

# Variations du régime alimentaire du rouget de roche, *Mullus surmuletus* (Mullidae) des côtes de l'est de l'Algérie

par

Farid DERBAL\*, Sabri SLATNI & M. Hichem KARA (1)

**RÉSUMÉ.** - Le régime alimentaire du rouget de roche, *Mullus surmuletus* (L., 1758) des côtes de l'est de l'Algérie a été étudié au cours d'un cycle annuel. L'analyse qualitative et quantitative a été réalisée chez les juvéniles et les adultes et en fonction des différentes saisons d'échantillonnage. Les contenus digestifs de 380 spécimens, de longueur totale comprise entre 12,2 et 28,8 cm et de poids total compris entre 21,5 et 321 g, ont été examinés entre janvier et décembre 2002. Au total, 131 tubes digestifs étaient vides, ce qui correspond à un coefficient de vacuité digestive moyen de 34,47%, sans différences significatives entre les juvéniles et les adultes, et quelles que soient les saisons de capture. Cette espèce omnivore, au spectre alimentaire assez étendu (18 espèces), a un comportement de prédation benthique dans lequel les crustacés constituent les proies préférentielles (pourcentage indiciaire du IRI = 85,19). Les annélides viennent en seconde position (%IRI = 11%), mais sont considérés comme des proies secondaires. La prédominance des crustacés, en particulier des amphipodes, est observée quelle que soit la saison et la taille des poissons. Le calcul du coefficient de corrélation de Spearman sur le rang des différentes proies consommées montre une variation dans la composition du régime alimentaire au printemps ( $\rho = 0,75$  ;  $p \leq 0,01$ ) et en automne ( $\rho = 0,6785$  ;  $p \leq 0,01$ ).

**ABSTRACT.** - Feeding variations of the striped red mullet *Mullus surmuletus* (Mullidae) off eastern coast of Algeria.

The striped red mullet *Mullus surmuletus* (L., 1758), a Mullidae, is common along the Algerian coast. This study concerns the composition and variations of its diet in the eastern coast of Algeria. Qualitative and quantitative analyses were performed according to the size of the predator (juveniles and adults) and the different sampling seasons. The gut contents of 380 specimens, ranging between 12.2 and 28.8 cm (TL) and of total weight ranging from 21.5 to 321 g, were examined between January and December, 2002. They were fished using gill nets in mixed bottoms (rocks, meadows). Trophic activity was assessed monthly using the digestive vacuity coefficient ( $C_v$ ). The IRI was used to compare the quantitative composition of the diet. In total, 131 guts were empty, which corresponds to a digestive vacuity coefficient of 34.47%. This low value, noticed also during the various sampling seasons ( $28.4\% < C_v < 40.62\%$ ) and according to fish size (adults:  $C_v = 35.5\%$ , juveniles:  $C_v = 31\%$ ), confirms the voracity of *M. surmuletus* in the study zone.  $C_v$  varied from 13.3% (August) to 52.7% (December) and from a geographical area to another:  $C_v = 63.8\%$  in the gulf of Tunis;  $C_v = 17.26\%$  in Crete Island in Greece. A total of 1986 prey were consumed, weighing 61.69 g together, which corresponds to a mean number of eight prey per full gut examined, with a mean weight of 0.25 g per gut. This species is omnivorous and crustaceans constitutes the preferential prey (%IRI = 85.19). Polychaetes come in second position (%IRI = 11%) but are considered to be secondary prey. The domination of crustaceans, particularly amphipods, is also noticed according to sampling seasons and fish size. Numerous studies showed that decapods constitute the bulkiness prey ingested by Mullidae of the Mediterranean Sea, which is not the case in the Gulf of Marseilles, in the Gulf of Palermedans, in the Gulf of Castellammare and on Corsica coasts, where polychaetes predominate. The most common decapods in the diet of the striped red mullet off eastern coast of Algeria are the small shrimp Caridae *Processa macrophtalma* (IRI = 37.5) and the crab *Polybius* sp. (IRI = 62.87). Adults *M. surmuletus* ingested exclusively benthic prey, notably crustaceans, polychaetes, molluscs, echinoderms and small fish. The juveniles striped red mullet (LT < 15 cm) prefer amphipods, but their diet change from a geographical zone to another.

Key words. - Mullidae - *Mullus surmuletus* - MED - Algeria - Diet.

Le rouget de roche ou surmulet *Mullus surmuletus* (L., 1758) appartient à la famille des Mullidae qui compte 15 genres dont trois (*Mullus*, *Upeneus* et *Pseudopeneus*) sont recensés en Méditerranée (Hureau, 1986 ; Golani, 1994). Le genre *Mullus* est représenté par deux espèces, *M. barbatus* et *M. surmuletus*, et une sous espèce *M. barbatus ponticus*, originaire de la mer Noire (Hureau, 1986 ; Turan, 2006). *Mullus surmuletus*, dont la taille maximale peut atteindre 40 cm (Bauchot, 1987), est commun en Méditerranée et en mer Noire. On le trouve aussi en Atlantique, de la mer du Nord

à Gibraltar, et de la partie nord-ouest de l'Afrique jusqu'au Sénégal et les îles Canaries (Hureau, 1986).

*Mullus barbatus* et *M. surmuletus* sont présents sur les côtes algériennes (Dieuzeide *et al.*, 1955 ; Djabali *et al.*, 1993 ; Derbal et Kara, 2001). Ces espèces sont sympatriques mais ne partagent pas les mêmes niches trophiques (Labropoulou et Eleftheriou, 1997), ni les mêmes biotopes (Lombarte *et al.*, 2000). Démersal et grégaire, *M. surmuletus* fréquente généralement les fonds meubles et accidentés (Hureau, 1986 ; Lombarte *et al.*, 2000 ; Bussotti et Guidetti,

(1) Laboratoire bioressources marines, Université d'Annaba, Badji-Mokhtar, ALGÉRIE. [slatni\_sabri@yahoo.fr] [kara\_hichem@yahoo.com]

\* Corresponding author [mfderbal@yahoo.fr]

2009), à des profondeurs n'excédant guère 100 m (Hureau, 1986 ; Ben-Tuvia, 1990 ; Tsimenides *et al.*, 1991 ; Lombarte et Aguirre, 1997). Certains travaux mentionnent des habitats plus profonds (jusqu'à -400 m), où l'on retrouve des individus de grande taille (Machias *et al.*, 1998 ; Mytilineou *et al.*, 2005).

Comme dans d'autres régions de la Méditerranée, le rouget de roche est très recherché ; il est soumis à une pêche intensive (Anonyme, 2005). En Algérie, les captures de rougets (les deux espèces confondues) représentent environ 40% (1900 tonnes) de la production globale moyenne de "poisson blanc", estimée à 4851 tonnes entre 2000 et 2005 (source MPRH, Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques).

Le régime alimentaire de *M. surmuletus* a été étudié dans le golfe de Gascogne (Sorbe, 1972 ; N'Da, 1992), autour de l'île de Crète (Labropoulou *et al.*, 1997), sur les côtes siciliennes (La Rosa *et al.*, 1997 ; Mazzola *et al.*, 1999) et catalanes (Aguirre et Sanchez, 2005), au sud du Portugal (Sá *et al.*, 2006), et récemment dans le golfe du Lion (Bautista-Vega *et al.*, 2008).

Sur les côtes nord-africaines, l'étude des habitudes alimentaires des Mullidae concernent les côtes tunisiennes (Gharbi et Ktari, 1979) et marocaines (Layachi *et al.*, 2007). Nous donnons ici des informations nouvelles sur le régime alimentaire de *M. surmuletus* des côtes de l'est algérien. Sa composition et ses modifications saisonnières et ontogénétiques (juvéniles et adultes) ont été particulièrement recherchées.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le régime alimentaire de *M. surmuletus* des côtes de l'est de l'Algérie a été étudié sur des échantillons prélevés entre janvier et décembre 2002. Au total, 380 individus, de longueur totale comprise entre 12,2 et 28,8 cm et de poids total compris entre 21,5 et 321 g, ont été examinés. Les poissons ont été recueillis essentiellement auprès des mareyeurs et des poissonniers de la ville d'Annaba. Les poissons ont été capturés entre le cap de Garde à l'ouest et la baie d'El-Kala à l'est (Fig. 1), sur des fonds mixtes (rochers, herbiers) et à différents moments de la journée. Tous les poissons proviennent de la pêche artisanale qui utilise essentiellement les filets maillants.

A l'état frais, chaque poisson est mesuré au millimètre près et pesé au gramme près. Etant donnée la présence de proies dans les différentes parties des tubes digestifs, nous avons examiné la totalité de leurs contenus. Une fois le tube digestif prélevé, il est conservé dans une solution de formol à 5%. Chaque tube digestif est sectionné longitudinalement et son contenu est vidé dans une boîte de Pétri. Les différentes proies ingérées sont triées, dénombrées puis pesées au mil-

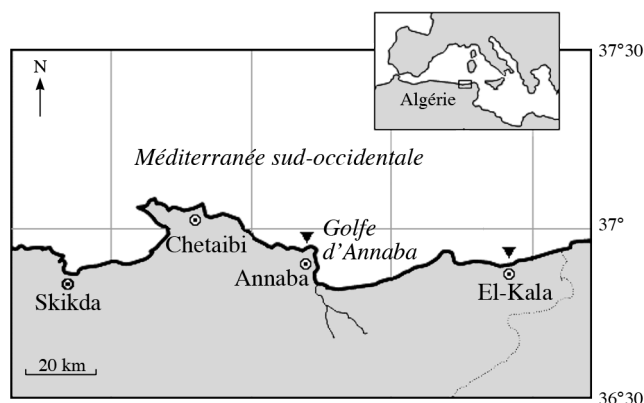


Figure 1. - Limites géographiques des lieux de pêche (▼) de *Mullus surmuletus* des côtes de l'est algérien. [Geographical limits of fishing sites (▼) off eastern coast of Algeria.]

lième de gramme près. Selon leur état de digestion, celles-ci sont identifiées à des niveaux taxinomiques différents en respectant la nouvelle classification phylogénétique (Lecointre et Le Guyader, 2007) et les critères de diagnose qui suivent :

- les petits poissons partiellement digérés sont reconnus selon la présence de la chair et des structures ossifiées représentées généralement par les écailles et les arêtes. Quel que soit le nombre de fragments musculaires, d'écailles ou d'arêtes, nous notons la présence d'une seule proie ;

- les crustacés eumalacostracés pérecarides, notamment les isopodes et les amphipodes, ont tendance à se fragmenter ; de ce fait, leur reconstitution est souvent incertaine. Dans ce cas, la numération des individus s'effectue en divisant le nombre des yeux par deux. Les eucarides (décapodes macroures, anomoures et brachyours) sont reconnaissables à leurs appendices céphalothoraciques (rostre, chélicères, périoïpodes) et abdominaux (pléopodes, somites abdominaux) ;

- le nombre de bivalves est déterminé en divisant le nombre de bords dorsaux valvaires par deux, tandis que les gastéropodes prosobranches sont comptés en tenant compte de la présence des opercules ou des fragments apicaux ou basaux de la coquille spiralée. Les céphalopodes sont identifiés puis dénombrés à partir des ventouses sur des fragments de tentacules ou sur les bourrelets terminaux ;

- les annélides sont souvent digérés partiellement. Seules les parties de leur corps annelé, les parapodes pourvus de soies ou non et les mâchoires, témoignent de leur présence. Quel que soit le nombre de soies libres ou de fragments de parapodes, ils correspondent à une proie unique. Lorsqu'il s'agit du corps de l'animal, nous tenons compte des parties antérieures (têtes) et postérieures (queues). Le comptage des polychètes s'effectue aussi en divisant le nombre de mâchoires par deux ;

- les cnidaires sont représentés essentiellement par les anthozoaires à l'état de polypes ;

- les échinodermes sont reconnaissables à la forme générale du corps (test, zones ambulacraires et interambulacraires, périprocte, forme du disque central et des bras). Leur dénombrement tient compte de la structure pentagonale radiaire du test ;

- les végétaux ou macrophytes représentés par les cormophytes (phanérogames) et les thallophytes (algues) sont considérés aussi comme proie unique quelle que soit leur prépondérance.

- enfin, tous les éléments non reconnaissables sont classés dans le groupe "divers".

L'analyse quantitative du régime alimentaire consiste à calculer le coefficient de vacuité digestive ( $C_v$ ), qui est le pourcentage de tubes digestifs vides par rapport au nombre total de tubes digestifs examinés. Les variations significatives de la vacuité digestive chez les juvéniles et les adultes et en fonction des différentes saisons ont été recherchées en utilisant le test khi-deux (Dagnélie, 1975).

Les différentes proies ont été classées en utilisant trois méthodes simples (numérique, gravimétrique et de fréquence d'occurrence) et l'indice d'importance relative (IRI) de Pinkas *et al.* (1971), modifié par Hacunda (1981). Cet indice mixte présente l'avantage d'intégrer dans son expression les 3 principaux descripteurs de la présence des proies : le pourcentage numérique  $C_{ni}$ , le pourcentage pondéral  $C_{pi}$  et l'indice de fréquence relative  $F_i$ . Son équation s'écrit de la manière suivante :

$$IRI = F_i (C_{ni} + C_{pi}), \text{ avec :}$$

$F_i(\%) =$  Fréquence d'une proie = (Nombre de tubes digestifs contenant la proie  $i$  ou  $N_i$  / Nombre de tubes digestifs pleins examinés) x 100

$C_{ni}(\%) =$  Pourcentage numérique d'une proie = (Nombre d'individus de la proie  $i$  ou  $n_i$  / Nombre total de proies) x 100

$C_{pi}(\%) =$  Pourcentage pondéral d'une proie = (Poids total de la proie  $i$  ou  $p_i$  / Poids total des proies) x 100

La classification des différentes catégories d'aliments (préférentiels, secondaires et accidentels) tient compte des pourcentages indiciaires de l'IRI (Rosacchi et Nouaze, 1987). Cet indice est calculé comme suit :  $\%IRI = (IRI \sum IRI) \times 100$

Les variations du régime alimentaire de *M. surmuletus* ont été analysées en fonction de la saison d'échantillonnage et du développement ontogénétique des poissons en considérant deux catégories de tailles, les juvéniles ( $L_t \leq 15$  cm) et les adultes ( $L_t \geq 15,1$  cm). Dans notre cas, la longueur totale de 15 cm correspond à celle de la première maturité sexuelle (Slatni, 2002). La signification statistique des variations observées est évaluée par le coefficient de corrélation de Spearman ( $\rho$ ) (Fritz, 1974), appliqué sur les rangs qu'occupent les différentes proies :

$$\rho = 1,0 - (6 \sum d^2) / n^3 - n,$$

avec :  $n$  : nombre d'items ingérés,  $d$  : différence entre rangs.

Les proies sont rangées par ordre d'indice décroissant et l'on obtient deux séries appariées. Le nombre de rangs doit être identique dans les deux échantillons, de manière à ce que si l'une des catégories de taxons n'apparaît pas dans l'un des échantillons, elle se voit tout de même affectée un rang. Si le pourcentage d'indice d'importance relative ( $\%IRI$ ) est identique à l'intérieur d'une même série taxonomique, on assigne à chacun des items un rang commun, qui sera la moyenne des rangs que les proies auraient eu s'il n'y avait pas eu d'*ex-aequo*. La signification statistique de  $\rho$  est connue grâce à la distribution "t" de Student à  $n - 2$  degrés de liberté (Dagnélie, 1975) :

$$t = [\rho / (1 - \rho^2)^{1/2}] \times (n - 2)^{1/2}$$

## RÉSULTATS

### Composition et classement des proies

Calculé sur l'échantillon total, le coefficient de vacuité digestive moyen ( $C_v$ ) est égal à 34,47%. Le tableau I rend compte des résultats globaux de l'analyse qualitative et quantitative des proies ingérées par *M. surmuletus* sur les côtes de l'est algérien. Nous avons identifié au total 1986 proies pour un poids total de 61,69 g, soit, par tube digestif plein, un nombre et un poids moyens de proies de 8 et 0,25 g, respectivement. L'état de digestion avancé des proies nous a permis d'identifier seulement 18 espèces dont 13 crustacés (*Idotea chelipes*, *Anthura gracilis*, *Processa macrophtalma*, *Pontocaris lacazei*, *Scyllarides latus*, *Nephrops* sp., *Galathia intermedia*, *Polybius* sp., *Acanthonyx lunulatus*, *Xantho* sp., *Nebalia* sp., *Rissoïdes pallidus*, *R. desmaresti*), deux échinodermes (*Amphipholis squamata*, *Echinocyamus* sp.), un annélide (*Nereis* sp.), un mollusque céphalopode (*Loligo* sp.) et une phanérogame (*P. oceanica*). Les pancrustacés qui sont des proies préférentielles ( $\%IRI = 85,19\%$ ) sont représentés essentiellement par des amphipodes ( $IRI = 1512,09$ ) et des mysidacés ( $IRI = 592,28$ ). La présence des décapodes macroures et brachyours n'est pas négligeable dans les contenus digestifs ( $IRI = 506,14$  et  $313,76$ , respectivement). Les annélides viennent en second rang ( $IRI = 1317,36$ ), mais sont considérés comme des proies secondaires ( $\%IRI = 11\%$ ). L'alimentation du rouget de roche est élargie à d'autres invertébrés benthiques, comme les mollusques ( $IRI = 294,25$ ), en particulier les bivalves ( $IRI = 223,69$ ), les échinodermes ( $IRI = 69,52$ ), les cnidaires ( $IRI = 57,42$ ), ainsi qu'aux poissons téléostéens ( $IRI = 28,56$ ) et aux végétaux ( $IRI = 7,64$ ). Avec des pourcentages indiciaires inférieurs à 2,5%, toutes ces proies sont aussi accidentelles.

### Variations saisonnières du régime alimentaire

Quelle que soit la saison de capture, les valeurs du coefficient de vacuité digestive sont inférieures à 50%. Partant d'une valeur de 28,4% en hiver, le coefficient de vacuité

Tableau I. - Composition de l'alimentation du rouget de roche *Mullus surmuletus* des côtes de l'est algérien et classement des proies ingérées selon les pourcentages d'indice d'importance relative (%IRI).  $N_i$  : nombre de tubes digestifs contenant une proie ;  $n_i$  : nombre d'individus d'une proie ;  $P_i$  : poids d'une proie ;  $F_i$  : fréquence d'une proie ;  $Cn_i$  : pourcentage numérique d'une proie ;  $Cp_i$  : pourcentage pondéral d'une proie ; IRI : indice d'importance relative. [Feeding composition of *M. surmuletus* off eastern coast of Algeria and classification of ingested prey according to percentage of index of relative importance (%IRI).  $N_i$ : number of gut containing prey.  $n_i$ : number of individuals of the prey.  $P_i$ : prey weight;  $F_i$ : prey frequency;  $Cn_i$ : prey numeric percentage;  $Cp_i$ : prey weighting percentage; IR = I: importance relative index.]

Taxons	$N_i$	$n_i$	$P_i$ (g)	$F_i$	$Cn_i$	$Cp_i$	IRI	%IRI
PANCRUSTACEA	197	1409	38,15	79,11	69,23	59,73	10202,03	85,19
Peracarida								
Amphipoda	106	581	4,46	42,57	28,53	6,99	1512,09	12,63
Mysidacea	70	346	2,6	28,11	16,99	4,08	592,28	4,95
Cumacea	14	20	0,03	5,62	0,98	0,05	5,79	< 0,05
Isopoda								
<i>Idotea chelipes</i>	1	37	0,62	0,40	1,81	0,98	1,12	< 0,05
<i>Anthura gracilis</i>	2	2	0,03	0,80	0,09	0,05	0,11	< 0,05
Indéterminés	32	57	1,22	12,85	2,79	1,92	60,52	0,51
Decapoda								
Natantia								
<i>Processa macrophtalma</i>	15	38	2,79	6,02	1,86	4,37	37,50	0,31
<i>Pontocaris lacazei</i>	3	11	0,44	1,20	0,54	0,69	1,48	< 0,05
<i>Scyllarides latus</i>	1	1	0,12	0,40	0,04	0,19	0,09	< 0,05
<i>Nephrops</i> sp.	3	4	0,5	1,20	0,19	0,78	1,16	< 0,05
Indéterminés	68	150	7,14	27,30	7,37	11,17	506,14	4,23
Reptantia								
Anomura								
<i>Galathea intermedia</i>	3	4	0,19	1,20	0,19	0,30	0,59	< 0,05
Indéterminés	5	13	3,16	2,01	0,63	4,95	11,20	0,09
Brachyura								
<i>Polybius</i> sp.	22	50	2,98	8,83	2,45	4,67	62,87	0,52
<i>Acanthonyx lunulatus</i>	2	4	0,61	0,80	0,19	0,95	0,91	< 0,05
<i>Xantho</i> sp.	2	4	0,6	0,80	0,19	0,94	0,90	< 0,05
Indéterminés	42	71	9,66	16,86	3,48	15,13	313,76	2,62
Phyllocarida								
<i>Nebalia</i> sp.	1	1	0,01	0,40	0,04	0,02	0,02	< 0,05
Stomatopoda								
<i>Rissoïdes pallidus</i>	1	1	0,36	0,40	0,04	0,57	0,24	< 0,05
<i>Rissoïdes desmaresti</i>	2	2	0,23	0,80	0,09	0,36	0,36	< 0,05
Branchiopoda								
Diplostraca	8	9	0,28	3,21	0,44	0,44	2,82	< 0,05
Notostraca	2	3	0,01	0,80	0,14	0,02	0,13	< 0,05
ANNELIDA								
<i>Nereis</i> sp.	93	254	14,57	37,34	12,47	22,81	1317,36	11,0
MOLLUSCA	48	179	4,13	19,27	8,79	6,48	294,25	2,45
Cephalopoda								
<i>Loligo</i> sp.	2	2	0,28	0,80	0,09	0,44	0,42	< 0,05
Bivalvia	41	156	3,79	16,46	7,66	5,93	223,69	1,87
Gastropoda	9	21	0,06	3,61	1,03	0,10	4,08	< 0,05
ECHINODERMATA	32	58	1,63	12,85	2,85	2,56	69,52	0,58
<i>Amphipholis squamata</i>	24	40	1,08	9,63	1,96	1,69	35,15	0,29
<i>Echinocyamus</i> sp.	8	18	0,55	3,21	0,88	0,87	5,62	< 0,05
CNIDARIA								
Gorgonacea	48	48	0,4	19,27	2,35	0,63	57,42	0,48
ACTINOPTERYGII								
Teleostei	14	22	2,55	5,62	1,08	4,00	28,56	0,24
RHODOBIONTES	16	16	0,26	6,42	0,78	0,41	7,64	0,06
Chlorophyceae	2	2	0,04	0,80	0,09	0,07	0,13	< 0,05
Posidoniaceae								
<i>Posidonia oceanica</i>	14	14	0,22	5,62	0,68	0,34	5,73	< 0,05

Tableau II. - Variations saisonnières du coefficient de vacuité digestive ( $C_v$ ) et classification des différents taxons ingérés par *Mullus surmuletus* selon le pourcentage de l'indice d'importance relative (%IRI). [Seasonal variations of the digestive vacuity coefficient ( $C_v$ ) and classification of the different ingested taxa according to percentage of index of relative importance (%IRI).]

	Hiver N = 88 $C_v = 28,4\%$		Printemps N = 64 $C_v = 40,62\%$		Été N = 103 $C_v = 30,09\%$		Automne N = 87 $C_v = 32,18\%$	
	%IRI	Rang	%IRI	Rang	%IRI	Rang	%IRI	Rang
Pancrustacea	89,73	1	59,83	1	88,89	1	90,76	1
Mollusca	0,65	4	9,26	3	2,55	3	1,34	4
Echinodermata	1,06	3	4,82	4	0,12	7	0,10	6
Cnidaria	0,25	5	0,49	5	0,24	5	1,40	3
Annelida	8,22	2	25,54	2	7,37	2	5,87	2
Actinopterygii	0,03	7	0,06	6	0,67	4	0,48	5
Rhodobiontes	0,06	6	0,00	7	0,16	6	0,05	7

Tableau III. - Comparaison statistique du régime alimentaire de *Mullus surmuletus* en fonction des différentes saisons.  $\rho$  : coefficient de corrélation de Spearman.  $t_{obs}$  : valeur "t" du test de Student ; + : régime alimentaire homogène ; - : régime alimentaire hétérogène. [Statistical comparison of the diet in relation to seasons.  $\rho$  : Spearman's coefficient of correlation;  $t_{obs}$ : values of 't' Student test; +: homogeneous diet; -: heterogeneous diet.]

Saisons	r	$t_{obs}$	Signification à 0,01
Hiver – Printemps	0,9285	5,5915	+
Printemps – Été	0,75	2,5355	-
Été – Automne	0,8571	3,7205	+
Automne – Hiver	0,6785	2,065	-

digestive atteint sa valeur maximale de 40,62% au printemps puis chute à 30,09% en été et à 32,18% en automne. Toutefois, la comparaison statistique montre l'absence de différence significative entre les valeurs saisonnières du coefficient de vacuité digestive ( $\chi^2 = 2,87$  ;  $p = 0,412$ ).

Durant toute l'année, l'alimentation est composée essentiellement de pancrustacés, notamment en été et en automne où les pourcentages de l'IRI avoisinent les 90%. Ils sont d'ailleurs considérés comme des aliments préférés, comme c'est le cas des annélides en période printanière (%IRI = 25,54%). Ces proies deviennent secondaires dans les contenus digestifs au cours des autres saisons (hiver : %IRI = 8,22% ; été : %IRI = 7,37% ; automne : %IRI = 5,87%). C'est le cas aussi des mollusques (%IRI = 9,26) qui sont ingérés secondairement au printemps (Tab. II). Au cours des autres saisons (été, automne et hiver), les proies malacologiques deviennent accidentelles (%IRI < 2,5). Durant toute l'année, le rouget de roche du golfe d'Annaba se nourrit accidentellement d'autres proies invertébrées (échinodermes, cnidaires, actinoptérygiens) et de végétaux (rhodobiontes). Le calcul du coefficient de corrélation de Spearman sur le rang des différentes proies ingérées, montre un changement dans la composition de son régime alimentaire du printemps ( $\rho = 0,75$  ;  $p \leq 0,01$ ) et d'automne ( $\rho = 0,6785$  ;  $p \leq 0,01$ ), comparée à ceux d'été et d'hiver (Tab. III).

Tableau IV. - Variations du coefficient de vacuité digestive ( $C_v$ ) et classification des différents taxons ingérés chez les adultes et les juvéniles de *Mullus surmuletus* selon le pourcentage d'indice d'importance relative (%IRI). [Variations of the digestive vacuity coefficient ( $C_v$ ) and classification of the different ingested taxa in juveniles and adults according to the percentage of index of relative importance (%IRI).]

	Adultes N = 276 $C_v = 35,5\%$		Juvéniles N = 100 $C_v = 31\%$	
	%IRI	Rang	%IRI	Rang
Pancrustacea	78,98	1	96,46	1
Mollusca	3,54	3	0,33	3
Echinodermata	0,87	4	0,09	5
Cnidaria	0,56	5	0,28	4
Annelida	15,33	2	2,82	2
Actinopterygii	0,40	6	0,02	6
Rhodobiontes	0,32	7	0,00	7

#### Variations ontogénétiques du régime alimentaire

Que ce soit chez les juvéniles ou chez les adultes, le coefficient de vacuité digestive est faible. Il est de 31% chez les premiers et de 35,5% chez les seconds, mais cette différence n'est pas significative ( $\chi^2 = 0,662$  ;  $p = 0,416$ ).

Les juvéniles et les adultes préfèrent toujours les pancrustacés aux autres proies qui sont toutes accidentelles. Si l'alimentation des juvéniles est essentiellement à base de pancrustacés (%IRI = 96,46%), les adultes ciblent d'autres proies secondaires, comme les annélides (%IRI = 15,33%). Les mollusques sont accidentels, de même que les échinodermes, les cnidaires, les actinoptérygiens et les végétaux rhodobiontes, dont les pourcentages de l'IRI n'excèdent pas les 3,5% (Tab. IV). Toutefois, cette différence dans la composition du régime alimentaire entre les juvéniles et les adultes n'est pas significative ( $\rho = 0,9642$  ;  $t_{obs} = 8,1264$  ;  $p \leq 0,01$ ).



## DISCUSSION

Compte tenu de la faible valeur moyenne annuelle du coefficient de vacuité digestive ( $C_v = 34,47\%$ ), *M. surmuletus* peut-être considéré comme un prédateur vorace qui s'alimente tout au long de l'année, y compris durant la période de maturation des gonades qui s'étale de février à juin sur les côtes de l'est algérien (Slatni, 2002). Cette intense activité trophique est également observée autour de l'île de Crète où le nombre d'estomacs vides augmente avec la taille du prédateur (Labropoulou *et al.*, 1997). Cette valeur est comprise entre celle qui est enregistrée autour de l'île de Crète ( $C_v = 17,26\%$ ) (Labropoulou *et al.*, 1997) et celle qui est obtenue dans le golfe de Tunis ( $C_v = 63,8\%$ ) (Gharbi et Ktari, 1979). Dans le bassin méditerranéen, Karachle et Stergiou (2008) enregistrent une valeur moyenne de 58,2% pour des individus d'une longueur totale comprise entre 9,1 et 23,1 cm. Selon Mazzola *et al.* (1999), la vacuité stomacale varie aussi, et d'une manière très sensible, en fonction du nyctémère. En effet, ces auteurs trouvent, dans la lagune côtière de Stagnone di Marsala (Sicile), une valeur nulle chez les juvéniles pêchés de jour et égale à 100% chez ceux capturés de nuit. Les faibles valeurs du coefficient de vacuité stomacale sont considérées comme un indice de disponibilité et de fréquence des proies dans le milieu.

Chaque individu de la population échantillonnée ingère en moyenne 8 proies pour un poids total de 0,25 g. Ces valeurs sont différentes de celles qui sont obtenues autour de l'île de Crète ( $N = 6,18$  ;  $p = 0,43$  g) (Labropoulou *et al.*, 1997).

En tenant compte du niveau trophique fonctionnel (Pauly et Christensen, 2000), dont les valeurs limites sont comprises entre 3,16 et 3,58 selon les zones géographiques, *M. surmuletus* est considéré comme un poisson démersal omnivore avec une préférence alimentaire prononcée pour les proies animales (Stergiou et Karpouzi, 2002 ; Karachle et Stergiou, 2008).

Du point de vue qualitatif, nous retrouvons dans les contenus digestifs de *M. surmuletus* des côtes de l'Est algérien les principaux taxons zoologiques (pancrustacés, annélides polychètes, mollusques) qui composent l'alimentation de base des rougets (Gharbi et Ktari, 1979 ; Golani et Galil, 1991). Par ailleurs, il a été constaté que les crustacés décapodes constituent les principales proies consommées par les Mullidae de l'Atlantique (Sá *et al.*, 2006) et de la Méditerranée (Kyrtatos, 1982 ; Ben Eliahu et Golani, 1990 ; Golani et Galil, 1991 ; Golani, 1994 ; Labropoulou *et al.*, 1997 ; Labropoulou et Papadopoulou-Smith, 1999), ce qui n'est pas le cas à Marseille (Bell et Harmelin-Vivien, 1983), à Palerme (Arculeo *et al.*, 1989), à Castellammare (Badalamenti *et al.*, 1993) et sur les côtes Corses (Pinnegar et Polunin, 2000), où les polychètes prédominent. Les annélides constituent aussi un aliment principal chez le rouget de vase *M. barbatus*

(Jukic, 1972 ; Papaconstantinou et Caragitsou, 1987 ; Labropoulou et Eleftheriou, 1997 ; Lipari *et al.*, 1998 ; Labropoulou et Papadopoulou-Smith, 1999), qui affectionne principalement les fonds meubles.

La présence des crustacés décapodes natantia et reptantia brachyours dans les contenus digestifs de *M. surmuletus* des côtes est algériennes est non négligeable, mais la majorité d'entre eux n'ont pas pu être identifiés en raison de leur état de digestion très avancé. Les espèces les mieux représentées sont la petite crevette caridé *Processa macrophtalma* (IRI = 37,5) pour les natantia et le crabe *Polybius* sp. (IRI = 62,87) pour les brachyours, mais ce sont essentiellement les amphipodes qui dominent dans l'alimentation de cette espèce durant toute l'année, comme c'est le cas dans le golfe de Marseille (Bell et Harmelin-Vivien, 1983) et dans le bassin du nord-est de la Méditerranée (Labropoulou *et al.*, 1997 ; Vassilopoulou *et al.*, 2001). Au sud du Portugal, les petites crevettes *Crangon crangon* (IRI = 4689,5) et les amphipodes (IRI = 2198,4) constituent des proies préférentielles (Sá *et al.*, 2006). Par contre, autour de l'île de Crète, les amphipodes dominent nettement (%IRI = 40,1) et sont représentés essentiellement par les espèces *Apherusa chiereghinii* (%IRI = 20,1) et *Dexamine spinosa* (%IRI = 15,9). L'importance des crustacés eucarides et pércarides dans le régime alimentaire de *M. surmuletus* des côtes est algériennes s'expliquerait en partie par l'origine des poissons qui ont été capturés essentiellement sur des fonds mixtes (rochers, herbiers). Ces biotopes constitueraient des habitats de prédilection pour cette faune carcinologique benthique, constituée essentiellement d'espèces cryptiques dont la capacité de déplacement horizontale est limitée. Les crustacés benthiques sont diversifiés et sont prépondérants, aussi bien numériquement que pondéralement. Labropoulou et Eleftheriou (1997) ont identifié 14 espèces de décapodes dans la baie d'Iraklion (Grèce) et 8 ont été reconnues sur les côtes est algériennes (*Processa macrophtalma*, *Pontocaris lacazei*, *Scyllarides latus*, *Nephrops* sp., *Galathea intermedia*, *Polybius* sp., *Acanthonyx lunulatus*, *Xantho* sp.) et autour des îles de Crète (*Philocheras monacanthus*, *Processa nouveli*, *Upogebia tipica*, *Scyllarus arctus*, *Ethusa masarone*, *Inachus* sp., *Liocarcinus maculatus*, *L.* sp.).

La comparaison statistique du régime alimentaire montre une hétérogénéité des régimes du printemps et d'automne. Si les pancrustacés sont toujours des proies préférentielles, bien qu'avec des proportions très différentes, les annélides sont ingérés en plus grande quantité au printemps qu'en automne. Ces différences saisonnières du régime alimentaire sont observées aussi autour de l'île de Crète où les amphipodes constituent des proies préférentielles en hiver (%IRI = 51%) et au printemps (%IRI = 73,2%), avec une prédominance significative des décapodes en période estivale (Labropoulou *et al.*, 1997).

Il est généralement admis que les adultes de *M. surmuletus* consomment exclusivement des proies benthiques, notamment des crustacés, des polychètes, des mollusques, des échinodermes et des petits poissons benthiques (Gharbi et Ktari, 1979 ; Arculeo *et al.*, 1989 ; Badalamenti et Riggio, 1989 ; Ben Eliahu et Golani, 1990 ; Golani et Galil, 1991 ; N'Da, 1992 ; N'Da et Déniel, 1993). En effet, en grandissant, ils utiliseraient de plus en plus leurs barbillons sous-mentonniers pour accéder aisément aux proies fouisseuses qui se trouvent dans le sédiment (N'Da, 1992 ; Mc Cormick, 1995 ; Aguirre et Sanchez, 2005). Par contre, le régime alimentaire des juvéniles est différent d'une région à une autre (N'Da, 1992 ; Lombarte et Aguirre, 1997 ; Mazzola *et al.*, 1999) et aussi en fonction du nyctémère (La Rosa *et al.*, 1997). Dans le golfe de Gascogne, N'Da (1992) considère que les proies pélagiques, représentées surtout par des copépodes et des mysidacés, sont mieux représentées numériquement (70%) par rapport aux proies benthiques (30%) dans les contenus stomacaux des juvéniles de 2 à 7 cm, alors que Lombarte et Aguirre (1997) ont mis en évidence un comportement strictement benthivore. Selon Mazzola *et al.* (1999), les juvéniles de 5 cm de longueur standard auraient une préférence prononcée pour les crustacés copépodes, les amphipodes, les tanaidacés et les polychètes. La présence de dents sur l'extrémité du prémaxillaire des juvéniles (Aguirre, 1997) pourrait expliquer en partie la diversité taxonomique des proies ingérées. Ces dents, qui disparaissent chez les adultes, pourraient aussi participer activement à la préhension et au délogement des petits invertébrés benthiques, comme c'est le cas des amphipodes qui sont inféodés aux algues et aux rhizomes de l'herbier à *Posidonia oceanica*. En revanche, l'ouverture de la bouche des rougets de roche adultes faciliterait l'aspiration des proies fouisseuses, comme en témoigne l'abondance des polychètes dans leurs contenus digestifs (%IRI = 15,33%). Ce mécanisme d'alimentation par succion des proies endogées du sédiment meuble a déjà été décrit chez les Mullidae (Gosline, 1984). Nous présumons également que les branchiospines pourraient constituer, chez les individus âgés, un moyen de rétention complémentaire, suffisamment fin et efficace, pour retenir la faune invertébrée endogée de petite taille.

**Remerciements.** - Les auteurs remercient le ministère algérien de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique pour le soutien financier de cette étude, dans le cadre du Fonds national de la recherche (FNR).

## RÉFÉRENCES

- AGUIRRE H., 1997. - Presence of dentition in the premaxilla of juvenile *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *J. Fish. Biol.*, 51: 1186-1191.
- AGUIRRE A. & SANCHEZ P., 2005. - Feeding resource partitioning between *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* in the Catalan Sea (northwestern Mediterranean). *Cienc. Mar.*, 31(2): 429-439.
- ANONYME, 2005. - FAO Yearbook. Fishery statistics, Vol. 100/1. Rome: FAO.
- ARCULEO M., PIPITONE C. & RIGGIO S., 1989. - Aspetti del regime alimentare di *Mullus surmuletus* L. (Pisces, Mullidae). nel Golfo di Palermo. *Oebalia*, 15(1): 56-66.
- BADALAMENTI F. & RIGGIO S., 1989. - Polychaetes in the gut contents of *Mullus surmuletus* L. (Pisces, Mullidae) in the Bay of Palermo. *Oebalia*, 15(1): 68-76.
- BADALAMENTI F., D'ANNA G., FAZIO G., GRISTINA M. & LIPARI R., 1993. - Relazioni trofiche tra quattro specie ittiche catturate su differenti substrati nel Golfo di Castellammare (Sicilia N/O). *Biol. Mar. Medit.*, 1: 145-150.
- BAUCHOT M.L., 1987. - Poissons osseux. In: Fiches FAO d'Identification pour les Besoins de la Pêche (Rev. 1), Méditerranée et Mer Noire, Zone de Pêche 37, Vol. 2 (Fischer W., Bauchot M.L. & Schneider M., eds), pp 891-1421. CCE & FAO.
- BAUTISTA-VEGA A.A., LETOURNEUR Y., HARMELIN-VIVIEN M. & SALEN-PICARD C., 2008. - Difference in diet and size-related trophic level in two sympatric fish species, the red mullets *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*, in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *J. Fish. Biol.*, 73: 2402-2420.
- BELL J.D. & HARMELIN-VIVIEN M.L., 1983. - Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II. Feeding Habits. *Tethys*, 11: 1-14.
- BEN ELIAHU M. & GOLANI D., 1990. - Polychaetes (Annelids) in the gut contents of goatfishes (Mullidae), with new polychaete records for the Mediterranean coast of Israel and the Gulf of Elat. *PSZNI Mar. Ecol.*, 11: 193-205.
- BEN-TUVIA A., 1990. - Mullidae. In: (CLOFETA), Vol. 2 (pp. 827-829).
- BUSSOTTI S. & GUIDETTI P., 2009. - Do Mediterranean fish assemblages associated with marine caves and rocky cliffs differ? *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 81: 65-73.
- DAGNÉLIE P., 1975. - Théorie et Méthodes statistiques. Vol. 2 : Les Méthodes de l'Inférence statistique. 451 p. Les Presses agronomiques de Gembloux.
- DERBAL F. & KARA M.H., 2001. - Inventaire des poissons des côtes de l'Est algérien. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 258.
- DIEUZEIDE R., NOVELLA M. & ROLLAND J., 1955. - Catalogue de poissons des côtes algériennes. *Bull. Stn. Aqu. Pêche Castiglione*, n.s., 6: 1-384.
- DJABALI F., BRAHMI B. & MAAMASS M., 1993. - Poissons des côtes algériennes. *Pelagos (NS)*: 215 p.
- FRITZ E.S., 1974. - Total diet comparison fishes by Spearman rank correlation coefficient. *Copeia*, 1974(1): 210-215.
- GHARBI H. & KTARI M.H., 1979. - Régime alimentaire des rougets (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 et *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) du golfe de Tunis. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô*, 6(1-4): 41-52.
- GOLANI D., 1994. - Niche separation between colonizing and indigenous goat fish (Mullidae) along the Mediterranean coast of Israel. *J. Fish. Biol.*, 45: 503-513.
- GOLANI D. & GALIL B., 1991. - Trophic relationship of colonizing and indigenous goatfishes (Mullidae) in the eastern Mediterranean with special emphasis on decapod crustaceans. *Hydrobiologia*, 218: 27-33.

- GOSLINE W.A., 1984. - Structure, function, and ecology in the goatfishes (Family Mullidae). *Pacif. Sci.*, 38: 313-323.
- HACUNDA J.S., 1981. - Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the gulf of Main. *Fish. Bull.*, 79: 775-788.
- HUREAU J.C., 1986. - Mullidae. In: Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, Vol 2 (Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J. & Tortonese E., eds), pp. 877-882. Paris: UNESCO.
- JUKIC S., 1972. - Nutrition of the hake (*Merluccius merluccius*), bogue (*Boops boops*), striped mullet (*Mullus barbatus*) and pandora (*Pagellus erythrinus*) in the bay of Kastela. *Acta. Adriat.*, 14: 3-40.
- KARACHLE P.K. & STERGIU K.I., 2008. - The effect of season and sex on trophic levels of marine fishes. *J. Fish. Biol.*, 72: 1463-1487.
- KYRTATOS N.A., 1982. - Investigation on fishing and biology of the most important fishes of the region around the Aegean Sea. Island of Tinos. *Thalassographica*, 5(spec. publ.), 88 p.
- LABROPOULOU M. & ELEFThERIOU A., 1997. - The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish. Biol.*, 50: 324-340.
- LABROPOULOU M. & PAPADOPOULOU-SMITH K.-N., 1999. - Foraging behaviour patterns of four sympatric demersal fishes. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 49(Suppl. A): 99-108.
- LABROPOULOU M., MACHIAS A., TSIMENIDES N. & ELEFThERIOU A., 1997. - Feeding habits and ontogenetic diet shift of the striped red mullet, *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758. *Fish. Res.*, 31(3): 257-267.
- LA ROSA T., LOPIANO L., SARÀ G. & MAZZOLA A., 1997. - Osservazioni sulla dieta di forme giovanili di *Mullus surmuletus* (Sicilia occidentale). *Biol. Mar. Medit.*, 4: 530-532.
- LAYACHI M., MELHAOUI M., RAMDANI M. & SROUR A., 2007. - Etude préliminaire du régime alimentaire du rouget barbet (*Mullus barbatus* L.) de la côte nord-est méditerranéenne du Maroc (Nador) au cours de l'année 2001 (Poissons, Mullidae). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, SV (29): 35-41.
- LECOINTRE G. & LE GUYADER H., 2007. - Classification phylogénétique du vivant. 559 p. Paris: Belin (3<sup>e</sup> édition revue et augmentée).
- LIPARI R., BADALAMENTI F. & D'ANNA G., 1998. - Relazioni trofiche e selezione alimentare di *Mullus barbatus* L. (1758) nella comunità a sabbie fini del Golfo di Castellammare (Sicilia N/O). *Biol. Mar. Medit.*, 5: 354-356.
- LOMBARTE A. & AGUIRRE H., 1997. - Quantitative differences in the chemoreceptor systems in the barbels of two species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus*) with 159 different bottom habitats. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 150: 57-64.
- LOMBARTE A., RECASENS L., GONZALEZ M. & DE SOLA L.G., 2000. - Spatial segregation of two species of Mullidae (*Mullus surmuletus* and *M. barbatus*) in relation to habitat. *Mar. Ecol.*, 206: 239-249.
- MACHIAS A., SOMARAKIS S. & TSIMENIDES N., 1998. - Bathymetric distribution and movements of red mullet *Mullus surmuletus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 166: 247-257.
- MC CORMICK M.I., 1995. - Fish feeding on mobile benthic invertebrates: influence of spatial variability in habitat associations. *Mar. Biol.*, 121: 627-637.
- MAZZOLA A., LOPIANO L., LA ROSA T. & SARÀ G., 1999. - Diet feeding habits of juveniles of *Mullus surmuletus* (L., 1758) in the lagoon of the Stagnone di Marsala (Western Sicily, Italy). *J. Appl. Ichtyol.*, 15(3): 143-148.
- MYTILINEOU C., POLITOU C.-Y., PAPAConstantinou C., KAVADAS S., D'ONGHIA G. & SION L., 2005. - Deep-water fish fauna in the Eastern Ionian Sea. *Belg. J. Zool.*, 135(2): 229-233.
- N'DA K., 1992. - Régime alimentaire du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Mullidae) dans le nord du golfe de Gascogne. *Cybium*, 16(2): 159-167.
- N'DA K. & DÉNIEL C., 1993. - Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet, *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. *J. Fish. Biol.*, 43: 229-244.
- PAPAConstantinou C. & CARAGITSOU E., 1987. - Preliminary study of the trophic relationship of red mullet (*Mullus barbatus*) off the western coast of Greece. *Proc. 2<sup>nd</sup> Panhellenic Symp. Oceanogr. Fish.*, 2: 577-583.
- PAULY D. & CHRISTENSEN V., 2000. - Trophic levels of fishes. In: FishBase 2000: Concepts, Design and Data Sources (Froese R. & Pauly D., eds), pp. 181. Manila: ICLARM.
- PINKAS L., OLIPHANT M.S. & IVERSON I.L.K., 1971. - Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- PINNEGAR J.K. & POLUNIN N.V.C., 2000. - Contributions of stable isotope data to elucidating food webs of Mediterranean rocky littoral fishes. *Oecologia*, 122: 399-409.
- ROSECCHI E. & NOUAZE Y., 1987. - Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Inst. Pêches Mar.*, 49(3 et 4): 111-123.
- SÁ R., BEXIGA C., VEIGA P., VIEIRA L. & ERZINI K., 2006. - Feeding ecology and trophic relationships of fish species in the lower Guadiana River Estuary and Castro Marim e Vila Real de Santo António Salt Marsh. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 70: 19-26.
- SLATNI S., 2002. - Contribution à la biologie du rouget de roche *Mullus surmuletus* des côtes est algériennes. Mémoire de magistère en biologie marine, 80 p. Univ. d'Annaba, Algérie.
- STERGIU K.I. & KARPOUZI V.S., 2002. - Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 11: 217-254.
- SORBE J.C., 1972. - Écologie et éthologie alimentaire de l'ichtyofaune chalutable du plateau continental Sud-Gascogne. Thèse de Doctorat, 125 p. Univ. d'Aix-Marseille, France.
- TSIMENIDES N., TSERPES G., MACHIAS A. & KALLIANIOTIS A., 1991. - Distribution of fishes on the Cretan shelf. *J. Fish. Biol.*, 39: 661-672.
- TURAN C., 2006. - Phylogenetic relationships of Mediterranean Mullidae species (Perciformes) inferred from genetic and morphologic data. *Sci. Mar.*, 70(2): 311-318.
- VASSILOPOULOU V., PAPAConstantinou C. & CHRISTIDES G., 2001. - Food segregation of sympatric *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* in the Aegean Sea. *Isr. J. Zool.*, 47(3): 201-211.

Reçu le 29 juin 2009.

Accepté pour publication le 17 novembre 2010.