

EVALUATION DE LA BIOMASSE PISCICOLE EN EAU DOUCE PAR ECHO PROSPECTION : APPLICATION A LA RETENUE DE SIDI - SALEM.

Imed DJEMALI^{1*}, M.M. KRAËM¹, N. CADIC², J.P. PROTEAU², A. EL ABED¹ et O. JARBOUI³

¹ Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28 rue du 2 Mars 1934 Centre de Salammbô, 2025 Tunis-Tunisie. E-mail :

² Cemagref Montpellier Domaine de Lavalette, 361, rue Jean-François Breton, BP 5095, 34033 Montpellier Cedex 01

³ Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, Centre de Sfax, 3018 Sfax.

*Imed.djemali@instm.rnrt.tn

ملخص

تقييم الثروة السمكية بالمياه العذبة في سد سيدي سالم باستعمال الذبذبات الصوتية : تهتم هذه الدراسة بتقييم الثروة السمكية بالمياه العذبة التونسية بالذبذبات الصوتية. فقد تم تعديل هذه الطريقة لأول مرة في سد سيدي سالم، مما مكننا من تعداد الأسماك بصفة فردية بفضل دراسة تنقلاتها. يقدر المخزون الحالي من جميع أنواع الأسماك في مياه سد سيدي سالم بحوالي 192,4 طنًا موزعة كما يلي: الصنندر 75 طنًا والبوري 7,7 طنًا والقبط 1,9 طنًا والكارب 3,9 طنًا والشبوكة البرتقالية 11,5 طنًا والشبوكة الحمراء 92,3 طنًا.

كلمات مفاتيح : المخزون السمكي، الذبذبات الصوتية، سد سيدي سالم.

RESUME

L'évaluation de stock dans les plans d'eaux douces en Tunisie par écho prospection constitue une première. La retenue du barrage de Sidi Salem a été choisie comme site pilote afin de mettre au point la méthodologie. L'étude du comportement piscicole dans la retenue a permis de favoriser le comptage de cibles individuelles à l'écho intégration. L'écho prospection a permis d'évaluer la biomasse instantanée toutes espèces confondues dans la retenue du barrage de Sidi Salem à 192,4 t, soit des biomasses respectives pour le sandre, le mullet, le silure, la carpe, le gardon et le rotengle de 75 t, 7,7 t, 1,9 t, 3,9 t, 11,5 t et 92,3 t.

Mots clés : Evaluation de stock, écho prospection, retenue du barrage de Sidi Salem, ressources halieutiques

ABSTRACT

Fish biomass assessment in freshwater using echo prospection : Application to the Sidi Salem reservoir :

The stock assessment in the Tunisian freshwater by hydro acoustic is original. The reserve of the Sidi Salem dam was selected as an experimental area in order to develop the methodology. The study of the piscicultural behaviour of the fish species in the reserve made it possible to support the counting of individual targets to the echo integration. The echo prospection allows us to assess the instantaneous biomass of all the species of the Sidi Salem reservoir at 192.4 t, that's to say biomass for pikeperch, mullet, wels, carp, roach and rudd at 75 t, 7.7 t, 1.9 t, 3.9 t, 11.5 t and 92.3 t respectively.

Key words : Stock assessment, echo prospection, reserve of Sidi Salem dam, fish

INTRODUCTION

Comparativement aux activités de pêche en mer, l'exploitation des ressources halieutiques d'eaux douces en Tunisie demeure relativement récente. Les premiers essais d'introduction ont commencé dans les années 60 et seuls la carpe *Cyprinus carpio*, le gardon *Rutilus rubilio*, le rotengle *Scardinius erythrophthalmus*, le brochet *Esox lucius*, le sandre *Stizostedion lucioperca*, le black-bass *Micropterus salmoides* et le tilapia *Oreochromis niloticus* ont pu s'acclimater (Zaouali, 1981). Par ailleurs, c'est uniquement dans le début des années 90 et dans le cadre d'un projet de coopération Tuniso allemand intitulé "Utilisation des retenues de barrages pour l'aquaculture" que fut réalisé à grande échelle

l'introduction de poissons d'eaux douces dans la retenue de Sidi Salem, située au Nord Ouest de la Tunisie, qui constitue la plus grande réserve d'eau potable.

L'activité halieutique grandissante dans les plans d'eaux douces tunisiens notamment celui de Sidi Salem a entraîné une diminution de la production sur cette retenue. Il est donc devenu impératif d'évaluer les stocks des diverses espèces dans les retenues de barrages tunisiens.

L'utilisation de modèles analytiques pour l'évaluation de la biomasse piscicole est une méthode relativement très puissante sachant qu'elle combine à la fois les paramètres de croissance de l'espèce ainsi que des données très concrètes d'abondances comme la production et les prises par unités d'efforts.

L'inconvénient demeure cependant dans le laps de temps minimum nécessaire afin d'atteindre nos objectifs. Un cycle d'au moins un an est en effet indispensable pour ce genre d'étude ce qui suppose ainsi de la même manière, que le nombre d'espèces que nous pouvons étudier à la fois soit également limité en raison des nombreuses contraintes de la méthodologie. Les résultats obtenus sont cependant très puissants et très pertinents.

Ainsi une des méthodes de rechange préconisée afin d'obtenir des résultats plus rapides et directs concernant la biomasse piscicole est l'utilisation de l'écho prospection à l'aide d'écho sondeurs qui ont été pour la première fois utilisées pour la prospection du poisson après la deuxième guerre mondiale mais en mer ouverte et non pas dans les lacs (Marchal, 1985). C'est aux Etats-Unis d'Amérique que furent utilisés pour la première fois les sonars pour des comptages de poissons dans les lacs et les rivières (Mulligan, 2000) notamment pour le dénombrement des saumons pendant les migrations catadromes et anadromes

MATERIEL ET METHODES

L'appareil utilisé pour notre étude dans le barrage de Sidi Salem est un écho intégrateur SIMRAD EY 500 équipé d'un transducteur modèle ES 70-11 de fréquence 70 KHZ à faisceau partagé ou "Split-Beam". Le transducteur est placé à bâbord d'une barque tractée à l'aide d'un hors-bord de 25 CV (fig. 1).

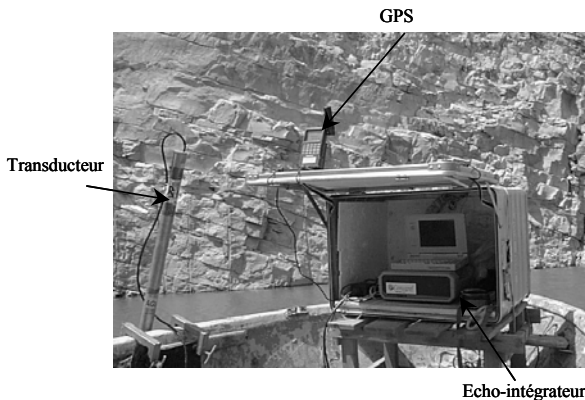


Figure 1 : Echosondeur "SIMRAD EY 500"

Les spécificités exactes de l'écho sondeur sont les suivantes :

- Fréquence d'émission : 70 khz
- Cône d'émission-réception (longitudinal x transversal) : $11,3^{\circ} \times 11,2^{\circ}$
- Rythme d'émission : 3 tirs par seconde
- Durée d'impulsion : 0,6 ms
- Longueur d'onde : 2,1 cm
- Gain de compensation de la Target Strength : 4 dB. Si la cible est située latéralement, elle est automatiquement augmentée de 4 dB au maximum afin de compenser la déperdition latérale du signal. Ceci va permettre d'augmenter latéralement l'angle solide du cône d'émission réception jusqu'à environ 13° .

Foote et *al.*, (1987) ont mis au point un protocole standard qui va permettre de vérifier la bonne stabilité des mesures. Ceci a été rendu possible à l'aide de séance de calibrations en bassin.

L'écho sondeur permet également d'obtenir à la suite de la réception de l'écho du ping les renseignements suivants :

* Une intensité de l'onde de retour, la "Target Strength" ou TS, qui caractérise une cible isolée et dont nous pouvons connaître également la profondeur par simple calcul entre la célérité de l'onde et le temps qu'a mis cette même onde pour atteindre le transducteur. Les faisceaux partagés permettent de localiser latéralement les cibles notamment celles qui sont situées à la même profondeur.

* Une "densité de signal" ou encore appelé réverbération du volume (Sv) qui est calculée par intégration sur un volume qu'on transformera en valeur de densité volumique de biomasse en g/m^3 . C'est pour cette raison d'ailleurs que l'on parle d'écho intégration.

Par conséquent l'analyse du signal permet, tout d'abord grâce aux TS, de compter des cibles bien distinctes entre elles et de lui faire correspondre un poids bien déterminé et d'autre part, à partir de la S_v , de quantifier une biomasse présente dans un volume bien déterminé sans pour autant pouvoir distinguer entre les différentes cibles.

Le choix du traitement des données va dépendre essentiellement du comportement des poissons dans la masse d'eau. L'écho intégration est nécessaire à partir du moment où les poissons se déplacent par banc. L'écho sondeur est en effet incapable de distinguer deux cibles dans ces conditions là. Il faudrait en effet des sondeurs de très hautes fréquences qui n'existent pas sur le marché. En revanche, nous pouvons faire de l'écho intégration pour des poissons se déplaçant individuellement mais en prenant le risque de comptabiliser des poissons qui ne sont en réalité que des bulles d'air ou des ondes réfléchies dues aux différentes discontinuités rencontrées. L'écho comptage trouve son application surtout sur les peuplements piscicoles dispersés où nous arrivons à obtenir les échos de cibles individuelles. Cadic et *al.* (1998) ont montré que cette dernière méthode de calcul demeurerait la plus fiable dans les plans d'eaux douces français en raison de la "difficulté d'interprétation que posait l'utilisation de l'écho intégration dans les plans d'eaux douces". Kubecka et *al.* (1992), préconisent l'écho comptage sachant qu'il permet de traiter chaque écho de façon différenciée.

Dans la retenue de Sidi Salem qui a été le site pilote de l'écho sondage en Tunisie aucune étude antérieure n'a été réalisée sur ce plan d'eau afin de connaître le comportement des poissons qui y ont été introduits. La première campagne avait donc le double rôle d'estimer la biomasse mais également de mettre en évidence un comportement piscicole. Les premiers écho grammes réalisés sur Sidi Salem montrent rarement des bancs constitués comme ceux que l'on peut observer sur les

écho grammes réalisés sur les bancs de poissons pélagiques en mer ouverte. C'est pour toutes ces raisons qu'il a été décidé d'utiliser l'écho comptage comme méthodologie de calcul de biomasse piscicole.

Comptage des cibles et transformation des TS en poids

L'identification et le comptage des cibles réfléchies suppose que nous avons bien à faire à un poisson. Pour cela, le logiciel SIMRAD EP 500 qui traite les données acoustiques du SIMRAD EY 500, est dotée d'une fonction permettant de faire un choix sur "l'acceptation" ou le "refus" d'une cible à partir d'un algorithme préalablement établi. Le choix de cet algorithme va dépendre du type de plan d'eau auquel nous avons à faire et aussi des conditions atmosphériques le jour de l'écho sondage. Le choix pour la retenue de Sidi Salem s'est inspiré des études réalisées par Cadic *et al.* (2000) et Irz *et al.* (1999) à la suite d'une campagne réalisée en France sur le barrage des Olivettes. Ce choix a été motivé par le fait que la retenue effectuait par la même occasion une vidange décennale ce qui leur a permis de valider la méthodologie employée.

L'algorithme de tri est constitué de trois composantes :

- Première composante : Nombre de détections successives minimales pour laquelle nous acceptons ou pas le fait que la cible soit un poisson. Ceci suppose donc que nous avons vu la cible au moins deux fois entre trois tirs successifs. Dans certains cas, et étant donnée que chaque cible est bien étudiée sur l'écho gramme, nous pouvons accepter le fait que se soit un poisson même si la cible est détectée une seule fois.
- Deuxième composante : La distance verticale entre deux "pings" de la même cible ne doit pas dépasser une certaine valeur. Dans notre cas le choix s'est fait sur une valeur de 60 cm les jours quand les vents étaient relativement violents alors que pendant les journées de calmes cette valeur a été ramenée à 30 cm.
- Troisième composante : Nombre de tirs sans écho que nous acceptons entre deux détections successives du même poisson. Dans tous les cas cette valeur sera prise comme nulle. Nous accepterons aucun tir sans écho entre deux détections successives.

D'autre part et dans toute l'analyse du "Tracked fish", les échos inférieurs à -50dB ont tous été systématiquement éliminés du comptage de cible car il s'agit le plus probablement de bulle de dégazage ou de plancton (quelques unes d'entre elles ont été cependant comptabilisées comme des poissons). Le deuxième problème lié au dénombrement des cibles acoustiques est lié au volume que nous avons réellement échantillonné plus communément appelé "volume insonifié". La détermination de ce volume est à la fois extrêmement complexe et indispensable pour le bon déroulement de l'écho sondage. En réalité le son émis par le transducteur diffuse dans tous les sens et il faudrait connaître la limite latérale à partir de laquelle ce son est suffisamment faible pour ne plus détecter de cible. Compte tenu des données du constructeur du SIMRAD EY 500 et étant donné que

l'insonification est conique avec un angle de 6,5° le volume échantillonné est calculé de la manière suivante :

$$V = h^2 \times \tan \alpha \times L$$

Avec α l'angle de directivité du sondeur (avec $\alpha = 6,5^\circ$)

L le chemin parcouru sur le plan d'eau

h la profondeur du fond

Étant donné que dans un premier temps il est nécessaire de déterminer le nombre de poissons dans le volume échantillonné et que par la suite il sera nécessaire d'extrapoler à l'ensemble du plan d'eau, il est indispensable de corriger le nombre de poissons détectés en fonction du volume insonifié. À cet effet, il faut que l'effort d'échantillonnage soit le même partout. Ceci est rendu possible en "fractionnant" la surface écho sondée en "n" cases dont nous connaissons, grâce à l'écho sondeur, la profondeur donc le volume exacte. Ainsi la case qui aurait un grand volume et où l'échantillonnage aurait été relativement faible sera pondérée par un coefficient multiplicatif (volume de la case / volume échantillonné).

Une fois le comptage réalisé il reste par la suite à transformer les intensités acoustiques en poids. Love (1977) a été l'un des premiers à étudier le problème et à proposer une relation mathématique liant l'intensité acoustique au poids du poisson. Ces premières études ont permis de montrer que la relation est du type logarithmique de la forme :

$$TS \text{ (en dB)} = a \ln(\text{Poids}) + b$$

TS : intensité acoustique

a et b sont deux constantes

En raison des nombreux facteurs qui peuvent influencer la "Target Strength", il serait nécessaire d'effectuer un calibrage des données acoustiques aux espèces qui peuplent le plan d'eau ainsi qu'un calibrage par rapport aux caractéristiques hydrobiologiques de ces mêmes eaux. Dans ce contexte la formule de Love (1977), n'est nullement adaptée aux cyprinidés et aux carnassiers des plans d'eaux douces. L'estimation de la biomasse par comptage des cibles acoustiques confirmées devient par conséquent relativement "hasardeuse". Argillier *et al.* (1997), ont d'ailleurs montré que cette méthode est inutilisable dans les plans d'eaux douces en raison de la forte valeur du coefficient de variation. Aussi et afin d'adapter au plus l'étude acoustique au contexte tunisien, c'est la méthode mixte qui combine à la fois l'acoustique et les résultats des pêches d'échantillonnage qui sera utilisée. Afin d'appliquer cette méthode, il est indispensable de connaître de façon la plus exacte possible le profil piscicole du plan d'eau. Par la suite la difficulté réside dans la détermination de la relation mathématique entre la distribution des tailles pisciaires et des intensités acoustiques communément dénommé anamorphose. À cet effet l'échantillonnage piscicole a fait l'objet d'une étude très approfondie.

Echantillonnage piscicole

L'échantillonnage dans la retenue du barrage de Sidi Salem a duré pratiquement 1 mois, du 1^{er} au 23 juillet et

pendant lequel une dizaine de personne, hormis les professionnels, ont été mobilisées. En raison de la grande superficie du plan d'eau, le barrage a été scindé en cinq zones (fig. 2) de pêches en fonction des villages entourant le barrage et en fonction des zones de débarquement des pêcheurs : Oued-zarga, Mzougha, Khroufa, Skhira et l'île centrale.

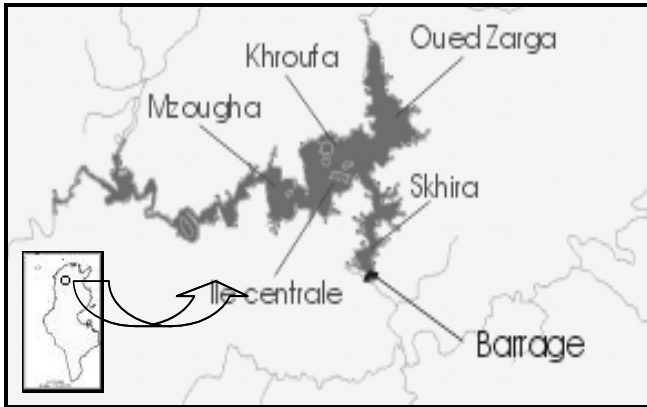


Figure 2 : Localisation des cinq stations d'étude dans la retenue du barrage de Sidi Salem

La méthode d'échantillonnage est celle de Degiorgi (1994) reprise et adapté par Rivier (1997) et Argillier et al. (1997). Les filets utilisés sont constitués de deux types : des filets verticaux et des filets multimailles (filets araignées). Ils ont été élaborés de manière à pouvoir échantillonner le plus grand volume d'eau possible c'est à dire aussi bien dans les zones profondes que dans les zones de faibles profondeurs. Les filets aussi bien verticaux que multimailles ont été confectionnés à l'aide de fil en polyamide mono filament sauf pour les filets de 10 mm de côté de mailles qui ont été confectionnés à l'aide de fils en maille tressée à cause de l'absence de mono filament de ce côté de maille sur le marché tunisien.

Les filets verticaux ont été élaborés de manière à échantillonner la colonne d'eau verticalement au niveau des zones où la profondeur est importante. Il sont constitués (fig. 3) de filet de 2 m de large et de 20 m de chute. Pour chaque maille nous avons confectionné deux filets verticaux. Les mailles étaient respectivement de 5, 10, 22, 26, 30, 40, 50, 70 et 90 mm de côté de maille. Le filet est muni par le haut d'un enrouleur permettant de dérouler le filet en fonction de la profondeur du lac et de la zone étudiée ainsi que de raidisseurs fixés au niveau des différentes hauteurs du filet ainsi qu'à l'extrémité inférieure de manière à éviter le vrillage de celui-ci pendant sa mise en eau. Le raidisseur du fond est lesté en plus avec du plomb afin d'assurer une bonne stabilité du filet.

Les filets multimailles ou filets araignées sont constitués de nappes de faibles chutes (de l'ordre de 2 m) avec une largeur très importante (50 m) constituée de l'ensemble des mailles des filets verticaux. Les différentes mailles constituant le filet sont ramendées les unes à côté des

autres de manière à avoir les différentes gammes de mailles en un seul filet. Degiorgi (1994) a séparé chaque type de maille par un espace de l'ordre de 1,8 m. Par contre, nos filets ont été directement ramendés sans laisser de vide entre chaque nappe. Ceci permettra de limiter les échappements de poisson pendant les pêches (fig. 4). Une ligne de flotteur ainsi qu'une ralingue

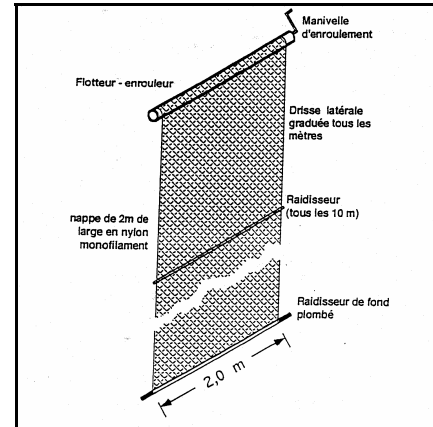


Figure 3 : Filet vertical d'après Degiorgi (1994)

plombée assure la stabilité des filets dans la colonne d'eau.

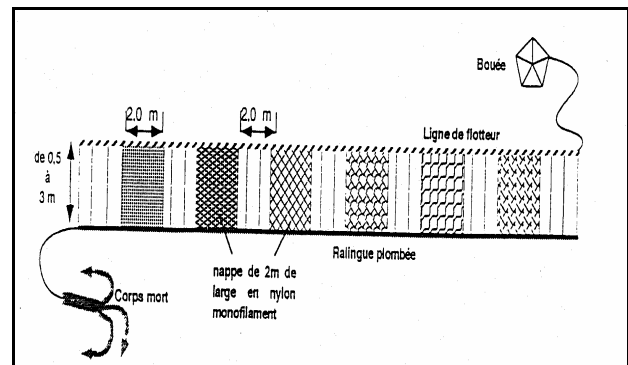


Figure 4 : Filet multimaille araignée d'après Degiorgi (1994)

Dans la pratique et afin d'éliminer un biais d'échantillonnage lié au temps de pose toutes les pêches ont été réalisées pendant 12 heures. Ainsi les filets étaient posés à 19 heures de manière à les remonter le lendemain matin à 7 heures.

RESULTATS

Résultats des pêches

a - Abondance relative pondérale par station

L'ensemble des pêches réalisées au cours de la campagne dans le barrage de Sidi Salem a permis de capturer plus de 385 kg de poissons toutes espèces confondues. L'analyse des abondances relatives pondérales par stations (fig. 5) montre que les poissons fourrages (rotengles et gardons) sont toujours majoritaires dans le plan d'eau sauf à Khroufa où le sandre dépasse de 1% le pourcentage pondérale de ces poissons fourrages. A l'île centrale (fig. 5), ils représentent 81% en poids de la population piscicole alors qu'il est le moins représenté à Oued-Zarga avec 43% du poids total des captures. Les rotengles *Scardinius erythrophthalmus* et les gardons *Rutilus rubilio* ont été pêchés avec des filets de 40 mm de coté au niveau des berges. La carpe *Cyprinus carpio*,

paradoxalement au poids de chaque spécimen est relativement peu représentée dans les proportions relatives des captures. Elle atteint au maximum 3% du total des pêches au niveau de Mzougha alors qu'elle n'est que de 1% au niveau de Skhira, Khroufa et Oued-Zarga. Il est probable que le faible taux de carpes à Skhira soit lié à la richesse du milieu en végétaux qui constitue la source d'aliment de prédilection de ces poissons. En effet, les végétaux abondent surtout dans les zones de faibles profondeurs. Quelque soit la zone de pêche, le silure *Silurus glanis* est très mal représenté puisque sa proportion de dépasse pas les 4% à Khroufa. Les engins de pêches utilisés dans les retenues de barrages ne sont pas adaptés à cette espèce. Le silure est essentiellement capturé par des palangriers ou par des capétheades installées dans des zones peu profondes. D'autre part, quelque soit les zones de pêches, le mullet n'existe que dans la zone de Oued-Zarga. C'est au niveau de cette zone que l'on déverse les alevins de muges. Il est

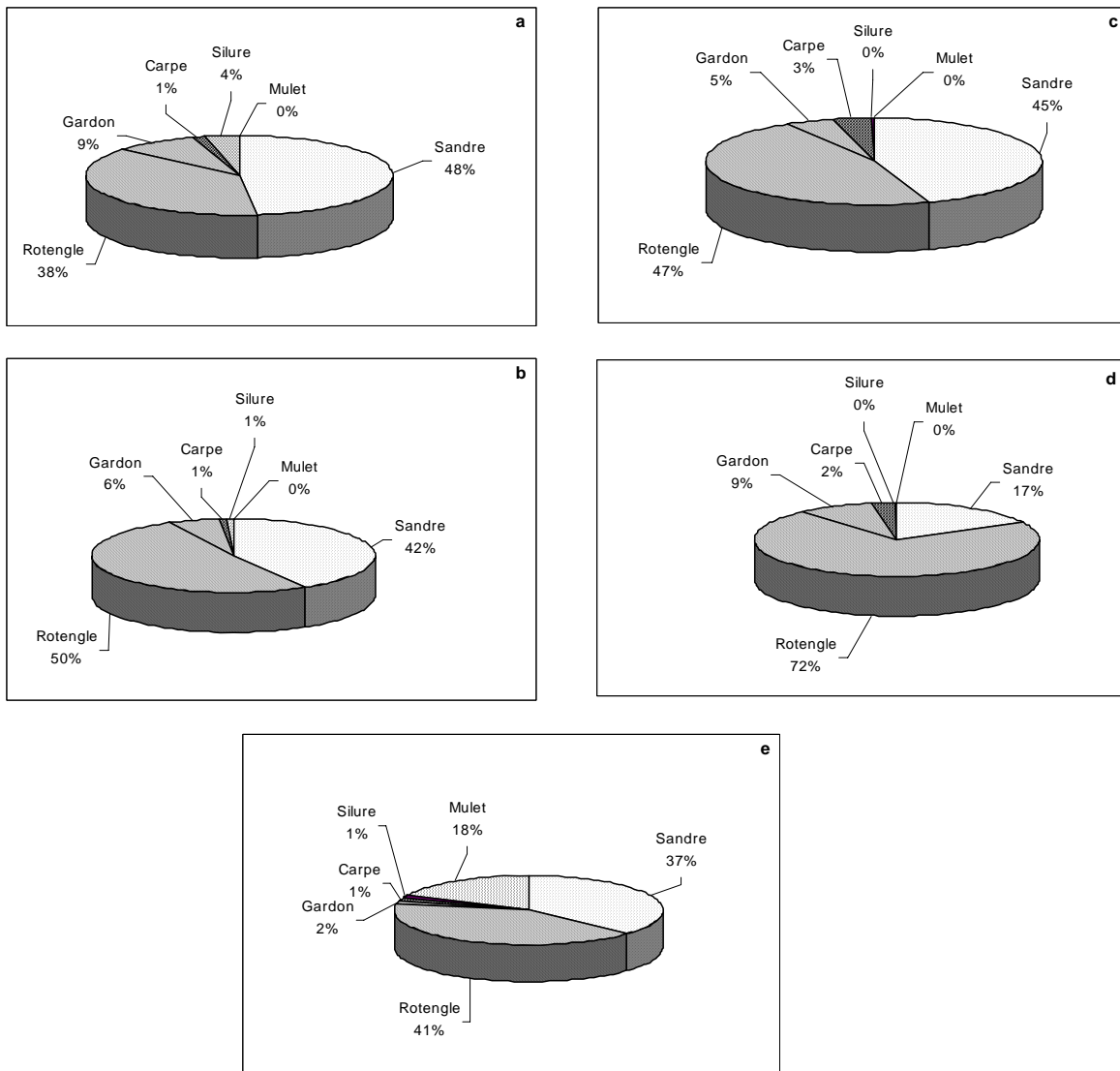


Figure 5 : Abondance relative pondérale à Khroufa (a), Skhira (b), Mzougha (c), l'île centrale (d) et Oued-Zarga (e)

probable que les mulets n'effectuent pas de grands déplacements et restent cantonnés dans leur lieu d'alevinage. Ces mulets représentent 18% de la biomasse. Les mulets capturés sont de tailles relativement importantes. La majorité étaient constitués par des *Mugil cephalus*.

b - Abondance relative pondérale globale

Globalement, dans la totalité de la retenue de Sidi Salem, ce sont les poissons fourrages (gardons et rotengles) qui sont les plus abondants avec 54% des abondances relatives correspondant à une biomasse de 208 kg. Par la suite, c'est le sandre qui est le plus abondant avec un pourcentage cumulé de 39% des captures. Le mulet vient en troisième position en terme de poids avec 4% des captures (fig. 6). Le silure et la carpe viennent en dernière position avec respectivement 1 et 2% des effectifs massiques. Ceci correspond respectivement à 4 et 7,7 kg. Ce sont ces proportions relatives que nous avons, par la suite, utilisées afin de déterminer la biomasse spécifique.

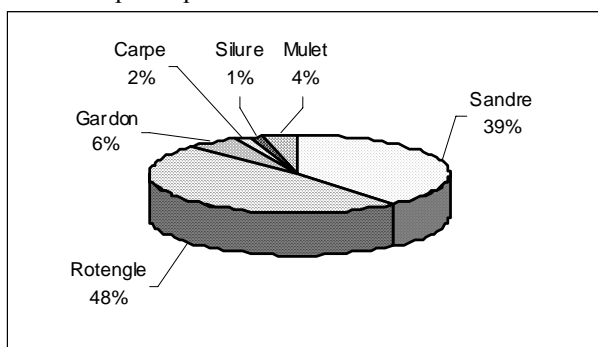


Figure 6 : Abondance relative pondérale globale dans la retenue du barrage de Sidi Salem

Résultats de la prospection acoustique

Trajet parcouru

En raison de la grande superficie de la retenue, l'acquisition de données a nécessité 4 jours en continu. Le trajet effectué a été réalisé de manière à couvrir l'ensemble du plan d'eau. La distance totale parcouru a été estimée à 89 km. Après correction, le volume totale échantillonné a été de 1943748 m³. Sachant que la

superficie de la retenue après surélévation est de 5600 ha correspondant à un volume d'eau de 550 millions de m³ (d'après la table fournie par la Direction des Etudes et des Grands Travaux Hydrauliques), nous obtenons un taux d'échantillonnage de l'ordre de 0,35% qui est un pourcentage plus élevé que celui réalisé en mer.

Méthode mixte de conversion des (TS) en poids

Dans un premier temps, nous allons déterminer le profil global des abondances relatives des intensités acoustiques (fig. 7). Ceci permettra de caler ces résultats avec les abondances relatives des pêches réalisées à l'aide des filets scientifiques. Un total de 1713 cibles a été répertorié suivant l'algorithme choisi et décrit précédemment.

A ce stade, il reste à comparer cette distribution des tailles acoustiques avec la distribution de la fréquence des poids des captures toutes espèces confondues afin de déterminer les classes de taille sur lesquelles l'anamorphose va s'effectuer (fig. 8).

C'est uniquement la partie entourée qui va servir à effectuer l'analogie graphique entre la fréquence du poids des poissons et des intensités acoustiques. La proportion des poissons utilisés pour la conversion a été de 788 individus pour un total relatif de 1936 poissons soit environ 40% de l'effectif relatif total. La nouvelle fréquence des poids devient alors (fig. 9):

Toute la biomasse qui sera estimée par la suite correspondra donc uniquement à des classes de masses comprises entre 138 et 4603 g correspondant elles mêmes aux 18 classes d'intensités acoustiques (fig. 9).

Une fois arrivé à ce stade et afin d'obtenir les équivalences les plus exactes possibles, il est indispensable d'avoir les mêmes unités graphiques aussi bien en abscisse qu'en ordonnée. Les intensités acoustiques des cibles sont, en abscisse, un rapport logarithmique entre "l'intensité émise et l'intensité reçue". Par conséquent, les abondances relatives des poids des poissons capturés ont été exprimés en logarithme népérien du poids. Les correspondances graphiques, qui se font par simple analogie graphique, ont été consignées sur la figure 10. La fonction obtenue est la suivante (fig. 11) :

$$TS = 4,8672 \ln(\text{poids en g}) - 71,3 \text{ avec } R^2 = 0,9736$$

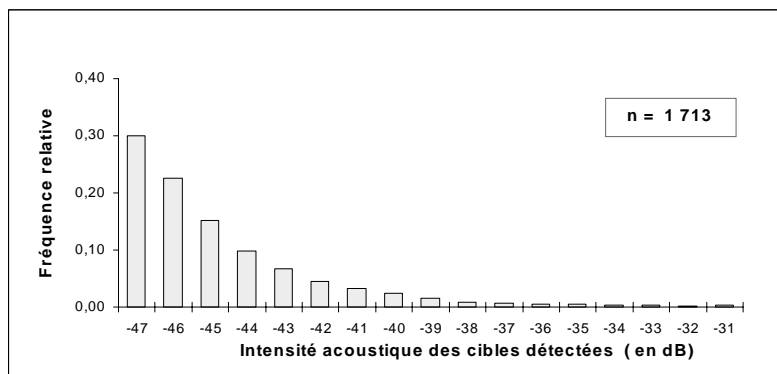


Figure 7 : Distribution des intensités acoustiques des cibles détectées suivant leur TS

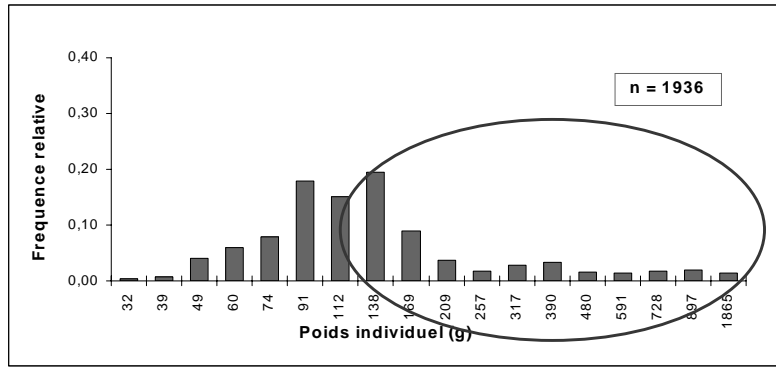


Figure 8 : Fréquence des poids des poissons capturés par les filets scientifiques dans la retenue du barrage de Sidi Salem

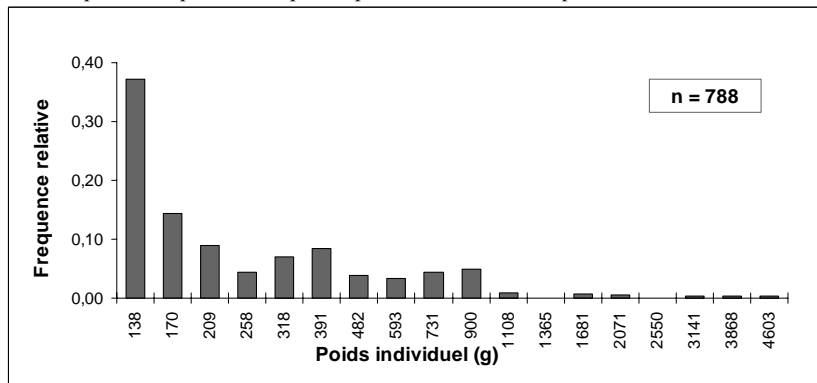


Figure 9 : Fréquence des poids des poissons capturés par les filets scientifiques après correspondance graphique

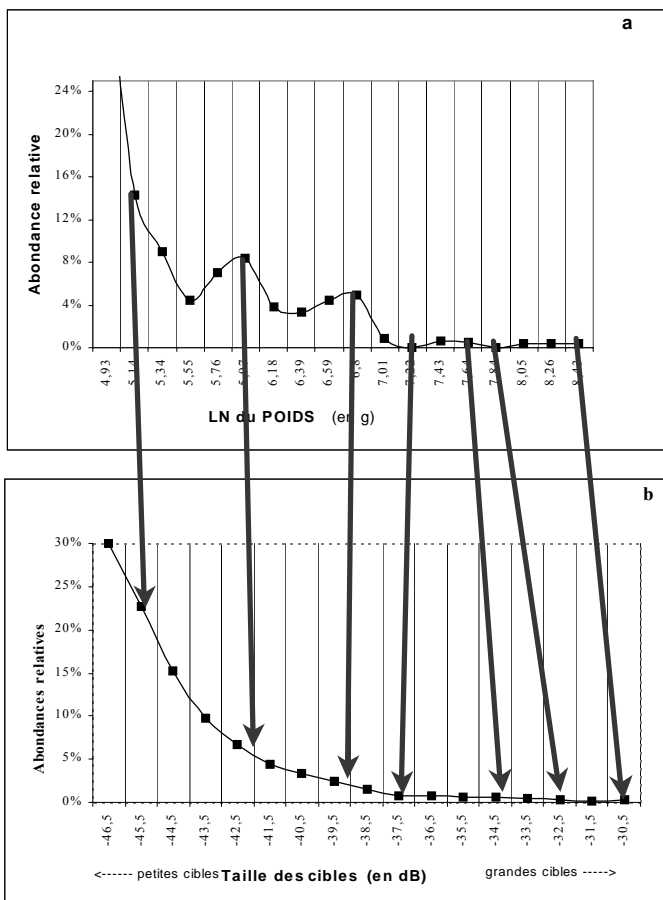


Figure 10 : Anamorphose entre les abondances relatives des poissons capturés (a) et les abondances relatives des cibles acoustiques (b) dans la retenue du barrage de Sidi Salem

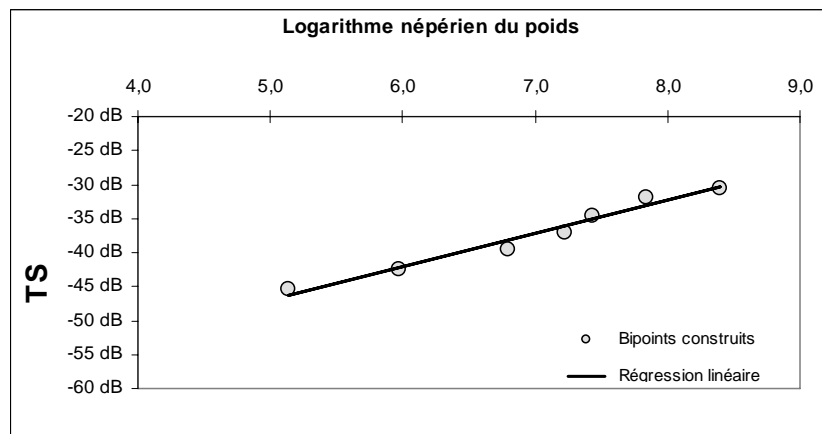


Figure 11 : Relation entre la TS et le poids des poissons dans la retenue du barrage de Sidi Salem

Biomasse totale

D’après les analogies graphiques, la fraction acoustique située entre -47 et -31 dB correspond à la biomasse de poissons dont le poids est situé entre 138 et 4603 g. Un total de 1713 cibles a été comptabilisé pour un taux d’échantillonnage de 0,35%. A partir des effectifs relatifs déterminés par l’acoustique pour ces classes de taille, la biomasse totale correspondante a été estimée à 170,3 T (tableau I).

Chaque biomasse est obtenue par la formule suivante :

$$B_i = AR_i \times P_i \times NC_i$$

Avec B_i : biomasse de l’écho correspondant

AR_i : Abondance relative des intensités acoustiques

P_i : Poids correspondant à l’écho

NC_i : Nombre de cibles

D’après les pêches scientifiques, le peuplement piscicole est constitué également de poissons dont la masse varie de 32 à 112 g ce qui signifie que cette fraction n’a pas été comptabilisée. Il s’agit de petits poissons. Aussi et afin de les intégrer dans la biomasse totale les abondances relatives des captures ainsi que l’effectif déterminé par acoustique ont été utilisés. Les résultats ont été consignés dans le tableau II. La biomasse totale de ces classes est donc de 22 t ce qui nous donne une biomasse totale globale toutes classes confondues de 192,35 t, soit une densité de 0,35 g/m³

Tableau I : biomasse des poissons de poids compris entre 138 et 4603 g dans la retenue du barrage de Sidi Salem

	Abondance relative en %	TS de la classe en dB	Poids correspondant en g	Biomasse en kg
	37,18	-47,00	138,00	24898,38
	14,34	-46,00	169,96	11827,39
	9,01	-45,00	209,33	9152,56
	4,44	-44,00	257,82	5554,93
	6,98	-43,00	317,53	10755,47
	8,38	-42,00	391,08	15903,61
	3,81	-41,00	481,67	8905,43
	3,30	-40,00	593,23	9499,96
	4,44	-39,00	730,64	15742,32
	4,95	-38,00	899,87	21615,69
	0,89	-37,00	1108,30	4786,65
	0,00	-36,00	1365,01	0,00
	0,63	-35,00	1681,18	5139,71
	0,51	-34,00	2070,59	5124,44
	0,00	-33,00	2550,18	0,00
	0,38	-32,00	3140,87	5791,83
	0,38	-31,00	3868,36	7133,35
	0,38	-30,2	4603,00	8488,04
Total	100			170319,76

Tableau II : Biomasse des poissons de petits poids dans la retenue du barrage de Sidi Salem

	Abondance relative en %	Effectifs	Poids correspondant en g	Biomasse en kg
	0,31	1517	32,00	48,55
	0,62	3034	39,00	118,31
	3,98	19466	49,00	953,83
	6,04	29578	60,00	1774,68
	7,95	38932	74,00	2880,95
	17,87	87470	91,00	7959,79
	15,13	74072	112,00	8296,02
Total	52			22032,14

Les poissons de plus de 138 g sont représentés par 18 classes contre 7 pour ceux qui se situent de 32 à 112 g. D'autre part, les poissons dont le poids est inférieur à 138 g représentent en terme d'effectif 52% de la population totale alors qu'ils représentent en terme de biomasse 11,4 %. Ce sont donc essentiellement les gros poissons qui contribuent à la biomasse instantanée totale du plan d'eau douce.

D'après les proportions relatives des biomasses pêchées dans toute la retenue, le tonnage spécifique est résumé dans le tableau III

DISCUSSION

Le tonnage obtenu dans la retenue de Sidi Salem paraît relativement faible comparé à la production estimée en 2001 à la suite du suivi annuel des débarquements. Ces derniers ont été estimés à environ 714 t contre une biomasse instantanée de 192,4 t obtenue par écho sondage. En réalité, la biomasse obtenue par écho comptage ne représente qu'une certaine abondance piscicole à un instant donné, contrairement aux données de production qui représentent une évaluation quantitative sur toute une année. D'autre part, quand nous comparons le tonnage obtenu par les modèles analytiques sur les rotengles et les gardons, nous remarquons également que l'hydro-acoustique a probablement tendance à sous-estimer la biomasse piscicole. En effet, la biomasse moyenne du rotengle et du gardon dans la retenue de Sidi Salem obtenue par modélisation analytique a été estimée respectivement à 112,4 t et 47,7 t (soit un cumul de 160,1 t) alors que les valeurs instantanées obtenues par écho sondage sont de 92,33 t et 11,54 t respectivement pour le rotengle et le gardon soit un résultat cumulé de 103,9 t. Il faudrait pouvoir intégrer les données de croissance dans le résultat obtenu par écho sondage mais tout en supposant que le stock soit vierge et que la mortalité naturelle soit négligeable (très faible). Ces deux conditions ne sont évidemment pas réunies dans la retenue de Sidi Salem où la production ne cesse de diminuer d'année en année, ce qui suppose que la pression sur le stock soit relativement importante.

CONCLUSION

L'écho prospection a permis d'évaluer la biomasse instantanée toutes espèces confondues dans la retenue du barrage de Sidi Salem à 192,4 t, soit des biomasses respectives pour le sandre, le mulot, le silure, la carpe, le gardon et le rotengle de 75 t, 7,7 t, 1,9 t, 3,9 t, 11,5 t et 92,3 t.

Si l'on veut assurer la pérennité de la ressource halieutique dans la retenue du barrage de Sidi Salem, il est indispensable de respecter la période de repos biologique car l'indice d'abondance obtenu par écho sondage dénote d'une mauvaise exploitation de la ressource.

Remerciements : Les auteurs remercient le CEMAGREF de Montpellier et plus particulièrement Mr. Nadou CADIC pour nous avoir prêté l'écho sondeur afin de mener à bien nos campagnes.

BIBLIOGRAPHIE

- Argillier C., Nadou C. et P. Irz, (1997). Estimation de la biomasse totale et détermination de la composition spécifique du peuplement piscicole de la retenue des Bariousses (Treignac, Corrèze). *Rapport CEMAGREF, Montpellier* 43 p.
- Cadic N., C. Argillier, M. Sagliocco, P. Irz, O. Schlumberger et J.-P. Proteau, (2000). Retenue des Olivettes – Etude piscicole de préparation de vidange. *Rapport CEMAGREF, Montpellier*, 37 p.
- Cadic N., J.-P. Proteau et C. Audor, (1998). Estimation de la biomasse piscicole de la retenue de Grangent par écho sondage. *Rapport définitif CEMAGREF Montpellier*, 26 p.
- Degiorgi F., (1994). Etude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. Prospection multisaisonnaire de 6 plans d'eau de l'est de la France à l'aide de filets verticaux. *Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon*. 191 p.
- Foote K. G., H.P. Knudsen, G. Vestnes., MC Lennan et E.J. Simmonds, (1987). Calibration of acoustic instruments for fish density estimation : a practical guide. Vol. 144, *ICES Cooperative Research Reported, Copenhagen*, 84 p.

- Irz P., C. Argillier, O. Schlumberger et J. P. Proteau, (1999). Etude ichtyologique de la retenue de Naussac (Lorèze). *Rapport CEMAGREF, Montpellier* 48 p.
- Kubecka J., A. Duncan et A.J. Butterworth, (1992). Echo counting or echo integration for fish biomass assessment in shallow waters. *In European Conference on Underwater Acoustic Luxembourg. (ed M. Weydert), Elsevier, Londres.* : 129-132.
- Love R.H., (1977). "Target strength of an individual fish at any aspect", *J. Acoust. Soc. Am.*, 62 (6), 1397-1403.
- Marchal E., (1985). La détection acoustique dans l'étude des peuplements pisciaires *In Gerdaux D.et R. Billard Ed., Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles, INRA, Paris.* 107-124.
- Mulligan T., (2000). Shallow water fisheries sonar : a personal view. *Aquat. Living Resour.* 13 (5) : 269-273.
- Rivier B., (1997). Lacs de haute altitude. Méthode d'échantillonnage ichtyologique. *Gestion piscicole. Cemagref ed.*, 122 p.
- Zaouali., (1981). Problèmes d'aquaculture : Eaux saumâtres et potentiel aquacole. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 58 (1-2) : 93-103.