

Variations de la composition en acides gras polyinsaturés (w3) chez *Diplodus annularis* des côtes tunisiennes

A. Chaouch^{a*}, I. Bouhlel^a, R. Sakly^b, I. Chraief^a, M. Hammami^a,
M. S. Romdhane^c, M. El Cafsi^d

^a Faculté de Médecine de Monastir, Département des Sciences de Base «A»,
5019 Monastir, Tunisie

^b École Supérieure des Sciences et Techniques de la Santé,
Avenue Avicenne, 5019 Monastir

^c Institut National Agronomique de Tunisie, Agrocampus,
43 Av. Charles Nicolle, 1082 Tunis, Tunisie

^d Faculté des Sciences de Tunis, Département de Biologie,
Campus Universitaire, 2092 Tunis, Tunisie

(Reçu le 30 Janvier 2003, accepté le 31 Mars 2003)

Résumé : Les vertus de la diète méditerranéenne sur la santé trouvent leur explication entre autre dans la consommation du poisson. L'effet bénéfique des sparidés parmi d'autres espèces particulièrement celles ayant un taux élevé en acides gras polyinsaturés est basé essentiellement sur la réduction et la prévention des maladies cardiovasculaires et tumorales. Dans le présent travail nous nous sommes proposés de suivre l'évolution des teneurs en acides gras polyinsaturés chez une espèce de sparidés immature (*Diplodus annularis*) dans trois régions des côtes Tunisiennes durant la saison hivernale : le Nord (Golfe de Tunis), l'Est (Monastir) et le Sud (Djerba-Zarzis). Les résultats obtenus par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire montrent respectivement pour le nord d'une part, le centre et le sud d'autre part les compositions suivantes en acides gras totaux : 2,94 et 1,42 mg/g de matière fraîche. L'analyse statistique révèle une différence significative en faveur de la teneur des poissons de la région du nord comparée à celle du centre et du sud ($P < 0,05$). Nos résultats révèlent aussi une meilleure richesse en acides gras polyinsaturés (w3) en faveur des poissons de la région du nord.

Mots clés : Acides gras polyinsaturés, poissons, côtes Tunisiennes.

Abstract : Health virtues of Mediterranean diet are particularly due to fish consumption. The beneficial effect of sparidae among other fish species with high polyunsaturated fatty acid levels is in cardiovascular and tumoral disease preventions. In our study we followed the polyunsaturated fatty acid level variations in an immature sparida species *Diplodus annularis* collected from three regions of Tunisian coasts : north (Gulf of Tunis), East (Monastir) and the south (Djerba-Zarzis). The results obtained by gas chromatograph with capillary column show the following composition of total fatty acids in the north 2.94, in the center and in the south 1.42 mg/g dry matter. The statistical analysis reveals a significant difference in favour of the north value compared to those of the center and the south ($P < 0,05$). Moreover, our results indicate a higher level of polyunsaturated fatty acids (w3) in favour of the northern region.

Keywords : Polyunsaturated fatty acids, Fishes, Tunisian coasts.

1. Introduction

Depuis longtemps, les chercheurs se sont intéressés au régime alimentaire méditerranéen eu égard à ses effets bénéfiques sur la santé [1]. Grâce à sa richesse en poissons, le régime méditerranéen est considéré comme une référence internationale dans la prévention de plusieurs maladies essentiellement cardiovasculaires [2-5].

* correspondant; fax: 0021613 460 737; e-mail: Abdelhamid.chaouch@fmm.rnu.tn



Plusieurs études ont pu mettre en évidence les effets bénéfiques de la consommation des acides gras polyinsaturés (AGPI) ($\omega 3$) particulièrement l'acide eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA) sur la santé [6-8]. D'autres chercheurs [9, 10] ont montré que ces deux acides gras très abondants dans l'huile de poissons, peuvent réduire l'hyperlipidémie [2,11], la production hépatique des LDL à effet athérogène et augmenter aussi le taux des HDL à effet protecteur [10].

Les AGPI ($\omega 3$) peuvent aussi prévenir l'athérosclérose par inhibition de l'agrégation plaquettaire [7,12]. Les AGPI préviennent aussi plusieurs types de cancer. Ainsi, les recherches ont pu mettre en évidence une corrélation inverse entre la consommation du poisson et l'incidence de mortalité par le cancer du pharynx et du larynx [13], de l'œsophage [14], des poumons [15], du sein [16,17] de l'estomac [18], du pancréas [19] et du colon [20]. Des études épidémiologiques ont montré par ailleurs qu'un régime alimentaire riche en acides gras d'origine marine pourrait exercer des effets bénéfiques sur les réactions inflammatoires rhumatoïdes et sur l'asthme [21, 22]. A ce titre, Volker *et al.* [23] ont mis en évidence qu'une supplémentation en AGPI ($\omega 3$) à raison de 40 mg/kg de poids corporel/jour durant quinze semaines améliore les signes cliniques des patients atteints d'arthrite rhumatoïde sans entraîner pourtant d'effets indésirables.

D'autres auteurs [24] ont montré que les personnes vivant sur les côtes consommant dix fois plus de poissons que ceux vivant loin des côtes présentent une mortalité par infarctus du myocarde quatre fois moindre. Ainsi une consommation du poisson une fois par semaine peut diminuer jusqu'à 52 % le risque de mortalité par arrêt cardiaque [25].

D'autre part, la Tunisie avec ses 1300 Km de côtes, présente une grande richesse en ressources halieutiques. En outre, le sparailon *Diplodus annularis*, occupant une grande importance dans le régime alimentaire des Tunisiens est pêché à longueur d'année. Nous avons pu par ailleurs, mettre en évidence dans un travail antérieur chez cette même espèce, une accumulation des AGPI ($\omega 3$), particulièrement pendant la saison hivernale. Il nous a semblé utile pour ces raisons, d'étudier les variations des acides gras chez l'espèce *Diplodus annularis* immature des côtes Tunisiennes pendant l'hiver, afin de valoriser le meilleur apport nutritionnel régional pour le consommateur tunisien.

2. Matériel et Méthodes

Nous avons utilisé pour notre étude des échantillons d'espèce *Diplodus annularis* immature collectés durant la saison hivernale dans trois régions des côtes Tunisiennes (le Nord, l'Est et le Sud). Nous avons prélevé pour chaque spécimen un fragment du muscle dorsal blanc à partir du flanc droit. Ce fragment servira pour l'extraction des lipides totaux alors que le fragment prélevé sur le flanc gauche servira pour la détermination de la teneur en eau.

Nous avons utilisé pour l'extraction, la méthode de Folch *et al.* [26] modifiée par Bligh et Dyer [27]. Les échantillons sont conservés ensuite à -80°C dans le mélange de Vorbeck et Marinetti jusqu'à utilisation. La technique de méthylation utilisée est celle de Metcalfe *et al.* [28] pour laquelle nous avons utilisé le trifluorure de bore-méthanol (BF_3). Pour déterminer la masse des différents acides gras présents dans nos échantillons, un acide gras standard en l'occurrence l'acide nonadécanoïque ($\text{C}_{19} : \text{O}$) absent dans nos échantillons, a été utilisé.

L'analyse des acides gras a été réalisée à l'aide d'un chromatographe à gaz de type HP 5890 série II muni d'un détecteur à ionisation de flamme et d'une colonne capillaire polaire HP-innovax de 50 m de long et 0,32 mm de diamètre. L'épaisseur du film étant égale à 0,5 μm . Le gaz vecteur utilisé étant l'azote avec une pression égale à 0,552 bars. La chromatographie est développée en programmation de température de 180 à 250 $^{\circ}\text{C}$. Le chromatographe est associé à un logiciel permettant l'intégration de la surface des pics des différents acides gras et leurs pourcentages par rapport aux lipides totaux. L'identification des différents acides gras présents dans l'extrait lipidique a été réalisée grâce aux esters méthyliques des acides gras standards (supelco).

Nous avons utilisé pour la comparaison des moyennes, le test « t » de Student. La différence entre deux moyennes est considérée comme significative pour toute valeur du seuil de signification $P < 0,05$.

3. Résultats

Nous avons groupé dans le tableau I les pourcentages des différentes familles d'acides gras (saturés, mono et polyinsaturés). Le tableau II, regroupe la composition exprimée en pourcentage des acides gras saturés (C10 : 0 ; C12 : 0 ; C14 : 0 ; C16 : 0 ; C17 : 0 ; C18 : 0 ; C20 : 0 ; C22 : 0 et C24 : 0), monoinsaturés (C14 : 1 ; C16 : 1 ; C18 : 1 ; C20 : 1 ; C22 : 1 et C24 : 1), polyinsaturés (w3) (C18 : 3 ; C20 : 5 ; C22 : 5 et C22 : 6) et polyinsaturés (w6) (C18 : 1 ; C20 : 3 ; C20 : 4 et C22 : 4).

L'analyse globale des acides gras saturés ne révèle pas de variations significatives entre les différentes régions. L'analyse détaillée des différents acides gras saturés montre en passant du nord vers le sud, les résultats suivants :

- **L'acide laurique** C12 : 0, nos résultats montrent que le passage du nord vers le centre s'accompagne d'une augmentation de 91,4 %, alors que le passage du nord vers le sud et du centre vers le sud s'effectue avec une diminution respectivement égale à 91,5 et 95,5 %. L'analyse statistique montre que ces différences sont toutes significatives ($P < 0,05$).
- **L'acide myristique** C14 : 0, nos résultats montrent que le passage du nord vers le centre d'une part et du nord vers le sud d'autre part s'accompagne d'une diminution respectivement égale à 20 et 34 %. Le passage du centre vers le sud s'accompagne aussi d'une diminution de 17,6 %. Toutes ces différences sont significatives ($P < 0,05$) exceptée la différence entre les teneurs du nord et du centre qui se situe à la limite de la signification ($P = 0,050$).
- **L'acide palmitique** C16 : 0, nos résultats révèlent que le passage du nord vers le centre et vers le sud s'effectue avec une augmentation respectivement égale à 15,7 et 22,3 %. Ces deux différences sont significatives ($P < 0,05$). Le passage du centre vers le sud s'accompagne aussi d'une augmentation de 5,7 %. Cette différence est statistiquement non significative.
- **L'acide héptadécanoïque** C17 : 0, nos résultats montrent que le passage du nord vers le centre et vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'une part s'accompagne toujours d'une augmentation respectivement de 60,5 ; 82,7 et 13,7 %. Toutes ces différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$) exceptée pour celle entre le centre et le sud.
- **L'acide stéarique** C18 : 0, nos résultats révèlent un minimum observé dans le nord et un maximum dans le sud. Seule la différence entre les teneurs du nord et du sud, qui est une augmentation de 18,6 %, est statistiquement significative ($p < 0,05$).

Pour les acides gras monoinsaturés, les résultats montrent des teneurs différentes entre le nord et le centre d'une part, le centre et le sud d'autre part. Ces deux différences qui sont statistiquement significatives ($P < 0,05$) sont dues à la variation régionale des acides gras suivants :

- **L'acide myristoléique** C14 : 1 ; nos résultats montrent que le passage du nord vers le centre s'accompagne d'une diminution égale à 74 % alors que le passage du centre vers le sud s'accompagne plutôt d'une augmentation égale à 367 %. Ces deux différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).
- **L'acide palmitoléique** C16 : 1, les résultats montrent que la teneur minimale est observée dans la région du centre alors que la maximale est observée dans le sud. Seule la différence entre le nord et le centre qui est une diminution égale à 27,5% est statistiquement significative ($P < 0,05$).
- **L'acide oléique** C18 : 1, nos résultats révèlent que le passage du nord vers le centre se traduit par une diminution égale à 15,6 %, alors que le passage du nord vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'autre part s'accompagne d'une augmentation respectivement égale à 29 et 53 %. Seules ces deux dernières différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).



Tableau I : Taux des variations (%) des acides gras saturés, mono et polyinsaturés chez *Diplodus annularis*.

	Régions		
	Nord (n = 09)	Est (n = 09)	Sud (n = 10)
Acides gras saturés	32,59 ± 0,51	35,99 ± 3,04	35,95 ± 1,73
Acides gras Monoinsaturés	26,82 ± 1,61	16,02 ± 1,80	24,55 ± 1,38
Acides gras polyinsaturés	40,59 ± 2,06	47,99 ± 1,17	39,5 ± 2,04
Acides gras polyinsaturés w3	30,75 ± 2,06	34,5 ± 1,12	21,59 ± 1,69
Acides gras polyinsaturés w6	9,84 ± 0,51	13,49 ± 0,93	17,91 ± 1,54
AGPI(w6) / AGPI(w3)	0,32 ± 0,03	0,39 ± 0,03	0,83 ± 0,02

Tableau II : Variations de la composition en acides gras (%) chez *Diplodus annularis*.

	Régions		
	Nord (n=09)	Est (n=09)	Sud (n=10)
C10:0	0,20 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,06 ± 0,018
C12:0	1,99 ± 0,15	3,81 ± 0,49	0,17 ± 0,03
C14:0	1,99 ± 0,15	1,59 ± 0,10	1,31 ± 0,07
C14:1	1,07 ± 0,12	0,28 ± 0,05	1,31 ± 0,04
C16:0	18,94 ± 0,38	21,91 ± 0,84	23,16 ± 0,59
C16:1	4,62 ± 0,34	3,35 ± 0,42	5,93 ± 0,63
C17:0	1,04 ± 0,09	1,67 ± 0,13	1,90 ± 0,15
C18:0	6,07 ± 0,20	6,37 ± 0,37	7,20 ± 0,48
C18:1	14,14 ± 0,52	11,93 ± 1,24	18,25 ± 1,36
C18:2	1,22 ± 0,06	1,06 ± 0,09	2,02 ± 0,12
C18:3	0,66 ± 0,06	0,55 ± 0,12	0,78 ± 0,07
C20:0	0,55 ± 0,12	0,28 ± 0,05	0,43 ± 0,07
C20:1	0,53 ± 0,16	0,56 ± 0,06	1,26 ± 0,28
C20:2	1,47 ± 0,40	0,72 ± 0,14	0,94 ± 0,28
C20:3	1,05 ± 0,20	0,36 ± 0,03	0,57 ± 0,09
C20:4	6,34 ± 0,32	8,76 ± 0,75	12,88 ± 0,91
C20:5	6,68 ± 0,42	7,01 ± 0,19	2,66 ± 0,35
C22:0	0,57 ± 0,07	0,54 ± 0,05	0,45 ± 0,05
C22:1	1,13 ± 0,14	0,41 ± 0,05	0,57 ± 0,11
C22:4	2,01 ± 0,19	1,99 ± 0,17	2,66 ± 0,35
C22:5	3,23 ± 0,29	2,60 ± 0,19	1,83 ± 0,25
C22:6	19,77 ± 1,64	24,44 ± 1,54	11,68 ± 1,26
C24:0	2,51 ± 0,09	2,88 ± 0,15	3,08 ± 0,42
C24:1	3,10 ± 0,78	0,38 ± 0,06	0,39 ± 0,10

- *L'acide érucique* C22 : 1, nos résultats montrent que le passage du nord vers le centre et vers le sud s'effectue avec une diminution respectivement égale à 63,7 et 49,5 %. Le passage du centre vers le sud s'accompagne plutôt d'une augmentation de 39%. Seules les deux premières différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).

- **L'acide eicosatétraénoïque C24** : 1, nos résultats montrent une valeur minimale similaire observée dans les deux régions du centre et du sud. La teneur maximale est observée cependant dans la région du nord. Le passage du nord vers le centre et le sud s'accompagne d'une diminution égale à 87 %. Cette différence est statistiquement significative ($p < 0,05$).

Pour les acides gras polyinsaturés, les résultats obtenus montrent une augmentation de 18 % en passant du nord vers le centre, alors que le passage du nord vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'autre part s'accompagne plutôt d'une diminution respectivement égale à 3 et 18 %. Seules les différences entre les teneurs du nord et du centre d'une part et celles du centre et du sud d'autre part sont statistiquement significatives ($P < 0,05$). Ces différences sont dues essentiellement aux variations des deux familles (w3) et (w6) et aussi des teneurs des différents acides gras de chaque famille.

Les AGPI (w3) montrent une variation avec un minimum observé dans le sud et un maximum observé dans la région du centre. Les différences entre les teneurs des différentes régions sont toutes statistiquement significatives ($P < 0,05$). Ces différences sont dues aux variations des acides gras suivants :

- **L'acide eicosapentaénoïque C20** : 5, nos résultats montrent que le passage du nord vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'autre part s'accompagne d'une diminution respectivement égale à 63 et 62 %. Ces deux différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).

- **L'acide docosapentaénoïque C22** : 5, nos résultats révèlent une diminution de 43 et 29,5 % respectivement entre le nord et le sud d'une part, le centre et le sud d'autre part. Ces deux différences sont statistiquement significatives ($p < 0,05$).

- **L'acide docosahexaénoïque C22** : 6, nos résultats montrent que le passage du nord vers le centre s'accompagne d'une augmentation égale à 23,6 % alors que le passage du nord vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'autre part se traduit par une diminution respectivement égale à 41 et 52,2%. Ces deux dernières différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$) alors que la différence entre les teneurs du nord et du centre se situe à la limite de la signification ($P = 0,054$).

Les AGPI (w6) nous ont permis de relever une variation avec un minimum observé dans la région du nord et un maximum dans la région du sud. Les différences entre les teneurs sont toutes statistiquement significatives ($P < 0,05$). Ces différences sont dues aux variations des acides gras suivants :

- **L'acide linoléique C18** : 2, nos résultats montrent une augmentation égale à 65,5 et 90,5 % respectivement entre les teneurs de la région du nord et du sud d'une part et celle du centre et du sud d'autre part. Ces deux différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).

- **L'acide dihomogamma-linolénique C20** : 3, nos résultats révèlent que le passage du nord vers le centre et vers le sud s'accompagne d'une diminution respectivement égale à 65,7 et 45,7 %. Le passage du centre vers le sud s'effectue plutôt avec une augmentation égale à 58,3 %. Toutes ces différences sont statistiquement significatives ($p < 0,05$).

- **L'acide arachidonique C20** : 4, nos résultats révèlent une variation avec un minimum observé dans le nord et un maximum observé dans la région du sud. Le passage du nord vers le centre et vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'autre part se traduit par une augmentation égale respectivement à 35,3 ; 100,3 et 47 %. Toutes ces différences sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).

L'analyse des AGPI (w3) (C18 :3 ; C20 :5 et C22 :6) exprimés en mg/gramme de matière sèche (Figure 1) révèle :

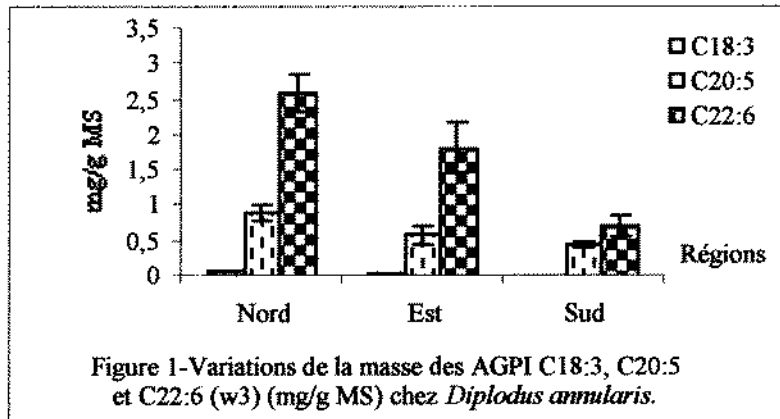
- **L'acide alpha-linolénique C18 :3**, existe sous forme de traces avec un minimum observé dans la région du sud et un maximum observé dans le nord. Les différences inter-régionales sont toutes significatives ($P < 0,05$).

- **L'acide eicosapentaénoïque (EPA) C20 :5**, montre que la teneur dépend des régions. Le minimum est observé dans la région du sud alors que le maximum est observé dans le nord. Les

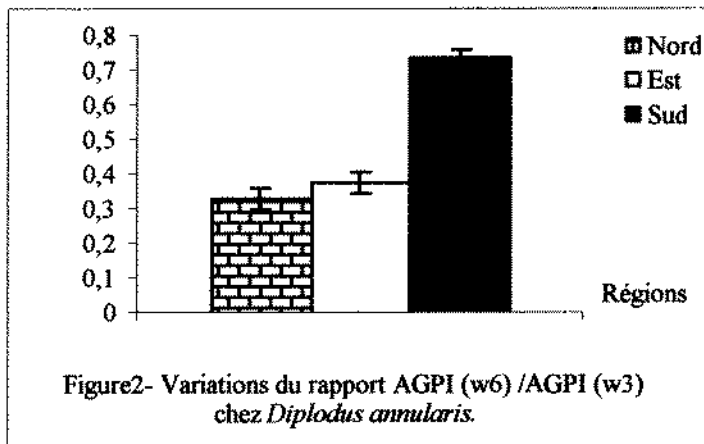


différences inter-régionales sont statistiquement significatives exceptée pour la diminution de 19,9 % observée entre les teneurs du centre et du sud.

- *L'acide docosahexaénoïque (DHA) C22 :6*, suit une variation en fonction des régions. Le passage du nord vers le centre et vers le sud d'une part et du centre vers le sud d'autre part s'accompagne d'une diminution égale respectivement à 30,4 ; 72 et 59,6 %. Seules les deux dernières différences sont statistiquement significatives ($p < 0,05$).



La moyenne du rapport des AGPI (w6) / AGPI (w3) (Figure 2) révèle une variation en fonction des régions avec un minimum observé dans la région du nord et un maximum dans le sud. La moyenne du rapport AGPI (w6) / AGPI (w3) dans notre étude est toujours inférieure à l'unité pour l'espèce *Diploodus annularis* signifiant soit une tendance à l'accumulation des AGPI (w6) ou bien une consommation accrue des AGPI (w3) ou bien les deux simultanément.



Cette dernière observation est confirmée par l'étude du rapport EPA/DHA (Figure 3) qui révèle aussi une variation en fonction des régions. Les valeurs du rapport EPA/DHA pour les régions du nord, du centre et du sud sont respectivement 0,36 ; 0,32 et 0,78. Ainsi la moyenne du rapport EPA/DHA dans notre étude, est toujours inférieure à l'unité pour l'espèce *Diploodus annularis* signifiant ainsi une tendance régionale à l'accumulation de l'acide docosahexaénoïque C22 : 6 (DHA) pendant l'hiver.

L'analyse statistique des deux rapports AGPI (w6) / AGPI (w3) et EPA/DHA révèle que seules les différences entre les rapports du nord et du sud d'une part et celle entre le centre et le sud d'autre part sont statistiquement significatives ($P < 0,05$).

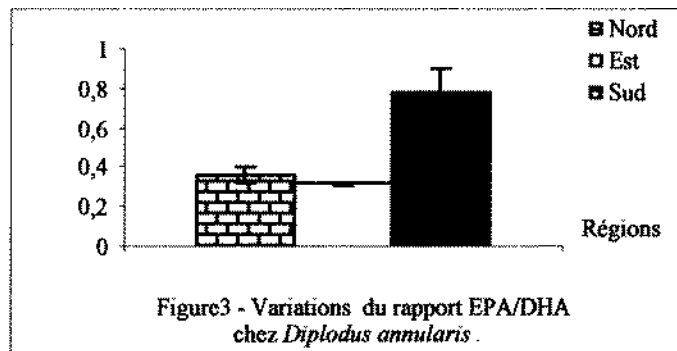


Figure3 - Variations du rapport EPA/DHA chez *Diplodus annularis*.

4. Discussion

Nos résultats révèlent une variation des acides gras chez l'espèce *Diplodus annularis* immature des côtes Tunisiennes. Les quantités exprimées en mg/g de matière fraîche diminuent depuis le nord ($2,94 \pm 0,21\%$) pour atteindre un minimum observé dans les deux régions du centre et du sud ($1,42 \pm 0,16\%$). Ces résultats sont similaires à ceux cités par Belling et al. [29] chez plusieurs espèces de poissons d'Australie.

En outre, nos résultats exprimés en pourcentage des acides gras totaux montrent que les AGPI sont les plus abondants. Le maximum est observé dans la région du centre ($47,99 \pm 1,17\%$) alors que la teneur minimale est observée dans la région du sud ($39,5 \pm 2,04\%$). Ces résultats sont identiques à ceux obtenus par Belling et al. [29] chez des espèces de poissons d'Australie. Ces auteurs ont identifié chez les espèces *Gymnocranius audleyi*, *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus adetii* et *Lutjanus carporonatus* respectivement $41,5 \pm 6,4$; $41,0 \pm 8,0$; $38,3 \pm 2,6$ et $39,9 \pm 2,9\%$ des acides gras totaux. Nos résultats sont conformes aussi à ceux décrits par Passi et al. [30] chez 21 espèces de téléostéens de la mer méditerranée (de $21,7$ à $61,5\%$). Par ailleurs Piclet [31] a mis en évidence chez la Truite arc-en-ciel $40,1\%$ des acides gras totaux.

Les AGPI (w3) obtenus dans notre étude, montrent aussi une variation régionale. En effet, la valeur maximale est observée dans la région du centre ($34,5 \pm 1,12\%$) alors que la minimale est observée dans le sud ($21,59 \pm 1,69\%$). Les teneurs en AGPI (w3) obtenus sont conformes à celles trouvées par Belling et al. [29] chez *Choerodon albigera* ($29,9 \pm 4,9\%$), *Lutjanus carporonatus* ($29,1 \pm 0,6\%$), *Lethrinus miniatus* ($21,5 \pm 5,7\%$) et *Gymnocranius audleyi* ($22,5 \pm 4,7\%$). Pascaud et al. [32] d'une part et Grigorakis et al. [33] d'autre part ont mis en évidence chez la Truite *Salmo gairdnerii* et la Daurade *Sparus aurata* respectivement $32,6$ et $28,68\%$ des acides gras totaux.

Par ailleurs, d'autres travaux réalisés par Njinkoue et al. [34] sur deux espèces de Sardine *Sardinella maderensis* et *Sardinella aurita*, ont montré que les pourcentages des AGPI (w3) varient entre 20 et 33 % du total des acides gras. Alors que Ackman [35] a rapporté chez la sardine Japonaise *Sardinops melanosticta* un taux d'AGPI (w3) égal à 25,9 %. Parmi les AGPI (w3), l'acide docosahexaénoïque C22 : 6 (DHA) est le plus abondant. Le DHA présente une valeur maximale pour la région du centre ($24,44 \pm 1,54\%$) et une minimale observée au sud ($11,68 \pm 1,26\%$). Des résultats similaires ont été signalés par Belling et al. [29] chez *Epinephelus Merra* ($19,9 \pm 3,1\%$) et *Lethrinus miniatus* ($12,6 \pm 6,6\%$). En outre Njinkoue et al. [34] ont signalé chez deux espèces de Sardine des côtes sénégalaises une teneur égale à $24,7 \pm 0,19$ et $12,9 \pm 0,1\%$ respectivement chez *Sardinella maderensis* et *Sardinella aurita*.

Le DHA est suivi par l'acide eicosapentaénoïque C20 : 5 (EPA) qui présente une variation en fonction des régions. L'EPA suit une variation similaire à celle du DHA avec une teneur maximale égale à $7,01 \pm 0,19\%$ pour la région du centre et une minimale pour le sud égale à $2,66 \pm 0,35\%$ Belling et al. [29] a identifié une moyenne égale à $3,1 \pm 1,3\%$ chez onze espèces de poissons d'Australie. Par ailleurs Grigorakis et al. [33] ont signalé une teneur moyenne en EPA chez la Daurade *Sparus aurata* égale à $6,96\%$ des acides gras totaux. Alors que Tanakol el al. [36]



ont signalé chez 19 espèces de poissons de la mer noire, une variation du pourcentage en EPA de 4,2 à 13,3 %.

L'acide docosapentaénoïque C22 : 5 présente une variation régionale avec des teneurs non négligeables. Nos résultats révèlent ainsi une teneur maximale dans le nord égale à $3,23 \pm 0,29$ % et une minimale dans le sud égale à $1,83 \pm 0,25$ %. A ce titre Pascaud et al. [32] ont pu mettre en évidence chez la Truite un pourcentage égal à 3 %. D'autre part Belling et al. [29] ont signalé chez des poissons des côtes d'Australie, *Lethrinus miniatus*, *Choerodon venustus*, *Plectroponus leopardus*, *Lutjanus sebae*, *Choerodon albigera*, *Lutjanus adetii* et *Lutjanus carporonatus* un pourcentage en C22 : 5 respectivement égal à $3,4 \pm 0,6$; $3,4 \pm 1,4$; $2,8 \pm 0,7$; $3,1 \pm 0,4$; $3,4 \pm 0,3$; $2,9 \pm 0,2$ et $2,8 \pm 0,1$ %. Par ailleurs Grigorakis et al. [33] ont signalé chez la Daurade *Sparus aurata* sauvage et d'élevage un pourcentage respectivement égal à 3,67 et 2,30 %.

L'acide α -linoléique C18 : 3 se présente sous forme de traces avec une teneur maximale observée dans la région du sud égale à $0,78 \pm 0,07$ % et une minimale dans le centre égale à $0,55 \pm 0,12$ %. Nos résultats confortent ceux obtenus par Belling et al. [29] chez d'autres espèces de poissons. Ces auteurs ont mis en évidence chez *Gymnocranius audleyi* et *Choerodon venustus* un même pourcentage égal à $0,5 \pm 0,2$ % et une teneur égale à $0,71 \pm 0,3$ et $0,6 \pm 0,2$ % respectivement chez *Epinephelus quoyanus* et *Choerodon venustus*. D'autre part Federico et al. [37] ont identifié chez des espèces de poissons des côtes espagnoles, une teneur en C18 : 3 égale à 0,9 % chez *Pagellus bogaraveo* et une même teneur égale à 0,7 % chez *Pleuronectes platessa*, *Merluccius vulgaris* et *Lepidorhombus whiffiagonis*. Ces mêmes auteurs ont pu mettre en évidence chez *Diplodus sargus* des côtes espagnoles, un pourcentage égal à 1,1 % des acides gras totaux. D'autres travaux réalisés par Pascaud et al. [32] et Grigorakis et al. [33] sur la Truite et la Daurade, ont mis en évidence une teneur moyenne en C18 : 3 égale respectivement à 1,9 et 0,27 %.

Nos résultats révèlent que les AGPI (w6) subissent aussi une variation en fonction des régions avec un taux maximal observé dans la région du sud ($17,9 \pm 1,54$ %) et un minimal dans le nord ($9,84 \pm 0,51$ %). Des résultats similaires ont été trouvés par Belling et al. [29] chez des espèces de poissons d'Australie *Epinephelus merra*, *Epinephelus quoyanus*, *Lutjanus carporonatus* respectivement $18,3 \pm 3,4$; $17,00 \pm 3,7$ et $9,4 \pm 2,00$ %, alors que Grigorakis et al. [33] ont pu mettre en évidence chez la Daurade *Sparus aurata* une teneur en AGPI (w6) égale à 9,3 % des acides gras totaux.

Parmi les AGPI (w6), l'acide arachidonique C20 : 4 est le plus abondant. Il présente une variation en fonction des régions avec une teneur maximale observée dans le sud ($12,88 \pm 0,91$ %) et une minimale dans le nord ($6,34 \pm 0,32$). Ces résultats confortent ceux obtenus par d'autres chercheurs chez d'autres espèces de poissons [33, 38-41].

L'acide arachidonique est suivi par l'acide docosatétraénoïque C22 : 4. Ce dernier présente une variation en fonction des régions avec une teneur maximale dans le sud ($2,66 \pm 0,35$ %) et une minimale dans le centre ($1,99 \pm 0,17$ %). Nos résultats confirment ceux obtenus par Belling et al. [29]. Ces auteurs ont signalé chez *Lutjanus sebae* et *Choerodon albigera* une teneur égale respectivement à $1,9 \pm 0,3$ et $2,2 \pm 0,4$ %. Grigorakis et al. [33] ont mis en évidence par contre chez la Daurade *Sparus aurata* une teneur faible égale à 0,32 %.

Les deux AGPI (w6), l'acide linoléique C18 : 2 et l'acide dihomog- γ -linoléique C20 : 3 présentent aussi une variation en fonction des régions. Le maximum pour le C18 : 2 est observé dans la région du sud ($2,02 \pm 0,12$ %) alors que le maximum pour le C20 : 3 est observé plutôt dans le nord ($1,05 \pm 0,20$ %). La valeur minimale pour les deux acides gras C18 : 2 et C20 : 3 est observée dans la région du centre. Elle est égale respectivement à $1,06 \pm 0,09$ et $0,36 \pm 0,03$ %. Ces résultats confortent ceux obtenus par d'autres chercheurs. Ainsi Federico et al. [37] ont pu montrer chez le Sar *Diplodus sargus* et le Maquereau *Trachurus trachurus* une teneur moyenne pour le C18 : 2 respectivement égale à 2,2 et 1,3 %. En outre Belling et al. [29] ont relevé chez *Gymnocranius audleyi* et *Epinephelus merra* une teneur en C20 : 3 égale respectivement à $0,5 \pm 0,1$ et $0,8 \pm 0,2$ %.

Le deuxième groupe d'acides gras les plus fréquents exprimés en pourcentages est celui des acides gras saturés (AGS). Ces derniers présentent aussi une variation régionale avec une teneur maximale dans la région du centre ($35,99 \pm 3,04$) et une minimale observée dans le nord ($32,59 \pm 0,51\%$) parmi les AGS dont les proportions les plus élevées sont observées dans le sud nous citons l'acide palmitique C16 : 0 ($23,16 \pm 0,59 \%$), l'acide stéarique C18 : 0 ($7,20 \pm 0,48 \%$) et l'acide lignocérique C24 : 0 ($3,08 \pm 0,42 \%$). Les acides myristique C14 : 0, héptadécanoïque C17 : 0 et arachidique C20 : 0 présentent aussi des variations en fonction des régions avec une teneur maximale égale respectivement à $1,99 \pm 0,15$, $1,90 \pm 0,15$ et $0,55 \pm 0,12 \%$ observée dans le nord pour les acides gras C14 : 0 et C20 : 0 et dans le sud pour l'acide héptadécanoïque C17 : 0. Belling et al. [29] ont signalé des teneurs élevées en C16 : 0 égales à $20,5 \pm 1,7$; $22,8 \pm 2,1$ et $22,8 \pm 1,6 \%$ respectivement chez *Epinephelus merra*, *Plectroponus leopardus* et *Lutjanus carporonatus*. Pour l'acide stéarique C18 : 0, des teneurs similaires à celles trouvées dans notre étude ont été signalées par Federico et al. [37] chez *Diglogoglossa cuneata* (6,0 %), le Thon *Euthynnus alletteratus* (7,0 %), *Palaemon globosus* (6,9 %), la Daurade *Sparus aurata* (6,6 %) et le Sar *Diplodus sargus* (5,9 %). Par ailleurs Grigorakis et al. [33] ont pu signaler chez la Daurade *Sparus aurata* une teneur pour le C18 : 0 égale à 7,21 %. D'autre part, des études réalisées par Belling et al. [29] sur onze espèces de poissons d'Australie n'ont pu relever des teneurs importantes en ces acides gras : C15 : 0, C17 : 0 et C20 : 0.

Pour le groupe des acides gras monoinsaturés (AGMI), notre étude révèle qu'ils sont les moins abondants. Les AGMI subissent aussi une variation en fonction des régions avec un taux maximum observé dans le nord ($26,82 \pm 1,61 \%$) et un minimum dans le centre ($16,02 \pm 1,80 \%$). Des teneurs similaires ont été rapportées par Piclet [31] chez la Sole (27,4 %), Belling et al. [29] chez *Choerodon venustus* ($15,8 \pm 3,5 \%$) et par Federico et al. [37] chez le Turbot (16 %). Les AGMI les plus abondants sont l'acide oléique C18 : 1 et l'acide palmitoléique C16 : 1. Ces deux acides gras varient en fonction des régions et révèlent une teneur maximale dans le sud respectivement égale à $18,25 \pm 1,36$ et $5,93 \pm 0,63 \%$, alors que la valeur minimale est observée dans la région du centre. Elle est respectivement égale à $11,93 \pm 1,24$ et $3,35 \pm 0,42 \%$. Des travaux réalisés par Belling et al. [29] ont révélé chez *Epinephelus merra* et *Plectroponus leopardus* une teneur pour le C18 : 1 égale respectivement à $12,5 \pm 1,9$ et $12,2 \pm 2,3 \%$. Ces mêmes auteurs ont signalé chez *Gymnocranius audleyi* et *Acanthopagrus australis* des teneurs pour le C16 : 1 égales respectivement à $4,8 \pm 1,8$ et $3,3 \pm 1,3 \%$. Alors que Grigorakis et al. [33] ont mis en évidence chez la Daurade *Sparus aurata* une teneur de C16 : 1 égale à 6,91 %.

Nos résultats révèlent pour le reste des AGMI en l'occurrence les acides C14 : 1 ; C20 : 1 ; C22 : 1 et C24 : 1 des variations régionales avec des teneurs cependant faibles.

L'analyse de nos résultats révèle que les AGS sont les moins affectés par l'effet régional. En effet les AGS ayant plutôt une origine endogène, sont les moins affectés par la nature du régime alimentaire du poisson lequel reste tributaire des conditions bioclimatiques du milieu [40-41].

Enfin nos résultats révèlent que le rapport des AGPI (w3) / AGPI (w6) (exprimés en pourcentage) varie en fonction des régions. La valeur du rapport est cependant toujours supérieure à l'unité. La valeur maximale est observée dans la région du nord ($3,12 \pm 0,03$) alors que la minimale est observée plutôt dans le sud ($1,20 \pm 0,02$). Cette observation a été signalée chez d'autres espèces de poissons de la méditerranée par Passi et al. [30] confirmant ainsi l'importance majeure des poissons comme source alimentaire importante en AGPI (w3) ainsi que leur rôle bénéfique dans le régime alimentaire méditerranéen.

Conclusion

Notre étude révèle une variation selon les zones de pêche des acides gras chez l'espèce *Diplodus annularis* immature du littoral tunisien. Les acides gras saturés ne présentent pas de



variations régionales. Cette observation pourrait être corrélée à l'origine endogène de ces acides gras qui restent indépendants du régime alimentaire de l'espèce étudiée.

Les acides gras monoinsaturés présentent aussi une variation en fonction des régions avec une teneur maximale dans la région du nord et une minimale dans le centre.

Nos résultats montrent en outre que la teneur la plus élevée en AGPI est observée dans la région de l'Est alors que la plus faible est obtenue dans le sud. Ceci pourrait être dû à la variation de la richesse du milieu marin en acides gras à chaînes longues.

Enfin, l'étude des rapports AGPI(w6)/AGPI(w3) d'une part et EPA/DHA d'autre part révèle aussi une variation en fonction des régions avec des valeurs toujours inférieures à l'unité. Cette observation pourrait expliquer la tendance à l'accumulation en hiver du DHA observée chez *Diplodus annularis* immature particulièrement dans la région du golfe de Tunis.

Références

- [1] U. Wahrburg, M. Kratz, P. Cullen, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* **2002**, 104, 698.
- [2] Expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults, *J. Am. Med. Assoc.* **2001**, 285, 2486.
- [3] G.A. Spiller (Ed), *The Mediterranean diets in health and disease*, Van nostrand reinhold, New York, Ny (USA), 1991.
- [4] P. Kris-Etherton, R. H. Eckel, B. V. Howard, *Circulation* **2001**, 103, 1823.
- [5] M. de Lorgeril, P. Slen, J. L. Martin, *Circulation* **1999**, 99, 779.
- [6] O. Johansen, M. Brekke, I. Seljeflot, M. Abdelnoor, H. Arnesen, *J. Am. Coll. Cardiol.* **1999**, 33, 1619.
- [7] J.X. Kang, A. Leaf, *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, 71supp, 202s.
- [8] D. Kromhout, E. B. Bosschieter, C. de Lezenne Coulander, *N. Engl. J. Med.* **1985**, 312, 1205.
- [9] W. Rafflenbeul, *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.* **2001**, 103, 315.
- [10] M. E. Turini, G. L. Crozier, A. Donnet-Hughes, M. A. Richelle, *Eur. J. Nutr.* **2001**, 40, 56.
- [11] International task force for prevention of coronary heart disease coronary heart disease. *Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis.* **1998**, 8, 205.
- [12] P. L. Nestel, *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, 71, 228.
- [13] P. N. Notani, K. Jayant, *Br. J. Cancer. Nutr.* **1987**, 10, 103.
- [14] G. Launoy, C. Milan, N. E. Day, M. P. Pienkowski, M. Gignoux, J. Faivre, *Int. J. Cancer.* **1998**, 76, 1.
- [15] Y. Kimura, *J. Nutr.* **2002**, 132, 2069.
- [16] D. Bagga, K. H. Anders, H. J. Wang, J. A. Glaspy, *Nutr Cancer.* **2002**, 42, 180.
- [17] B. A. Stoll, *Br. J. Nutr.* **2002**, 87, 193.
- [18] B. J. Hanson, K. W. Cummins, A. S. Cargill, R. R. Lowry, *Comp. Biochem. Physiol.* **1985**, 80B, 257.
- [19] M. D. Barber, K. C. Fearon, M. J. Tisdale, D. C. Mc Millan, J. A. Ross, *Nutr. Cancer.* **2001**, 40, 118.
- [20] E. J. Kim, J. G. Jun, H. S. Park, S. M. Kim, Y. L. Ha, J. H. Park, *Anticancer Res.* **2002**, 22, 2193.
- [21] L. A. Horrocks, Y. K. Yeo, *Pharmacol Res.* **1999**, 40, 211.
- [22] W. E. Connor, *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, 71, 171S.
- [23] D. Volker, P. Fitzgerald, G. Major, M. Garg, *J. Rheumatol.* **2000**, 41, 2343.
- [24] I. C. Torres, L. Mira, C. P. Ornelas, A. Melin, *Br. J. Nutr.* **2000**, 83, 371.
- [25] D. Siscovick, *J. Am. Med. Assoc.* **1995**, 274, 1363.
- [26] J. Folch, M. Lees, G. H. Sloane-Stanley, *J. Biolo. Chem.* **1957**, 226, 497.
- [27] E. J. Bligh, W. J. Dyer, *Can. J. Biochem. Physiol.* **1959**, 37, 911.
- [28] L. D. Metcalfe, A. A. Schmitz, J. R. Pelka, *Ann. Chem.* **1966**, 38, 524.
- [29] G. B. Belling, M. Abbey, J. H. Campbell, G. R. Campbell, *Lipids* **1997**, 32, 621.



- [30] S. Passi, S. Cataudella, P. Di Marco, F. De Simone, L. Rastrelli, *J. Agric. Food. Chem.* **2002**, 50, 7314.
- [31] G. Piclet, *Cah. Nutr. Diét.* **1987**, XXII, 317.
- [32] M. Pascaud, C. Brouard, *Cah. Nutr. Diét.* **1991**, XXVI, 185.
- [33] K. Grigorakis, M. N. Alexis, K. D. Anthony Taylor, M. Hole, *International Journal of Food Science and Technology* **2002**, 37, 1.
- [34] J. M. Njinkoue, G. Barnathan, J. Miralles, E. M. Gaydou, A. Samb, *Comp. Biochem. Physiol. Biochem Mol. Biol.* **2002**, 131, 395.
- [35] R. G. Ackman, *Food Reviews International* **1990**, 4, 617.
- [36] R. Tanakol, Z. Yazici, E. Sener, E. Sencer, *Lipids* **1999**, 34, 291.
- [37] S. Federico, S. Salvador, V. Esteban, J. Hernando, *Eur. J. Epidemiol.* **1997**, 13, 451.
- [38] R. A. Gibson, *Lipids* **1989**, 18, 743.
- [39] A. J. Brown, D. C. K. Roberts, A. S. Truswell, *Review. Food Australia* **1989**, 41, 655.
- [40] P. Singer, W. Jaeger, M. Wirth, *Atherosclerosis* **1983**, 49, 99.
- [41] P. Singer, I. Berger, K. Luck, C. Taube, E. Naumann, W. Godick, *Atherosclerosis* **1986**, 62, 259.