cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, dans les étangs de Brenne, France. Mesogée **48**: 91–95.
- Siddall, M.E., Desser, S.S. (1990): Gametogenesis and sporogonic development of *Haemogregarina balli* (Apicomplexa: Adeleina: Haemogregarinidae) in the leech *Placobdella ornata*. Journal of Protozoology **37**:511–520.
- Siddall, M.E., Desser, S.S. (2001): Transmission of *Haemogregarina balli* from painted turtles to snapping turtles through the leech *Placobdella ornata*. Journal of Parasitology **87**:1217–1218.
- Siddall, M.E., Budinoff, R.B., Borda, E. (2005): Phylogenetic evaluation of systematics and biogeography of the leech family Glossiphoniidae. Invertebrate Systematics **19(2)**:105–112.

- Siddall, M.E., Gaffney, E. (2004): Observations on the leech *Placobdella ornata* feeding from bony tissues of turtles. *Journal of Parasitology* **90**:1186–1188.
- Stubbs, D., Swingland, I.R. (1984): The ecology of the Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. *Canadian Journal of Zoology* **63**:169–180.
- Tyre, A.J., Bull, C.M., Tenhumberg, B., Chilton, N. (2003): Indirect evidence of density-dependent population regulation in *Aponomma hydrosauri* (Acari: Ixodidae), an ectoparasite of reptiles. *Austral Ecology* **28**:196–203.
- Vamberger, M., Trontelj, P. (2007): *Placobdella costata* (Fr. Müller, 1846) (Hirudinea: Glossiphoniidae) a leech species news for Slovenia. *Natura Sloveniae* **9(1)**: 37–42.
- Vogt, R.C. (1979): Cleaning/feeding symbiosis between grackles (*Quiscalus: Icteridae*) and map turtles (*Graptemys: Emydidae*). *Auk* **96**:608–609.
- Yadollahvand, R., Kami, H.G. (2014): Habitat Changes and its Impacts on the Caspian Pond Turtle (*Mauremys caspica*) Population in the Golestan and Mazandaran Provinces of Iran. *Journal of Aquaculture Research & Development* **5(3)**:2–3.
- Zuffi, M.A.L., Ballasina, D.L.P. (1998): Contribution to the knowledge of regional polymorphism of *Emys orbicularis* in Italy, and notes on the husbandry activities at the CARAPAX Center. *Mertensiella* **10**:279–286.