

ÉCOLOGIE ET POLYMORPHISME DE L'*APHANIUS FASCIATUS VALENCIENNES* 1821 (Cyprinodontidae), DANS LE LAC BLEU, PARC NATIONAL D'EL-KALA (NORD-EST ALGERIE)

Reçu le 09/02/2015 – Accepté le 22/06/2015

Boumendjel Mahieddine*¹, Taibi Faiza¹, Hennouni Nacera¹, Samar Mohamed Faouzi¹, Abdesselam Amira¹, Slimane Bouzid², Laabidi Zineb¹, Laissani Ala, Merdaci Djahida, Alleb Wahida, Djouadi Hadjer, Menam Anissa, Alloui Brahim

1. Laboratoire de Recherche sur la Biodiversité et la Pollution des Ecosystèmes. Université Chadli Bendjedid El-Tarf. Algérie. 2. Département de Biologie. Université Badji Mokhtar-Annaba. Algérie. *e-mail: mahieddine@yahoo.com

Résumé

Notre étude a porté sur l'écologie et le polymorphisme d'une population endémique de cyprinodontidés, l'*Aphanius fasciatus*. L'exploration des différents sites du Parc National d'El-Kala (Lacs, Marres, Marais, Lagunes...etc.) a démontré la présence de l'espèce dans uniquement deux sites : le Lac Bleu et la Lagune Mellah. La population étudiée provient du Lac Bleu. Nous avons étudié les conditions de vie ainsi que le polymorphisme de l'espèce. L'étude morphométrique démontre la présence d'un dimorphisme sexuel net. L'analyse statistique des différents marqueurs morphologiques et leur comparaison par rapport à des populations tunisiennes présente dans le Lac Nord de Tunis, la côte de Sidi Mansour et l'Oasis de Chenini, ne montre pas de différence significative dans les caractères : Nombre de rayons aux nageoires pelviennes (RNP) ; ventrale (RNV) ; dorsale (RND) et anales (RNA), le nombre d'écaillés de la ligne latérale (ELL), entre l'échantillon récolté au niveau du Lac Bleu (Algérie) et celui du Lac Nord de Tunis (Tunisie). Une évaluation des menaces subies par l'espèce dans son site d'étude montre la présence de plusieurs sources de menaces telles que : la destruction de l'habitat ; la pollution aquatique par les eaux usées urbaines ou par les produits de l'agriculture (pesticides, engrais...) ; les cyanobactéries ; l'introduction d'espèces nouvelles (compétition et prédation) et enfin le braconnage. L'*Aphanius fasciatus* devrait bénéficier d'un plan de protection au vu du nombre de populations reliques en Algérie afin d'éviter sa disparition complète de son milieu naturel comme ça été le cas de l'*Aphanius apodus* dans le Constantinois algérien (Nord-Est, Algérie).

Mots clés: *Aphanius fasciatus*, écologie, Lac Bleu, polymorphisme, menaces.

Abstract

Our study focused on the ecology and polymorphism of an endemic Cyprinodontidae population, the toothcarp *Aphanius fasciatus* Nardo 1827. The exploration of the various sites (Lakes, Marsh, Lagoons...etc) showed the presence of the species in only two sites: the "Lac Bleu" and the "Mellah" Lagoon. The studied population lives in a RAMSAR site, the "Lac Bleu", in the National Park of El-Kala (North-eastern, Algeria). We described the life history and living conditions of this species and studied its morphological polymorphism. The morphometric study demonstrates the presence of an obvious sexual dimorphism. Statistical analysis of various morphological markers and their comparison to populations of northern Lake Tunis (Tunisia), the coast of Sidi Mansour (Tunisia) and Oasis Chenini (Tunisia), shows no significant difference in RNP, FTA, RND, RNA, ELL, between the sample collected at the Lac Bleu (Algeria) and the North Lake of Tunis (Tunisia). An evaluation of the threats undergone by the species in its site shows the presence of several sources of threats such as: destruction of the habitat; watery pollution by urban waste waters or the products of agriculture (pesticides, manure and fertilizers...); Cyanobacteria; the introduction of new species (competition and predation) and finally poaching. *Aphanius fasciatus* should have a protection plan in light of the number of remaining populations in Algeria in order to avoid its complete disappearance of its natural environment like that be the case of *Aphanius apodus* in Constantine area (North-eastern, Algeria).

Keywords: *Aphanius fasciatus*, ecology, Lac Bleu, polymorphism, threats.

ملخص

ركزت دراستنا على دراسة البيئة وظروف المعيشة وتعدد الأشكال لسماك أصلي من نوع *Aphanius fasciatus*. استكشاف مواقع مختلفة من الحديقة الوطنية للقالبة أثبتت وجود هذه النوع في موقعين فقط: البحيرة الزرقاء وبحيرة الملاح. توضح الدراسة المظهرية وجود ازدواج الشكل الجنسي متميز عند هذا النوع من الأسماك. التحليل الإحصائي للعلامات المورفولوجية المختلفة والمقارنة بينها وبين مجموعات تونسية من بحيرة شمال تونس، ساحل سيدي منصور وواحة شنني، لا يظهر أي اختلاف كبير في: أشعة الزعانف الحوضية (RNP)؛ أشعة الزعانف البطنية (FWD)؛ أشعة الزعانف الظهرية (RND) و أشعة الزعانف الشرجية (RNA)، وعدد من المقاييس في الخط الجانبي (ELL) بين العينة التي تم جمعها في البحيرة الزرقاء (الجزائر) وبحيرة الشمالية من تونس. أظهر تقييم التهديدات التي تواجهها الأنواع في منطقة الدراسة وجود عدة تهديدات من مصادر مختلفة مثل: تدمير المسكن؛ تلوث المياه بمياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية أو المنتجات الزراعية (مبيدات والأسمدة، البكتيريا الزرقاء)، إدخال أنواع جديدة (المفترسة والمنافسة)، وأخيرا الصيد غير المشروع. يجب وضع خطة حماية للنوع *Aphanius* بالنظر إلى عدد المجموعات الباقية في الجزائر لتجنب اختفائها التام من بيئتها الطبيعية كما كان الحال ل *Aphanius apodus* في قسنطينة (شمال شرق الجزائر).

الكلمات المفتاحية: *Aphanius fasciatus*، البيئة، البحيرة الزرقاء، تعدد الأشكال، التهديدات.

L'*Aphanius fasciatus* est un poisson téléostéen de la famille des Cyprinodontidés. Cette espèce présentait en Algérie une large distribution géographique selon la littérature (Blanco *et al.*, 2006) et vivait dans des milieux écologiquement très différents allant des eaux douces courantes et stagnantes vers les eaux saumâtres à salées. Elle colonisait des milieux différents allant des zones côtières et lagunaires au plans d'eaux continentaux jusqu'aux portes même du Sahara (Maltagliati, 1998 ; Blanco *et al.*, 2006). Cependant, cette espèce a disparu de bien des sites où jadis elle existait mais reste actuellement classée LC sur la liste rouge de l'IUCN car largement présente dans le circumméditerranéen (Criveli, 2005 ; I.U.C.N., 2006).

L'*Aphanius fasciatus* forme des populations généralement abondantes et polymorphes mais dans bon nombre de cas fortement menacées par diverses sources de nuisances allant de la destruction d'habitat, de l'introduction de nouvelles espèces à la pollution du milieu aquatique (Criveli, 2005 ; Kessabi *et al.*, 2009). Ce polymorphisme, représentant une richesse de la biodiversité et source d'adaptation pour les êtres vivants (Charoukh & Boumendjel, 2010), varie selon les conditions de vie et se retrouve dans les différentes populations de l'*Aphanius fasciatus* sur toute son aire de distribution (Cimmaruta *et al.*, 2003 ; Tigano *et al.*, 2006). Il s'exprime au niveau des caractères morphologiques et génétiques, ce qui permet à l'espèce de s'adapter aux variations environnementales (salinité, température, alimentation...etc.) et de persister sur la majorité des sites du circumméditerranéen en allant coloniser même des milieux où elle n'existait pas dans un passé proche (Changeux & Pont, 1995 ; Trianta *et al.*, 2007).

En Algérie, quatre espèces du genre *Aphanius* sont décrites dont une classée comme éteinte du milieu naturel, l'*Aphanius apodus* (I.U.C.N., 2006). L'*Aphanius fasciatus* se trouve sur les sites de l'Est du pays alors que l'*Aphanius iberus* se retrouve sur les sites de l'Ouest du pays. Une nouvelle espèce, l'*Aphanius saourensis* a, quant à elle, été récemment décrite par Blanco *et al.* en 2006 au niveau des Chott de la Saoura.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la population présente dans le Parc National d'El-Kala (Nord-Est Algérie) et aux conditions écologiques auxquelles fait face cette population algérienne d'*Aphanius fasciatus*. La grande valence écologique de cette espèce et sa vaste répartition nous ont incités à étudier et évaluer son polymorphisme à travers quelques caractères morphologiques de cette espèce. Ceci nous permettra aussi d'évaluer sa similarité avec quelques populations du circumméditerranéen. Une description de l'habitat, des ressources alimentaires et des sources de nuisance aussi sera décrite dans cet article.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Nous avons prospecté la présence du Cyprinodonte de Corse, l'*Aphanius fasciatus*, dans un certain nombre de sites de la Numidie Orientale algérienne incluant deux départements: Annaba et El-Tarf, tous deux côtiers.

La carte des sites (Figure 1) dans lesquels les échantillonnages ont été effectués vient compléter le tableau I afin de les représenter et les situer graphiquement. Notre échantillonnage a donc concerné aussi bien des sites côtiers que des sites continentaux.

Caractérisation de la qualité de l'eau

Afin de vérifier si cette population d'*Aphanius fasciatus* du Parc National d'El-Kala subit de menaces d'extinction, nous avons suivi l'évolution des paramètres physicochimiques de l'eau du lac dans lequel nous avons retrouvé l'espèce. Nous avons donc procédé à la mesure des paramètres présentés dans le tableau II. Les mesures effectuées se sont étalées du mois de novembre au mois de mai de 2007 à 2012, comprenant un échantillonnage bimensuel avec trois répétitions sur les berges du lac.

Méthode d'échantillonnage

Dans le but de vérifier la présence de l'espèce dans les différents sites prospectés, nous avons effectué un échantillonnage mensuel allant du mois d'octobre au mois de juin au niveau des sites pour les cours d'eaux (Oued Bounamoussa ; Oued El Kebir ; Oued Messida ; Oued Seybouse) et un échantillonnage mensuel au niveau des sites et plans d'eaux permanentes (Lac Bleu ; Lac des Oiseaux ; Lac Noir ; Lac Oubeira ; Lac Tonga ; Lagune Mellah ; Marais de Bourdim ; Marais de la Mekhada ; Garaat Estah ; Chefia ; Mexna). Cet échantillonnage s'est étendu de l'année 2007 à l'année 2012.

La méthode d'échantillonnage est standardisée avec les mêmes équipements et la même méthode à l'aide d'un filet muni d'une erse et d'une perche de 1,2 m et d'un diamètre de 35cm. Le diamètre des mailles du filet est de 2mm. Deux types d'échantillonnages ont donc été utilisés : l'un consiste à faire passer le filet à une profondeur de 30 à 70cm sur une distance d'environ 10m afin d'étudier la microfaune du lac et d'évaluer le régime alimentaire de l'espèce ; Un second échantillonnage, visant à récolter un maximum d'individus d'*Aphanius fasciatus* seulement, consiste en un ciblage puis une chasse au filet pour la capture des poissons. Ce dernier a été effectué le 20 juillet 2007 à 11h du matin.

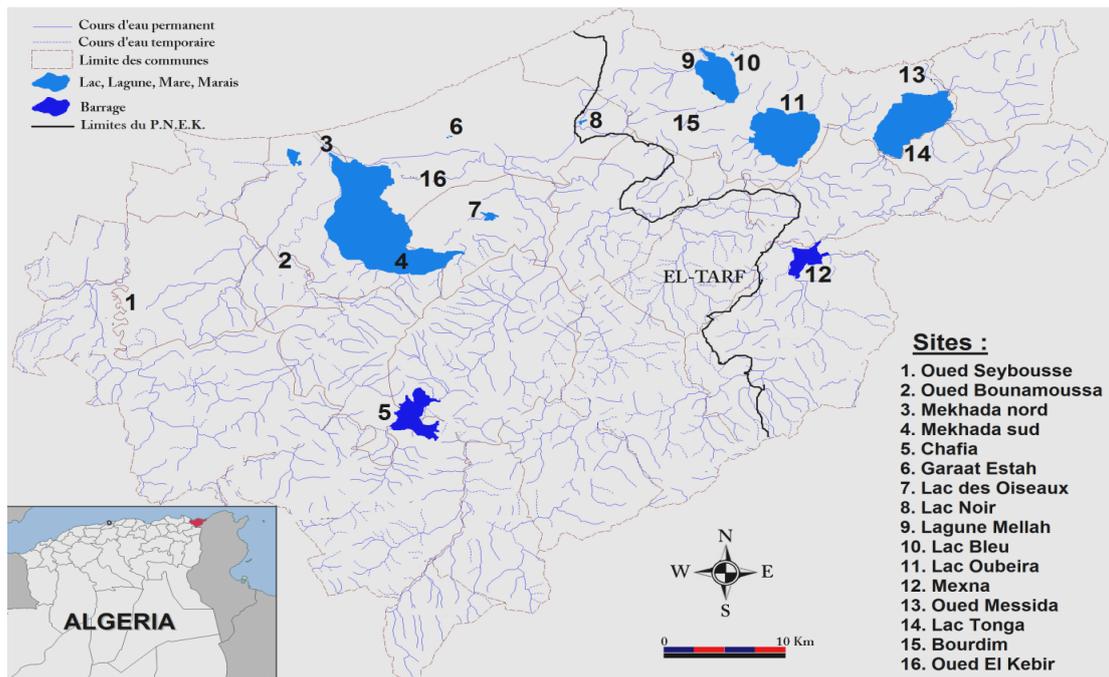


Figure 1 : Carte représentant les sites d'échantillonnage dans la région d'El-Tarf (Nord-Est Algérie)

Tableau I : Statut des différents sites prospectés dans la région d'Annaba et d'El-Tarf (RAMSAR, 2010)

Site prospecté	Type de site	Site RAMSAR	Site du P.N.E.K.
Lac Bleu	Lac	Classé en 2004	+
Lac des Oiseaux	Lac	Classé en 1999	-
Lac Noir	Tourbière	Classé en 2003	+
Lac Oubeira	Lac	Classé en 1983	+
Lac Tonga	Lac	Classé en 1983	+
Lagune Mellah	Lagune (saumâtre)	Classée en 2004	+
Marais de Bourdim	Marais	Classé en 2009	+
Marais de la Mekhada	Marais	Classé en 2003	-
Garaat Estah	Marre	-	-
Oued Bounamoussa	Rivière	-	-
Oued El Kebir	Rivière	-	-
Oued Messida	Rivière	-	+
Oued Seybousse	Rivière	-	-
Chefia	Barrage	-	-
Mexna	Barrage	-	+

(-) absent ; (+) présent dans le Parc National d'El-Kala

Tableau II : Tableau représentant les paramètres de qualité d'eau mesurés

Paramètre	Lieu	Unité	Bonne*	Excellente*
Température de l'eau T°	<i>In situ</i>	°C	-	-
Potentiel hydrogène pH	<i>In situ</i>	-	> 6	= 7
Turbidité	<i>In situ</i>	NTU	-	-
Conductivité	<i>In situ</i>	µs /cm	-	-
Oxygène dissous OD	<i>In situ</i>	%	5 à 7	> 7
Potentiel redox Redox	<i>In situ</i>	mv	-	-
Nitrates	<i>Ex situ</i>	mg/l	5 à 25	< 5
Nitrites	<i>Ex situ</i>	mg/l	0,1 à 0,3	< 0,1
Demande biologique en oxygène DBO	<i>Ex situ</i>	mg/l	3 à 5	< 3
Demande chimique en oxygène DCO	<i>Ex situ</i>	mg/l	20 à 25	< 20
Matières en suspension MES	<i>Ex situ</i>	mg/l	-	-
Salinité	<i>Ex situ</i>	mg/l	-	-
Titre hydrométrique TH	<i>Ex situ</i>	°F	-	-
Calcium Ca ⁺⁺	<i>Ex situ</i>	mM/l	-	-
Magnésium Mg ⁺⁺	<i>Ex situ</i>	mM/l	-	-
Titre alcalimétrique complet TAC	<i>Ex situ</i>	°F	-	-
Chlore Cl ⁻	<i>Ex situ</i>	mg/l	-	-
Matières organiques MO	<i>Ex situ</i>	mg/lO ₂	-	-

* : Grille de qualité des eaux de surface au Maroc, 2007

(http://www.water.gov.ma/index.cfm?gen=true&id=14&ID_PAGE=53)

Morphométrie

Les échantillons collectés sont transportés au laboratoire dans un bac ouvert. Dès leur arrivée au laboratoire, ils sont mis dans un aquarium de 80 litres et laissés à température ambiante pendant un mois complet. La mise en aquarium durant un mois, aide non seulement à une meilleure adaptation aux conditions de captivité mais aussi une assurance que les poissons ont atteint leur taille adulte. Après cette période d'adaptation, les poissons de tailles différentes atteignent tous leur taille adulte. A l'aide d'un pied à coulisse numérique, nous avons effectué les mesures des tailles maximales des corps entiers des individus des deux sexes. En plus, sous un binoculaire à grossissement 10x40, nous avons réalisé d'autres mesures morphométriques telles que :

la longueur totale Lt , longueur standard Lst , longueur pré-dorsale Pd , longueur pré-anale Pa , longueur pré-pelvienne Pv , longueur pré-pectorale Ppc , longueur des pectorales LPc , longueur de la tête T , longueur de la nageoire dorsale Ld , longueur de la nageoire anale La , longueur de la nageoire pelvienne Lv , longueur de la base caudale C , longueur de la base dorsale D , longueur de la base anale A , longueur de la tête T , distance inter-orbitale IO , épaisseur du corps H , diamètre oculaire \emptyset , nombre de lignes latérales, nombre de lignes de la nageoire dorsale, nombre de lignes de la nageoire pelvienne, nombre de lignes de la nageoire caudale, le nombre de rayons aux nageoires, nombre d'écaillés de la ligne latérale et le nombre de vertèbres. La figure 2 montre la majorité des mesures effectuées sur les individus collectés.

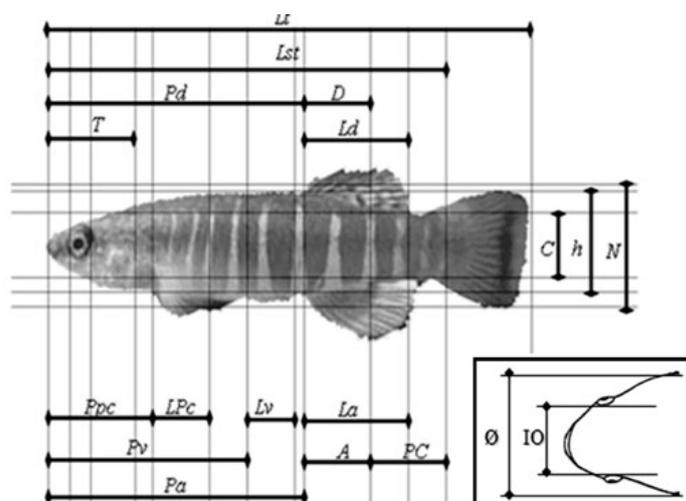


Figure 2 : Mesures morphométriques effectuées sur les individus d'*Aphanius fasciatus* (Photo : MALTAGLIATI, 2002, modifiée)

Régime alimentaire

L'étude du régime alimentaire chez *Aphanius fasciatus* est basée sur une analyse qualitative des contenus gastriques et sa comparaison par rapport aux différentes proies rencontrées dans le Lac Bleu, sans distinction des sexes. Dans le cadre de notre étude nous avons examiné 7 individus. Nous avons procédé à l'ouverture de la cavité abdominale par une incision depuis l'anus jusqu'à l'opercule.

Les poissons sont ensuite éviscérés, les intestins sont prélevés à l'aide d'une pince. Chaque intestin est sectionné et vidé de son contenu dans une boîte de pétri et rincé à l'eau distillée. Les différents proies contenues dans le tube digestif sont identifiées par un microscope optique, prises en photo puis conservées dans de l'éthanol.

Grille d'évaluation des menaces

Nous avons élaboré une grille de monitoring, inspirée de l'Annexe 3 de la liste complète des menaces identifiées pour les poissons d'eau douce en Méditerranée élaborée par l'I.U.C.N. (Smith & Darwall, 2006), qui permet la consignation des informations relatives aux différentes sources de nuisance et les différentes menaces directes ou indirectes qui touchent l'espèce étudiée. Cette grille, utilisée sur les sites où sont observés les poissons du genre *Aphanius*, relève les points suivants : types de pollutions observées sur terrain (urbaine, agricole, industrielle, naturelle), braconnage, surexploitation des ressources naturelles, destruction physique du milieu et de l'habitat.

Traitement statistique des données

Nous avons résumés les séries de valeurs des mesures morphométriques réalisées sur les poissons en utilisant l'expression suivante (moyenne \pm écart-type). Afin de réaliser un test d'hypothèse de comparaison entre les différentes populations échantillonnées, nous avons soumis les données à un test paramétrique de comparaison de moyennes d'observations indépendantes (Test *t* de *Student*). Une matrice des données biométriques (sites, variables) nous a permis d'aborder l'aspect multi-varié en cherchant à étudier la ressemblance, le regroupement (distance euclidienne, regroupement par lien complet) et l'ordination sous espaces réduit. Les calculs statistiques sont réalisés moyennant le logiciel R et en utilisant les packages *Rcmdr* et le package *ade4*.

RESULTATS & DISCUSSION

Distribution de l'espèce dans le Parc National d'El-Kala

Il résulte de nos investigations que l'*Aphanius fasciatus* ne se trouve qu'au niveau de la Réserve Intégrale du Lac Mellah dans ses deux sites de la Lagune du Mellah et du Lac Bleu. Les autres sites ne montrent que la présence de *Pseudophoxinus callensis* ou de *Gambusia holbrooki* (obs. pers.) comme poissons de petites tailles. La première espèce étant endémique à la région alors que les gambusies ont été introduites au début du vingtième siècle, afin de combattre le paludisme qui s'était développé dans la région. De plus, l'*Aphanius fasciatus* n'est présent que pendant les périodes estivale et automnale comme présenté sur le tableau III. La population ne présente donc qu'une seule cohorte par année issue de l'éclosion des œufs présents

dans l'eau du lac. Une principale cohorte représente la population annuelle de l'*Aphanius fasciatus*.

La population échantillonnée pour cette présente étude provient du Lac Bleu, qui est une petite dépression inter-dunaire d'eau douce de 4 ha, à fond sablonneux voir vaseux sablonneux, située sur la berge Est du Lac Mellah (D.G.F., 2005).

Le volume du Lac Bleu est estimé à 33400 m³ approximativement. Sa superficie est de 2,904 ha avec une circonférence de 0,653 Km. La longueur et la largeur du Lac sont respectivement de l'ordre de 0,240 Km et 0,165 Km. La superficie d'eau libre du lac est estimée à 0,844 ha et la superficie nupharaie est de 1,267 ha. Le lac présente une profondeur moyenne de 1,15m pour une profondeur maximale de 3,15m (Benyacoub *et al.*, 2007). L'inventaire végétal de ce site exceptionnel présente près de 150 taxons végétaux répartis en 55 familles et 120 genres différents (Boumendjel *et al.*, 2012).

La flore est composée de plantes aquatiques dont principalement: *Apium crassipes*, *Arundo donax*, *Baldellia ranunculoides*, *Baldellia ranunculoides*, *Callitriche obtusangula*, *Ceratophyllum demersum*, *Elytrigia repens*, *Helosciadio-Utricularietum exoletae*, *Iris pseudoacorus*, *Juncus acutus*, *Lemna minor*, *Mentha aquatica*, *Mentha pulegium*, *Mentha x piperita*, *Nymphaea alba*, *Osmunda regalis*, *Phragmites australis*, *Potamogeton trichoides*, *Pteridium aquilinum*, *Thelypteris interrupta*, *Thelypteris palustris*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Utricularia vulgaris*, *Wolffia arrhiza*, et des strates arborée et herbacée : *Alnus glutinosa*, *Asparagus acutifolius*, *Fraxinus excelsior*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*, *Salix pedicellata*, *Salix purpurea* (Boumendjel *et al.*, 2012). C'est un site protégé qui fait partie de la réserve intégrale du Lac Mellah (M.A.D.R., 2005). La population autochtone humaine qui vit sur les berges nord du lac depuis des centaines est estimée à moins d'une cinquantaine de personnes.

Qualité physico-chimique de l'eau du Lac Bleu

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau du lac sont représentés sur le tableau IV. L'eau est caractérisée par une température moyenne de 19,3°C avec des minima de 12°C et des maxima de 28°C. Le pH tend vers une acidification et varie de 5,09 à 6,29 avec une moyenne de 5,86 \pm 0,59. L'eau est douce et présente une salinité avoisinant les 0,1 mg/l avec une faible conductivité de 0,18 \pm 0,09 μ S/cm. L'eau est claire et la turbidité peut atteindre en moyenne 27,25 \pm 0,96 NTU selon les apports pluviométriques saisonniers, l'érosion et la croissance algale (Memam & Djouadi, 2011). Les matières en suspension sont de 34,25 \pm 4,5 mg/l.

L'oxygène dissous reste assez faible selon nos investigations et avoisine les 1.17 \pm 0,58 % avec un potentiel redox très variable selon les saisons présentant une moyenne annuelle de 83,67 \pm 48,18 mv.

Tableau III : Présence spatio-temporelle de l'*Aphanius fasciatus* dans les différentes zones humides de la région d'El-Tarf

Site prospecté	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Marais de la Mekhada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lac des Oiseaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Garaat Estah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lac Noir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lac Bourdim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lagune Mellah	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Lac Bleu	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Lac Oubeira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lac Tonga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oued Seybouse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oued Bounamoussa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oued El Kebir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oued Messida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barrage de Mexa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barrage de Chefia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(-) absent ; (+) présent

Tableau IV : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau du Lac Bleu

Paramètre	Moyenne	Ecart-type	n	Bonne	Excellente
T (°C)	19,13	1,85	12	-	-
pH	5,86	0,59	12	≥ 6	= 7
Turbidité (NTU)	27,25	0,96	12	-	-
Conductivité (µs /cm)	0,18	0,09	12	-	-
OD (%)	1,17	0,58	9	5 à 7	> 7
Redox (mv)	83,67	48,18	9	-	-
Nitrate (mg /l)	0,65	0,17	12	5 à 25	< 5
Nitrite (mg /l)	0,00325	0,00171	12	0,1 à 0,3	< 0,1
DBO (mg /l)	20,00	-	3	3 à 5	< 3
DCO (mg /l)	22,50	21,92	6	20 à 25	< 20
MES (mg /l)	34,25	4,50	12	-	-
Salinité (mg /l)	0,10	0,00	12	-	-
TH (F°)	173,75	42,70	12	-	-
Ca ⁺⁺ (m mol/l)	21,50	17,99	12	-	-
Mg ⁺⁺ (m mol/l)	3,15	0,66	12	-	-
TAC (F°)	3,13	0,48	12	-	-
Cl ⁻ (mg /l)	51,04	9,67	12	-	-
MO (mg /lO ₂)	10,00	-	3	-	-

Le site présente de faibles taux de nitrites ($0,003 \pm 0,001$ mg/l) et de nitrates ($0,65 \pm 0,17$ mg/l). Par ailleurs, le titre hydrométrique est de $173,75 \pm 42,7$ °F alors que le titre alcalimétrique complet est de $3,13 \pm 0,48$ °F. Les taux de calcium, magnésium et chlore sont respectivement de 21,5 ; 3,15 et 51,04 mM/l. La DBO5 est assez élevée avec une valeur de 20mg/l tandis que la DCO, très fluctuante, est de $22,5 \pm 21,92$ mg/l.

Régime alimentaire

L'observation microscopique du contenu stomacal des poissons analysés montre que les algues représentent l'aliment le plus important en termes de masse et de pondération. À côté d'une masse algale importante, quelques insectes (ou parties d'insectes) et de crustacés ont été identifiées. Ceci prouve que cette espèce est omnivore et peut à l'occasion compléter son régime herbivore par un apport en protéines à partir de proies vivantes.

La masse ingérée analysée est composée de crustacés tels que les Daphnies (*Daphnia magna*, *Daphnia pulex*), les Copépodes et les Annélides avec une quantité d'œufs de très petites tailles (de 0,1-1 mm de diamètre) correspondant aux éphippies de *Daphnia sp.* Ce régime alimentaire confirme celui décrit par Boumaiza en 1979 pour les populations tunisiennes issues des plusieurs sites.

Les algues représentaient l'aliment le plus fréquent, puisqu'elles étaient présentes dans tous les contenus stomacaux analysés et prélevés à partir d'individus provenant de biotopes différents. Cependant, si les algues représentaient l'aliment le plus fréquent, leur importance pondérale dans la composition de la nourriture présentait de grandes variations en fonction du biotope (Boumaiza, 1979).

Morphométrie

Cent poissons ont été capturés le 20/07/2007 et utilisés pour l'expérimentation. La taille maximale est relevée sur les deux sexes parmi les 100 individus provenant du Lac Bleu. Un sexe ratio de 1 mâle pour 1,5 femelle est relevé. Nous avons effectué les mesures des différents descripteurs morphologiques sur les deux individus ayant présenté les tailles maximales et avons obtenu les résultats présentés sur la figure 3.

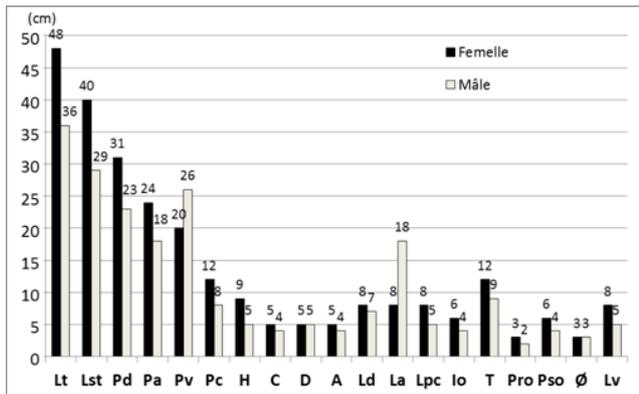


Figure 3 : Descripteurs morphologiques du mâle et de la femelle de taille maximale

Les tailles maximales sont de 48mm pour la femelle et de 36mm pour le mâle. Ces tailles correspondent, selon Leonardos & Sinis (1999), à des tailles adultes. Ces auteurs, ayant travaillé sur un échantillon de 5794 individus d'*Aphanius fasciatus* provenant de populations grecques, ont déterminé la structure de la population. En comparant les tailles totales (longueur totale) par rapport aux données présentées par ces auteurs, nous pouvons affirmer que les mâles de 36mm et les femelles de 48mm appartiennent à la classe moyenne adulte.

Dans leur article de 1998, Leonardos & Sinis ont aussi déterminé l'Indice Gonado Somatique (IGS) des populations helléniques d'*Aphanius fasciatus*. Les résultats de l'étude prouvent que les IGS augmentent significativement à partir de la fin du printemps déterminant ainsi la période de maturité sexuelle. Les individus issus des sites dont la salinité est élevée présentent un retard significatif dans la maturation sexuelle, ce qui n'est pas le cas dans notre site d'étude où l'eau du lac est complètement douce.

Les populations d'*Aphanius fasciatus*, au même titre que les autres populations de cyprinodontidés vivant dans des conditions similaires, s'adaptent à leur environnement et raccourcissent à quelques mois seulement la période de maturation sexuelle augmentant ainsi leurs chances d'occupation des mares temporaires à conditions fluctuantes et extrêmes. La variation de température, tendant vers la baisse, et l'augmentation de salinité, diminuent la fécondité de l'espèce qui développe un système d'adaptation consistant à étaler la période de maturation et de fécondité de la population au maximum (Leonardos & SINIS, 1998). Ces deux études, prises comme références,

nous ont permis de déterminer la période optimale d'échantillonnage. La mise en aquarium durant un mois, aide non seulement à une meilleure adaptation aux conditions de captivité mais aussi une assurance que les poissons ont atteint leur taille adulte.

Sur les 100 individus capturés initialement, et aux vues du dimorphisme sexuel observé, seuls les 40 mâles adultes sont utilisés pour les mesures morphométriques suivantes : RNP ; RNV ; RND ; RNA ; ELL ; NTV (Fig. 4). Les rayons des nageoires d'*Aphanius fasciatus* étant segmentés, tous les rayons sont comptés sans distinction entre rayons simples et rayons dichotomes. La nageoire caudale n'a pas été prise en considération car elle présente plusieurs petits rayons situés sur les bords supérieurs et inférieurs, dont le dénombrement est particulièrement difficile à compter, ce qui augmente les biais d'interprétation des données collectées.

L'étude du nombre des rayons aux nageoires montre que la population du Lac Bleu présente un nombre inférieur à 15 rayons sur la nageoire pectorale contrairement à celle montrée par Boumaiza (1979) mais identique à celle de l'ichtyofaune turque (Aksiray, 1948 ; Sozer, 1942). Par contre, la limite supérieure dans la population du Lac Bleu est de 16 rayons à cette nageoire. Ce qui est en accord avec les résultats obtenus par Boumaiza (1979). Ces différences entre le nombre des rayons aux nageoires pectorales sont probablement dues au fait que les auteurs n'aient pas toujours pris en considération les petits rayons placés à la naissance supérieure et inférieure de cette nageoire.

Le nombre de rayons aux nageoires ventrales constitue un caractère beaucoup plus stable puisqu'il englobe un nombre compris entre 6 et 8 rayons pour les différentes populations décrites. Les limites inférieures de 9 rayons à la nageoire dorsale sont identiques aux résultats de Boumaiza (1979).

Les limites supérieures de 13 rayons à la nageoire dorsale sont rarement trouvées par ce même auteur. Les limites supérieures et inférieures des rayons à la nageoire anale sont presque identiques aux résultats des auteurs travaillant sur cette espèce. Cette différence entre les nombres des rayons aux nageoires d'une population à l'autre varie en fonction du biotope et est une expression de cette variabilité génétique morphologique qui a tant fait l'objet d'études sur cette espèce.

Nous avons comparé nos résultats avec ceux de la littérature scientifique (Figure 4) et spécialement à ceux de l'ichtyofaune tunisienne du Lac Nord de Tunis, de la côte de Sidi Mansour et de l'Oasis de Chenini, du Nil (Egypte) et d'Istanbul en Turquie (Boumaiza, 1979). Il est à noter que sur la figure 5, nous manquons d'informations sur le nombre total de vertèbres des deux premières populations (Nil et Turquie). Les étoiles représentent les différences significatives sur les paramètres comparés (Nombre de rayons : RNP : pelvienne ; RNV : ventrale ; RND : dorsale ;

RNA : anale), le nombre d'écaillés de la ligne latérale (ELL) et le nombre total de vertèbres (NTV).

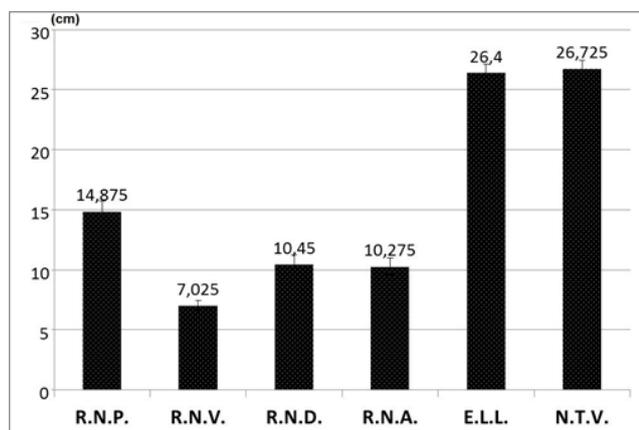


Figure 4 : Mesures morphométriques effectuées sur les mâles d'*Aphanis fasciatus* (n=40)

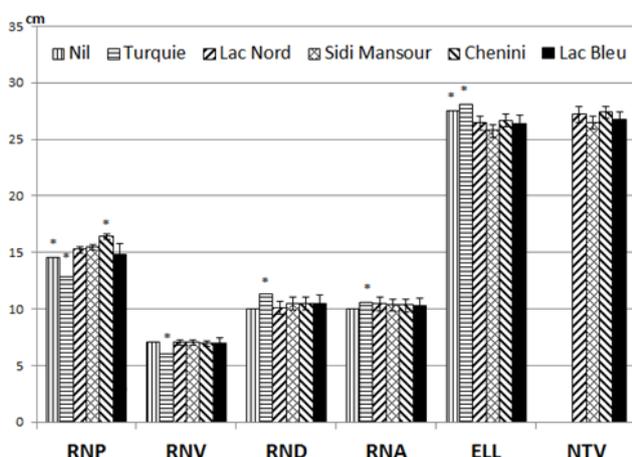


Figure 5 : Comparaison des caractères morphométriques de quelques populations méditerranéennes d'*Aphanis fasciatus*. (n=40). (*): Différence significative

L'analyse statistique ne montre pas de différence significative sur les caractères RNP, RNV, RND, RNA, ELL, entre la population d'*Aphanis fasciatus* récoltée au niveau du Lac Bleu (Algérie) et celles du Lac Nord de Tunis de Sidi Mansour (Tunisie). Il est également à noter que la population de Chenini (Tunisie) ne présente qu'une seule différence significative sur le paramètre RNP et que le reste des paramètres (RNV, RND, RNA, ELL) ne présente pas de différences significatives avec la population du Lac Bleu.

A contrario, la population d'*Aphanis fasciatus* de Turquie présente des différences significatives sur les paramètres : RNP, RNV, RND, RNA et ELL, totalisant cinq différences significatives sur cinq paramètres comparés. Il est à noter que des données concernant le paramètre NTV manquent à notre présente étude. Nous notons sur le dendrogramme de similarité (Figure 6) que cette population turque, la plus éloignée géographiquement, est celle qui présente le plus de différences avec la nôtre.

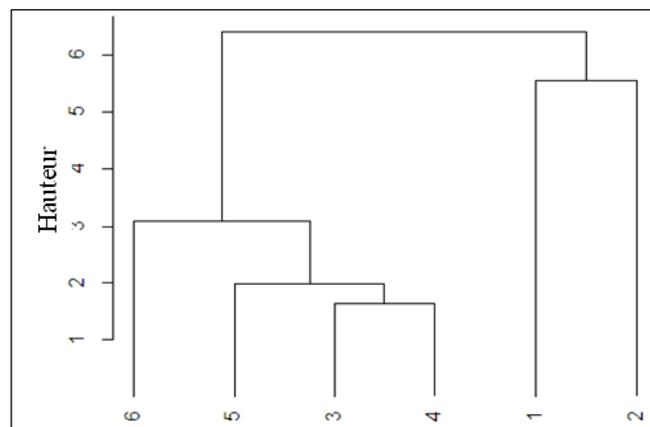


Figure 6 : Dendrogramme de similitude (1=Nil ; 2=Turquie ; 3=Lac Nord ; 4=Sidi Mansour ; 5=Chenini ; 6=Lac Bleu)

Les populations tunisiennes sont les plus proches géographiquement de la population algérienne du Lac Bleu et ce sont celles qui présentent le plus de similarité. La population égyptienne du Nil est à mi-parcours entre elles. Ces résultats, présentant des différences génétiques graduelles, confortent la thèse de la colonisation des habitats côtiers via la mer méditerranée décrite par différents auteurs et qui suggère que son déplacement d'une lagune à une autre se fait via la mer Méditerranée (Changeux & Pont, 1995).

Cette capacité exceptionnelle à se déplacer sur les zones côtières est due à la forte euryvalence de l'*Aphanis fasciatus* (Alloui *et al.*, 2008) qui est capable d'évoluer dans des eaux allant de l'eau douce, saumâtre à salée. Le polymorphisme et la variabilité génétique de cette espèce est à l'origine justement de sa forte résistance aux variations de la salinité (Alcaez *et al.*, 2008).

Evaluation des menaces subies par l'espèce

En se basant sur la grille de l'I.U.C.N. réalisée par Smith & Darwall (2006), nous avons pu identifier 30 menaces sur les 66 proposées, soit 45,45% des catégories recensées à l'échelle méditerranéenne. Ci-dessous les principales menaces regroupées en catégories.

Perte et dégradation des habitats par assèchement des zones humides

Certains sites sont asséchés lors des périodes estivales afin d'éliminer les populations de moustiques qui s'y développent. Aucune observation de ce type n'est répertoriée pour le Lac Bleu durant la période d'étude allant du mois de juillet 2007 au mois de juin 2013. Une exploitation intensive des ressources hydriques avec le développement de l'agriculture sur les berges du lac est par contre observée à partir du mois de mai et peut éventuellement conduire dans l'avenir à l'assèchement du lac. Pas moins de neuf (09)

pompes ont été recensées sur le pourtour du Lac Bleu qui présente une surface de 3 ha seulement.

L'utilisation intensive de l'eau du lac pour l'irrigation, comme cela est noté dans notre étude, est surtout observée durant la période estivale où le manque d'eau destinée à l'irrigation pousse les populations riveraines du Lac Bleu à utiliser ses eaux pour les cultures d'arachides et de cucurbitacées très répandues au niveau de ce site. Les pompes n'étant pas munies de filtres, elles aspirent aussi bien l'eau que la microfaune et flore du lac. Plusieurs dizaines de poissons sont retrouvés sur les berges du lac aux déversoirs des pompes.

Il serait intéressant de mettre en place un plan de gestion des ressources hydriques de ce site comprenant la régulation des volumes pompés, les systèmes de filtrage de l'eau pompée, les positions et l'entretien des pompes, les secteurs bénéficiaires de l'irrigation, les horaires d'irrigation (tôt le matin ou tard le soir) et enfin les techniques d'irrigation elles-mêmes (goutte à goutte) afin de rationaliser l'exploitation de cette eau.

Des actions de sensibilisation et d'accompagnement des autochtones ainsi qu'une expertise devraient être réalisées par les organismes officiels tels que : la Direction Générale des Forêts, le Parc National d'El-Kala et la Direction de l'Hydraulique en collaboration avec les laboratoires de recherche universitaires.

Pollution aquatique par les eaux usées et les déchets solides

Les populations riveraines du Lac Bleu évacuent leurs eaux usées et effectuent le dégraissage des engins et des moteurs directement dans l'eau du lac. Ces populations utilisent les berges du lac pour la lessive. L'utilisation de produits détergents traditionnels ne devait pas poser de problème dans le passé mais présente un réel danger d'empoisonnement avec les produits commercialisés de nos jours. Il est à noter aussi que plusieurs positions de décharges sauvages de déchets urbains solides ont été recensées sur les berges nord du lac. Ces décharges ne sont pas prises en charge par les services de la commune et sont fréquemment brûlées afin d'évacuer les cumuls de déchets solides. Les déchets rencontrés sont de plusieurs catégories : déchets métalliques, hydrocarbures et corps gras solides et liquides, emballages alimentaires en plastiques et sachets en plastiques, bouteilles en PET ou HDPE, piles électriques et batteries de voiture. Un programme spécial d'évacuation de ces déchets solides à l'aide d'engins spécifiques ou à défaut à dos d'âne devrait endiguer ce problème de pollution.

Pollution aquatique par les produits de l'agriculture (pesticides, engrais...)

Durant notre période d'étude allant de 2007 à 2013, nous avons remarqué une baisse de l'activité d'élevage avec une présence de caprins principalement, une absence

d'ovins et très peu de bovins maintenus sur le site. Ces élevages limités, ne constituent plus une source d'engrais naturels pour les berges et le cordon dunaire, puisque les pratiques agricoles ont évolué vers une mécanisation progressive des parcours accompagnée de l'utilisation des engrais chimiques.

Les cultures dunaires en amont du lac utilisent des engrais et des pesticides qui par ruissellement ou infiltration rejoignent l'eau du Lac Bleu. Leur accumulation dans les eaux du lac conduit à un développement algal important pouvant aboutir parfois à l'eutrophisation des milieux aquatiques. Une étude toxicologique sérieuse de cet aspect mérite amplement sa place pour une évaluation toxicologique de l'état actuel du Lac Bleu. Entre temps, des mesures peuvent être prises dans la réserve intégrale afin de limiter l'utilisation des engrais et pesticides et leur remplacement par des cultures biologiques, plus saines pour l'environnement.

Il est à noter que sur les cent (100) poissons collectés pour notre étude, aucun individu ne présentait de déformations du corps, notamment de la colonne vertébrale. Ces déformations sont généralement dues à des taux de pollution aux métaux lourds très élevés dans les eaux dans lesquelles évoluent les poissons (Kessabi *et al.*, 2010).

Les cyanobactéries

L'observation des caractères morpho-anatomiques de plusieurs genres de phytoplancton, récoltés à partir du Lac Bleu, nous a permis de récolter 30 genres différents. Ces derniers sont répartis comme suit : les Cyanobactéries (Tableau V), les cyanophycées (Tableau VI), les Diatomées (Tableau VII) et les dinoflagellés (Tableau VIII). Il est à noter que onze genres récoltés (36,66%) appartiennent aux Cyanobactéries ; trois genres appartiennent aux Cyanophycées (10%) ; douze genres (40%) appartiennent aux diatomées et enfin quatre genres (13,33%) appartiennent aux dinoflagellés. La composition se caractérise donc par une dominance des Cyanobactéries et des Diatomées par rapport à la population de dinoflagellés et de cyanophycées présentes dans Lac Bleu. Ci-dessous les résultats de nos investigations suite aux échantillonnages effectués au niveau du Lac Bleu.

Il est à noter que nous n'avons assisté à aucun bloom de cyanobactéries durant notre période d'étude. Les cyanobactéries représentent un risque significatif aux approvisionnements en eaux potables quand elles se reproduisent dans les réservoirs, les lacs et les fleuves utilisés comme sources d'eau. Ceci étant dû à leur capacité à produire des cyanotoxines. Ces dernières peuvent causer la mortalité chez plusieurs espèces animales, dont les poissons (Chorus *et al.*, 2000).

La présence des blooms de cyanobactéries dans un lac eutrophique mène souvent aux changements de la structure des communautés de zooplancton induisant par exemple le remplacement de la dominance des *daphnies* par celle des *cladocères* de petites tailles. Les daphnies étant des crusta-

cés bio épurateurs des eaux douces très sensibles à la quali-

Tableau V : Inventaire des Cyanophyceae du Lac Bleu

Genre	10/02/2012	24/02/2012	03/03/2012	17/03/2012	18/04/2012	02/05/2012	16/05/2012	30/05/2012
<i>Anabaena</i>	+	-	+	-	-	+	+	-
<i>Aphanizomenom</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gleocystis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Gomphosphaeria</i>	+	+	-	-	+	-	+	-
<i>Microcystis</i>	-	+	-	-	-	-	+	+
<i>Nostoc</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Phormidium</i>	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Rivularia</i>	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Synechocystis</i>	-	+	-	-	-	-	+	-

Tableau VI : Inventaire des chlorophyceae du Lac Bleu

Genre	10/02/2012	24/02/2012	03/03/2012	17/03/2012	18/04/2012	02/05/2012	16/05/2012	30/05/2012
<i>Gloeocapsa</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haematococcus</i>	-	+	+	+	+	-	+	-
<i>Oocystis</i>	+	+	-	+	-	+	-	-

Tableau VII : Inventaire des diatomophyceae du Lac Bleu

Genre	10/02/2012	24/02/2012	03/03/2012	17/03/2012	18/04/2012	02/05/2012	16/05/2012	30/05/2012
	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Achnantheidium</i>	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ardissonia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma</i>	+	-	-	-	-	+	+	+
<i>Grammatophora</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyrella</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pinnularia</i>	+	+	+	-	-	+	-	-
<i>Plagiotropis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalodia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syndra</i>	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Tabellaria</i>	+	+	-	+	+	-	+	-

Tableau VIII : Inventaire des dinoflagellés du le Lac Bleu

Genre	10/02/2012	24/02/2012	03/03/2012	17/03/2012	18/04/2012	02/05/2012	16/05/2012	30/05/2012
<i>Amphidinium</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Gymnodinium</i>	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Peridinium</i>	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Stigeoclonium</i>	-	+	-	+	-	-	-	-

Les Cyanobactéries réduisent également la biodiversité et atteignent la qualité de l'eau potable par la décomposition des écumes (Carmichael, 1996). Il est à rappeler que ces organismes ont été responsables de la transformation de l'atmosphère de l'air anoxique (Madigan & Martinko, 2007). Un programme de surveillance et de veille doit être instauré par les services des eaux en collaboration avec le Parc National d'El-Kala et les laboratoires de recherche universitaires.

Introduction d'espèces nouvelles (compétitives et prédatrices)

Les gambusies ont toujours été introduites dans les eaux courantes ou stagnantes afin d'éliminer les moustiques (Ezzahri *et al.*, 2005) et d'endiguer les épidémies de malaria (Fletcher *et al.*, 1992 ; Haas & Pal, 1984). Ceci étant dû à sa forte capacité à gober les larves de moustiques et à s'adapter aux différents milieux aquatiques. Cette introduction dans les sites naturelle est souvent accompagnée par une perturbation de la faune locale et endémique (Frenkel & Goren, 2000 ; Kraïem *et al.*, 2003).

Durant notre période d'étude, nous avons capturé quelques individus de *Gambusia holbrooki* au niveau du Lac Bleu. Cette espèce était habituellement absente dans ce site (de Belair *et al.*, 1998). Une seule espèce cohabitait sur ce site avec l'*Aphanius fasciatus*, c'est *Pseudophoxinus callensis*. Sur les autres sites où l'*Aphanius fasciatus* est présumé espèce originale, nous avons effectivement trouvé des gambusies. Cet effet de disparition des populations d'*Aphanius fasciatus* a déjà été répertorié dans la littérature scientifique par l'effet compétitif vis-à-vis de l'alimentation (Alcaraz *et al.*, 2008), puisqu'elles ont en commun une partie de leur régime alimentaire notamment les daphnies (Chakri *et al.*, 2010), mais aussi et surtout de l'optimisation d'utilisation des micro-habitats par les gambusies (Changeux & Pont, 1995). Ceci constitue donc un danger supplémentaire pour cette espèce qui risque de subir une prédation de ses alevins suite à la présence permanente des gambusies sur le site.

Le mode de reproduction de l'*Aphanius fasciatus* ovipare défavorise l'espèce face au mode de reproduction de *Gambusia holbrooki* qui est vivipare. De plus, la faible salinité de l'eau du Lac Bleu défavorise l'*Aphanius fasciatus* par rapport à *Gambusia holbrooki*. Cette dernière augmente son taux de prédation en eau douce et le diminue avec l'augmentation de la salinité de l'eau (Alcaraz *et al.*, 2008). *Gambusia holbrooki* développe des systèmes d'adaptations exceptionnels en augmentant la durée de gestation et en réduisant la densité de leur population. Ainsi, Alcaraz & Garcia-Berthou (2007) démontrent dans leur étude que les alevins de *Gambusia holbrooki* naissent avec une taille supérieure à ceux nés en eau douce, garantissant un meilleur succès reproductif et une persistance sur les sites occupés, même à salinité moyenne, écartant ainsi les populations d'*Aphanius iberus* originellement présentes

dans les milieux aquatiques. Le même phénomène est aussi cité par Kraïem *et al.* (2003) où ils dénotent la raréfaction de l'*Aphanius fasciatus* face à la présence de *Gambusia affinis*. Il serait intéressant de mettre en place un programme de surveillance et de réintroduction de l'*Aphanius fasciatus* dans les milieux naturels où jadis il existait, comme ça été fait pour d'autres populations d'*Aphanius* à travers le monde (Fletcher *et al.*, 1992 ; Frenkel & Goren, 2000). Cette espèce pourrait être aussi utilisée afin de limiter la prolifération des moustiques et s'assurer qu'elle ne disparaisse pas totalement de la région.

Braconnage

Le braconnage est généralement effectué au profit de l'aquariophilie. Cette dernière n'étant pas réellement développée dans la région, le danger reste limité à l'heure actuelle. Elle pourrait présenter un danger si le prélèvement provenait directement du milieu naturel, avant la période de reproduction et de ponte de l'espèce. Ce phénomène est dû principalement à la petite taille de l'espèce et à la robe que présente le mâle, riche en couleurs. Ce phénomène est observé même pour d'autres espèces du genre *Aphanius* et ce à travers le monde entier (Keivany & Soofiani, 2004).

Pour l'*Aphanius fasciatus* la population actuellement sur le marché mondial provient généralement d'élevages privés. Nous avons effectué une recherche auprès des animaleries de la région (Annaba et El-Tarf) et nous avons trouvé l'une d'entre-elles qui propose des individus d'*Aphanius fasciatus* qui est en plus confondu avec les guppies (*Poecilia reticulata*). La robe peu colorée par rapport aux autres espèces commercialisées et la difficulté d'entretien de l'espèce ont conduit à un désintéressement des amateurs du domaine, mais ces prélèvements sauvages peuvent conduire à un appauvrissement de la population tant sur le plan quantitatif que sur le plan génétique. Ce phénomène de braconnage a aussi conduit à la disparition et l'extinction de l'*Aphanius apodus* de la région de Constantine (Nord-Est, Algérie). Quelques individus étaient encore proposés sur les marchés mondiaux d'aquariophilie mais deviennent complètement éteints même de ce marché.

CONCLUSION

Il découle de notre présente étude que la population d'*Aphanius fasciatus* n'est présente dans le Parc National d'El-Kala qu'au niveau de la Réserve Intégrale du Lac Mellah sur ses deux plans d'eau : la Lagune Mellah (eau saumâtre à salée) et le Lac Bleu (eau douce). La population du Lac Bleu présente un dimorphisme sexuel comme dans le reste des populations d'*Aphanius*. Bien qu'isolée depuis plusieurs centaines d'années, cette population montre des mesures morphométriques proches de celles des populations tunisoises et une variabilité morphologique assez remarquable. Elle subit cependant plusieurs menaces qui peuvent à moyen terme conduire à sa disparition de son milieu naturel.

Parmi les menaces recensées : une utilisation intensive des ressources hydriques durant la période estivale et automnale ; une pollution chimique aux hydrocarbures due à la mécanisation des outils et moyens agricoles sur les berges nord et sud du lac ; une utilisation des engrais pour les cultures d'arachides et de cucurbitacées ayant conduit à un développement algal et une menace pesante du développement de cyanobactéries sur ce site ; un braconnage au profit de l'aquariophilie ; et enfin, une introduction de nouvelles espèces telle que *Gambusia holbrooki* qui a elle seule peut éliminer par prédation ou compétition la population d'*Aphanius fasciatus* de ce site protégé.

Un plan d'action spécifique à ce lac devrait être mis en place entre le Parc National d'El-Kala et les chercheurs oeuvrant dans ce domaine afin d'éviter non seulement la disparition d'espèces mais aussi et surtout une eutrophisation du Lac Bleu. Ce petit site pittoresque, fait partie de la Réserve Intégrale du Lac Mellah et fait partie intégrante du Parc National d'El-Kala.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Dr Zaafour Moncef de l'Université d'Annaba pour la lecture et les corrections du présent article mais aussi les référés qui ont participé à l'amélioration de son contenu. Nos plus vifs remerciements vont aussi au Professeur Samraoui Boudjemaâ de l'Université de Annaba pour ses orientations préliminaires.

REFERENCES

- [01]. Aksiray, F., 1948. Turkiye cyprinodontiden. *Instanbul Univ. Fen Fak. Mecm.* Sér.B13, 97-138.
- [02]. Alcaraz, C. & Garcia-Berthou, E., 2007. Life history variation of invasive mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) along a salinity gradient. *Biological Conservation*, **139**, 83–92. doi:10.1016/j.biocon.2007.06.006
- [03]. Alcaraz, C., Bisazza, A. & Garcia-Berthou, E., 2008. Salinity mediates the competitive interactions between invasive mosquito fish and an endangered fish. *Oecologia* **155**, 205-213.
- [04]. Alloui, B., 2008. Contribution à l'étude de quelques paramètres de croissance et du polymorphisme morphologique de l'*Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae) du Lac Bleu (PNEK. N-E Algérie). Mémoire d'ingénieur. Centre Universitaire d'El-Tarf. 61 p.
- [05]. Belair, de, G., Samraoui, B. & Mekki, M., 1998. Etude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-est Algérien. Mémoire d'ingénieur en écologie. Université d'Annaba. 48 p.
- [06]. Benyacoub S., Brahmia Z., Boulahbal R., Rouag R. & Ziane N., 2007. Inventaire de l'avifaune, de l'herpétofaune et des Chiroptères de la région d'Annaba – El-Kala : Statut et répartition par type d'habitat. Projet MATE, Projet 30 507 - "axe 5 biodiversité". 620 p.
- [07]. Blanco, J.L., Hrbek, T. & Doadrio, I., 2006. A new species of the genus *Aphanius* (Nardo, 1832) (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from Algeria. *Zootaxa* 1158: 39–53
- [08]. Boumaiza, M., 1979. Etude d'*Aphanius fasciatus* NARDO, 1827 (Poisson-Cyprinodontidae) de Tunisie : Morphologie, Biologie et Ecologie. Thèse de doctorat en Biologie Marine. Université de Tunis.
- [09]. Boumendjel, M., Benabdallah, A., Lala, B., Kerbaoui, S. & Ain Houd, O., 2012. Contribution à la mise à jour de la cartographie végétale du Lac Bleu (Parc National d'El-Kala, Nord-Est Algérie). VI^{èmes} Journées Internationales Oiseaux d'Eau et Zones Humides. Casa-blanca (Maroc), 23-25 février 2012
- [10]. Carmichael, W.W., 1996. Toxic microcystis and the environnement. In : Watanabe, M.F., Harada, K.L., Carmichael, W.W. & Fujikii, H. (Eds.), *Toxic Microcystis*. CRC Press, Boca Raton, pp.1-10.
- [11]. Chakri, K., Touati, L., Alfarhan, A.H., Al-Rasheid, K.A.S. & Samraoui, B., 2010. Effect of vertebrate and invertebrate kairomones on the life history of *Daphnia magna* Straus (Crustacea: Branchiopoda). *Comptes Rendus Biologies* **333**, 836–840. doi:10.1016/j.crv.2010.09.004
- [12]. Charoukh, S. & Boumendjel, M., 2010. La biodiversité, défis et réponses. Exemple de la région d'Annaba. Publication *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*, Alger. 64p.
- [13]. Changeux, T. & Pont, D., 1995. Current status of the riverine fishes of the French mediterranean basin. *Biological Conservation* **72**, 137-158.
- [14]. Chorus, I., Falconer, I.R., Salas, H.J. & Bartram, J., 2000. Health risks caused by fresh water cyanobacteria in recreational waters. *Journal Toxicology Environmental Health* **3**, 323-347.
- [15]. Cimmaruta, R., Scialanca, F., Luccioli, F. & Nascetti, G., 2003. Genetic diversity and environmental stress in Italian populations of the cyprinodont fish *Aphanius fasciatus*. *Oceanologica Acta*. **26**, 101–110.
- [16]. Criveli, A. J., 1995. Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? *Biological Conservation* **72**, 311-319.
- [17]. Criveli, A.J., 2005. *Aphanius fasciatus*. In: 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Consulté le 2 Septembre 2007. [en ligne] : <http://www.iucnredlist.org/search/details.php/1847/summary>
- [18]. D.G.F. (Direction Générale des Forêts), 2005. Rapport sur la Réserve intégrale du Lac El Mellah (Wi-

- laya d'El-Tarf). [en ligne] : www.dgf.org.dz/zones_humides/fdr/lac_mellah.pdf
- [19]. Ezzahri, J., Boukil, A. & Ennabili, A., 2005. Lutte anti-moustiques par introduction des Gambusies dans des systèmes d'épuration des eaux usées (M'Diq, Nord-ouest du Maroc). *Revue AFN Maroc* **1**, 22-23.
- [20]. Fletcher, M., Teklehaimanot, A. & Yemane, G., 1992. Control of mosquito larvae in the port city of As-sab by an indigenous larvivorous fish, *Aphanius dispar*. *Acta Tropica* **52**, 155-166
- [21]. Frenkel, V. & Goren, M., 2000. Factors affecting growth of killifish, *Aphanius dispar*, a potential biological control of mosquitoes. *Aquaculture* **184**, 255-265.
- [22]. Haas, R. & Pal, R., 1984. Mosquito larvivorous fishes. *Bulletin Entomological Society America* **30**(1), 1-25.
- [23]. I.U.C.N., 2006. *Aphanius apodus*. Consulté en ligne le 1er novembre 2014. [en ligne]: <http://www.iucnredlist.org/details/60776/0>
- [24]. I.U.C.N., 2006. *Aphanius fasciatus* (Mediterranean Killifish, South European Toothcarp). Consulté en ligne le 1er novembre 2014. [en ligne]: <http://www.iucnredlist.org/details/1847/0>
- [25]. Keivany, Y. & Soofiani, N.M., 2004. Contribution to the biology of Zagros tooth-carp, *Aphanius vladkovi* (Cyprinodontidae) in central Iran. *Environmental Biology of Fishes* **71**, 165-169.
- [26]. Kessabi, K., Kerkeni, A., Saïd, K. & Messaoudi, I., 2009. Involvement of Cd bioaccumulation in spinal deformities occurrence in natural populations of mediterranean Killifish. *Biological Trace Element Research*. **128**, 72-81. DOI 10.1007/s12011-008-8255-z
- [27]. Kessabi, K., Navarro, A., Casado, M., Saïd, K., Messaoudi, I. & Piña, B., 2010. Evaluation of environmental impact on natural populations of the Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus* by quantitative RNA biomarkers. *Marine Environmental Research* **70**, 327-333. doi:10.1016/j.marenvres.2010.06.005
- [28]. Kraïem, M.M., Ramdani, M., Fathi, A.A., Abdelzaher, H.M.A. & Flower, R., 2003. Analyse de la biodiversité et de la production ichtyques dans trois lacs nord africains : Merja Zerga (Maroc), Garâat Ichkeul (Tunisie) et Lac Edku (Egypte). *Bulletin Institut National Sciences Techniques Mer Salammbô* **30**, 5-13.
- [29]. Leonardos, I. & Sinis, A., 1998. Reproductive strategy of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research* **35**, 171-181.
- [30]. Leonardos, I. & Sinis, A., 1999. Population age and sex structure of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Pisces: Cyprinodontidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research* **40**, 227-235.
- [31]. M.A.D.R., 2005. Réserve intégrale du Lac El Mellah (Wilaya d'El-Tarf). [en ligne] : www.dgf.org.dz/zones_humides/fdr/lac_mellah.pdf
- [32]. Madigan M. & Martinko J., 2007. Biologie des microorganismes. Brock 11^{ème} édition. 1047 pages
- [33]. Maltagliati, F., 1998. A preliminary investigation of allozyme genetic variation and population geographical structure in *Aphanius fasciatus* from Italian brackish-water habitats. *Journal Fish Biology* **52**, 1130-1140.
- [34]. Maltagliati, F., Como, S., Corti, S. & Castelli, A., 2002. One-dimensional stepping stone model of gene flow in the Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus*. *European Marine Biology Symposium*. <http://www.discat.unipi.it/BiolMar/people/maltagli/posters/EMBS2003.htm>
- [35]. Menam, A. & Djouadi, H., 2011. Contribution à l'étude de l'écologie de l'*Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae) du Lac Bleu, Parc National d'El-Kala (Nord-Est Algérie). Mémoire de Master en Ecotoxicologie. Centre Universitaire d'El-Tarf. 99 p.
- [36]. Ramsar, 2010. Manuel 1 : Utilisation rationnelle des zones humides. *Manuel RAMSAR* 4^{ème} édition. <http://www.ramsar.org/>
- [37]. Rohrlack, T., Dittmann, E., Borner, T. & Christoffersen, K., 2001. Effects of cell-bound microcystins on survival and feeding of *Daphnia* spp. *Applied Environmental Microbiology* **67**, 35523-3529.
- [38]. Smith, K.G. & Darwall, W.R.T., 2006. Statut de conservation et répartition géographique des poissons d'eau douce endémiques du bassin méditerranéen. Programme d'évaluation de la biodiversité d'eau douce de l'UICN. 37 pages. http://www.iucn.org/themes/ssc/our_work/freshwater/in dexfreshwater.htm
- [39]. Sozer, F., 1942. Contribution à la connaissance de cyprinodontidae de la Turquie. *Istanbul. Univ. Fen Fak. Mecm*, Sér. B7, 307-316.
- [40]. Tigano, C., Canapa, A., Ferrito, V., Barucca, M., Arcidiacono, I., Deidun, A., Schembri, P.J., & Olmo, E., 2006. A study of osteological and molecular differences in populations of *Aphanius fasciatus* Nardo 1827, from the central Mediterranean (Teleostei, Cyprinodontidae). *Marine Biology* **149**, 1539-1550. DOI 10.1007/s00227-006-0300-x
- [41]. Triantafyllidis, A., Leonardos, I., Bista, I., Kyriazis, I.D., Stoumboudi, M.T., Kappas, I., Amat, F. & Abatzopoulos, T.J., 2007. Phylogeography and genetic structure of the Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae). *Marine Biology* **152**, 1159-1167. DOI 10.1007/s00227-007-0760-7

