

**CARACTERISATION ET VARIATION PHENOTYPIQUE ET BIOLOGIQUE DES DEUX SEXES DU SANDRE SANDER LUCIOPERCA (L., 1758) (TELEOSTEEN, PERCIDAE) DANS LA RETENUE DE BARRAGE DE NEBHANA (TUNISIE CENTRALE).**

**Ons TURKI<sup>1\*</sup>, M. M'HETLI<sup>1</sup>, A. CHRIKI<sup>2</sup> et M.M. KRAÏEM<sup>1</sup>**

1- Laboratoire d'Aquaculture- INSTM- Salammbô

2- Laboratoire de Génétique- Faculté des Sciences de Bizerte

\*turki\_ons@yahoo.fr

**ملخص**

تحديد خصوصيات سمك الصنندر ببجيرة سد نهبانة والتباين المظهري والبيولوجي عند جنسيه : تهدف هذه الدراسة الى ابراز المؤشرات المظهرية والبيولوجية التي يختص بها سمك الصنندر مع المحاولة لكشف الفروق بين الجنسين. وقد بينت الدراسة انه ليس هناك تباين بين الجنسين في ما يخص المؤشرات العضوية على عكس المؤشرات القياسية حيث يختلف الذكور عن الاناث ب 8 مؤشرات قياسية. اما في ما يخص النمو بين الجنسين فقد اثبتت النتائج ان هناك نمو اكبر بالنسبة للاناث ويزداد تفاوت نسبة النمو بين الجنسين مع التقدم في العمر. **الكلمات المفاتيح:** سمك الصنندر، التباين المظهري، المؤشرات العضوية، بجيرة سد نهبانة، تونس.

**RESUME**

Dans le but de caractériser phénotypiquement et biologiquement la population de sandre (*Sander lucioperca* (L., 1758)), et de détecter une éventuelle variabilité entre les sexes, une étude des variables méristiques et morphométriques ainsi que la croissance, a concerné 133 mâles et 166 femelles issus de la retenue de barrage de Nebhana.

Le choix des variables méristiques et morphométriques a été décelé à partir de travaux bibliographiques montrant un taux important de variabilité chez les poissons marins et d'eau douce. Ainsi 9 caractères méristiques et 23 variables morphométriques ont été retenus.

Les résultats ont montré une invariance des caractères méristiques entre les mâles et les femelles. Quant aux rapports morphométriques, les mâles diffèrent des femelles par 8 variables de manière très significative à hautement significative. Il s'agit des rapports, proportionnels à la longueur standard LS, de la longueur totale (LT), longueur à la fourche (LF), longueur de la nageoire ventrale (V), longueur de la nageoire pectorale (P), longueur de la nageoire pectorale (P), distance reliant la nageoire ventrale à la nageoire anale (VA), distance reliant le museau à la deuxième nageoire dorsale (MD2), distance reliant le museau à la nageoire anale (MA), distance reliant le point d'insertion de la dernière épine de la première nageoire dorsale à l'extrémité de la nageoire caudale (PoD) et distance reliant la nageoire pectorale à la nageoire anale (PA).

L'étude de la croissance entre les deux sexes s'est basée sur la technique de l'otolithométrie suivant la méthode des longueurs rétrocalculées. Les résultats montrent que les femelles présentent une croissance plus importante en longueur que celle retrouvée chez les mâles. Cette importance est encore plus élevée avec l'âge.

**Mots clefs :** *Sander lucioperca*, caractères méristiques, indices morphométriques, retenue de barrage Nebhana, Tunisie.

**ABSTRACT**

**Characterization and phenotypic and biological variation in the two sexes of pikeperch *Sander lucioperca***

**(L., 1758) (Teleostei, Percidae) in the Nebhana reservoir (Central Tunisia) ;** In order to characterize the difference between the sexes in the pikeperch population (*Sander lucioperca* (L., 1758)), the phenotypic and biologic variability was estimated in 133 males and 166 females collected from the Nebhana dam. The choice of the meristic and morphometric variables was detected from bibliographical work showing an important rate of variability in marine and fresh water fish. Thus 9 meristic and 23 morphometric characters are retained.

The results showed homogeneity of the meristic characters between the males and the females. Therefore, the males differ from the females by 8 morphometric characters in a very significant way to highly significant: total length (LT/LS), fork length (LF/LS), ventral fin length (V/LS), pectoral fin length (P/LS), distance connecting the ventral fin to the anal fin (VA/LS), distance connecting the muzzle to the second dorsal fin (MD2/LS); distance connecting the muzzle to the anal fin (MA/LS), distance connecting the insertion point of the last spine of the first dorsal fin at the end of the caudal fin (PoD/LS) and distance connecting the pectoral fin to the anal fin (PA/LS).

The comparative analysis of growth have revealed significant differences between sexes. In fact, the females have higher mean values of total length especially with the most aged individuals.

**Key words:** *Sander lucioperca*, meristic characters, morphometric ratio, Nebhana reservoir, Tunisia.

## INTRODUCTION

En Tunisie, le genre *Sander* n'est représenté que par l'espèce *Sander lucioperca* (Kraïem, 1983 ; Kraïem, 1991 ; Toujani, 1998). Sa première introduction a eu lieu à la retenue du barrage de Nebhana, en 1968, suite à l'immersion de 30 mille œufs, d'origine allemande, dans des bacs incubateurs (M'Hetli, 2001). Compte tenu de la bonne adaptation des individus de sandre avec leur nouveau milieu (Losse *et al.*, 1990), plusieurs empoisonnements ont été effectués dans différents autres plans d'eau (Sidi Salem, Siliana, Lakhmes, Bni M'Tir, Lebna, Sidi El Barrak, El Abid...).

Jusqu'à présent, aucune étude phénotypique n'a été réalisée sur le sandre en Tunisie. C'est pourquoi, on se propose de contribuer à la caractérisation méristique et métrique de la population de Sandre de la retenue de barrage de Nebhana comme étant la

population d'origine. En plus, une étude de la variabilité phénotypique entre les deux sexes a été faite pour évaluer l'influence du sexe sur les caractères méristiques et morphométriques.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude et échantillonnage

Pour réaliser ce présent travail, tous les individus ont été capturés par des pêcheurs professionnels, au moyen de filets maillants de 26 et 40mm de côté de maille. Il s'agit d'un total de 133 mâles et 166 femelles collectés de la retenue du barrage de Nebhana. Cette retenue est située entre les montagnes à l'ouest de Sbikha, au centre-est de la Tunisie, dans le gouvernorat de Kairouan. Elle est caractérisée par une activité de pêche plutôt limitée par manque d'infrastructure.

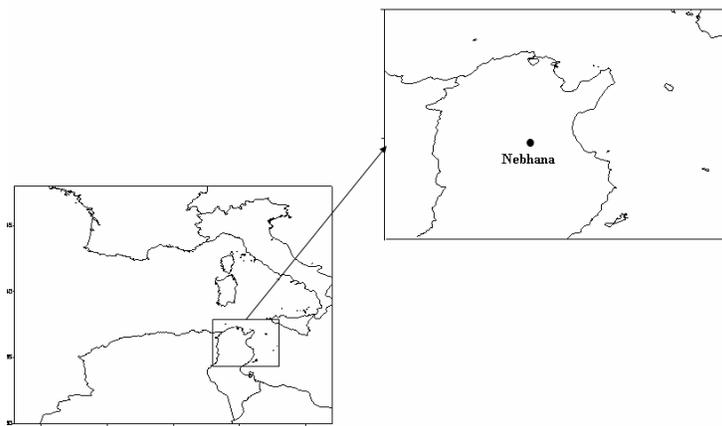


Fig. 1- Milieux d'étude et sites d'échantillonnage

### Etude morphométrique

#### Choix et relevé des caractères

Les caractères méristiques et morphométriques examinés ont été choisis en se basant sur des travaux similaires antérieurs (Goubier, 1975; Gourène & Teugels, 1993; Kraïem, 1994; Krpo-Četković & Stamenković, 1996; Bahri-Sfar, 2000; Gustiano *et al.*, 2004; Podolska *et al.*, 2006; Mairesse *et al.*, 2005; Kahilainene & Østbye, 2006..).

Les rayons des nageoires ont été comptés sans prendre en considération s'il s'agit de rayons mous ou rayons durs (Néat *et al.*, 2003; Barriga-Sosa *et al.*, 2004). Les comptages ont été répétés 3 fois (par la même personne) pour éviter au maximum les erreurs. Quant aux variables morphométriques (Tableau I et Fig. 2),.

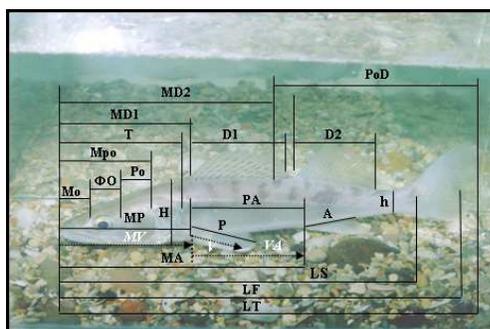


Fig. 2 : Différentes mensurations effectuées sur le sandre (pour la légende, cf. Tableau I)

Tableau I- Désignation et code des caractères méristiques et métriques étudiés chez le sandre

Type de caractères	Désignation	Code
<b>Méristiques</b>	Nombre de branchiospines sur le premier arc branchial	(Branch)
	Nombre des appendices pyloriques	(Pylo)
	Nombre des rayons à la première nageoire dorsale	(D1)
	Nombre des rayons à la deuxième nageoire dorsale	(D2)
	Nombre des rayons à la nageoire ventrale	(V)
	Nombre des rayons à la nageoire anale	(A)
	Nombre des rayons à la nageoire caudale	(C)
	Nombre des écailles sur la ligne latérale	(Ec)
	Nombre des vertèbres	(Ver)
<b>Métriques</b>	Longueur totale	(LT)
	Longueur standard	(LS)
	Longueur à la fourche	(LF)
	Longueur de la tête	(T)
	Epaisseur du corps	(e)
	Hauteur maximale	(H)
	Hauteur minimale	(h)
	Distance reliant le museau à l'œil	(Mo)
	Distance reliant le museau au pré-opercule	(Mpo)
	Distance reliant le museau à la nageoire ventrale	(MV)
	Distance reliant le museau à la nageoire pectorale	(MP)
	Distance reliant le museau à la première dorsale	(MD1)
	Distance reliant le museau à la deuxième nageoire dorsale	(MD2)
	Distance reliant le museau à la nageoire anale	(MA)
	Diamètre de l'œil	(ΦO)
	Distance œil-post opercule	(Po)
	Distance de la base de la première dorsale	(D1)
	Distance de la base de la deuxième dorsale	(D2)
	Distance de la base de la nageoire anale	(A)
	Longueur de la nageoire ventrale	(V)
	Longueur de la nageoire pectorale	(P)
	Distance reliant la nageoire ventrale à la nageoire anale	(VA)
	Distance reliant la nageoire pectorale à la nageoire anale	(PA)
	Distance reliant le point d'insertion de la dernière épine de la première nageoire dorsale à l'extrémité de la nageoire caudale	(PoD)

les trois premières mensurations ont été prélevées à l'aide d'un ichtyomètre et les mensurations suivantes ont été prises à l'aide d'un pied à coulisse au centième de millimètre près

En raison de la différence de taille entre les individus, les caractères métriques doivent être standardisés. Certains auteurs (Kraïem, 1994; Adite & Winemillier, 1997; Cakić *et al.*, 2002; Dumay *et al.*, 2004; O'Reilly & Horn, 2004) ont proposé une standardisation des caractères morphométriques par division de ces derniers par les longueurs de référence correspondantes :

- La longueur de la tête, pour les mensurations relevées sur la tête du poisson (Mo, ΦO, Po et Mpo).
- La longueur standard, pour les mensurations effectuées sur le corps du poisson (LT, LF, T, e, H, h,

D1, D2, V, A, P, MV, VA, MA, MP, MD2, MD1, PoD et PA).

Quant aux caractères méristiques, ils sont considérés indépendants de la taille du poisson (Murta, 2000; Pinheiro *et al.*, 2005). C'est pourquoi, ils ont été examinés tels qu'ils ont été pris (Kahilainen & Østbye., 2006), sans standardisation ou remise à une annulation de l'effet taille (Schönhuth *et al.*, 2005; Marques *et al.*, 2006). C'est pourquoi, les variables méristiques et morphométriques ont été traitées séparément (Salini *et al.*, 2004).

#### Traitement statistique des données

L'analyse statistique des caractères méristiques consiste essentiellement à calculer les paramètres statistiques descriptifs de base, à savoir : la moyenne, la variance, l'écart type et le mode puis de les

comparer entre les deux sexes de la population à l'aide de tests statistiques univariés (ANOVA, test F, test t de Student).

**Etude biologique**

**Techniques de l'étude de la croissance**

Pour chaque individu collecté, nous avons mesuré la longueur totale (en mm), identifié le sexe et finalement dégagé les otolithes pour permettre l'étude de l'âge du poisson. En effet, une étude de la croissance nécessite une étude préalable de l'âge.

- *Détermination de l'âge par otolithométrie* : La détermination de l'âge se base sur la lecture du nombre d'anneaux de ralentissement de croissance qui marque la saison hivernale et donc l'achèvement d'une année et le début d'une autre chez le poisson. Cette lecture se fait sous loupe binoculaire et elle est reprise par deux lecteurs pour s'assurer de l'âge.

- *Détermination de la longueur des rayons de l'otolithe* : A l'aide d'un micromètre oculaire, nous avons mesuré les longueurs correspondantes à chaque rayon à savoir R (rayon total de l'otolithe) et Rn (rayon du n<sup>ième</sup> niveau).

**Expression mathématique de la croissance**

- *Croissance linéaire absolue* : La croissance d'un poisson suit une équation allométrique entre le développement de l'otolithe et celui du corps :

$$R = a * Lt + b \text{ (méthode de Lee, 1920)}$$

R : le rayon total de l'otolithe,

Lt : la longueur totale du corps de l'individu,

a : la pente de la droite de régression,

b : l'ordonné à l'origine.

- *Etude rétrospective de la croissance linéaire* : Cette étude consiste à admettre que la relation entre la longueur totale du poisson et la mesure du rayon de l'otolithe suit une équation linéaire du type :

$$L_{tn} = (R_n/R) * (L_t - L_0) + L_0$$

L<sub>tn</sub> : la longueur totale du poisson à la formation du nième anneau,

L<sub>t</sub> : la longueur totale du poisson à la capture,

L<sub>0</sub> : la longueur de la larve à la formation de l'otolithe. On admettra comme valeur 30mm (M'Hetli, 2001).

R<sub>n</sub> : le rayon du nième anneau,

R : le rayon total de l'otolithe.

**RESULTATS**

**Etude morphométrique**

**Description statistique des caractères méristiques et morphométriques**

Les données statistiques descriptives des variables, chez les deux sexes sont calculées à partir des données d'origine (Jousson & Bartoli, 2001).

Tableau II– Données descriptives des différents caractères méristiques étudiés.

Type de Caractères	Caractère s	Effectifs		Moyenne		Mode		Ecart Type		Min- Max	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Méristiques	Branch	132	166	14,25	14,23	14	14	1,066	1,137	10-16	10-17
	Pylo	132	166	6,260	6,259	6	6	0,716	0,721	4-8	4-8
	D1	132	166	13,86	13,91	14	14	0,549	0,526	12-15	12-16
	D2	132	166	23,79	23,73	24	24	1,001	0,955	20-26	20-28
	V	132	166	5,992	6,012	6	6	0,151	0,109	5-7	6-7
	A	132	166	13,93	14,05	14	14	0,632	0,519	12-15	13-15
	C	132	166	17,25	17,19	17	17	1,156	1,121	16-17	17-19
	Ec	15	15	89,86	90,26	90	92	2,695	2,186	86-97	84-92
Morpho-métriques	Ver	15	15	46,66	46,26	47	47	0,899	0,798	45-48	45-47
	(LT)	133	166	365,1	374,6	407	323	51,18	51,31	230-550	219-573
	(LF)	133	166	342,3	351,8	318	300	47,75	49,25	215-476	203-556
	(Mo)	133	166	21,25	21,89	23	20	3,18	2,952	10,4-29,2	10,2-34,6
	(ΦO)	133	166	14,49	14,71	15	15	1,4	1,360	10,7-17,5	10-20,5
	(Po)	133	166	56,94	58,29	60	63	8,57	8,903	32-77,6	32,7-96,7
	(T)	133	166	92,38	94,86	110	98	12,39	12,82	56,7-125,8	56-153,3
	(e)	133	166	38,13	39,33	34	34	7,05	6,966	21,6-60,7	20-64,8
	(H)	133	166	60,68	63,74	66,8	60	10,72	11,96	31,48-97	32,5-111,7
	(h)	133	166	23,93	24,41	27,2	21	3,85	3,772	14,26-35,8	13,7-40,3
	(Mpo)	133	166	69,26	71,14	62	65	9,26	9,667	43,04-96,6	41,5-113,3
	(D1)	133	166	74,16	77,27	75	80	11,96	13,01	50,18-103,3	41,38-117,2
	(D2)	133	166	76,11	78,14	86	75	11,8	12,72	47,32-105,7	39,76-127,4
	(V)	133	166	55,02	55,62	65	49	7,9	7,348	33,24-76,2	31,32-78
	(A)	133	166	38,70	39,47	33	42	5,97	6,116	24,24-54,7	19,96-64,8
(P)	133	166	49,27	50	51	47	7,14	6,667	28-69,2	28,6-67,3	

(MV)	133	166	99,45	102,3	104	110	13,69	14,42	61,66-136,7	60,68-172,5
(VA)	133	166	97,18	102,2	101	89	15,64	17,29	57,96-146,7	55,66-176
(MA)	133	166	195	202,8	216	186	28,64	30,6	117,46-275	112,1-341
(MP)	133	166	91,97	94,73	97	102	12,18	12,90	59,12-126,9	56,22-154
(MD2)	133	166	180,4	186,6	194	200	27,39	26,80	110,2-247	108,4-302,5
(MD1)	133	166	95,22	98,20	85	98	12,32	12,38	63,14-132	61,38-147
(PoD)	133	166	197,5	201	216	174	27,91	28,53	117,2-268	113,34-300
(PA)	133	166	104,8	109,8	117	109	17,15	19,15	59,5-154,5	57,66-193,3

**Analyse de la variance ANOVA à 1seul facteur**  
« Effet sexe »

Les résultats de l'analyse de la variance ANOVA (Tableau III) des variables méristiques entre les mâles et les femelles du *Sander lucioperca*, dans la retenue de barrage de Nebhana, ont montré que ces caractères sont invariants. En effet, aucune différence significative des caractères méristiques n'a été détectée, ce qui fait que les deux sexes sont homogènes pour tous les caractères méristiques étudiés.

Par contre, l'analyse de la variance ANOVA (Tableau III) des variables morphométriques a pu mettre en

évidence l'existence de groupes hétérogènes formés des mâles et des femelles de sandre, pour les huit rapports morphométriques suivant: rapport relatif à la longueur totale (LT/LS), à la longueur à la fourche (LF/LS), à la longueur de la nageoire ventrale (V/LS), à la longueur de la nageoire pectorale (P/LS), à la distance reliant le point d'insertion de la dernière épine de la première nageoire dorsale à l'extrémité de la nageoire caudale (PoD/LS), à la distance reliant la nageoire ventrale à la nageoire anale (VA/LS), à la distance reliant le museau à la nageoire anale (MA/LS) et à celle reliant la nageoire pectorale à la nageoire anale (PA/LS)

Tableau III- Analyse de la variance : (ns) non significative, (+) : significative à 5%, (++) : très significative à 1%, (+++) : Hautement significative à 1‰.

Type de caractères	Caractères	Effectifs des mâles	Effectifs des femelles	Moyenne Mâle	Moyenne Femelles	Carré moyen	Carré moyen résiduel	F <sub>0</sub>	seuil de significativité (p)	Significativité de F <sub>0</sub>
Méristiques	Branch	132	166	14,25	14,23	0,03	1,22	0,03	0,870	(ns)
	Pylo	132	166	6,257	6,259	0,000	0,517	0,00	0,986	(ns)
	D1	132	166	13,86	13,91	0,156	0,288	0,54	0,463	(ns)
	D2	132	166	23,79	23,73	0,269	0,952	0,28	0,595	(ns)
	V	132	166	5,992	6,012	0,028	0,017	1,69	0,195	(ns)
	A	132	166	13,93	14,05	1,102	0,327	3,37	0,068	(ns)
	C	132	166	17,25	17,19	5,07	1,48	3,42	0,062	(ns)
	Ec	15	15	89,86	90,26	1,20	6,024	0,20	0,658	(ns)
Ver	15	15	46,66	46,26	1,20	0,724	1,66	0,208	(ns)	
Métriques	LT/LS	133	166	1,201	1,195	0,0030	0,0003	10,36	<b>0,0014</b>	++
	LF/LS	133	166	1,126	1,122	0,0015	0,0002	6,90	<b>0,009</b>	++
	Mo/T	133	166	0,230	0,231	0,0001	0,0002	0,67	0,414	(ns)
	ΦO/T	133	166	0,158	0,156	0,0003	0,0001	2,58	0,109	(ns)
	Po/T	133	166	0,615	0,613	0,0003	0,0004	0,67	0,412	(ns)
	T/LS	133	166	0,304	0,303	0,0001	0,0001	1,89	0,170	(ns)
	e/LS	133	166	0,125	0,125	0,0000	0,0001	0,07	0,790	(ns)
	H/LS	133	166	0,199	0,202	0,0008	0,0002	3,35	0,068	(ns)
	h/LS	133	166	0,079	0,078	0,0001	0,0000	3,46	0,064	(ns)
	Mpo/T	133	166	0,750	0,749	0,0000	0,0003	0,06	0,807	(ns)
	D1/LS	133	166	0,244	0,246	0,0004	0,0002	1,84	0,176	(ns)
	D2/LS	133	166	0,250	0,249	0,0001	0,0001	1,16	0,283	(ns)
	V/LS	133	166	0,181	0,177	0,0010	0,0001	13,9	<b>0,0002</b>	+++
A/LS	133	166	0,127	0,126	0,0002	0,0000	3,41	0,066	(ns)	

<b>P/LS</b>	133	166	0,162	0,159	0,0005	0,0001	8,26	<b>0,004</b>	<b>++</b>
<b>MV/LS</b>	133	166	0,327	0,327	0,0001	0,0001	0,71	0,3987	(ns)
<b>VA/LS</b>	133	166	0,319	0,325	0,0023	0,0003	8,04	<b>0,0049</b>	<b>++</b>
<b>MA/LS</b>	133	166	0,641	0,646	0,0015	0,0002	7,93	<b>0,0052</b>	<b>++</b>
<b>MP/LS</b>	133	166	0,303	0,302	0,0000	0,0001	0,28	0,5988	(ns)
<b>MD2/LS</b>	133	166	0,593	0,595	0,0002	0,0005	0,55	0,4603	(ns)
<b>MD1/LS</b>	133	166	0,314	0,314	0,0000	0,0002	0,01	0,9316	(ns)
<b>PoD/LS</b>	133	166	0,650	0,640	0,0070	0,0006	11,1	0,0010	<b>+++</b>
<b>PA/LS</b>	133	166	0,344	0,348	0,0017	0,0002	7,10	0,0081	<b>+++</b>

Une comparaison entre les mâles et les femelles par les tests F et t (Tableau IV) montre que ces derniers sont hétérogènes pour tous les rapports analysés. En effet, on note que (LT/LS), (LF/LS), (P/LS), (V/LS) et (PoD/LS) sont les rapports ayant des moyennes plus élevées chez les mâles que chez les femelles et

ceci de manière très (p≤0,01) à hautement significative (p≤0,001).

Seules les rapports (VA/LS), (MA/LS) et (PA/LS) présentent des valeurs très significativement (p≤0,01) plus élevées chez les femelles que chez les mâles.

Tableau IV– Comparaison des caractères morphométriques variants entre mâles et femelles de la population de sandre de la retenue de barrage de Nebhana. Tests F et t sur les moyennes. (ns) : non significative, (++) : très significative à 1%, (+++) : Hautement significative à 1%.

Type de caractères	Caractères	Ecart types		seuil de significativité (p)	F <sub>0</sub>	Moyennes		seuil de significativité (p)	t
		♂	♀			♂	♀		
Métriques	<b>LT/LS</b>	0,016	0,018	0,130 (ns)	1,288	1,201	1,195	<b>0,0014</b> ++	3,219
	<b>LF/LS</b>	0,011	0,017	<b>0,000</b> +++	2,286	1,126	1,122	<b>0,009</b> ++	2,627
	<b>V/LS</b>	0,009	0,008	0,701 (ns)	1,064	0,181	0,177	<b>0,000</b> +++	3,728
	<b>P/LS</b>	0,008	0,008	0,919 (ns)	1,016	0,162	0,159	<b>0,004</b> ++	2,874
	<b>VA/LS</b>	0,016	0,018	0,336 (ns)	1,174	0,319	0,325	<b>0,005</b> ++	-2,836
	<b>MA/LS</b>	0,015	0,013	0,135 (ns)	1,278	0,641	0,646	<b>0,005</b> ++	-2,817
	<b>PoD/LS</b>	0,018	0,030	<b>0,000</b> +++	2,734	0,650	0,640	<b>0,001</b> +++	3,329
	<b>PA/LS</b>	0,014	0,016	0,060 (ns)	1,369	0,344	0,348	<b>0,008</b> ++	-2,665

#### Etude de la croissance

Les résultats de l'étude de la croissance en longueurs rétrocalculées ont permis de déceler la relation mathématique entre l'âge et la taille du poisson chez les deux sexes. En effet, il s'agit d'une régression de type logarithmique (Fig. 3) dont les coefficients de corrélation (R<sup>2</sup>) sont supérieurs à 0,99. En comparant entre l'évolution de la longueur totale rétrocalculée

chez les deux sexes, on note qu'à partir de l'âge d'un an la longueur des femelles devient plus importante que celle des mâles. En se basant, sur les intervalles de confiance, les analyses ont montré que cette différence est significative à l'âge de 2 ans. Cependant, elle demeure importante mais statistiquement non significative, à l'âge de 3 ans.

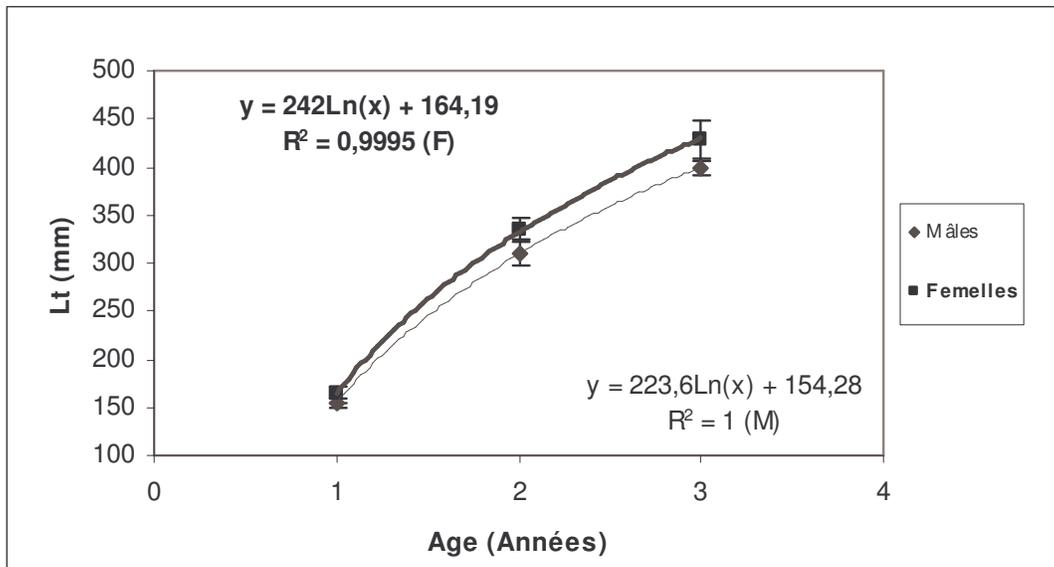


Fig. 3 – Variation de la croissance rétrocalculée en longueur chez les deux sexes du sandre dans la retenue de barrage de Nebhana.

### DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Nombreux sont les travaux qui accordent une grande importance aux caractères phénotypiques (Roldán *et al.*, 2000; Mairesse *et al.* 2005; Spadella *et al.* 2005; Marques *et al.* 2006) en vue de caractériser des populations d'une espèce donnée (Kara & Fehri, 1997; Bahri-Sfar, 2000; Menif 2000; Silva, 2003, Hamali, 2004) et de discriminer des différentes espèces et races (Kartas, 1981).

C'est dans ce sens que vient contribuer notre présente étude. En effet, il est important de connaître les caractères méristiques et morphométriques de notre espèce dans le milieu étudié et de comparer ces résultats à d'autres concernant la même espèce collectée à partir de localités distinctes et à différentes périodes.

Le tableau IV récapitule les principaux résultats retrouvés depuis les années 50 jusqu'à nos jours

La comparaison des variables méristiques retrouvés dans la bibliographie avec les nôtres, nous a permis de mettre en évidence une concordance entre les différents résultats. Une telle comparaison entre les différentes populations demeure assez fréquente. Cependant, les travaux qui s'intéressent à la variabilité méristique entre les deux sexes d'une même espèce, sont en fait bien moins nombreux. Cela peut s'expliquer soit par l'absence de dimorphisme sexuel, soit par dominance de l'effet inter-population qui l'emporte sur l'effet « sexe ».

Revenant à l'origine des caractères méristiques, ces derniers sont considérés comme étant des variables quantitatives discrètes indépendantes de la taille de

l'individu et fixés génétiquement (Kartas, 1981; Trabelsi, 2002; Bourche & Sapota, 2003; Lebereton & Asselain, 2004) mais aussi influençables par l'intervention des facteurs environnementaux (Kartas, 1981; Bahri-Sfar, 2000; Trabelsi, 2002).

Chez le sandre, l'étude des variables méristiques des spécimens de la retenue de barrage de Nebhana a montré que ces variables ne sont pas soumises à une influence d'ordre sexuelle. Les résultats antérieurs de Goubier (1975) et ceux de Krpo-Četković & Stamenković (1996) le prouvent parfaitement. A ces travaux, s'ajoute celui de Poulet (2004) démontrant qu'aucune variable de cet ordre ne discrimine significativement ni les échantillons de sandre, ni les sexes, ni même les classes d'âge. Ceci n'est pas le cas des variables morphométriques et c'est probablement pourquoi, plusieurs autres travaux signalent que les variables méristiques sont relativement peu performantes dans la détection de la variabilité (Meng & Stocker, 1984; Waldman *et al.*, 1997; Hurlbut & Clay, 1998).

Concernant les caractères morphométriques, on a pu détecter une certaine variabilité entre les deux sexes exprimée, d'une part, par des moyennes significativement ( $p < 0,001$ ) plus élevées chez les mâles de la longueur totale (LT), la longueur à la fourche (LF), la longueur de la nageoire pectorale (P), la longueur de la nageoire ventrale (V) et la distance reliant le point d'insertion de la dernière épine de la première nageoire dorsale à l'extrémité de la nageoire caudale (PoD) et d'autre part par des moyennes très significativement ( $p \leq 0,01$ ) plus élevées chez les femelles de la distance reliant la nageoire ventrale

Tableau IV- Récapitulation bibliographique des caractères méristiques du sandre

Auteurs	Bauch (1953)	Spillmann (1961)	Oliva & Safranek (1962)	Wundsch (1963)	Nikanoro-va (1967)	Goubier (1975)	Krpo-Četković & Stamenković (1996)				Présent travail
Pays	Allemagne	France	Tchécoslovaquie	Allemagne	Russie	France	Yugoslavie (4 sections du Danube)				Tunisie
Localités			Rivière Labe		2 lacs entre Moscou et Leningrad: lac Selgier et lac Kaftino	Vaccarès Tarn Forez Dombes montech	I -Apatin -Aljmas -Begec	II Visnjica	III Ivanovo	III -Golubac -Donji Milanovac -Tekija -Kladovo - Brza Palanka	Retenue de barrage de Nebhana
Branch		13-15(17)	11-16		11-15	13-18	13-15	13-15	13-15	13-15	10-17
Pylo		4-9				4-8					4-8
D1	14	13-17	12-15 (16)	14	14-15	(8)12-16	13-15	13-16	13-16	13-15	12-16
D2	I/20-22	I-III/19-24	I-III/ (18)19-23 (24)	I/20-22	I-III/19-23	0-II/ (14)18-24	I-III/20-23	I-III/19-24	I-II/20-24	II-III/21-22	20-28
V	I/5	I/5		I/5		I/5	I/5	I/5	I/5	I/5	I/5(6)
A	II/11	II-III/(10)11-13(14)	I-III/9-12	II/11	II(III)/11-13	I-III/8-14	II-III/10-13	II-III/10-14	II-III/10-13	II-III/11-12	12-15*
C		17				17					17
Ec	75-100	93-102	82-99		84-99	80-93	80-105	79-93	80-92	85-94	84-97
Ver		45-47			45-47	45-47					45-48

Les chiffres romains indiquent le nombre de rayons durs et les chiffres arabes indiquent le nombre de rayons mous.

\* Nombre total de rayons sans distinction entre durs et mous.

( ) Valeurs extrêmes retrouvées mais rarement.

à la nageoire anale (VA), la distance reliant le museau à la nageoire anale (MA) et celle reliant la nageoire pectorale à la nageoire anale (PA).

Goubier (1975) a trouvé que les mâles et les femelles de sandre diffèrent entre eux par la longueur de la tête (T), la hauteur maximale du corps (H) et la hauteur minimale du corps (h). Il a aussi remarqué que le caractère (H) était plus grand chez les femelles que chez les mâles dans le lac Tarn à cause de la différence d'embonpoint due aux œufs. En effet, selon Goubier (1975), on ne note pas de différence de forme entre les deux sexes si ce n'est au moment de la fraie.

D'après Krpo-Četković & Stamenković (1996), l'étude de la variabilité morphométrique de 31 caractères, chez le sandre abritant la partie yougoslave du Danube, n'a révélé aucune différence significative entre les deux sexes.

Une étude morphométrique de Mairesse *et al.*, (2005) sur les perches issues du lac Léman (France) et de la rivière Rhine (Pays-Bas) n'a pas montré de discrimination entre les sexes. Il en est de même pour l'espèce *Sebastes mentella*, issus de la zone Nord-Est de l'Arctique (Saborido-Rey & Nedreaas, 2000).

Chez *Coregonus lavaretus* issu du lac Muddusjärvi (Finland), les femelles ne diffèrent des mâles que par une hauteur du corps significativement supérieure (Kahilainen & Østbye, 2006).

En effet, les caractères morphométriques dans leur variation ne suivent pas qu'une composante génétique mais aussi une environnementale formée principalement par les conditions chimiques et hydrauliques (Armstrong *et al.*, 2003). Cette dernière composante pourrait être la principale origine de la différence entre les résultats de ces divers travaux.

En plus, certaines différences observées dans les formes au sein des groupes de poissons peuvent être dues à des différences de croissance, de mortalité et du taux de reproduction (Silva, 2003; Spadella *et al.*, 2005).

Cependant, toute variation morphométrique est aussi dépendante de l'espèce même, car chacune peut réagir différemment vis-à-vis des composantes génétique et environnementale. Une étude des différences méristiques, morphométriques et de pigmentation entre différentes populations uruguayenne d'*Austrolebias luteoflamulatus* (Cyprinodontiformes, Rivulidae) et au sein même de chaque sexe a montré l'existence de différences morphologiques entre les mâles mais pas entre les femelles (D'Anatro & Loureiro, 2005).

La différence entre les sexes suggère que ces caractères soient affectés par différentes méthodes. L'intervention de forces évolutives comme la sélection sexuelle pourraient avoir une importante influence sur les modèles de différenciation trouvés chez certaines espèces (D'Anatro & Loureiro, 2005).

Toutefois, le dimorphisme sexuel peut contribuer essentiellement à cette différence entre les sexes (Parenti, 1981).

L'étude de la croissance montre que les femelles croissent en longueur de manière plus importante que les mâles du même âge et que cette différence s'accroît avec le temps. Cependant, le nombre réduit de classes d'âge dont on dispose ne nous permet pas de connaître l'évolution de la croissance à des âges supérieurs. Toutefois, les études de Toujani (1998) et de M'Hetli ont montré que la longueur a tendance à atteindre une certaine limite avec l'âge, mais sans pour autant entamer la comparaison entre les deux sexes. A priori, la différence de croissance entre les deux sexes peut être due au fait que les femelles se nourrissent plus que les mâles étant donné leur besoin élevé en énergie indispensable pour le bon déroulement de leurs fonctions métabolique et reproductive.

Dans le cas du sandre, l'outil morphométrique a permis de détecter certaines différences entre les sexes mais sans pour autant pouvoir les distinguer à vue d'œil. Ainsi, seule la différence d'embonpoint au moment de la fraie et la forme de la papille génitale peuvent former des critères de dimorphisme sexuel.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adite A., & Winemillier K.O., 1997. Trophic ecology and ecomorphology of fish assemblages in coastal lakes of Benin, West Africa. *Ecoscience* 4, 6-23.
- Armstrong D., Kemp P.S., Kennedy G.A., Ladle M., & Milner N., 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research*. 62, 143-170.
- Bahri-Sfar L., 2000. Caractérisation des populations méditerranéennes des lousps, *Dicentrarchus labrax* et *Dicentrarchus punctatus*. Thèse de Doctorat en Biologie. Université El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, 262p.
- Barriga-Sosa I.D.L.A., Jiménez-Badillo M.D.L., Ibáñez A.L., & Arredondo-Figueroa J.L., 2004. Variability of tilapias (*Oreochromis* spp.) introduced in Mexico: morphometric, meristic and genetic characters. *Journal of Applied Ichthyology* 20, 7-14.
- Bauch G., 1953. Die einheimischen Süßwasserfische. Neumann, Berlin. 171p.
- Bourche M., & Saprotta G., 2003. L'analyse des données. 5ème édition, Paris, 127 p.
- Cakić P., Lenhardt M., Mićković D., Sekulić N., & Budakov L.J., 2002. Biometric analysis of *Syngnathus abaster* populations. *Journal of Fish Biology*, 60, 1562-1569.
- Dumay O., Tari P.S., Tomasini J.A., et Mouillot D., 2004. Functional groups of lagoon fish species

- in Languedoc-Rousillon (South of France, Mediterranean Sea). *Journal of Fish Biology* 64 (4), 970–983.
- Goubier J., 1975. Biogéographie, biométrie et biologie du sandre, *Lucioperca lucioperca* (L.), Osteichthyen, Percidé, Thèse de Doctorat ès-sciences Université Claude Bernard- Lyon, 259p.
- Gourène G., & Teugels G.G., 1993. Différenciation morphologique de souches des tilapia *Oreochromis niloticus* et *O. aureus* (Téléostéi; cichlidae) utilisées en pisciculture. *Cybium*, 17 (4): 343-355.
- Gustiano R., Teugels G.G., & Pouyaud L., 2004. *Pangasius bedado* (Robert, 1999): A junior synonym of *Pangasius djambal* (Bleeker, 1846) (Siluriformes, Pangasiidae). *Cybium*, 28(1): 13-18,
- Hamali Y., 2004. Biométrie et reproduction de *Triglurus lastoviza*, *Aspitrigla obscura* et *Trigla lucerna* des côtes tunisiennes. DEA., Université de Tunis, 180p.
- Hurlbut T., & Clay D., 1998. Morphometric and meristic differences between shallow- and deep-water populations of white hake (*Urophycis tenuis*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 2274-2282.
- Jousson O., & Bartoli P., 2001. Molecules, morphology and morphometrics of *Cainocreadium labracis* and *Cainocreadium dentecis* n. sp. (Digenea: Opecoelidae) parasitic in marine fishes. *International Journal for Parasitology* 31, 706-714.
- Kahilainen K., & Østbye K., 2006. Morphological differentiation and resource polymorphism in three sympatric whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) forms in a subarctic lake. *Journal of Fish Biology* 68: 63-79.
- Kara M.H., & Fehri H., 1997. Etude biométrique du loup *Dicentrarchus labrax* du golfe de Annaba. Différenciation d'une population lagunaire voisine. *Journal de Recherche Océanographique*, 22 (2) : 45-50.
- Kartas F., 1981. Les clupéidés de Tunisie. Caractérisation biométrique et biologique. Etude comparée des populations de l'Atlantique Est et de la Méditerranée. Thèse d'état, Université de Tunis, 608 p.
- Kraïem M.M., 1983. Les poissons d'eau douce en Tunisie: Inventaire commenté et répartition géographique. *Bull.Inst. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 10, 107-127.
- Kraïem M.M., 1991. Etude éco-biologique des principales espèces de poissons des retenues des barrages de Sidi Salem, Bir M'cherga, Mellegue, Bouhertma, Nebhana et Sidi Saad. *Rapp. Tech. Projet Tuniso-Allemand de Pêche continentale*, N°11, 48p.
- Kraïem M.M., 1994. Systématique, Biogéographie et Bio-écologie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poissons, Cyprinidae) de Tunisie. Thèse. *Doct. Fac. Sci., Tunis*, 229p.
- Krpo-Cetkovic J., & Stamenkovic S., 1996. Morphological differentiation of the pikeperch *Stizostedion lucioperca* (L.) population from the Yugoslav part of the Danube. *Ann. Zoo. Finnish* 33:711-723.
- Lebereton J.D., & Asselain B., 2004. *Statistique pour l'environnement*, Edition Montréal, 63 p.
- Losse G.F., Kraïem M.M, et Boughedir W., 1990. Inventaire de la faune vertébrée aquatique du réservoir de Sidi Salem, *Rapp, Tech, Projet Tuniso-Allemand de Pêche continentale*, N°6, 25p.
- Mairesse G., Thomas M., Gardeur J.N., & Brun-Bellut J., 2005. Appearance and technological characteristics in wild and reared Eurasian perch, *Perca fluviatilis* (L.). *Aquaculture* 246: 295– 311.
- Marques J.F., Teixeira C.M., & Cabral H.N., 2006. Differentiation of commercially important flatfish populations along the Portuguese coast: Evidence from morphology and parasitology. *Fisheries Research* 81: 293–305.
- Meng H.J., & Stocker M., 1984. An evaluation of morphometrics and meristics for stock separation of Pacific herring (*Clupea harengus pallasii*). *Canadian Journal of Fisheries and Sciences* 41: 414-422.
- Menif D., 2000. Les gobiidés des côtes tunisiennes : Morphologie et Biologie de *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1811) et *Gobius niger* Linnaeus, 1758. Thèse de Doctorat, Université de Tunis, 215p.
- M'Hetli M., 2001. Le sander *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) (Téléostéen percidae) poisson allochtone: Etude biologique et essai d'optimisation des critères de l'élevage. *Tunis : Université de Tunis El Manar*. 136.
- Murta A.G., 2000. Morphological variation of Horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Iberian and North African Atlantic: implications for stock identification. *ICES Journal Marine Sciences* 57, 1240-1248.
- Néat F.C., Lengkeek W., Westerbeek E.P., Laarhoven B., & Videler J.J., 2003. Behavioural and morphological differences between lake and river populations of *Salaria fluviatilis*. *Journal of Fish Biology* 63, 374–387.
- Oliva O., & Safranek V., 1962. On some meristic characters of the European pikeperch *Lucioperca lucioperca* (L., 1758). *Ichthyologica. India*. 1, 13-14.

- O'Reilly K.M. & Horn M.H., 2004. Phenotypic variation among populations of *Atherinops affinis* (Atherinopsidae) with insights from a geometric morphometric analysis. *Journal of Fish Biology* 64, 1117–1135.
- Parenti L.R., 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform Fishes (Teleostei : Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 168, 341-557.
- Pinheiro A., Teixeira C.M., Rego A.L., Marques J.F., & Cabral H.N., 2005. Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portuguese coast. *Fisheries Research* 73, 67-78.
- Podolska M., Horbowy J., & Wyszynski M., 2006. Discrimination of Baltic herring populations with respect to *Anisakis simplex* larvae infection. *Journal of Fish Biology* 68: 1241-1256.
- Poulet N., 2004. Le sandre (*Sander lucioperca* (L.)) : Biologie, comportement et dynamique des populations en Camargue (Bouches du Rhône, France). Thèse, Université de Toulouse III-Paul Sabatier, 300 p.
- Roldán M.I., Perrotta R. G., Cortey M., Pla C., 2000. Molecular and morphologic approaches to discrimination of variability patterns in chub mackerel, *Scomber japonicus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 253: 63–74.
- Saborido-Rey F., & Nedreaase K.H., 2000. Geographic variation of *Sebastes mentella* in the Northeast Arctic derived from a morphometric approach. *IECS Journal of Marine Science*, 57: 965-975.
- Salini J.P., Milton D.A., Rahman M.J., & Hussain M.G., 2004. Allozyme and morphological variation throughout the geographic range of the tropical shad, *hilsa Tenualosa ilisha*. *Fisheries Research* 66: 53-69.
- Schönhuth S., Álvarez Y., Rico V., González J.A., Santana J.I., Gouveia E., Lorenzo J.M., Bautista J.M., 2005. Molecular identification and biometric analysis of Macaronesian archipelago stocks of *Beryx splendens*. *Fisheries Research* 73, 299–309.
- Silva A., 2003. Morphometric variation among sardine (*Sardina pilchardus*) populations from the northeastern Atlantic and the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 60, 1352-1360.
- Spadella M.A., Braz de Castilho-Almeida R., Quagio-Grassiotto I., & Cesario M.D., 2005. Follicular diameter range based on morphological features in *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795) (Teleostei, Synbranchiformes, Synbranchidae) from the South-central region of Brazil. *Tissue and Cell* 37: 91–100.
- Spillmann C.J., 1961. Faune de France.65. Poissons d'eau douce. Lechevalier, Paris, 303p.
- Toujani R., 1998. Le sandre (*Stizostedion lucioperca* L.) de la retenue de Sidi Salem (Tunisie) : Biologie et dynamique de population. Thèse de Doctorat de l'Université Claude Bernard Lyon I., 176p + annexes.
- Trabelsi M., 2002. Le complexe *Atherina boyeri*. Caractérisation biométrique, biochimique et génétique. Mise en évidence de deux nouvelles espèces d'athérines dans le bassin méditerranéen. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Tunis, 291p+ Annexes.
- Waldman J.R., Richards R.A., Schill W.B., Wirgin I., & Fabrizio M.C., 1997. An empirical comparison of stock identification techniques applied to striped bass. *Transactions of the American Fisheries Society* 126: 369-385.
- Wundsch H.H., 1963. Barsch und Zander. Wittenberg. 80p.