

## Evaluation de la qualité nutritionnelle du rouget de vase *Mullus barbatus* dans le golfe Tunis (Mer Méditerranée, Nord de la Tunisie)

Rym ENNOURI<sup>(1)\*</sup>, Sami MILI<sup>(1,2)</sup> et Lassaad CHOUBA<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 28, Rue 2 Mars 1934, 2025 Salammbô, TUNISIA.

<sup>2</sup> Unité Exploitation des milieux aquatiques, Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte, BP 15, 7080 Menzel Jemil, TUNISIA.

\* [rymenvmarin@yahoo.fr](mailto:rymenvmarin@yahoo.fr)

**تقييم القيمة الغذائية لسلمكة التريليا (*Mullus barbatus*) من خليج تونس :** في هذه الدراسة قمنا بتقدير تركيز بعض  
خليج تونس كما قمنا كذلك بتقييم نسب الأحماض الدهنية في لحمها. (Na, K, Fe, Mn, Mg et Ca) بمبيض التريليا (*Mullus barbatus*)  
وقد جمع عينات التريليا بصفة شهرية من منطقة غار الملح. لقد وقع اختيار هذه المنطقة نظرا لثرائها بالأسماك البحرية  
وسهولة الوصول إليها. استعملنا طريقة الإمتصاص الذري لتحليل المعادن و الكروماتوغرافيا الغازية بالنسبة لتحليل  
الأحماض الدهنية في كل العينات.  
بينت النتائج المتحصل عليها أن تركيز المعادن بالمبيض يتغير حسب الفصل مع وجود أعلى نسبة خلال فصل الربيع.  
كما لاحظنا أن المخ يمثل العضو المفضل لتجميع الكالسيوم (Ca) والسوديوم (Na) و أن الكبد يمثل المكان المفضل لتراكم  
الحديد (Fe) والمنيز (Mn).  
أما بالنسبة لنتائج التحاليل البيوكيميائية أظهرت تقلبات موسمية في نسبة الدهون و الأحماض الدهنية مع وجود علاقة  
ترافق في ارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الغير مشبعة مع انخفاض نسبة الأحماض الدهنية المشبعة. وقد تم تسجيل  
المستويات القصوى من الأحماض الدهنية n-3 خلال فصل الربيع.  
**الكلمات المفتاح :** التريليا ، خليج تونس، المعادن، الأحماض الدهنية

### RESUME

Le rouget de vase est une espèce benthique très répandue dans le golfe de Tunis durant toute l'année. Ce produit de pêche à très haute valeur commerciale est très apprécié par le consommateur tunisien. Dans cette étude on a évalué la qualité nutritionnelle de ce poisson en évaluant sa richesse en oligo-éléments et en acides gras. Pour ce fait, nous avons suivi les concentrations de ces éléments en fonction des saisons dans quatre organes (la chair, le foie, le cerveau et les gonades).

Les échantillons du rouget de vase ont été collectés mensuellement auprès des embarcations professionnelles utilisant le filet trémail au niveau de la zone côtière de Ghar El Melh. Cette zone a été choisie en raison de sa richesse en ressources halieutiques et de son accessibilité. L'analyse des oligo-éléments (Ca, Na, K, Mg, Fe et Mn) a été réalisée à l'aide d'un Spectrophotomètre d'Absorption Atomique à flamme. L'analyse des acides gras a été effectuée par Chromatographie en Phase Gazeuse.

Les résultats obtenus montrent que les concentrations de tous les oligo-éléments étudiés dans les gonades du rouget suivent une variation saisonnière avec un pic au printemps (période de pré-ponte dont les gonades sont les plus développées). De plus, nous avons noté que les gonades représentent le site préférentiel d'accumulation du Mg et de K ; le cerveau pour le Ca et le Na et le foie pour le Fe et le Mn.

En ce qui concerne les Acides Gras, les teneurs en Mono-Insaturés (AGMI) et Saturés (AGS) évoluent d'une façon inversement proportionnelle à celle des Acides Gras Polyinsaturés (AGPI). Les taux des acides gras du type n-3 présentent un pic au niveau de la chair du rouget de vase durant le printemps.

**Mots clés :** *Mullus barbatus*, rouget de vase, oligo-éléments, acides gras, Golfe de Tunis.

### ABSTRACT

**Study of nutritional quality of red mullet *Mullus barbatus* from Tunis Gulf (Mediterranean Sea, northern Tunisia) :** The aim of this study is to evaluate the levels of oligo-elements (Mg, Ca, Na, K, Fe and Mn) and the fatty acids in four tissues (muscle, liver, brain and gonads) of a benthic teleost species, the Red Mullet (*Mullus barbatus*). This benthic fish is one of the most important landed species in gulf of Tunis (Mediterranean Sea, Northern Tunisia). *Mullus barbatus* is considered as a common species in this area throughout all seasons. In this

study, the organotropism, the seasonal effect of oligo-elements and fatty acids accumulation was determined. The concentrations of Mg, Ca, Na, K, Fe and Mn were performed using Flame Atomic Absorption Spectrophotometry. Fatty acids were analysed by Gas Chromatography. The results showed a seasonal variation in all elements in the gonads with a peak in spring. Additionally, these organs represents the preferential site for accumulation of Mg and K; the brain for the Ca and Na and liver for Fe and Mn.

The results concerning fatty acids demonstrate that the levels of monounsaturated and saturated acids increase when the levels of polyunsaturated fatty acids decrease in all tissues of Red Mullet. Lipid levels of displayed pronounced seasonal fluctuations, with the highest value in March and the lowest value in May. In addition, the highest level of fatty acid n-3 was observed in flesh during spring season.

**Key words:** *Mullus barbatus*, Red Mullet, oligo-elements, fatty acids, Gulf of Tunis.

## INTRODUCTION

Le golfe de Tunis est considéré comme l'un des principaux sites de pêche de la Tunisie de part sa position charnière entre les bassins occidental et oriental de la Méditerranée et grâce à sa richesse en ressources halieutiques (Charef et al., 2012) de grande valeur nutritionnelle (Falch et al., 2006).

Le rouget de Vase *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, (Gharbi et al., 1986) est un poisson benthique très répandu dans la zone considérée et qui est pêchée durant toute l'année. Cette espèce est très appréciée par le consommateur tunisien et présente une valeur commerciale très importante.

L'étude de la composition chimique de cette espèce benthique devient nécessaire afin d'évaluer sa qualité nutritionnelle en déterminant sa richesse en oligo-éléments et en acides gras. Et ceci afin d'orienter le consommateur vers l'utilisation de ces organismes marins au moment où leur qualité nutritionnelle est la plus favorable. Jusqu'à ce jour, aucune étude n'a été réalisée sur la variation saisonnière en acides gras de cette espèce en Tunisie.

Pour ce fait, nous avons suivi des concentrations des oligo-éléments (Ca, Mg, Na, K, Fe et Mn), en fonction des saisons dans quatre organes du rouget de vase à savoir la chair qui est la partie essentiellement consommée, les gonades, le cerveau et le foie. Dans le but de déterminer la capacité de bioaccumulation de ces éléments en fonction des saisons d'une part et d'étudier leur distribution inter-organe d'autre part.

De plus, nous avons réalisé une étude visant la détermination des lipides et leurs compositions en acides gras de la chair.

## MATERIEL ET METHODES

### Site d'étude

Le golfe de Tunis, situé sur la côte la plus urbanisée au nord-est de la Tunisie, entre 36°44'N-10°15'E et 37°N-11°05'E et s'étend sur une surface d'environ 2000 km<sup>2</sup> (Fig. 1). La salinité moyenne des eaux de surface est de l'ordre de 37,3 P.S.U. en été, 37 P.S.U. en automne et au printemps et de 36,2 P.S.U. en hiver. Les plus faibles concentrations en oxygène sont enregistrées pendant l'été (en moyenne 6,5 mg/l), contre 8,3 mg/l en hiver et 8,0 mg/l au printemps.

La valeur minimale du pH est de l'ordre de 8,123 en hiver avec un maximum (8,265) en automne. Les eaux de surface du golfe de Tunis sont chaudes en été (25,5°C) et en automne (21,8°C) et froides en hiver (13,4°C) et au printemps (16,1°C) (Zarrad, 2007).

### Echantillonnage

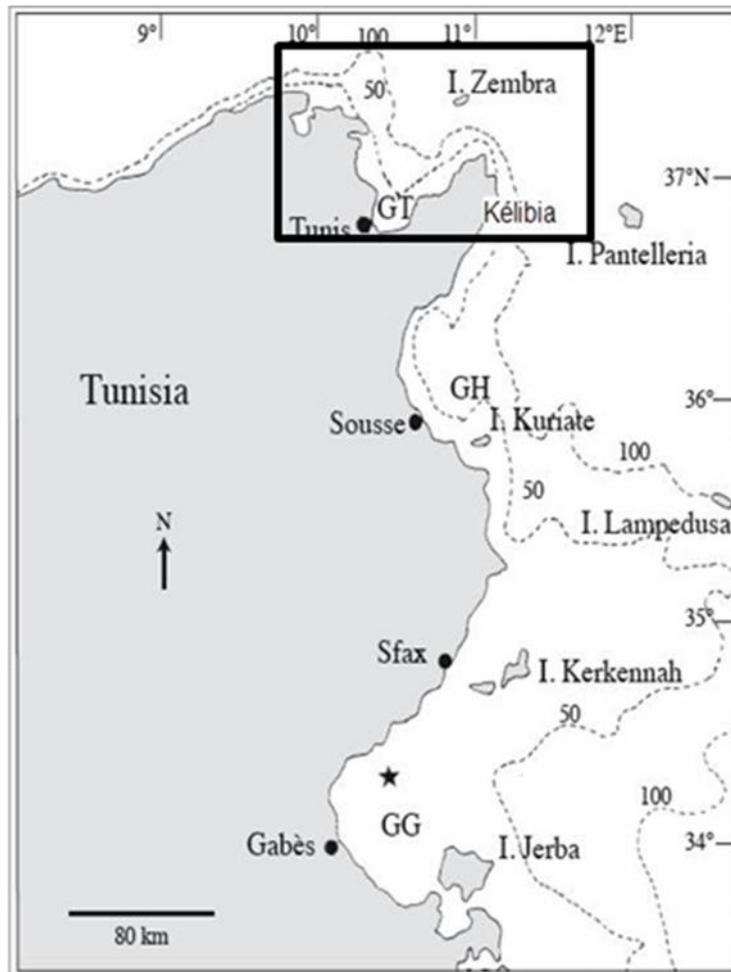
Les échantillons du rouget de vase ont été pêchés par filet trémails (pêche côtière) à bord des barques de pêche professionnelles. Les échantillons proviennent de la région côtière en face de la lagune de Ghar El Melh. Le rythme d'échantillonnage du poisson est mensuel ; il a couvert la période du 30 janvier au 30 décembre 2006. Nous avons choisi 30 spécimens pour chaque saison qui ont été par la suite mesurés et dont la taille est comprise entre 14 et 19 cm pour tout sexe confondus.

### Traitement des échantillons

Tous les poissons choisis (30 individus pour chaque saison) ont été disséqués afin de prélever le foie, le cerveau, les gonades et des morceaux de chair du côté dorsal des flancs pour l'analyse des oligo-éléments. Les organes ont été placés dans des récipients en verre pour éviter la contamination puis lyophilisés. Les lyophilisats ont été broyés et minéralisés dans des réacteurs en téflon au micro-ondes après ajout de 5 ml d'acide nitrique. Les minéralisats ont été transvasés dans des tubes et complétés jusqu'à 50 ml par de l'eau acidulée. Le dosage des métaux (Mg, Ca, Na, K, Fe et Mn) a été réalisé par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique à flamme.

Un échantillon de référence (Nist, 276) de concentration connue (pour tous les éléments considérés) a été analysé avec chaque série des échantillons et ceci pour assurer le contrôle qualité des résultats.

L'extraction des lipides totaux de la chair du rouget de vase a été réalisée selon la méthode de Bligh et Dyer (1959). L'obtention des esters méthyliques d'acides gras a été effectuée selon le protocole de Metcalfe et al., (1966). Les esters méthyliques sont analysés par Chromatographie en Phase Gazeuse à l'aide d'un chromatographe HP modèle 4890 D équipé d'une colonne capillaire HP Innowax de 30m X 0.25mm de diamètre interne et dont l'épaisseur du filon est de 0.25µm. L'identité de chaque acide gras



**Figure 1:** Carte bathymétrique de la Tunisie et situation géographique du golfe de Tunis.

représenté par un pic sur les chromatogrammes expérimentaux est obtenue par comparaison avec une analyse dans les mêmes conditions d'un mélange témoin d'acides gras (esters méthyliques standard PUFA (n-1) de SUPELCO).

#### Analyses statistiques des données

Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel Statistica 8. Après un test de la normalité (test de Kolmogorov-Smirnov et Lilliefors) et de l'homogénéité des variances (test de Levene) des tests paramétriques ont été utilisés: test de Student pour la comparaison des moyennes et test ANOVA pour déterminer l'effet des facteurs sur les variables. Le seuil de 95% a été adopté. Les moyennes ont été comparées deux à deux selon le test Duncan. Nous avons utilisé l'Analyse en Composantes Principales pour identifier l'interaction entre l'accumulation des oligo-éléments ainsi que la richesse en acides gras de la chair du rouget de vase du golfe de Tunis en fonction de la saison d'échantillonnage.

## RESULTATS

Les concentrations des oligo-éléments trouvées dans le muscle, le foie, le cerveau et les gonades du rouget de vase du golfe de Tunis sont résumées dans le tableau I. Les teneurs en Fe suivent une faible variation saisonnière dans les organes du rouget de vase avec une différence significative dans le muscle (ANOVA,  $p=0,008$ ), foie ( $p=0,038$ ) et les gonades ( $p=0,003$ ). Les concentrations du Mn présentent une variation saisonnière uniquement dans les gonades ( $p=0,031$ ) avec des pics observés en été et au printemps. Pour les teneurs en Mg, les résultats ont montré qu'il existe une variation saisonnière dans le foie ( $p=0,003$ ) et dans les gonades ( $p=0,001$ ). Les teneurs du Ca présentent une variabilité saisonnière au niveau du muscle ( $p=0,001$ ), cerveau ( $p=0,004$ ) et des gonades ( $p=0$ ). En ce qui concerne le Na, les concentrations suivent une variation saisonnière uniquement dans les gonades ( $p=0,002$ ) avec un pic en été. Les concentrations du K présentent une variabilité saisonnière au niveau du foie ( $p=0,007$ ), du cerveau ( $p=0$ ) et des gonades ( $p=0$ ).

**Tableau I** : Variation saisonnière des concentrations en  $\mu\text{g/g}$  du poids frais des oligo-éléments dans les tissus du rouget de vase *Mullus barbatus* du golfe de Tunis.

		Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na
Hiver	Muscle	210±135	12±3	3630±461	414±50	4,8±2,9	2473±1196
	Foie	147±95	192±53	2998±648	441±58	3,7±0,5	2466±334
	Cerveau	104±25	31±15	3090±893	250±63	1,9±1,1	3540±1729
	Gonade	142±44	4±1,2	1514±341	204±45	1,2±0,1	392±52
Printemps	Muscle	209±96	29±11	4627±1319	406±41	9,6±0,6	2014±974
	Foie	71±32	91±14	5101±685	649±64	10,3±2,5	4232±1312
	Cerveau	1788±418	35±8	5775±1856	418±123	1,9±1,3	6212±2831
	Gonade	1129±55	108±27	5847±250	1522±388	7,2±3,7	2467±704
Été	Muscle	683±157	27±2	4864±456	415±31	2,7±1,6	1179±20
	Foie	208±74	179±13	4248±250	490±6	3,8±1,4	2616±249
	Cerveau	514±37	53±15	3881±584	553±311	3±1,6	3172±740
	Gonade	1158±99	68±47	7590±2224	1385±574	6,2±3,1	2602±1059
Automne	Muscle	135±29	9±3	3733±723	376±49	5,5±3,1	1381±319
	Foie	168±85	155±46	3764±393	428±60	3,2±0,6	2370±625
	Cerveau	935±661	50±15	6551±2739	579±239	2,1±1,1	4983±1648
	Gonade	158±31	4±0,3	1257±197	119±13	1,5±0,4	269±98

saisonniers au niveau du foie ( $p=0,007$ ), du cerveau ( $p=0$ ) et des gonades ( $p=0$ ).

D'après les figures (2, 3, 4, 5, 6, 7) nous avons remarqué que le cerveau est le site préférentiel de l'accumulation du Na et du Ca. En ce qui concerne le K et le Mg, ils s'accumulent davantage au niveau des gonades. Enfin, le Fe et le Mn s'accumulent le plus au niveau du foie.

Dans les tableaux II et III, nous avons déterminé la richesse en lipides totaux et de leur composition en acides gras de la chair du rouget de vase du golfe de Tunis.

L'Analyse en Composantes principales (Figures 8 et 9) appliquée aux concentrations des oligo-éléments (Mg, Ca, Na, K, Fe et Mn) et à la richesse en lipides totaux et en acides gras de la chair du rouget de vase du golfe de Tunis en fonction de la saison d'échantillonnage a montré que les deux composantes 1 et 2 représentent à elles seules 77,52 % de la variance totale. La figure 8, montre que la première composante contribue par 47,35 % de la variance des concentrations des oligo-éléments, des lipides totaux et des acides gras et qu'elle est caractérisée par une corrélation positive très étroite avec les teneurs en AGPI et en Fe dans la chair du rouget de vase d'une part et d'une corrélation négative avec les degrés en AGS d'autre part. La deuxième composante principale contribue par 30,17 % de la variance totale et elle est caractérisée par une corrélation négative très importante avec les teneurs en AGMI et en Ca.

D'après la figure 9, la 1<sup>ère</sup> composante principale présente une corrélation positive avec le printemps par contre la 2<sup>ème</sup> composante montre une corrélation négative avec l'été. Ceci corrobore au fait que les degrés des AGMI et du Ca présentent un pic en été et que le printemps est la saison durant laquelle les

AGPI et le Fe s'accumulent davantage au niveau de la chair du rouget de vase en provenance du golfe de Tunis.

Les figures 8 et 9, illustrent de même que les AGS présentent leurs concentrations les plus élevées pendant l'hiver et l'automne.

## DISCUSSION

D'après les résultats obtenus, nous avons observé une variation saisonnière pour les concentrations de tous les éléments étudiés (Mg, Ca, Na, K, Fe et Mn) dans les gonades du rouget de vase. En effet, ce poisson présente un rapport gonado-somatique (RGS) chez les mâles et les femelles qui est plus élevé du mois de mars à juillet et atteint son maximum en avril. En automne et en hiver le rouget de vase est au repos sexuel ; le rapport gonado-somatique est minimal (Gharbi, 1980) et donc la concentration des éléments minéraux est faible. Le suivi de la variation saisonnière des concentrations des différents éléments dans les autres organes du rouget de vase a montré que les teneurs les plus élevées dans le cerveau ont été enregistrées pour le K en automne et au printemps pour le Ca. Alors que dans le foie les concentrations maximales du Fe ont été observées en hiver, dans le muscle le Fe présente les teneurs les plus élevées en été et au printemps. Plusieurs facteurs comme l'activité biologique propre à chaque espèce et le métabolisme, qui contribuent activement au changement des taux d'incorporation des métaux toxiques (comme le Cadmium, le Plomb et le Mercure) et des éléments essentiels (comme le Fer, le Calcium, le Manganèse...) dans les différents tissus de l'organisme, pourraient expliquer ces différences.

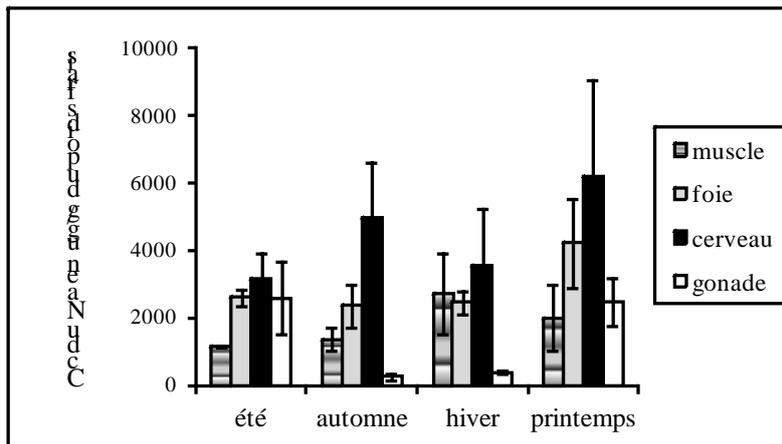


Figure 2. Teneurs en Na du rouget de vase en fonction des saisons (n = 30). Barres verticales: écart type.

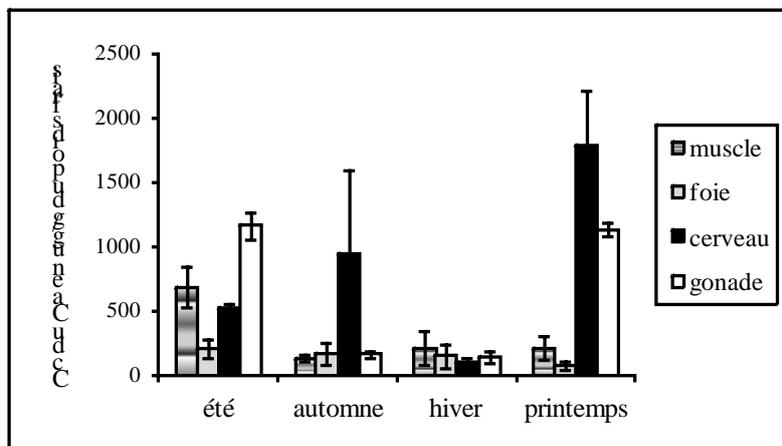


Figure 3. Teneurs en Ca du rouget de vase en fonction des saisons (n = 30). Barres verticales: écart type.

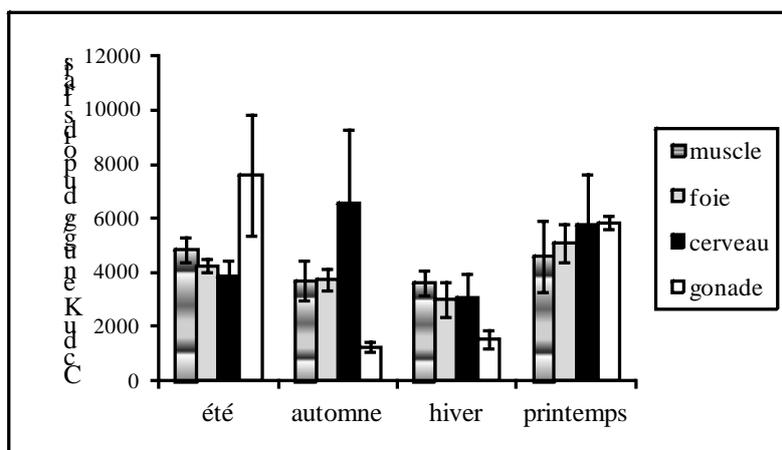
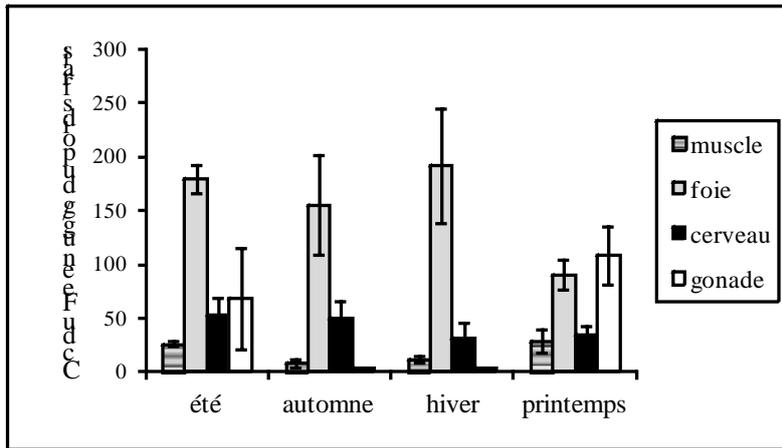
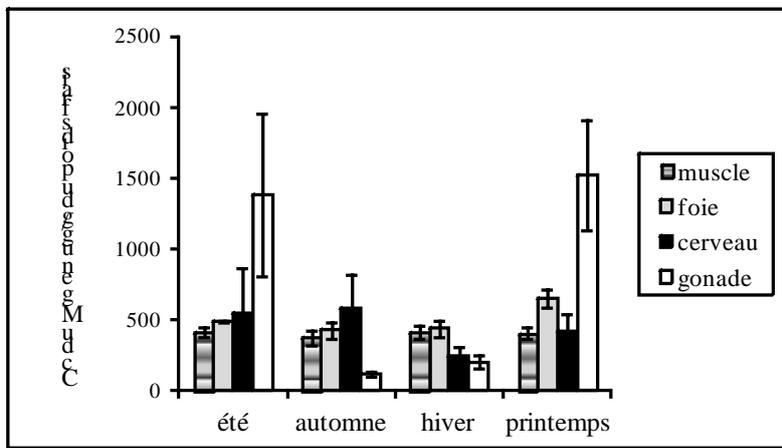


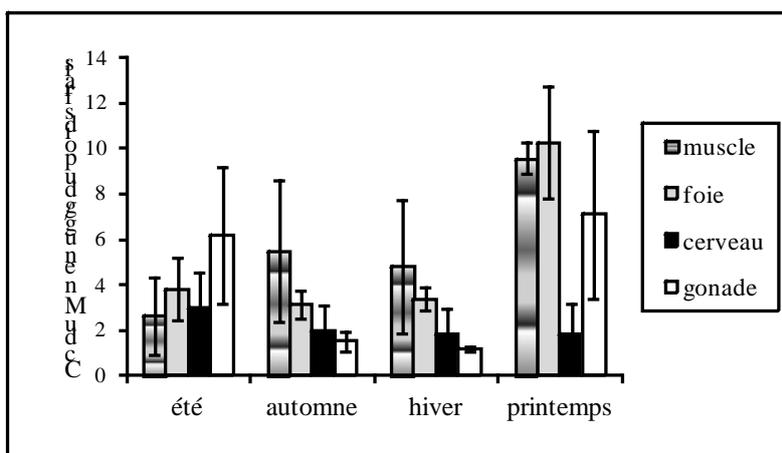
Figure 4. Teneurs en K du rouget de vase en fonction des saisons (n = 30). Barres verticales: écart type.



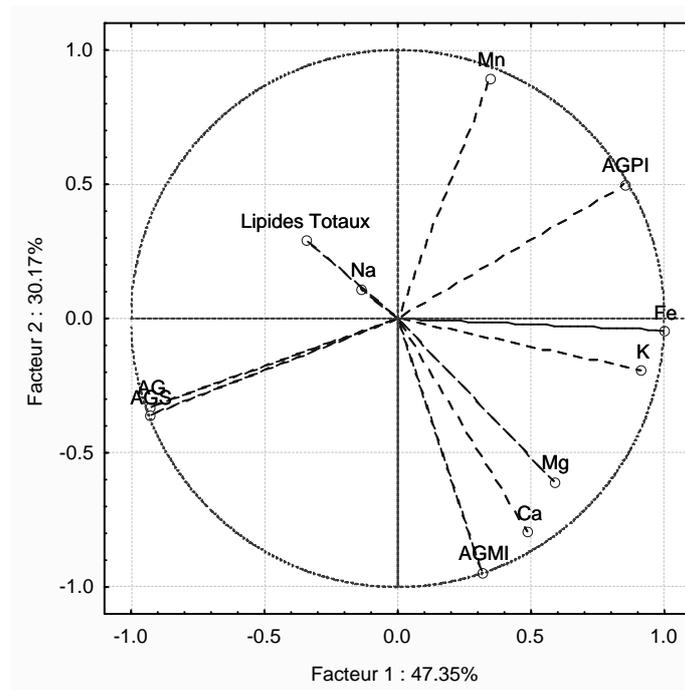
**Figure 5.** Teneurs en Fe du rouget de vase en fonction des saisons (n = 30). Barres verticales: écart type.



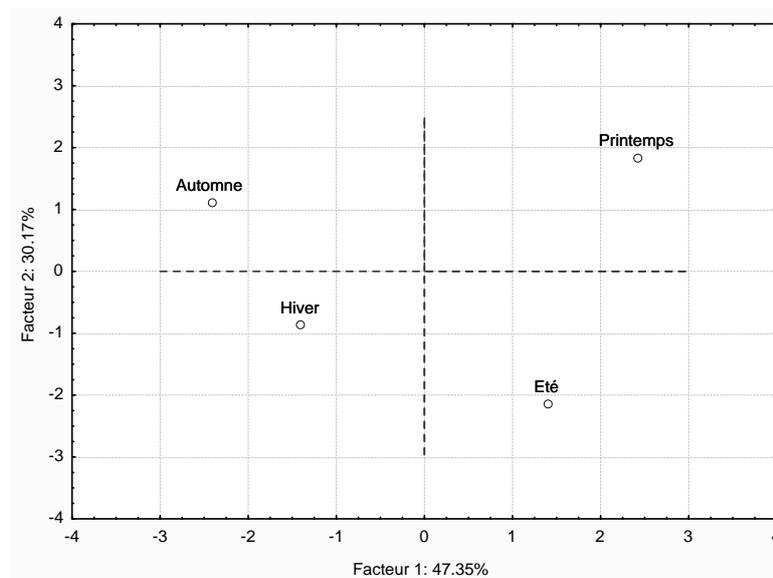
**Figure 6.** Teneurs en Mg du rouget de vase en fonction des saisons (n = 30). Barres verticales: écart type.



**Figure 7.** Teneurs en Mn du rouget de vase en fonction des saisons (n = 30). Barres verticales: écart type.



**Figure 8.** Contribution des variables dans la composante principale appliquée aux éléments dosés dans la chair du rouget de vase du golfe de Tunis



**Figure 9.** Contribution des saisons dans la composante principale appliquée aux teneurs des éléments dosés dans la chair du rouget de vase du golfe de Tunis.

**Tableau II :** Variation saisonnière des lipides totaux de la chair du rouget de vase *Mullus barbatus* du golfe de Tunis (g/100g poids frais).

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	AV
<b>Chair %</b>	1,87±0,46	2,26±0,44	2,48±0,12	3,12±0,32	**

Moyenne (n = 30) ; AV: Analyse de la variance; \*\* Significatif à 0,01.

**Tableau III** : Profil des Acides Gras (exprimé en g AG 100 g<sup>-1</sup> de chair) des lipides totaux de la chair du rouget vase *Mullus barbatus* du golfe de Tunis.

AG	Hiver	Printemps	Été	Automne	AV
C12 :0	0,16±0,01	0,17±0,12	0,24±0,05	0,15±0,12	**
C14:0	8,52±0,05	6,27±0,02	7,32±0,04	4,39±0,09	**
C15 :0	0,6±0,01	1,02±0,01	1,21±0,01	0,61±0,03	**
C 16:0	25,07 ±0,01	16,27±0,10	21,41±0,08	33,23±0,59	***
C 18:0	5,34 ±0,04	3,44±0,01	5,61±0,09	4,0±0,01	**
<b>AGS</b>	42,69±0,14	27,17±0,08	35,79±0,14	42,38±0,44	***
C14 :1	0,16±0,01	0,23±0,05	0,56±0,01	0,16±0,03	**
C 16:1 n-7	4,25±0,09	5,15±0,03	4,95±0,01	1,17±0,01	**
C 17:1	0,26±0,02	0,55±0,14	0,91±0,03	0,69±0,12	**
C 18:1 n-9	8,16±0,59	5,97±0,27	6,97±0,01	9,5±0,27	*
C 18:1 n-7	1,06±0,44	1,22±0,03	1,18±0,01	1,27±0,05	NS
<b>AGMI</b>	13,89±0,09	13,12±0,11	14,57±0,28	12,79±0,27	*
C 18:2 n-6	1,31 ±0,03	1,57±0,05	2,15±0,08	2,62±0,02	*
C 18:3 n-3	1,01±0,04	1,70±0,14	1,64±0,03	1,67±0,01	*
C 18:4 n-3	0,26±0,01	0,38±0,11	0,61±0,05	0,49±0,01	**
C 20:4 n-6	0,62±0,08	0,84±0,02	1,03±0,03	0,42±0,03	**
C 20:5 n-3	10,82±0,01	12,12±0,01	4,32±0,01	2,24±0,01	***
C 22:5 n-3	0,31 ±0,02	0,43±0,01	0,23±0,01	0,09±0,01	*
C 22:6 n-3	13,42 ±0,01	27,67±0,03	25,30±0,03	24,17±0,68	***
<b>AGPI</b>	27,75 ±0,07	44,71±0,28	35,28±0,44	31,7±0,09	***
<b>AGI/AGT</b>	5	2	4	6	
<b>EPA/DHA</b>	0,81	0,44	0,17	0,10	

Moyenne (n = 30). AV: Analyse des Variances, NS: non significatif; \* Significatif à 0,05; \*\* Significatif à 0,01; \*\*\* Significatif à 0,001 ; AGS : Acide Gras Saturé, AGMI : Acide Gras Mono-insaturé AGPI : Acide Gras Polyinsaturé.

D'après les résultats relatifs à l'organotropisme, nous avons observé une accumulation du Mg et du K dans les gonades du rouget de vase ceci pourrait être due au fait que ces éléments métaboliques peuvent agir en tant que réserve. Et ceci dans le but de satisfaire les besoins des embryons au cours de leur développement. Les variations du régime alimentaire peuvent également être responsables de cette fluctuation (Hamza chaffai et *al.*, 1995)

Nous avons de même trouvé que le cerveau est le site préférentiel d'accumulation du Na et de Ca. Ceci pourrait être attribué au fait que le Na a un rôle fonctionnel pour le transport du glucose dans le cerveau des poissons (Rosenkrantz et *al.*, 1996 et Hylland et *al.*, 1997). Le foie qui assure une fonction hématopoïétique est riche en sang (Blasco et *al.*, 1998) est l'organe accumulateur du Fe dans cette étude.

Les résultats relatifs aux pourcentages des lipides au niveau de la chair du rouget de vase montrent que les lipides totaux (exprimés en g/100 g de matière fraîche (MF)) subissent une variation saisonnière (Tab. II). Le taux maximum des lipides (3,12 g/100 g MF) a été enregistré en automne, et le minimum a été observé pendant la saison hivernale (1,87 g/100 g MF). Les valeurs obtenues sont légèrement inférieures à celle de Passi et *al.*, (2002), qui a déterminé le taux de lipides dans différentes espèces pêchées sur la côte nord de la Méditerranée. De nombreux facteurs sont susceptibles de modifier qualitativement et quantitativement les lipides de la chair des poissons. La variation des lipides totaux est due essentiellement à l'alimentation, la température et la salinité du milieu et à la période de maturation (Zaboukas et *al.*, 2006). Dans le golfe de Tunis, les variations saisonnières des facteurs environnementaux sont faibles (Ben Ismail et *al.*, 2010), ce qui favorise l'idée que la variation saisonnière des lipides totaux est essentiellement due au cycle biologique. En effet, pendant la période automnale, on assiste chez *M. barbatus* du golfe de Tunis à une accumulation des réserves lipidiques qui vont être à leur tour utilisées plus tard pendant la période de maturation des gonades (du mois de décembre jusqu'au mois de mars) (Gharbi, 1980), car les réserves lipidiques sont directement utilisées comme source d'énergie pour préparer la ponte, qui aura lieu à partir du mois d'avril.

Une vingtaine d'acides gras ont été identifiés dans les lipides totaux du rouget de vase (Tab. II). Les compositions en acides gras de ces extraits lipidiques sont en accord avec les compositions présentées dans d'autres études sur d'autres espèces de poissons et de crustacés (Bandarra et *al.*, 1997 ; Passi et *al.*, 2002 ; Osman et *al.*, 2001 ; Mili et *al.*, 2012 ; Mili et *al.*, 2013).

L'étude détaillée des acides gras montre que, parmi les AGS, l'acide palmitique C16:0 est le plus

fréquent. Il est caractéristique des huiles extraites des produits de la mer et présente toujours des taux constants tout le long de l'année (Beltran et Moral, 1990). Parmi les AGMI, l'acide oléique C18:1 présente des concentrations très élevées. Selon les analyses effectuées par Chromatographie en Phase Gazeuse, les AGPI se composent essentiellement de l'acide docosahexaénoïque (C22:6n-3), de l'acide eicosapentaénoïque (C20:5n-3) et de l'acide linoléique (C18:2) (Tab. II). L'acide linoléique (C18:2) est le précurseur des AGPI, sa teneur dépend essentiellement de la salinité du milieu et montre des valeurs légèrement basse pendant la saison hivernale où la salinité de l'eau est de l'ordre de 36,2‰ (Ben Ismail et *al.*, 2010). En effet, la salinité de l'eau agit sur le métabolisme lipidique des poissons et des crustacés (Bell et *al.*, 1994) et l'abaissement de la salinité du milieu provoque un changement du métabolisme lipidique des espèces (Mili et *al.*, 2013). Cette étude montre que les AGS et les AGMI subissent aussi une variation saisonnière. Les teneurs maximales pour ces familles d'acides gras sont enregistrées essentiellement en hiver (42,69 %) et en automne (42,38 %) pour les AGS et en été (14,57 %) pour les AGMI. Les AGPI représentent la fraction majoritaire (44,71 %) essentiellement pendant la saison printanière. L'augmentation des AGPI est toujours accompagnée d'une diminution des AGS. Les pourcentages élevés d'EPA et de DHA ont été observés essentiellement au printemps, à l'exception du DHA, qui présente des valeurs élevées au mois de septembre. Les teneurs d'EPA et de DHA sont dues essentiellement à leur abondance dans la chaîne alimentaire marine (Ando et Chouba, 2003). Toutefois, le rapport EPA/DHA est considéré parmi les meilleurs critères d'évaluation de la qualité des AG (Saglik & Imre, 2001).

## CONCLUSION

Les taux des lipides ont montré des fluctuations saisonnières prononcées, avec des taux élevés d'AGPI au printemps, en AGMI en été, en hiver et en automne pour les AGS.

Les résultats de cette étude ont montré que l'augmentation des taux des acides gras polyinsaturés AGPI est accompagnée d'une baisse du taux des acides gras saturés AGS. Les acides gras majoritaires sont l'acide docosahexaénoïque (C22:6n-3) (DHA) et l'acide eicosapentaénoïque (C20:5n-3)(EPA).

Dans le but de recommander la consommation de la chair du rouget de vase au moment où le profil en acides gras ainsi que les concentrations des oligo-éléments étudiés sont les plus favorables pour la santé humaine, nos résultats ont permis de mettre en évidence une meilleure richesse en AGPI n-3 au printemps, en Ca en été, en Fe en été et au printemps. Pour le K, Na et Mg nous n'avons pas mis en

évidence une saison plus favorable pour leur accumulation au niveau de la chair.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ando, H. & Okamoto, H. (2003). Practical procedures for ectopic induction of gene expression in zebrafish embryos using Bhc-diazo-caged mRNA. *Meth. Cell Sci.*, 25, 25-31.
- Bandarra, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M. & Christie, W.W. (1997). Seasonal change in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *J. Food. Sci.*, 62, 40-42.
- Bell, J.G., Tocher, D.R., Macdonald, F.M. & Sargent, J.R. (1994). Effects of diets rich in linoleic and alphanolenic acids on growth, lipid class and fatty acid compositions and eicosanoid production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Fish Physiol. Biochem.*, 13, 105-118.
- Beltran, A. & Moral, A. (1990). Estabilidad de los lípidos de la sardina de diferente contenido de grasa, durante su conservación a -18 °C. *Anal. Bromatol.*, 42, 167-175.
- Ben Ismail, S., Sammari, C., Béranger, K. & Lellouche, J.M. (2010). Atlas des données hydrologiques des côtes tunisiennes. Document technique de l'Institut National des Sciences et Technologies et de la Mer (INSTM).1-169.
- Blasco, J., Rubio, J.A., Forja, J., Gómez-parra, A. & Establier, R., (1998). Heavy metals in some fishes of the mugilidae family from salt-ponds of Cadiz bay, SW Spain. *Ecotoxicol Environ Rest*; 1(2):71- 7.
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J. 1959. -A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can.J.Biochem.Phys.*37, 911-917.
- Charef A., Zamouri Langar N. and Houas Gharsallah I. (2012). Stock size assessment and spatial distribution of bivalve species in the Gulf of Tunis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92, I, 179-186.
- Falch, E., Rustad, T., Jonsdottir, R., Shaw, N.B., Dumay, J., Berge, J.P., Arason, S., Kerry, J.P., Sandbackk, M., Aursand, M., (2006). Geographical and seasonal differences in lipids composition and species. *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 727-736.
- Gharbi, H., (1980). Contribution à l'étude biologique et dynamique des Rougets (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 et *Mullus Surmuletus* Linnaeus, 1758) des côtes tunisiennes. Thèse de doctorat de biologie marine des Sciences de Tunis. 100 p.
- Gharbi, H., Abdelkader, B. & Zarrah, Y., (1986). Résultats des campagnes de prospection par chalutage dans la région nord de la Tunisie (Janvier-Juin 1984). *Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô*, 13, 123-139.
- Hamza-chaffai, A., Cosson, R.P., Amiard-Triquet, C. & Abed, A., (1995). Physico-chemical forms of storage of metals (Cd, Cu and Zn) and metallothionein-like proteins in gills and liver of marine fish from Tunisian coast: ecotoxicological consequences. *Comp. Biochem. Physiol.* 111C (2), 329-341.
- Hylland, P., Milton, S., Peck, M., Nilsson, G-E. & Lutz, P.I., (1997). Brain Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATP activity in two anoxia tolerant vertebrates *Crucian carp* and freshwater turtle. *Neurosci. Lett*, 235, 89-92.
- Metcalf, L.D., Schmitz, A. & Pelka, J.R. 1966. - Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*. Washington, V. 38, n. 3, p.514-515.
- Mili, S., Bouriga, N., Ennouri, R., Jarboui, O. & Missaoui, H. (2012). Suivi du profil lipidique et variation saisonnière des acides gras de la squille *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) du golfe de Tunis (Tunisie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 137(1-4), 113-120.
- Mili, S., Bouriga, N., Ennouri, R., Jarboui, O. & Missaoui, H. (2013). Food and biochemical composition of the spot-tail mantis shrimp *Squilla mantis* caught in three Tunisian Gulfs: Tunis, Hammamet and Gabes. *Cah. Biol. Mar.*, 54, 271-280.
- Osman, N.H., Suriah, A.R. & Law, E.C. (2001). Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food Chem.*, 73, 55-60.
- Passi, S., Cataudella, S., Di marco, P., De simone, F. & Rastrelli, L. (2002). Fatty acid composition and antioxidant levels in muscle tissue of different Mediterranean marine species of fish and shellfish. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 7314-7322.
- Rosenkrantz, T-S., Kurbin, J., Mishna, O-P., Smith, D., Delivoria Papadopulos, M. (1996). Brain cell membrane Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase activity following severe hypoxic injury in the newborn piglet. *Brain Res* 730, 52-57.
- Saglik, S. & Imre, S. (2001). N-3-Fatty Acids in Some Fish Species from Turkey. *J. Food Sci.*, 66,210-212.
- Zaboukas, N., Miliou, H., Megalofonou, P., & Moraitou-Apostolopoulou, M. (2006). Biochemical composition of the Atlantic bonito *Sarda sarda* from the Aegean Sea (eastern Mediterranean Sea) in different stages of sexual maturity. *J. Fish. Biol.*, 69, 347-362.

Zarrad, R., 2007. Distributions spatio-temporelles des œufs et des larves de l'anchois *Engraulis eucrasicolus*, de la Sardinelle *Sardinella aurita* et de la sardine *Sardina pilchardus* dans le

golfe de Tunis et relations avec les paramètres environnementaux. Thèse de doctorat de l'Institut National Agronomique de Tunisie. 253p.