

## ETUDE DES PEUPELEMENTS PISCICOLES DE LA RETENUE DE BARRAGE DE SIDI BARRAK

Sami MILI<sup>(1,2)\*</sup>, R. ENNOURI<sup>(2)</sup>, H. LAOUAR<sup>(3)</sup>, N. BEN ROMDHANE<sup>(4)</sup>, I. Djemali<sup>(2)</sup> et R. Toujani<sup>(2)</sup>

(1) Unité de recherche : Exploitation des milieux aquatiques, Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte, BP 15, 7080 Menzel Jemil, Tunisie.

(2) Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28, rue 2 mars 1934 Salammbô, 2025, Tunis, Tunisie.

(3) Centre Technique d'Aquaculture, 5, rue du Sahel Montfleury, 1009 Tunis, Tunisie.

(4) Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture, 30, Rue Alain Savary, 1002, Tunisie.

\* [sami.mili.ispa@gmail.com](mailto:sami.mili.ispa@gmail.com)

### ملخص

دراسة تجمعات الأسماك بسد سيدي البراق: تعتبر دراسة تجمعات الأسماك بالسدود ضرورية لديمومة الاستغلال الأمثل لهذه الثروات الحية بالمياه العذبة. تم اخذ عينات الأسماك في هذا العمل باستخدام شبك ذات عيون متعددة مستوحاة من المعايير الأوروبية CEN prEN 14757. وقع اقلمة هذه التقنية لاستعمالها بالسدود التونسية. اعتمدت الطريقة الطبقيّة العشوائية لأخذ العينات وفقا للعمق ومساحة السد المدروس. تم استطلاع سد سيدي البراق خلال الفترة الممتدة بين شهري نوفمبر و ديسمبر 2013. مكن البروتوكول المستعمل من صيد 4 أنواع مختلفة من أسماك المياه العذبة: البوليبيس، الصنندر، ونوعين من سمك البوري. أدت هذه الدراسة لتحديد ناتج رقمي ضعيف ووزني متوسط بسد سيدي البراق (53 فرد/1000م<sup>2</sup> من الشباك و 18 كغ/1000م<sup>2</sup> من الشباك). تم صيد أغلبية الأسماك بالأعماق التي تقل عن 20م. فاق طول جميع الاسماك التي وقع صيدها الطول عند النضج الجنسي. يظهر ناتج الصنندر و البوري عجزا كبيرا يمكن تفسيره بحالة من الاستغلال المفرط أو عدم كفاية عملية الاستزراع. اظهر سد سيدي البراق ان اسماك البوليبيس متوفرة بكثرة ومخزونها متوازن كما يشهد هذا السد نقصا ملحوظ في كمية الأسماك اللاحمة و فرانسها. اظهرت مؤشرات التنوع البيولوجي أن تجمعات الأسماك قليلة التنوع على مستوى سد سيدي البراق. بالإضافة إلى ذلك لاحظنا انخفاضا هاما في مخزون البوري وغياب كلي لسمكة الحنشة.

**الكلمات المفتاحية:** عينات، تجمعات الأسماك، سد سيدي البراق ، الشباك المتعددة الاعين.

### RESUME

L'étude des peuplements piscicoles dans les retenues de barrages est primordiale pour la gestion durable de la ressource ichthyque présente dans ces retenues d'eau. La technique d'échantillonnage utilisée dans ce travail est inspirée de la norme européenne CEN prEN 14757. Cette technique a été adoptée aux barrages tunisiens. Un échantillonnage stratifié aléatoire a été mis en œuvre selon la profondeur et la superficie du barrage de Sidi Barrak. Cette retenue a été prospectée entre le mois de novembre et le mois de décembre 2013. Les peuplements piscicoles inventoriés sont composés de 4 espèces : le barbeau, le sandre et deux espèces de mullet (*Mugil cephalus* et *Liza ramada*). Les rendements enregistrés sont moyens sur le plan pondéral et faibles sur le plan numérique (18Kg /1000m<sup>2</sup> et 53 ind/1000m<sup>2</sup>). La majorité des captures a été obtenue à des profondeurs inférieures à 20m. Tous les spécimens de poisson capturés sont adultes. Le mullet et le sandre montre un fort déficit indiquant un état de surexploitation ou une insuffisance de l'ensemencement. La retenue de Sidi Barrak abrite une population de barbeau bien abondante et équilibrée. Cependant, ce barrage présente une carence remarquable en poissons carnassiers et fourrages. Les indices de diversité indiquent que les peuplements étudiés sont peu diversifiés au niveau du barrage de Sidi Barrak. De plus, nous avons décelé un déclin du stock du mullet ainsi que l'absence de l'anguille dans le barrage prospecté.

**Mots clés :** Echantillonnage, peuplements piscicoles, barrage Sidi Barrak, filets multimailles.

### ABSTRACT

**Population status of freshwater fish in Sidi Barrak reservoir using multi-mesh gillnets:** The study of fish populations in reservoirs is essential for sustainable management of the freshwater fisheries. The sampling technique used was based on the European standard CEN prEN 14757. This technique (multi-mesh gillnets) was adapted to Tunisian dams. A stratified random sampling was implemented according to the depth and area of the dam. Samplings were conducted in Sidi Barrak reservoir between November and December 2013. The fish communities were composed by 4 species: barbell, pike-perch, and two species of mullet (*Liza ramada* and *Mugil cephalus*). The of weight yield was average and it was low numerically (53 ind / 1000m<sup>2</sup> and 18Kg / 1000m<sup>2</sup>). The majority of catches were obtained at depths less than 20m. All fish caught are adults. Populations of Mullet and pike-perch show a strong deficit indicating a state of over-exploitation or insufficiency of stocking. Sidi Barrak reservoir has a well balanced and abundant population of barbell. However, this dam presents a remarkable deficiency of carnivorous fish and forage fish. Diversity indices indicate a little diversity in this dam. Additionally, we identified that the stock of mullet was declining and of eels was lack in this survey. This reservoir required a support from fisheries managers

**Key words:** Sampling, fish populations, Sidi Barrak reservoir, multi-mesh gillnets.

## INTRODUCTION

Depuis les années 1960, la Tunisie s'est investie dans la pisciculture continentale. Cette activité a été initiée à travers l'alevinage de certaines retenues de barrage par les alevins de Mugilidae et leur exploitation par la pêche. La majorité des retenues de barrages sont situées dans la région nord de la Tunisie. Actuellement, 450 pêcheurs exploitent 32 barrages et 12 lacs collinaires en utilisant 232 bateaux (DGAP, 2014). Ces dernières années, une croissance de la production piscicole continentale tunisienne a été observée. En effet, elle est passée de 843,5 tonnes en 2000 à plus de 1034 tonnes en 2014 (DGPA, 2014). Les espèces de poissons pêchés couramment dans les réservoirs tunisiens sont: la carpe (*Cyprinus carpio*), le sandre (*Sander lucioperca*), les mulets (*Mugil cephalus* et *Liza ramada*), l'anguille (*Anguilla anguilla*), le silure (*Silurus glanis*), le gardon (*Rutilus rutilus*), le barbeau (*Barbus callensis*) et le tilapia (*Oreochromis niloticus*). La commercialisation de ces produits est dépendante de la quantité capturée. En effet, si la quantité est importante elle va être écoulée sur le marché de gros de Tunis et dans le cas contraire elle sera vendue dans les villes et villages proches des retenues ou même autoconsommée.

Une croissance significative des espèces introduites dans les retenues (surtout les mulets) associés à une importante production, montrent à l'évidence que les lacs de barrage tunisiens représentent un potentiel important dont il faut poursuivre leur valorisation. Pour ce fait, la compréhension de l'écobiologie de ces espèces est indispensable pour pouvoir prendre les décisions adéquates à la gestion des pêcheries et à l'exploitation durable de ces ressources. Malgré les efforts déployés par les institutions de l'état et le bon taux de croissance des poissons d'eau douce, les quantités produites restent en deçà de la quantité visée. En fait, la pêche dans les réservoirs tunisiens connaît de nombreux problèmes en particulier le manque de statistiques fiables de la production et un plan de gestion pour le développement de cette activité.

C'est dans ce cadre que s'intègre cette étude qui fait partie d'un projet de recherche/développement, réalisé en collaboration entre le Centre Technique d'Aquaculture, l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, l'Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte et la Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture et qui se focalise sur l'étude de l'état des peuplements piscicoles dans les retenues de barrages en Tunisie.

La connaissance de la structure et l'état des communautés ichtyques représente une clé importante pour la gestion des pêches. L'objectif de cette étude est de déterminer la distribution spatiale et l'abondance des poissons d'eau douce au niveau du

barrage de Sidi Barrak afin de proposer un plan de gestion des pêches adéquat à ce réservoir.

Le Centre Technique d'Aquaculture en coopération avec l'Institut Supérieur de la Pêche et de l'Aquaculture de Bizerte ont mis en place une technique d'échantillonnage des poissons dulçaquicoles avec des filets multi-maillages inspirés de la CEN européenne 14757 (CEN, 2005). La méthode fournit un ensemble de données relatives à la richesse spécifique et à l'abondance quantitative et qualitative des ressources halieutiques exprimées en nombre par unité d'effort (NUE) et en biomasse par unité d'effort (WPUE) ainsi que la structure en taille des poissons dans les réservoirs.

Le protocole d'échantillonnage avec des filets maillants multi-maillages est devenu une méthode standard pour l'évaluation des assemblages de poissons dans les lacs et les réservoirs (Argillier et al., 2012). Cette méthodologie a été appliquée pour la première fois en Tunisie.

## MATERIEL ET METHODES

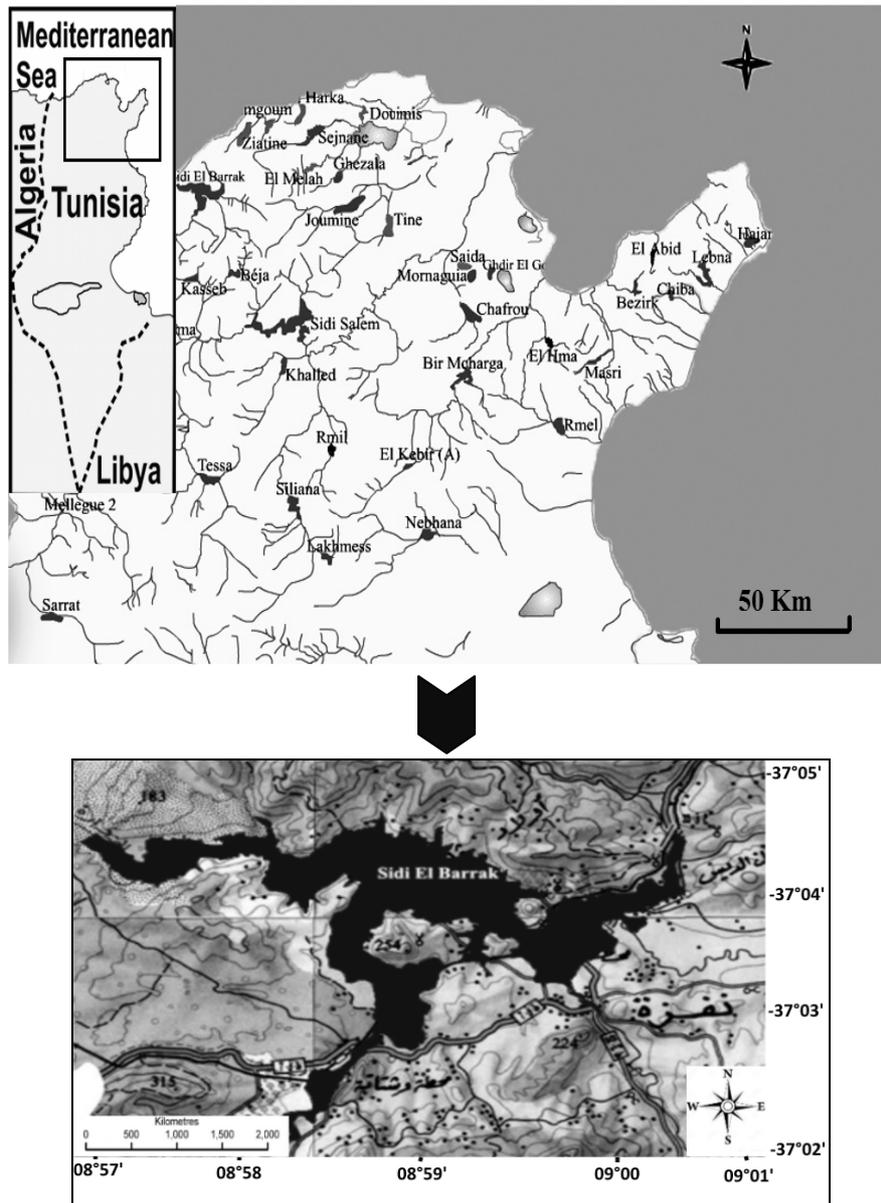
### Présentation de la retenue de barrage

Le barrage de Sidi Barrak (37°03'31''N, 8°59'17''E) est situé à 2,7 kilomètres vers l'Ouest de la ville de Nefza (Fig. 1). Cette fondation en remblai argileux a été mise en eau en 1999 pour l'alimentation en eau potable du grand Tunis, de la région du Sahel et de Sfax avec 97 Mm<sup>3</sup>/an. Elle a permis de même l'irrigation des terrains situés aux périmètres de Nefza/de Ouechtata et de Sejnane avec 27,5 Mm<sup>3</sup>/an. Une partie de ces eaux est transférée vers le lac Ichkeul (10 Mm<sup>3</sup>/an). Il comprend, en rive gauche, un évacuateur à seuil libre d'une capacité d'évacuation de 2553 m<sup>3</sup>/s et au pied de cette rive une tour de prise associée à une galerie de vidange de fond pouvant transiter 110 m<sup>3</sup>/s (SOUDOUD, 2006). La retenue du barrage couvre une superficie de 2734 ha avec un volume de 264 millions m<sup>3</sup> (côte de la retenue normale). La salinité des eaux varie entre 0,235 et 2,996 g/l avec une moyenne de 0,737 g/l (SOUDOUD, 2006).

### Présentation de la technique d'échantillonnage

#### Conception et montage des filets multimailles

Le choix du modèle des filets multi-maille est une étape essentielle dans le processus d'étude de la richesse spécifique et de l'abondance des ressources ichtyques dans les retenues de barrages. L'échantillonnage des poissons à l'aide de filets multi-maillages est basé sur la norme européenne CEN prEN 14757 (CEN, 2005). Cette dernière a été modifiée afin de l'adapter aux barrages tunisiens. L'évaluation de l'état des peuplements piscicoles est réalisée en adoptant un effort de pêche aléatoire et stratifié encadrant les pics d'activité des poissons. Cette technique d'échantillonnage est basée sur l'utilisation de deux types de filets multi-maillages :



**Figure 1** : Localisation du site d'étude : Barrage de Sidi Barrak (nord ouest de la Tunisie).

benthiques et pélagiques. Les filets, confectionnés en monofilament invisible, comportent des mailles de 8 dimensions différentes comprises entre 18 mm et 80 mm dont le diamètre du fil est de 0,23 ou 0,28 mm.

Le montage est réalisé selon une série géométrique avec un rapport de 1,25 entre les différentes dimensions de mailles. Tous les filets sont montés en suivant le même ordre de mailles (tableau I)

**Tableau I** : Caractéristiques techniques des panneaux utilisés pour le montage des filets maillants multimailles

| Mailles N° | Dimension des mailles (mm) | Diamètres du fil (mm) | Nombre de mailles de côté | Nombres de mailles franches |
|------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1          | 40                         | 0,28                  | 62                        | 26                          |
| 2          | 18                         | 0,28                  | 138                       | 59                          |
| 3          | 55                         | 0,28                  | 45                        | 19                          |
| 4          | 24                         | 0,23                  | 104                       | 44                          |
| 5          | 35                         | 0,23                  | 71                        | 30                          |
| 6          | 70                         | 0,28                  | 35                        | 15                          |
| 7          | 28                         | 0,23                  | 89                        | 38                          |
| 8          | 80                         | 0,28                  | 31                        | 13                          |

Cette diversité de maillage permet de prélever l'ensemble des classes de tailles et la plupart des espèces présentes dans la zone de pêche. Nous nous sommes limités dans ce travail à l'utilisation des maillages qui existent sur le marché tunisien. La norme CEN prEN 14757 prévoit en complément l'échantillonnage des poissons par pose de filets pélagiques. La dimension des mailles est identique à celles des filets benthiques. Le but de l'échantillonnage complémentaire est d'inclure des échantillons provenant de l'habitat pélagique. Chaque filet benthique présente une longueur de 20 m et une profondeur de 1,5 m. Chaque alène, composée de panneaux mesurant 2,5 m de long, est montée sur

une ralingue de flotteurs (20 m de long) et une ralingue plombée en bas de 20,5 m de long (Fig. 2). La ligne de flotteurs du filet pélagique mesure 20 m de long, alors que la ralingue plombée a une longueur de 20,5 m pour une profondeur de 6 m (Fig. 3). Le rapport d'armement choisi pour le montage des filets sur les ralingues supérieures et inférieures est de 50% et il est de 71% sur les ralingues latérales pour assurer une chute maximale avec une ouverture optimale de la maille (90°). Les filets pélagiques sont subdivisés en 4 parties mesurant chacune 1,5 m. Chaque série de panneaux horizontaux est marquée par une filière qui traverse les 2 nappes de filets superposées pour attacher les mailles de côtés entre elles.

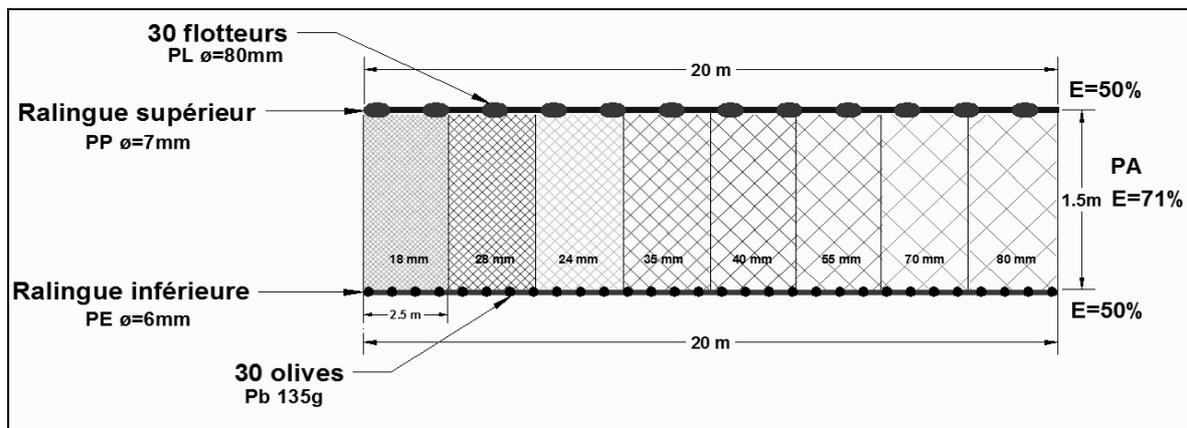


Figure 2: Plan des filets multi-maillages benthiques

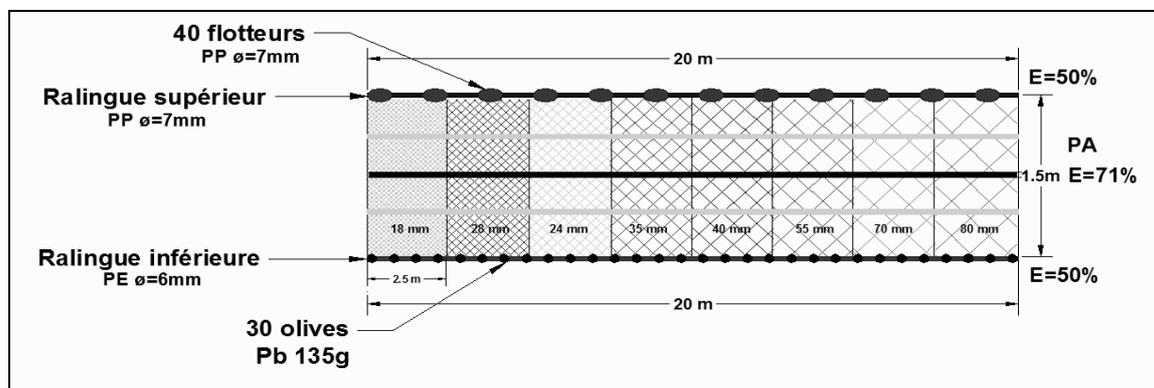


Figure 3: Plan des filets multi-maillages pélagiques

### Méthodologie de travail sur terrain

#### Stratégie d'échantillonnage

La période d'échantillonnage, le nombre de filets utilisés, leurs emplacements ainsi que le temps de pêche ont été déterminés sur la base de la norme (CEN, 2005). Le principe du protocole d'échantillonnage consiste à diviser le barrage en strates de profondeur dans lesquelles, les filets sont posés aléatoirement. Les limites des strates de profondeur sont déterminées de telle façon que le volume d'eau dans chaque strate soit

approximativement le même (CEN, 2005) en suivant ce modèle: 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m, 12-20 m, 20-35 m... Un échantillonnage stratifié aléatoire est employé pour tenir compte de la distribution spatiale irrégulière des poissons dans les retenues de barrages. L'effort global (nombre de filets benthiques à utiliser) est déterminé suivant la profondeur et la surface du plan d'eau. L'emplacement des filets benthiques au niveau des strates et l'angle de mise à l'eau par rapport à la berge sont aléatoires (Fig. 4). Les filets pélagiques sont posés dans la partie la plus profonde de la retenue de barrage. Ces engins sont posés au

départ dans la zone de surface (0-6 m), puis dans la zone entre 6 et 12 m et ainsi de suite jusqu'à ce que la totalité de la colonne d'eau ait été échantillonnée. Les opérations de pêche expérimentale réalisées dans la retenue de Sidi Barrak se sont déroulées entre le mois de novembre et le mois de décembre 2013. Tous les filets maillants (benthiques et pélagiques) sont posés le soir entre 18h et 20h. Le relevage des filets est effectué le lendemain matin de 6h à 8h en respectant l'ordre de pose afin d'avoir un effort de pêche similaire entre les filets.

Selon la norme CEN prEN 14757, 56 pièces de filets benthiques ont été déployées au niveau du barrage de Sidi Barrak. La superficie totale des filets benthiques mis en œuvre est de 1680 m<sup>2</sup>. La répartition de ces filets, dans les différentes strates de profondeur, est détaillée dans le tableau II.

L'échantillonnage complémentaire a été réalisé en posant 4 filets pélagiques. La superficie totale de ces derniers est de 720 m<sup>2</sup>.

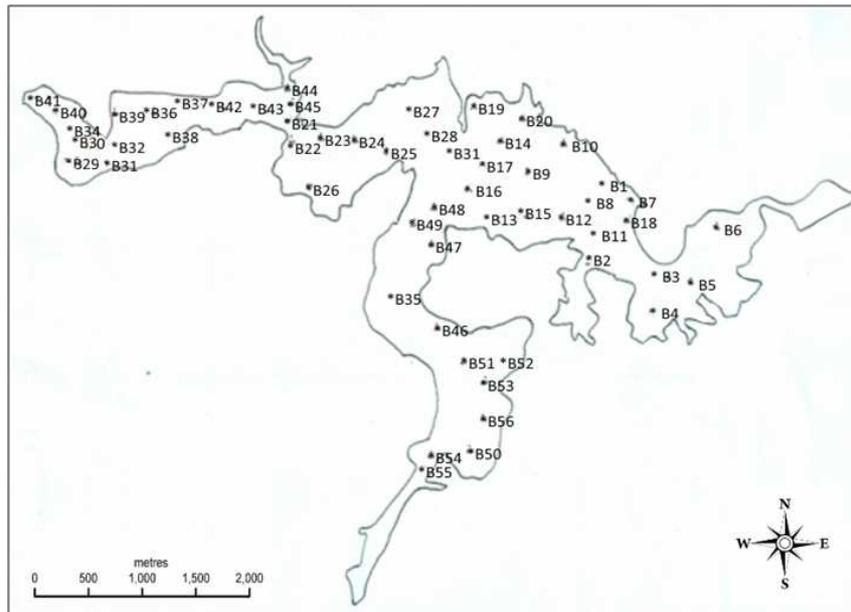


Figure 4: Emplacement des filets benthiques au niveau du barrage de Sidi Barrak.

Tableau II : Répartition des filets benthiques à différentes couches de profondeur

| Strate           | 0 – 2,9 m | 3 – 5,9 m | 6 – 11,9 m | 12 – 19,9 m | 19 – 34,9 m | Total |
|------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------|
| Nombre de filets | 10        | 10        | 12         | 12          | 12          | 56    |

**Exploitation et analyse des données**

*Identification et biométrie des captures*

L'identification des espèces a été réalisée en se référant aux fiches techniques de chaque espèce (Kraiem, 1983). Tous les poissons pêchés ont été dénombrés, mesurés et pesés. Les paramètres morpho-métriques suivants ont été prélevés pour chaque poisson : longueur totale (Lt en cm) et poids total (Pt en g).

*Analyse Statistique*

Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel STATISTICA (8.0).

Afin de déterminer la variabilité de la répartition spatiale des poissons, nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP). De plus, nous avons appliqué le test ANOVA pour déceler la présence de différences entre les paramètres biologiques des espèces capturées.

*Indices d'abondance*

La diversité des peuplements ichthyiques dans le barrage de Sidi Barrak a été exprimée par la richesse spécifique totale (S) (Blondel, 1975). L'indice de diversité de SHANNON (H') et l'indice d'équipartition des populations (E) (équitabilité) ont été calculés respectivement selon la formule de Blondel (1975) et Barbault (1981).

**RESULTATS ET DISCUSSION**

**Rendement de pêche**

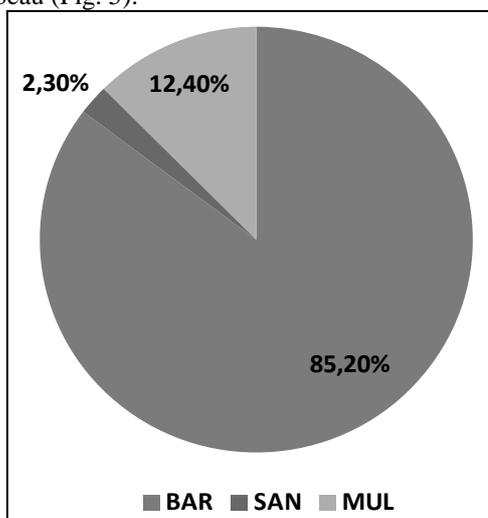
*Composition spécifique*

La mise en œuvre du protocole d'échantillonnage a permis la capture de 4 espèces de poissons dans le barrage de Sidi Barrak : deux espèces de Mugilidés (MUL) à savoir le mullet porc *Liza ramada* et le mullet

à grosse tête *Mugil cephalus*, le sandre *Sander lucioperca* (SAND) et le barbeau *Barbus callensis* (BAR). Un total de 129 individus a été capturé lors de cette campagne d'échantillonnage.

*Abondance numérique*

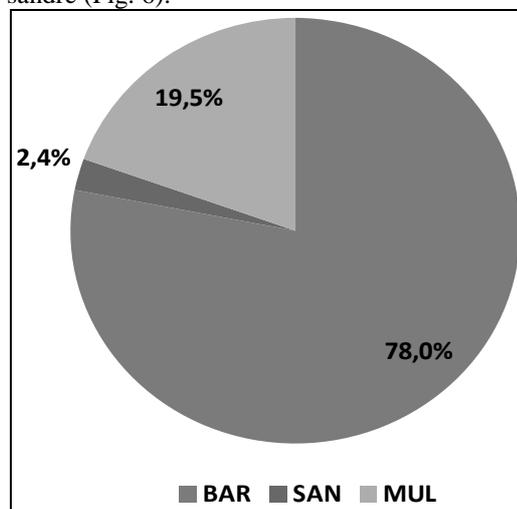
Les pêches scientifiques réalisées dans la retenue de Sidi Barrak ont permis de mettre en évidence la dominance du barbeau en termes d'effectifs. Ce dernier représente 85,2% des captures. Les Mugilidés représentent 12,4% des captures sur le plan numérique, suivi par le sandre avec un pourcentage de l'ordre de 2,3%. Les conditions trophiques ainsi que les caractéristiques physico-chimiques de l'eau dans la retenue du barrage de Sidi Barrak paraissent favorables à la croissance du barbeau (Fig. 5).



**Figure 5:** Abondance relative numérique globale dans la retenue du barrage de Sidi Barrak

*Abondance pondérale*

Au niveau du barrage de Sidi Barrak, le barbeau est l'espèce dominante avec un pourcentage pondéral estimé à 78 %. Ces pourcentages sont de l'ordre 19,5% et de 2,4% respectivement pour les mullets et le sandre (Fig. 6).



**Figure 6:** Abondance relative pondérale globale dans la retenue du barrage de Sidi Barrak

*Rendements pondéraux et numériques*

Les 56 filets benthiques utilisés, dont la surface totale d'échantillonnage est de 1680 m<sup>2</sup>, ont permis de capturer 120 individus appartenant à 4 espèces différentes. Les filets pélagiques dont la surface totale est de 720 m<sup>2</sup> ont pu capturer 9 spécimens de poissons d'une seule espèce (tableau III).

**Tableau III :** Abondances numériques et pondérales des espèces capturées

| Filets                                | Espèce | Captures       |                | Pourcentages   |               | Rendements                           |                                   |
|---------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                                       |        | Effectif (ind) | Biomasse (g)   | Numériques (%) | Pondéraux (%) | Numériques (ind/1000m <sup>2</sup> ) | Pondéraux (g/1000m <sup>2</sup> ) |
| Benthiques (S = 1680 m <sup>2</sup> ) | BAR    | 110            | 34045,5        | 91,67          | 86,15         | 65,48                                | 20265,18                          |
|                                       | SAN    | 3              | 1054           | 2,50           | 2,67          | 1,79                                 | 627,38                            |
|                                       | MUL    | 7              | 4419           | 5,83           | 11,18         | 4,17                                 | 2630,36                           |
| <b>Total benthiques</b>               |        | 120            | 39518,5        | 100            | 100           | 71,43                                | 23522,92                          |
| Pélagiques (S = 720m <sup>2</sup> )   | MUL    | 9              | 4096           | 100            | 100           | 12,50                                | 5688,89                           |
| <b>Total pélagiques</b>               |        | 9              | 4096           | 100            | 100           | 12,50                                | 5688,89                           |
| <b>Total (S = 2400 m<sup>2</sup>)</b> | BAR    | 110            | 34045,5        | 85,27          | 78,06         | 45,83                                | 14185,63                          |
|                                       | SAN    | 3              | 1054           | 2,33           | 2,42          | 1,25                                 | 439,17                            |
|                                       | MUL    | 16             | 8515           | 12,40          | 19,52         | 6,67                                 | 3547,92                           |
| <b>Total</b>                          |        | <b>129</b>     | <b>43614,5</b> | <b>100</b>     | <b>100</b>    | <b>53,75</b>                         | <b>18172,71</b>                   |

Les rendements numériques et pondéraux enregistrés au niveau du barrage de Sidi Barrak sont majoritairement dominés par le barbeau qui représente la seule espèce autochtone au niveau de cette retenue (45,83 ind/1000m<sup>2</sup> et 14,185Kg /1000m<sup>2</sup> de filet). Le sandre semble en abondance globale déficitaire et il a enregistré des rendements numérique et pondéraux très faibles (1,25 ind/1000m<sup>2</sup> et 0,44 Kg /1000m<sup>2</sup> de filet). Pour les mulets, la situation de rendements ne revêt qu'un intérêt très limité du fait des déversements réguliers dont elle fait l'objet au niveau de ce barrage. L'état actuel est marqué par un rendement numérique de l'ordre de 6,67 ind/1000m<sup>2</sup> et un rendement pondéral de 3,548 Kg /1000m<sup>2</sup> de filet (tableau III).

Les rendements numériques et pondéraux des pêches effectuées dans les barrages tunisiens oscillent entre une valeur maximale (de l'ordre de 446,43ind/ 1000m<sup>2</sup> de filet et 28,75kg/ 1000m<sup>2</sup> de filet) au niveau du barrage de Lahjar et une valeur minimale (6,25ind/ 1000m<sup>2</sup> de filet et 0,67kg/ 1000m<sup>2</sup> de filet) au niveau du barrage Mlaabi (Mili & Laouar, 2015). La comparaison des rendements obtenus lors de ce travail (sur le plan pondéral et numérique) avec ceux des études antérieures indiquent que le barrage de Sidi Barrak est moyennement riche en ressources piscicoles (Fig. 7). Les rendements enregistrés sont assez faibles sur le plan numérique (53,75 ind/1000m<sup>2</sup> de filet) et moyennes sur le plan pondéral (18,17 kg/1000m<sup>2</sup> de filet).

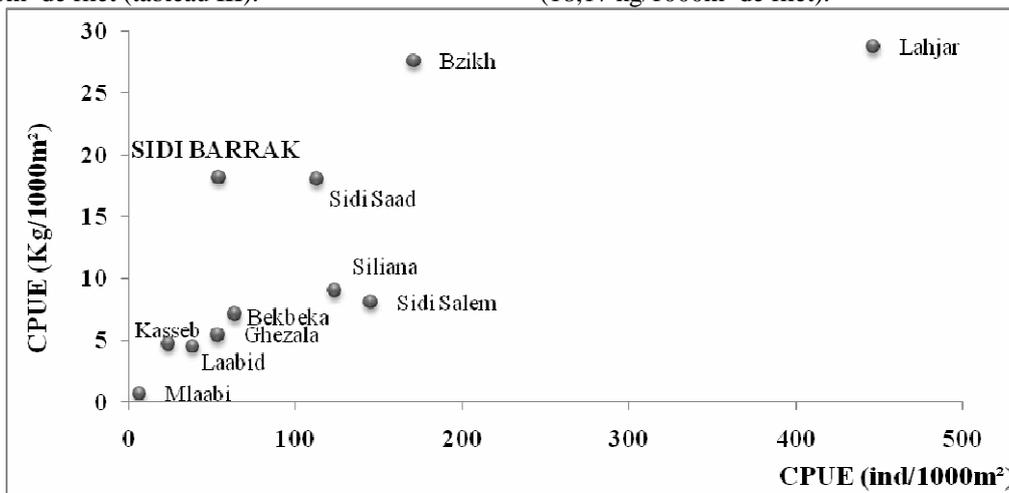


Figure 7: Comparaison des rendements de pêche dans les retenues de barrages tunisiens.

**Répartition et assemblage des espèces**

Afin de déterminer le mode de répartition et l'assemblage des espèces pêchées dans le barrage de Sidi Barrak, nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP). Les abondances trouvées, exprimées en rendements numériques pour les différentes espèces, peuvent être analysées par rapport à deux principaux axes. Les deux composantes principales 1 et 2 représentent 53,82% de la variance totale (Figs. 8, 9).

La première composante principale, qui contribue pour 27,78% est caractérisée par une contribution positive élevée pour le barbeau et moyenne pour le sandre et par une contribution négative pour les deux espèces de mullet. La deuxième composante principale, qui contribue par 26,04% dans la variance totale, est caractérisée par une contribution négative faible pour *L. ramada* et élevé pour *M. cephalus* (Figs. 8, 9). Les lieux de pêche B5 et B6 qui sont localisés près de l'embouchure d'oued Maâden (à l'est de la retenue) sont caractérisés par une abondance importante de l'espèce barbeau. Cette espèce est quasiment présente dans tout le barrage à cause des déversements de trois oueds à savoir : Oued Bouzemna, Oued Melah et Oued Maâden. Ces cours

d'eau alimentent en continu le barrage en eau et en espèce autochtone de poisson (le barbeau). Le sandre est présent au niveau de la rive nord du barrage (B10, B37 et B40). *L. ramada* est l'espèce abondante en aval du barrage (B30 et B34) par contre *M. cephalus* est présent au centre de la retenue d'eau (B12 et B22). Selon l'ACP effectuée, nous pouvons classer les espèces analysées en deux groupes, dont le premier est constitué de barbeau et de sandre et le deuxième par les Mugilidés (Figs. 8, 9). Cette liaison d'ordre trophique affirme que le sandre s'alimente par le barbeau dans ce barrage.

Le dendrogramme représentant les affinités entre les espèces pêchées au niveau du barrage de Sidi Barrak (Fig. 10) montre que le barbeau est relativement lié au groupe composé par trois espèces (le mullet porc *L. ramada*, le mullet à grosse tête *M. cephalus* et le sandre). Ces dernières sont faiblement liées entre elles avec une Distance de Liaison (DL) inférieure à 5%. En effet, le barbeau est lié en premier lieu à *L. ramada* avec une DL de 33% et par la suite au groupe de poissons formé par le sandre et *M. cephalus*. Cette liaison ne peut être donc d'ordre trophique. De plus,

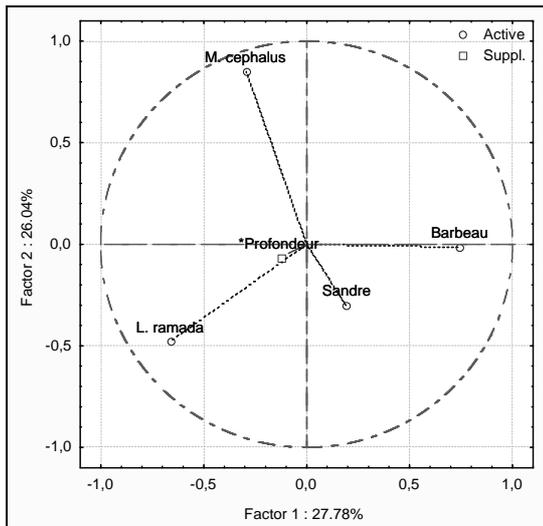


Figure 8: Analyse en Composantes Principales appliquée aux espèces pêchées dans le barrage Sidi Barrak.

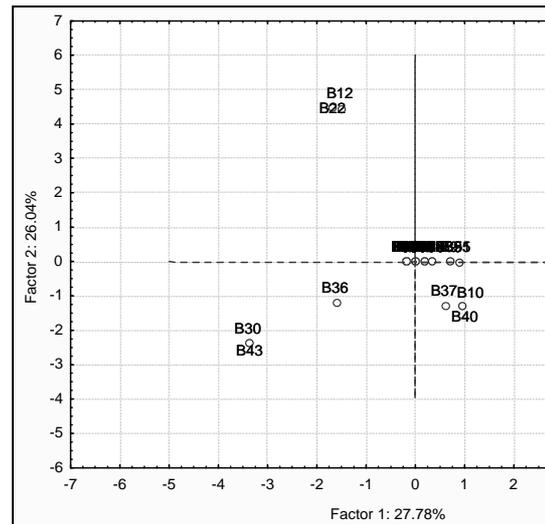


Figure 9: Contribution des emplacements des filets multimailles dans la composante principale appliquée au barrage Sidi Barrak.

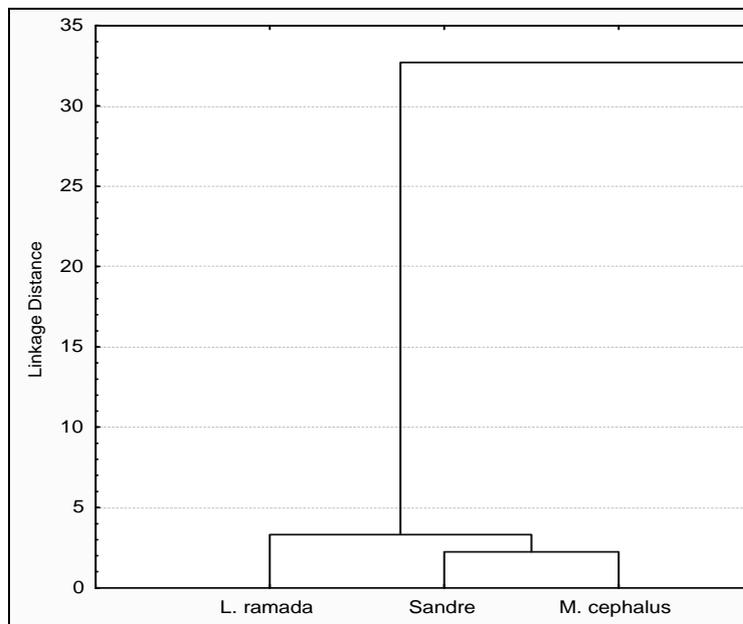


Figure 10: Dendrogramme représentant les affinités entre les espèces pêchées au niveau du barrage Sidi Barrak.

ce résultat indique que ces espèces sont totalement indépendantes du fond.

*Indices d'abondances*

L'application de l'indice de Shannon (H') aux données récoltées du barrage de Sidi Barrak a montré que les peuplements piscicoles au niveau de cette retenue d'eau sont peu diversifiés étant donné que H' (0,52) est inférieur à 1,5.

L'indice d'Equitabilité (E) enregistré au niveau de ce barrage est assez faible et il tend vers zéro (0,26) indiquant la présence d'un déséquilibre dans la répartition des espèces et que la quasi-totalité des effectifs tendent à être concentré en une seule espèce (le barbeau).

*Distribution verticale des captures*

La majorité des captures a été obtenue au niveau des deux strates 3-6 et 12-20 m du barrage de Sidi Barrak. Ces captures représentent respectivement 29,17% et 32,5% de l'effectif total (Fig.11). La strate 0-3 m présente des rendements moyens correspondant à un pourcentage estimé à 18,33%. Cette répartition peut être reliée à la quantité d'oxygène dissous dans la colonne d'eau. Les teneurs en O<sub>2</sub> enregistrées à des profondeurs supérieures à 6 m sont de l'ordre de 5 mg/l. Ces taux sont proches des valeurs limites de présence des espèces ichthyiques. Les strates 6-12 m et 20-35 m présentent les rendements les plus faibles correspondant respectivement à des pourcentages de l'ordre de 13,33% et de 6,67 %. La strate 20-35 m est la plus diversifiée de point de vue richesse spécifique

(Fig.11). En effet, toutes les espèces sont représentées à cette profondeur de la colonne d'eau. Le barbeau a été capturé dans toutes les strates. Cependant, les fréquences de présence des mulets n'a été importante qu'au niveau des strates supérieures à 3 m. La partie la plus profonde du barrage n'est pas assez fréquentée par la faune piscicole, ce qui est assez logique compte tenu de la désoxygénation de cette strate (Fig.11).

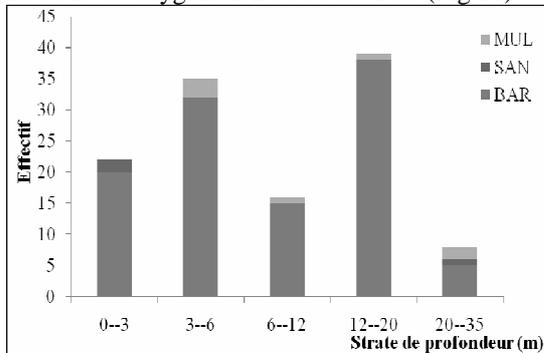


Figure 11 : Distribution des captures dans les différentes strates de profondeur du barrage.

### Etat des populations

#### Les Mulets

Les mulets sont ensemencés chaque année par le Centre Technique de l'Aquaculture. Les alevins sont pêchés des embouchures des oueds et ensemencés dans la plupart des retenues de barrages tunisiennes (Mili et al., 2013). La population de mulets échantillonnée dans cette retenue est représentée essentiellement par le mulot porc. Les structures en tailles des spécimens capturés sont composées de cinq classes d'âge (Fig. 12). Les tailles des spécimens capturés de *Liza ramada* correspondent à des âges variant entre 3 et 9 ans. La maturité sexuelle de cette espèce est atteinte à une taille entre 26,5 et 34 cm (Fischer et al., 1987).

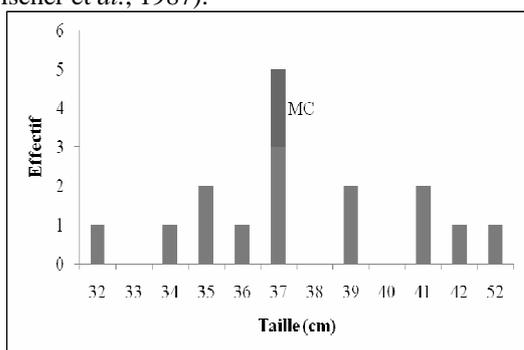


Figure 12 : Histogramme des fréquences de tailles de *Liza ramada* et *Mugil cephalus* (MC) dans le barrage de Sidi Barrak.

La présence simultanée des spécimens de différentes tailles affirme bien que ces poissons ont trouvé les conditions favorables à leur croissance au niveau de cette retenue d'eau. *Mugil cephalus* est présent avec des quantités relativement faibles par rapport au

mulot porc et surtout par rapport aux autres espèces présentes dans la retenue du barrage (2 spécimens).

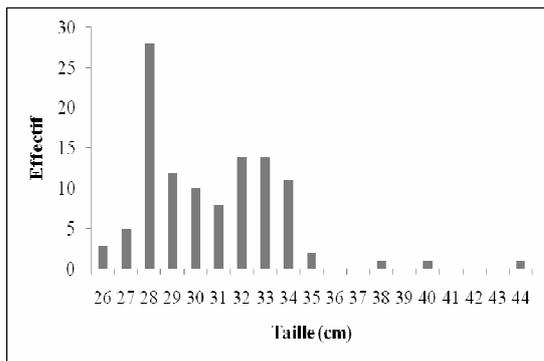
#### Le sandre

A priori, trois classes d'âges de sandre ont été capturées dans le barrage de Sidi Barrak, 1 juvénile de 25 cm et deux adultes (38 et 45 cm), soit une quantité globale très faible. Les deux poissons de 25 et 38 cm de longueurs sont pêchés au niveau de la strate 0-3 m alors que le spécimen mesurant 45 cm est pêché à une profondeur supérieure à 20 m. Cette observation révèle que la retenue de Sidi Barrak est pauvre en espèce carnassière et la population de sandre qui y vit est dans un état de déséquilibre. Ce dernier constat indique que cette espèce nécessite une intervention rapide pour améliorer l'état des populations au niveau de cette retenue d'eau. Tous les spécimens capturés sont adultes étant donné que la maturité sexuelle de ce poisson est atteinte à l'âge d'un an pour une taille de 24 cm et un poids de 90 g (Toujani et al., 2000).

#### Le barbeau

Le barbeau est assez répandu dans les bassins versants tunisiens, notamment dans les retenues de barrages (Kraiem, 1983). La gamme de taille des barbeaux capturés au niveau de barrage de Sidi Barrak s'échelonne de 26 à 44 cm (Fig. 13). Au total, 13 classes de taille ont été capturées lors des opérations d'échantillonnages. L'histogramme de fréquences de tailles illustre la présence d'individus adultes au niveau de cette retenue d'eau étant donné que la maturité sexuelle de cette espèce est atteinte pour les mâles à 19,6 cm et pour les femelles à 27,7 cm (Chaouachi, 1998). Les tailles importantes des spécimens présents dans cette retenue échappent à la prédation par le sandre qui représente la seule espèce carnassière à Sidi Barrak.

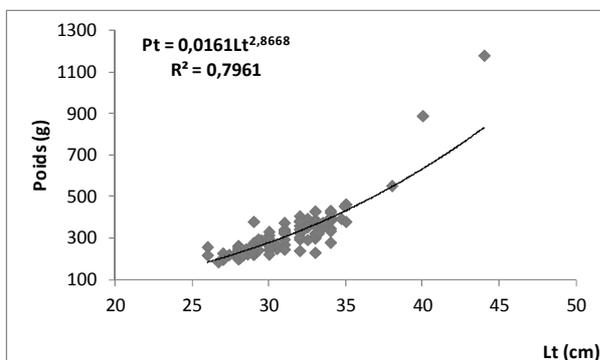
L'absence d'alevins et de juvéniles de barbeau dans le plan d'eau peut être expliquée par l'occupation préférentielle de ces deux éco-stades des cours d'eau du bassin versant. De plus, cette espèce présente un taux de croissance et une fécondité très faible (Kraiem, 1994) et donc un renouvellement du stock limité surtout en présence d'un effort de pêche consistant. La répartition spatiale du barbeau n'est pas liée à la profondeur de la colonne d'eau ( $p=0,0001<0,05$ ). Cette espèce montre une affinité envers les embouchures des oueds où elle se concentre pour des raisons nutritionnelles, reproductives ou pour trouver un abri. Les spécimens de barbeau capturés sont présents au niveau de toutes les strates de profondeurs et leur effectif est relativement homogène. La strate de profondeur 0-6 présente une abondance légèrement plus élevée que les autres strates ( $p=0,000<0,05$ ).



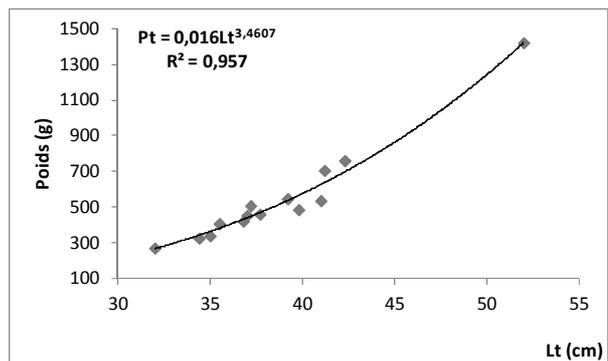
**Figure 13 :** Histogramme des fréquences de tailles du barbeau dans le barrage de Sidi Barrak.

**Relation taille-poids**

La relation liant la longueur totale des poissons à leurs poids est représentée par la relation  $Pt=aLt^b$  ou  $Pt$  est le poids total du poisson en gramme,  $Lt$  sa longueur totale en cm,  $a$  et  $b$  sont des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce (Kraiem, 1989). Les relations taille-poids ont été déterminées uniquement pour le barbeau et le mulot porc à cause des faibles effectifs du sandre et du mulot à grosse tête. Les modèles mathématiques de la relation taille-poids révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total et la longueur totale chez les deux espèces. Les coefficients de détermination  $R^2$  sont de l'ordre de 0,79 et 0,957 respectivement pour barbeau et le mulot porc. La courbe liant le poids à la longueur pour la population de barbeau au niveau du barrage de Sidi Barrak (Fig.14) montre que le coefficient d'allométrie est inférieur à 3 ( $t=4,58>1,66$ ;  $N=110$ ). L'allométrie chez cette population est alors minorante avec une croissance en longueur plus rapide que le cube du poids. Par contre, le coefficient d'allométrie est supérieur à 3 chez *L. ramada* (Fig.15) d'où une l'allométrie majorante ( $t=6,24>1,76$ ;  $N=14$ ).



**Figure 14:** Représentation graphique de la relation Poids total-Longueur totale du barbeau dans le barrage Sidi Barrak.



**Figure 15:** Représentation graphique de la relation Poids total-Longueur totale du mulot porc dans le barrage Sidi Barrak.

**DISCUSSION**

L'abondance et la biomasse des ressources piscicoles dans les barrages dépend de la densité des poissons existante dans cette retenue et donc de l'état trophique du réservoir échantillonné (Deceliere-Vergès et al., 2009). De plus, la morphologie et la position géographique du barrage sont des facteurs déterminants en termes d'assemblage des espèces (Mehner et al., 2007). Une étude similaire dans le lac Balaton (Hongrie) a montré que la variabilité des captures par unité d'effort (CPUE) est liée essentiellement au degré de transparence de l'eau qui peut influencer l'efficacité des filets (György et al., 2012). Ces auteurs ont montré que dans les eaux troubles, la probabilité qu'un poisson puisse voir le filet avant d'être capturer est très inférieure à celle dans les eaux claires. L'activité chez la plupart des poissons est élevée lorsque l'intensité de la lumière est faible et non pas lorsque l'obscurité est complète. Holmgren et Appelberg (2000) ont montré que les structures en tailles des peuplements de poissons d'eau douce sont en étroite relation avec les facteurs environnementaux. La plupart des études récentes ont révélé que les populations de poissons sont influencées principalement par la profondeur du barrage ainsi que par la quantité de la chlorophylle "a" qu'il contient (Mehner et al., 2005). Les communautés de poissons sont rarement réparties de façon homogène mais plutôt de manière aléatoire dans leur environnement et leur distribution est généralement influencée par les facteurs physiques, chimiques et environnementaux (Benson et Magnuson, 1992; Borcard et al., 1992). En outre, les interactions biotiques tel que la concurrence peuvent modifier la répartition spatiale des poissons (Mehner et al., 2005). Carol et al. (2006) ont observé un effet spectaculaire de la qualité de l'eau sur la composition spécifique mais ils n'ont pas noté d'effet significatif sur la diversité. D'autres auteurs ont montré que la composition spécifique de la communauté des poissons et la variabilité de l'indice de Shannon sont

fortement liées à la dégradation de l'environnement, donc l'étude de la richesse spécifique dans les eaux douces doit être prise avec prudence (Carol et al., 2006).

Dans cette étude, la richesse spécifique et les rendements de pêche sont assez faibles comme c'est le cas de la plupart des retenues de barrages en Tunisie à cause de l'introduction récente des espèces et l'ensemencement annuel des alevins de muges. De plus, on a pu constater que la distribution spatiale et la survie des poissons semble être fortement influencée par la teneur d'oxygène et la température. Nos résultats sont comparables à ceux de Vašek et al., (2009) qui ont trouvé que la majorité des poissons se localisent dans les couches superficielles. Djemali et al., (2010) indiquent qu'en allant de la digue vers l'amont, la distribution de la biomasse est influencée par la profondeur de l'eau. Ces auteurs affirment que les concentrations les plus importantes ont été enregistrées au niveau des couches superficielles des zones les plus profondes du barrage. L'étude qui a porté sur l'analyse des rendements et de la distribution des poissons dans les réservoirs européens a montré que le sandre abrite l'épilimnion inférieur et le métalimnion supérieur avec des migrations nyctimérales en allant de la couche pélagique vers les zones littorales (Vašek et al., 2006).

L'utilisation de la méthode acoustique pour l'évaluation des ressources piscicoles est actuellement reconnue par la communauté scientifique comme étant fiable notamment dans les lacs de barrages (Kubecka et Duncan, 1998 ; Guillard et al., 2004). Les études hydroacoustiques effectuées dans les barrages tunisiens ont montré que les densités de poissons varient considérablement entre la surface et le fond à cause de la mobilité des ressources ichthyiques et de l'absence de comportement prévisible chez ces animaux (Djemali et al., 2009 ; Djemali et al., 2010). Nos résultats ne sont pas en concordance avec ceux obtenus par ces auteurs vu la profondeur importante du barrage de Sidi Barrak et surtout l'influence des trois oueds (Bouzemna, Melah et Maaden) qui alimentent la retenue en barbeau et mélangent de façon continue les couches d'eau induisant une répartition non homogène des poissons. L'absence de petit maillage au niveau des filets utilisés induit une déficience de juvéniles dans les captures. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Dekar et Magoulick (2007). Power (1987) affirme que l'augmentation de la profondeur peut diminuer la densité des poissons à cause de l'augmentation du risque de la prédation par les gros prédateurs. Achleitner et al. (2012) ont indiqué que les captures des filets multimailles benthiques et pélagiques sont similaires dans la couche épilimnétique, ce qui est en contradiction avec nos résultats. Cette différence peut être expliquée par la

grande mobilité verticale et horizontale des espèces de mugilidés qui ont été capturées essentiellement par les filets pélagiques. Une étude récente de la croissance de *Liza ramada* a montré la présence de 10 classes d'âges pour cette espèce et 8 seulement pour le mulot à grosse tête au niveau du barrage de Sidi Barrak (Mili et al., 2015). La faible représentation des jeunes cohortes peut être expliquée par la réticence des pêcheurs à l'achat des alevins au cours des années précédentes. Il est à signaler que la dernière opération d'ensemencement de la retenue par les alevins de muges a été réalisée durant la campagne 2011/2012 (1142000 alevins).

En se référant à l'étude de Winfield et al. (2009), l'analyse des structures en tailles des poissons pêchés par les filets multimailles a montré que ces engins capturent plus d'individus de taille moyenne par rapport aux autres méthodes d'échantillonnage comme la pêche électrique. Dans des études similaires, les gros individus ont été capturés près de la digue, par contre les plus petits et les juvéniles se concentrent près du rivage. Ces zones présentent de meilleures conditions trophiques mais elles peuvent abriter les carnivores qui viennent y pondre (Hladik and Kubecka, 2003; Vašek et al., 2009). Carol et al. (2006) ont constaté que la productivité des écosystèmes d'eau douce et les concentrations des nutriments augmentent en allant de la digue vers la rivière. Les données relatives à la qualité de l'eau dans les barrages tunisiens sont quasiment absentes mais il est probable que l'eutrophisation qui augmente avec l'âge de la retenue affecte les peuplements des poissons. Ces derniers sont dominés par le barbeau dans la plupart des anciens barrages (Sidi Barrak en 1999). Lauridsen et al., (2008) ont constaté qu'il existe une nette variabilité de l'abondance des poissons entre les zones littorales et les strates pélagiques des zones profondes qui est probablement liée à la richesse en nutriments. Ce même résultat a été affirmé par Jespersen et al. (2000). Les captures par unité d'effort numériques et pondérales diminuent suite à l'augmentation de la concentration des nutriments.

D'après la bibliographie, le pourcentage des poissons piscivores est considéré comme un indicateur de la qualité de l'eau (Søndergaard et al., 2005). Par conséquent, la biomasse piscivore potentielle, y compris toutes les classes de tailles, montre un déséquilibre total au niveau du barrage de Sidi Barrak. Dans notre étude, les communautés de poissons sont composées principalement de cyprinidés (barbeau) comme c'est le cas de la plupart des lacs en France (Deceliere-Vergès et Guillard, 2008). Ces auteurs indiquent que l'abondance des espèces au niveau de la strate pélagique serait mieux évaluée par les campagnes hydroacoustiques à cause des biais d'échantillonnage qui peuvent être dus au caractère passif des filets multimailles et au

phénomène d'échappement observé chez les petits individus.

L'échantillonnage aux filets benthiques a permis de capturer 93% des spécimens et de fournir ainsi une meilleure représentation des ressources piscicole dans le barrage de Sidi Barrak. Certaines espèces comme l'anguille européenne *Anguilla anguilla* (L.) ou le silure *Silurus glanis* ne peuvent pas être pêcher facilement à l'aide des filets maillants multimailles à cause de leurs morphologie, leurs comportement et leurs habitats préférés (Jeppesen et al., 2006). Bien que d'autres études suggèrent que les filets pélagiques ne fournissent pas d'informations supplémentaires sur la richesse spécifique et la répartition des espèces, ce ne fut pas le cas dans la présente étude. Les filets multimailles représentent des engins d'échantillonnage passifs et très sélectifs permettant de ne capturer que les poissons qui se déplacent activement. Ainsi, les estimations issues de la pêche aux filets multimailles sont en partie biaisées à cause de la variabilité des tailles des poissons et de leurs comportements (Achleitner et al., 2012).

Les campagnes d'échantillonnage par les filets multimailles fournissent essentiellement des informations sur la tendance des densités des poissons en se basant sur les CPUEs. De plus, l'utilisation de ces filets ne permet dans aucun cas d'estimer la biomasse des stocks de poisson dans les barrages mais elle accède à faire des comparaisons des CPUEs (Hubert 1996). Lauridsen et al. (2008) suggèrent que la norme CEN pr14757 ne donne pas une image fidèle sur la composition spécifique dans les barrages. Cette méthode d'échantillonnage passive présente une performance largement influencée par les facteurs environnementaux et méthodologiques.

Comme la plupart des espèces de poissons ont un rythme d'activité diurne et beaucoup d'entre elles se groupent en bancs, donc la période et la durée d'échantillonnage par les filets multimailles peuvent influencer les résultats obtenus (Olin et al., 2009; Vašek et al., 2009, Specziar et al., 2009). Ces auteurs ont montré que les filets multimailles doivent être utilisés avec précaution surtout pour l'analyse de la tendance de l'abondance des poissons dans les barrages. Donc, l'échantillonnage des peuplements piscicoles par les filets multimailles présente certaines limites qui doivent être prises en considération lors de l'interprétation des résultats. En revanche, l'utilisation de multiples techniques d'échantillonnage permet une compréhension meilleure des caractéristiques des populations suite à l'estimation des abondances au cours des différentes phases de croissance du poisson (Fischer et Quist, 2014). Ces auteurs indiquent que les informations supplémentaires collectées en utilisant les autres techniques d'échantillonnage sont cruciales et permettent de tirer des conclusions et des déductions se rapportant à l'état des populations de poissons. En

outre, Deceliere-Vergès & Guillard (2008) indiquent que dans la plupart des lacs, l'utilisation des filets pélagiques n'a pas affecté la caractérisation des communautés des poissons vu que le nombre de spécimens pris par les filets benthiques était suffisamment élevé pour définir la structure en taille de l'espèce échantillonnée.

L'échantillonnage acoustique réalisé à Sidi Barrak parallèlement à la pêche aux filets multimailles a montré que la majorité des poissons se déplace de façon individuelle aussi bien de jour que de nuit (Djemali et al., 2014). De plus, ces auteurs ont pu détecter des petits bancs de poisson en aval de la retenue constitués de dizaines d'individus de *L. ramada*. La prospection acoustique réalisée en même temps que l'échantillonnage par les filets multimailles a montré que la fréquence de détection de gros spécimens au niveau des strates de profondeurs supérieures à 3m est très faible en raison de la détection d'un grand nombre d'alevin ce qui limite cette méthode (Djemali et al., 2014). La présence de toutes les classes de tailles dans les captures suppose que la méthode d'échantillonnage acoustique n'est pas sélective contrairement aux filets multimailles utilisés. Au niveau de la strate 0-3m, des spécimens de grandes tailles ont été repérés ce qui laisse penser au fait qu'au niveau des couches profondes les gros spécimens ne sont pas détectés à cause du phénomène d'évitement latéral (Djemali et al., 2014). L'application de la technique d'échantillonnage acoustique a permis d'affirmer que ce barrage est riche en individu de taille moyenne entre 32 et 34cm ce qui correspond bien aux tailles observées chez les spécimens de barbeau capturés. La combinaison des résultats issus suite à l'application de la méthode acoustique et celle des filets multimailles montre que la biomasse des ressources halieutiques dans le barrage de Sidi Barrak peut être considérée comme moyenne.

## CONCLUSION

Ce travail représente le premier essai d'étude des peuplements piscicole à travers l'utilisation des filets multimailles en Tunisie. Ces filets présentent des caractéristiques techniques adoptées aux barrages tunisiens. La mise en œuvre de ce protocole d'échantillonnage dans la retenue de barrage de Sidi Barrak a permis d'avoir des rendements assez faibles sur le plan numérique et moyens sur le plan pondéral. Les captures sont majoritairement dominées par le barbeau qui représente la seule espèce autochtone au niveau de ce barrage. Le sandre est faiblement représenté dans les captures à cause de sa faible biomasse. L'absence des anguilles dans les échantillons malgré leur existence dans le barrage est due à l'inefficacité des filets maillants à la pêche de ce poisson ainsi qu'à la période d'échantillonnage

pendant laquelle cette espèce est caractérisée par une mobilité réduite.

Un transfert des géniteurs du gardon et du rotengle est primordial pour une amélioration des rendements numériques et pondéraux de ces espèces et par conséquent celle du sandre. Un deuxième échantillonnage à la fin de la période printanière pourra fournir un complément d'information sur les peuplements dulçaquicoles dans la retenue du barrage de Sidi Barrak. Ces investigations ont fait partie d'un support technique comportant les avis scientifiques et qui a été transmis aux décideurs du secteur de la pêche afin de prendre des décisions relatives à la mise en place d'une concession pour l'exploitation du barrage de Sidi Barrak.

### Remerciements

Nous remercions vivement Rabiaa SAIDANI et Faten MECHERGUI pour l'effort qu'elles ont déployé lors de la réalisation de la partie expérimentale de ce travail.

### BIBLIOGRAPHIE

- Achleitner D., Gassner H. and Luger M., 2012. - Comparison of three standardised fish sampling methods in 14 alpine lakes in Austria. *Fisheries Management and Ecology*, 19: 352-361.
- Argillier C., Causse S., Gevrey M., Pédrón S., De Bortoli J., Brucet S., Emmrich M., Jeppesen E., Lauridsen T., Mehner T., Olin M., Rask M., Volta P., Winfield I. J., Kelly F., Krause T., Palm A., and Holmgren K., 2012. - Development of a fish-based index to assess the eutrophication status of European lakes. *Hydrobiologia*, 704 : 193-211.
- Barbault C., 1981. - Écologie des populations et des peuplements. *Éd. Masson*, Paris, 200 p.
- Benson B. J. & Magnuson J. J., 1992. - Spatial heterogeneity of littoral fish assemblages in lakes, in relation to species diversity and habitat structure. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Sciences*, 49 : 1493-1500.
- Blondel J., 1975.- L'analyse des peuplements d'oiseaux. Élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 29(4) : 533-589.
- Borcard D., Legendre P. and Brapeau P., 1992. - Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*, 73:1045-1055.
- C.E.N., (2005). Water quality-sampling of fish with multi-mesh gillnets. EN 14757.
- Carol J., Benejam L., Alcaraz C., Vila-Gispert A., Zamora L., Navarro E., Armengol J., and García-Berthou E., 2006. - The effects of limnological features on fish assemblages in fourteen Spanish reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, 15 : 66-77.
- Chaouachi B. et Ben Hassine O.K., 1998. - Le barbeau *Barbus callensis* valenciennes, 1842 (poisson, teleosteen) de la lagune de l'ichkeul. *Archs. Inst. Pasteur Tunis*, 75 (3/4) : 211-218
- D.G.P.A., 2014. - Annuaire des statistiques de pêche de la Direction Générale de la pêche et de l'Aquaculture, Tunis, Tunisie.
- Deceliere-Vergès C. and Guillard J., 2008. - Assessment of the pelagic fish populations using CEN multi-mesh gill nets: consequences for the characterization of the fish communities. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 389:1-16.
- Deceliere-Vergès C., Argillier C., Lanoiselée C., De Bortoli J. and Guillard J., 2009. - Stability and precision of the fish metrics obtained using CEN multi-mesh gillnets in natural and artificial lakes in France. *Fisheries Research*, 99:17-25.
- Dekar M. P. and Magoulick D. D., 2007. - Factors affecting fish assemblage structure during seasonal stream drying. *Ecol Freshwater Fish*, 16 :335-342.
- Djemali I., Laouar H., Toujani R., Romdhane N. et Mili S., 2014. - Rapport de campagne sur l'évaluation des ressources halieutiques dans la retenue de Sidi Barrak (Décembre 2013) : Combinaison hydro-acoustique/filet multimailles. *Rapport technique transmis au MARHP*. 24p.
- Djemali I., Laouar H. and Toujani R., 2010. - Distribution patterns of fish biomass by acoustic survey in three Tunisian man-made lakes. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 390-396.
- Djemali I., Toujani R. and Guillard J., 2009. - Hydroacoustic fish biomass assessment in man-made lakes in Tunisia: horizontal beaming importance and diel effect. *Aquatic Ecology*, 43: 1121-1131
- Fischer J. R. and Quist M. C., 2014. - Characterizing lentic freshwater fish assemblages using multiple sampling methods. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186: 4461-4474.
- Fischer W., M.L.bauchot et M. Schneider, 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la Pêche (Révision I). Méditerranée et mer Noire Zone de pêche 37. Vol II. Vertébrés. *Publication préparée par la FAO*, 2: 761-1530.
- Guillard J., Albaret J.J., Simier M., Sow I., Raffray J., Tito De Morais L., 2004. - Spatio-temporal variability of fish assemblages in the Gambia Estuary (West Africa) observed by two vertical hydroacoustic methods: moored and mobile sampling. *Aquat. Living. Resour.*, 17:47-55.

- György Á. I., Tátrai I., and Specziár A., 2012. - Relationship between horizontal hydroacoustic stock estimates and gillnet catches of surface-oriented fish in shallow Lake Balaton (Hungary). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 06:1-17.
- Hladík M. and Kubečka J., 2003. - Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary. *Hydrobiologia*, 504: 251-266.
- Holmgren K. and Appelberg M., 2000. - Size structure of benthic freshwater fish communities in relation to environmental gradients. *Journal of Fish Biology*, 57: 1312-1330.
- Hubert W.A., 1996. - Passive capture techniques In: BR Murphy, DW Willis (eds). Fisheries techniques, 2nd edn Bethesda, American Fisheries Society, USA.
- Jeppesen E., Pekcan-Hekim Z., Lauridsen T. L., Sondergaard M., & Jensen J. P., 2006. - Habitat distribution of fish in late summer: changes along a nutrient gradient in Danish lakes. *Ecology of Freshwater Fish*, 15: 180-190.
- Jespersen E., Lauridsen T. L., Mitchell S. F., Christoffersen K. and Burns C. W., 2000. - Trophic structure in the pelagial of 25 shallow New Zealand lakes: changes along nutrient and fish gradients. *Journal of Plankton Research*, 22: 951-968.
- Kubečka J. and Duncan A., 1998. -Acoustic size versus real size for common species of riverine fish in different aspect. *Fish resserch*. 35: 115-125.
- Lauridsen T. L., Landkildehusa F., Jeppesena E., Jørgensena T. B. and Søndergaard M., 2008. - A comparison of methods for calculating Catch Per Unit Effort (CPUE) of gill net catches in lakes. *Fisheries Research*, 93: 204-211.
- Kraiem M. M., 1983. - Les poissons d'eau douce de la Tunisie. Inventaire commenté et répartition géographique. *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 10: 107-124
- Kraiem M. M., 1989. - Etude comparée de la croissance de différentes populations de *Barbus callensis* Valenciennes 1842, (Pisces, Cyprinidae), de Tunisie. *Cybium*, 13(4): 365-374.
- Kraiem M. M., 1994. - Systématique, biogéographie et bioécologie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poissons, Cyprinidae) de Tunisie. *Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Tunis*, 227 p.
- Mehner T., Diekmann M., Brämick U. and Lemcke R., 2005. - Composition of fish communities in German lakes as related to lake morphology, trophic state, shore structure and human-use intensity. *Freshwater Biology*, 50: 70-85.
- Mehner T., Holmgren K., Lauridsen T. L., Jeppesen E. and Diekmann M. 2007. - Lake depth and geographical position modify lake fish assemblages of the European 'Central Plains' ecoregion. *Freshwater Biology*, 52 : 2285-2297.
- Mili S., Bouriga N., Ennouri R., Laouer H. & Missaoui H. 2013. - Identification, répartition spatio-temporelle et caractérisation génétique des alevins de Muges ensemencés dans les retenues de barrages tunisiennes. *Cybium*, 37(1-2) : 67-73.
- Mili S. & Laouar H., 2015. - Note technique sur l'échantillonnage du peuplement piscicole de la retenue de barrage de Sidi Salem à l'aide des filets multimailles. *Rapport technique transmit au MARHP*. 46p.
- Mili S., Ennouri R., Laouar H. & Missaoui H., 2015. - Etude de l'âge et de la croissance chez deux espèces de Mugilidae (*Mugil cephalus* et *Liza ramada*) dans trois retenues de barrages en Tunisie. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 140(3): 181-197.
- Olin M., Malinen T. and Ruuhijarvi J., 2009. - Gillnet catch in estimating the density and structure of fish community—Comparison of gillnet and trawl samples in a eutrophic lake. *Fisheries Research*, 96: 88-94.
- Power M. E., 1987. - Predator avoidance by grazing stream fishes in temperate and tropical streams: importance of stream depth and prey size In: Kerfoot WC, Heins DC (eds) Predation: direct and indirect impacts in aquatic communities. *University Press of New England, Hanover*.
- Søndergaard M., Jensen J. P. and Jeppesen E., 2005. - Seasonal response of nutrients to reduced phosphorus loading in 12 Danish lakes. *Freshwater Biology*, 50: 1605-1615.
- SOUDOUD, 2006. - Les grands barrages en Tunisie (Base des données). Ministère de l'agriculture et des ressources hydraulique. *Direction générale des barrages et des grands travaux hydrauliques*. Tunisie.
- Specziar A., Tibor E., Agnes I. G., Tátrai I. and Biro P. 2009. - A comparison between the benthic Nordic gillnet and whole water column gillnet for characterizing fish assemblages in the shallow Lake Balaton. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 45 : 171-180.
- Toujani R., Missaoui H. et Romdhane M. S., 2000. - Cycle sexuel des femelles de sandre (*Stizostedion lucioperca*) dans la retenue du barrage de Sidi Salem. *Bulletin institut National Sciences Technologies Mer*, 27 : 85-96.
- Vašek M., Kubečka J., Matěna J. and Seda J., 2006. - Distribution and diet of 0+ fish within a canyon-shaped European reservoir in late

- summer. *International Review of Hydrobiology*, 91: 178-194.
- Vašek M., Kubečka J., Čech M., Draštík V., Matěna J., Mrkvička T., Peterka J. and Prchalová M., 2009. - Diel variation in gillnet catches and vertical distribution of pelagic fishes in a stratified European reservoir. *Fisheries Research*, 96: 64-69.
- Winfield I. J., Fletcher J. M., Ben James J. and Bean C. W., 2009. - Assessment of fish populations in still waters using hydroacoustics and survey gill netting: Experiences with Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in the UK. *Fisheries Research*, 96: 30-38.