

Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. XVII. *Raja radula* Delaroche, 1809 : Relations taille — poids du corps, du foie, des gonades et des glandes nidamentaires ; poids du corps — poids du foie, des gonades et des glandes nidamentaires. Coefficients de condition. Rapports hépato, gono et nidamento-somatiques.

par Christian CAPAPÉ *

RESUME

L'étude de la relation taille — poids du corps et du coefficient cubique de condition montre que la croissance pondérale est plus rapide chez les adultes des deux sexes que chez les jeunes. Les relations taille — poids du foie et taille — poids des gonades présentent les mêmes caractères mais sont soumises, quant aux adultes mâles et femelles, à d'importantes variations mensuelles. L'analyse du coefficient relatif de condition met en évidence le rôle principal des processus de la reproduction dans ces variations, accentuées chez les femelles par le poids des glandes nidamentaires et du tractus génital. Le rôle des facteurs écologiques semble loin d'être négligeable mais leur incidence est difficile à délimiter vu le manque de données précises. Le rôle du régime alimentaire, également important, apparaît mieux car il est en relation d'une part avec la reproduction, et d'autre part avec l'environnement zoologique.

ABSTRACT

Study of size — total weight relationship and cubic coefficient condition points out that total weight increases with size more rapidly in the adults of both sexes than in the young ones.

Size-liver weight and size-gonads weight relationships present similar characters but are subjected to important monthly changes in adults males and females. The analysis of relative coefficient condition points out that breeding take an important part in these changes which increase in females owing to the weight of nidamental glands and genital tracts. The part of ecological factors is not to be omitted but it is difficult to delimit it considering the lack of precise data. The part of diet is more apparent because there is a relation with breeding in one hand and with zoological biotops in the other hand.

INTRODUCTION

Raja radula Delaroche, 1809 est fréquemment capturée le long des côtes tunisiennes et plus particulièrement dans le golfe de Tunis, d'où les chalutiers en ramènent pendant toute l'année d'importantes quantités (Quignard et Capapé, 1971a ; Capapé, Chadli et Prieto, 1976). Nous avons donc pu, d'une part, contribuer à approfondir et compléter l'étude systématique de ce Rajidae (Quignard et Capapé, 1971b ; Capapé, 1974a ; Capapé et Desoutter, 1979) déjà abordé par certains auteurs (Pietschmann, 1906 ; Clark, 1926 ; Lozano

* Institut Pasteur, Tunis, Tunisie et Laboratoire d'ichthyologie et de parasitologie générale, U.S.T.L., 34060 Montpellier, France.

Rey, 1928 ; Dieuzeide, Novella et Roland, 1953 ; Tortonèse, 1956 ; Quignard, 1965 ; Bini, 1967 ; Collignon et Aloncle, 1972) et, d'autre part, cerner certains aspects de sa biologie concernant la sexualité et la reproduction (Capapé, 1974b), la fécondité (Capapé et Quignard, 1975) et le régime alimentaire (Capapé et Azouz, 1975).

Nous donnons dans la présente publication la suite de nos travaux qui ont pour objet les relations taille — poids du corps, du foie, des gonades et des glandes nidamentaires et les relations poids du corps — poids du foie, des gonades et des glandes nidamentaires ainsi que les coefficients cubique et relatif de condition et les rapports hépato, gono et nidamento-somatique. Ces résultats sont comparés avec ceux déjà obtenus pour *Raja miraletus* Linné, 1758, commune dans le même secteur maritime (Capapé et Quignard, 1977) et *Scylliorhinus canicula* (Linné, 1758) pêchée abondamment au large des côtes nord (Capapé, 1978).

MATERIEL ET METHODES

Les observations, les mesures et les pesées ont été réalisées sur du matériel frais en provenance des côtes tunisiennes et plus particulièrement du golfe de Tunis.

Relations taille — poids du corps, du foie, des gonades et des glandes nidamentaires ; relations poids du corps — poids du foie, des gonades et des glandes nidamentaires : les relations, de la forme :

$$y = bx^a$$

deviennent en coordonnées logarithmiques :

$$\log y = a \log x + \log b$$

Comme longueur de référence, nous avons utilisé la largeur ou envergure discale (1).

Pour chaque cas, nous avons :

$$\log W \text{ (poids total)} = a \log l \text{ (largeur)} + \log b$$

$$\log F \text{ (poids du foie)} = a \log l + \log b$$

$$\log G \text{ (poids des gonades)} = a \log l + \log b$$

$$\log N \text{ (poids des glandes nidamentaires)} = a \log l + \log b$$

$$\log F = a \log W + \log b$$

$$\log G = a \log W + \log b$$

$$\log N = a \log W + \log b$$

Pour chaque relation nous donnons la droite de régression de Y en fonction de X (DR Y/X), le nombre d'individus étudiés (n) et le coefficient de corrélation (r). Les tests de comparaison des pentes de ces droites de régression sont effectués à partir des méthodes de Mayrat (1959).

Coefficient de condition : les auteurs ont utilisé différents modes d'expression pour mettre en évidence les variations de la condition des Poissons en fonction de leur croissance et des saisons. Pour notre part, nous en avons utilisé deux qui correspondent le mieux aux analyses envisagées :

— le coefficient cubique encore appelé composite ou de Fulton défini par la relation :

$$K_c = 100 (W/l^3)$$

W étant le poids de l'individu en grammes, l^3 le cube de la largeur en centimètres. Postel (1973) note que le coefficient composite permet l'analyse

de toutes les causes de l'embonpoint et même celles d'ordre strictement biométrique (allométrie).

— le coefficient relatif de condition dont l'expression définie par Le Cren (1951) et Weatherley (1972) est :

$$kr = \frac{W}{a^b}$$

Ces auteurs estiment que le coefficient relatif de condition mesure les variations saisonnières de cette condition indépendamment des fluctuations dues à l'allométrie.

Nous avons calculé les coefficients de condition K_{cp} ou K_{rp} obtenus à partir du poids plein (animaux non éviscérés, mais débarrassés du contenu stomacal) et les coefficients K_{cv} et K_{rv} obtenus à partir du poids éviscéré.

Rapport hépato-somatique : se définit comme le rapport entre le poids du foie et celui du corps de formule :

$$RHS = (Wh/W) \times 100$$

Wh étant le poids du foie, W le poids total, tous deux exprimés en grammes.

Rapport gono-somatique : se définit comme le rapport entre le poids des gonades et celui du corps de formule :

$$RGS = (Wg/W) \times 100$$

Wg étant le poids des gonades, W le poids total exprimé en grammes.

Rapport nidamento-somatique : nous avons défini ce rapport comme celui existant entre le poids des glandes nidamentaires et le poids du corps, de formule :

$$RNS = (Wn/W) \times 100$$

Les glandes nidamentaires, paires, sont pesées ensemble pour chaque individu ; elles sont disséquées soigneusement au niveau de leur jonction avec le tuba en avant et avec l'oviducte en arrière.

PRESENTATION DES RESULTATS

Relation taille — poids du corps (tabl. 1 et 2)

Excepté certains mois remarquables, les jeunes individus grossissent moins rapidement que les adultes. En effet, chez ces derniers, la croissance pondérale subit des variations mensuelles significatives qui, suivant le sexe, ne se situent pas toujours aux mêmes périodes de l'année. Les pentes des droites de régression et les ordonnées à l'origine sont, dans l'ensemble, très élevées chez les mâles notamment de février à mai et ne baissent de façon significative qu'en juin, septembre et novembre. Nous faisons des observations très voisines chez les femelles mais il faut signaler une chute significative en février et une autre encore plus marquée en septembre. Précisons enfin que les relations liant, chez les adultes, la taille et les poids plein et vide présentent des variations identiques ; les différences entre les individus de chaque sexe sont minimales si l'on excepte les mois remarquables et plus particulièrement les mois de février et de septembre.

Relation taille — poids du foie (tabl. 3 et 4)

La croissance pondérale du foie, déjà rapide chez les individus juvéniles,

TABLEAU 1
Relation taille — poids chez les mâles juvéniles et adultes
en fonction des mois

Catégorie l'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r	AMR
Juvéniles	126	12 — 20	$\log W = 2,827 \log l - 1,443$	0,807	$\log W = 3,578 \log l - 2,498$
Adultes	20	30 — 38	$\log W_p = 2,740 \log l - 1,274$ $\log W_v = 2,980 \log l - 1,576$	0,977 0,974	$\log W_p = 2,927 \log l - 1,530$ $\log W_v = 3,207 \log l - 1,921$
Janvier	22	30 — 38	$\log W_p = 3,723 \log l - 2,740$ $\log W_v = 3,685 \log l - 2,721$	0,959 0,958	$\log W_p = 3,886 \log l - 2,991$ $\log W_v = 3,850 \log l - 2,974$
Février	21	30 — 37	$\log W_p = 3,871 \log l - 2,940$ $\log W_v = 3,924 \log l - 3,066$	0,919 0,907	$\log W_p = 4,211 \log l - 3,455$ $\log W_v = 4,325 \log l - 3,673$
Mars	30	30 — 36	$\log W_p = 2,987 \log l - 1,664$ $\log W_v = 3,702 \log l - 2,731$	0,954 0,937	$\log W_p = 3,908 \log l - 2,997$ $\log W_v = 3,951 \log l - 3,108$
Avril	30	30 — 36	$\log W_p = 3,991 \log l - 3,164$ $\log W_v = 4,054 \log l - 3,225$	0,909 0,961	$\log W_p = 4,152 \log l - 3,410$ $\log W_v = 4,772 \log l - 3,864$
Mai	20	30 — 36	$\log W_p = 2,644 \log l - 1,101$ $\log W_v = 2,718 \log l - 1,156$	0,883 0,865	$\log W_p = 3,059 \log l - 1,697$ $\log W_v = 3,060 \log l - 1,733$
Juin	28	30 — 36	$\log W_p = 3,142 \log l - 1,596$ $\log W_v = 3,165 \log l - 1,851$	0,868 0,879	$\log W_p = 3,573 \log l - 2,523$ $\log W_v = 3,533 \log l - 2,572$
Juillet	28	30 — 37	$\log W_p = 3,537 \log l - 2,448$ $\log W_v = 3,370 \log l - 2,233$	0,967 0,959	$\log W_p = 3,656 \log l - 2,626$ $\log W_v = 3,510 \log l - 2,442$
Août	30	30 — 38	$\log W_p = 2,486 \log l - 0,838$ $\log W_v = 2,455 \log l - 0,848$	0,922 0,935	$\log W_p = 2,727 \log l - 1,205$ $\log W_v = 2,669 \log l - 1,533$
Septembre	27	30 — 37	$\log W_p = 2,901 \log l - 1,515$ $\log W_v = 2,962 \log l - 1,562$	0,912 0,919	$\log W_p = 3,211 \log l - 1,944$ $\log W_v = 3,165 \log l - 1,914$
Octobre	26	30 — 38	$\log W_p = 2,412 \log l - 0,744$ $\log W_v = 2,420 \log l - 0,855$	0,912 0,901	$\log W_p = 2,668 \log l - 1,149$ $\log W_v = 2,729 \log l - 1,338$
Novembre	28	30 — 37	$\log W_p = 3,212 \log l - 1,928$ $\log W_v = 3,254 \log l - 2,031$	0,946 0,958	$\log W_p = 3,413 \log l - 2,231$ $\log W_v = 3,393 \log l - 2,239$
Décembre					

TABLEAU 2
Relation taille — poids chez les femelles juvéniles et adultes
en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r	AMR
Juveniles	166	15 — 31	$\log W = 2,757 \log l - 2,422$	0,789	$\log W = 3,248 \log l - 3,098$
Adultes			$\log W_p = 3,625 \log l - 2,612$	0,836	$\log W_p = 3,868 \log l - 2,988$
Janvier	39	32 — 40	$\log W_v = 4,050 \log l - 3,338$	0,850	$\log W_v = 4,764 \log l - 4,383$
Février	39	32 — 40	$\log W_p = 2,091 \log l - 2,798$	0,790	$\log W_p = 2,683 \log l - 1,198$
			$\log W_v = 2,199 \log l - 3,828$	0,795	$\log W_v = 2,783 \log l - 1,288$
Mars	34	32 — 39	$\log W_p = 3,496 \log l - 2,439$	0,892	$\log W_p = 3,899 \log l - 3,003$
			$\log W_v = 3,827 \log l - 2,895$	0,895	$\log W_v = 4,289 \log l - 3,610$
Avril	36	32 — 39	$\log W_p = 3,384 \log l - 2,265$	0,887	$\log W_p = 3,790 \log l - 2,896$
			$\log W_v = 3,860 \log l - 2,952$	0,893	$\log W_v = 4,351 \log l - 3,714$
Mai	27	32 — 39	$\log W_p = 3,229 \log l - 2,016$	0,933	$\log W_p = 3,459 \log l - 2,363$
			$\log W_v = 3,679 \log l - 2,659$	0,936	$\log W_v = 3,929 \log l - 3,046$
Juin	43	32 — 39	$\log W_p = 2,556 \log l - 0,987$	0,874	$\log W_p = 2,922 \log l - 1,533$
			$\log W_v = 2,727 \log l - 1,193$	0,848	$\log W_v = 3,216 \log l - 1,947$
Juillet	33	32 — 39	$\log W_p = 2,911 \log l - 1,457$	0,882	$\log W_p = 3,303 \log l - 2,057$
			$\log W_v = 2,966 \log l - 1,605$	0,896	$\log W_v = 3,310 \log l - 2,120$
Août	29	32 — 40	$\log W_p = 2,589 \log l - 0,994$	0,903	$\log W_p = 2,866 \log l - 1,483$
			$\log W_v = 2,752 \log l - 1,307$	0,906	$\log W_v = 3,037 \log l - 1,685$
Septembre	34	32 — 40	$\log W_p = 1,686 \log l - 0,406$	0,798	$\log W_p = 2,109 \log l - 0,252$
			$\log W_v = 2,155 \log l - 1,278$	0,850	$\log W_v = 2,536 \log l - 1,021$
Octobre	28	32 — 40	$\log W_p = 3,863 \log l - 3,014$	0,915	$\log W_p = 4,425 \log l - 3,267$
			$\log W_v = 4,051 \log l - 3,267$	0,850	$\log W_v = 4,585 \log l - 4,096$
Novembre	30	32 — 40	$\log W_p = 3,412 \log l - 2,335$	0,891	$\log W_p = 3,557 \log l - 2,534$
			$\log W_v = 3,523 \log l - 2,464$	0,950	$\log W_v = 3,689 \log l - 2,724$
Décembre	30	32 — 40	$\log W_p = 2,865 \log l - 1,474$	0,947	$\log W_p = 3,024 \log l - 1,721$
			$\log W_v = 2,990 \log l - 1,624$	0,950	$\log W_v = 3,145 \log l - 1,864$

s'accélère chez les adultes. Ce caractère se vérifie pratiquement tous les mois sauf en août, septembre et novembre chez les mâles et surtout en février, juillet, septembre et décembre chez les femelles. Quant à ces dernières, les fluctuations mensuelles sont encore plus marquées que pour leurs partenaires.

Relation taille — poids des gonades (tabl. 5 et 6)

La croissance pondérale des testicules est plus rapide chez les jeunes que chez les adultes et c'est surtout pendant l'été que pentes et ordonnées à l'origine sont significativement plus basses. Chez les femelles, suivant la période de l'année, la croissance pondérale des ovaires chez les adultes est tantôt rapide, tantôt relativement plus lente que chez les juvéniles. Pentes et ordonnées à l'origine sont très élevées en hiver et au printemps, excepté en février ; elles accusent ensuite une chute significative en été et à l'automne.

Relation taille — poids des glandes nidamentaires (tabl. 7)

La croissance pondérale des glandes nidamentaires est très active chez les jeunes individus, plus rapide pour l'ensemble des résultats obtenus, que chez les adultes. Ceux-ci présentent néanmoins des pentes et ordonnées à l'origine très élevées avec des fluctuations mensuelles significatives marquées essentiellement en février (allométrie minorante), en octobre (allométrie très faiblement minorante), en mars, avril et septembre (allométrie fortement majorante).

Relation poids du corps — poids du foie (tabl. 8 et 9)

Cette relation ne présente pas de variation significative chez les mâles adultes au cours de l'année sauf en novembre où l'allométrie est faiblement minorante. Chez les femelles, les fluctuations sont plus marquées, surtout en février, mars et décembre où l'allométrie est minorante.

Relation poids du corps — poids des gonades (tabl. 10 et 11)

Si l'on considère l'ensemble des individus mâles, il apparaît très nettement que le poids du corps augmente plus rapidement que celui des testicules ; ce caractère se vérifie surtout en mars où pentes et ordonnées à l'origine sont significativement basses avec cependant trois exceptions en avril, septembre et novembre où les allométries sont faiblement majorantes. Notons, de plus, que parmi ces dernières, seule la variation du mois d'avril est significative.

Chez les femelles, le schéma évolutif est plus difficile à saisir. On peut approximativement distinguer deux périodes. La première va de juin à octobre avec un minimum significatif en juillet et un maximum non significatif en septembre ; la seconde va de novembre à mai avec un minimum en février et deux maxima en mars et en avril, tous deux significatifs.

Relation poids du corps — poids des glandes nidamentaires (tabl. 12)

La croissance pondérale du corps est toujours plus rapide que celle des glandes nidamentaires, au cours de l'année, sauf en septembre où l'allométrie est majorante. Notons certains mois remarquables, février, octobre et novembre pendant lesquels l'allométrie est significativement minorante.

TABLEAU 3
Relation taille-poids du foie chez les mâles juvéniles
et adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations Dr Y/X	r
Juvéniles	126	12 — 30	$\log F = 3,986 \log I - 4,619$	0,798
Adultes				
Janvier	20	30 — 38	$\log F = 4,404 \log I - 3,617$	0,244
Février	22	30 — 38	$\log F = 5,567 \log I - 6,082$	0,890
Mars	21	30 — 37	$\log F = 5,654 \log I - 6,140$	0,878
Avril	30	30 — 36	$\log F = 6,143 \log I - 6,854$	0,902
Mai	30	30 — 36	$\log F = 3,992 \log I - 3,166$	0,799
Juin	30	30 — 36	$\log F = 4,792 \log I - 4,7286$	0,799
Juillet	28	30 — 36	$\log F = 5,440 \log I - 5,802$	0,806
Août	28	30 — 37	$\log F = 2,553 \log I - 1,480$	0,945
Septembre	30	30 — 38	$\log F = 2,737 \log I - 1,734$	0,910
Octobre	27	30 — 37	$\log F = 4,017 \log I - 3,364$	0,900
Novembre	26	30 — 38	$\log F = 2,600 \log I - 1,585$	0,818
Décembre	28	30 — 37	$\log F = 5,048 \log I - 5,211$	0,905

TABEAU 4
Relation taille-poids du foie chez les femelles
juvéniles et adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Juvéniles	166	15 — 31	$\log F = 3,813 \log I - 4,358$	0,766
Adultes				
Janvier	39	32 — 40	$\log F = 5,745 \log I - 6,352$	0,898
Février	39	32 — 40	$\log F = 1,980 \log I - 0,361$	0,699
Mars	34	32 — 39	$\log F = 3,616 \log I - 2,981$	0,878
Avril	36	32 — 39	$\log F = 5,781 \log I - 6,280$	0,860
Mai	27	32 — 39	$\log F = 4,329 \log I - 3,878$	0,909
Juin	43	32 — 39	$\log F = 3,622 \log I - 3,015$	0,819
Juillet	33	32 — 39	$\log F = 2,707 \log I - 1,621$	0,844
Août	29	32 — 40	$\log F = 3,421 \log I - 2,799$	0,888
Septembre	34	32 — 40	$\log F = 2,175 \log I - 0,796$	0,717
Octobre	28	32 — 40	$\log F = 4,421 \log I - 4,302$	0,827
Novembre	30	32 — 40	$\log F = 6,237 \log I - 7,134$	0,868
Décembre	30	32 — 40	$\log F = 2,179 \log I - 0,817$	0,925

TABEAU 5
Relation taille-poids des gonades chez les mâles
juvéniles et adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n°	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Juveniles	126	12 — 30	$\log G = 4,142 \log I - 4,764$	0,809
Adultes				
Janvier	20	30 — 38	$\log G = 2,842 \log I - 2,382$	0,816
Février	22	30 — 38	$\log G = 3,527 \log I - 3,501$	0,829
Mars	21	30 — 37	$\log G = 2,309 \log I - 1,648$	0,870
Avril	30	30 — 36	$\log G = 4,124 \log I - 4,406$	0,917
Mai	30	30 — 36	$\log G = 2,480 \log I - 1,978$	0,903
Juin	30	30 — 36	$\log G = 1,589 \log I - 0,601$	0,750
Juillet	28	30 — 36	$\log G = 1,699 \log I - 0,717$	0,803
Août	28	30 — 37	$\log G = 1,784 \log I - 0,849$	0,915
Septembre	30	30 — 38	$\log G = 2,783 \log I - 2,400$	0,910
Octobre	27	30 — 37	$\log G = 2,565 \log I - 2,031$	0,878
Novembre	26	30 — 38	$\log G = 3,177 \log I - 2,888$	0,846
Décembre	28	30 — 37	$\log G = 2,523 \log I - 1,905$	0,904

TABLEAU 6
Relation taille-poids des gonades chez les femelles
juvéniles et adultes en fonction des mois

Catégories d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Juveniles	166	15 — 31	$\log G = 3,522 \log I - 4,412$	0,741
Adultes				
Janvier	39	32 — 40	$\log G = 4,650 \log I - 6,390$	0,901
Février	30	32 — 40	$\log G = 1,918 \log I - 1,027$	0,705
Mars	34	32 — 39	$\log G = 8,500 \log I - 11,100$	0,870
Avril	36	32 — 39	$\log G = 8,750 \log I - 12,250$	0,865
Mai	27	32 — 39	$\log G = 5,085 \log I - 6,651$	0,896
Juin	43	32 — 39	$\log G = 2,119 \log I - 0,735$	0,755
Juillet	33	32 — 40	$\log G = 2,171 \log I - 0,818$	0,866
Août	29	32 — 40	$\log G = 1,983 \log I - 0,586$	0,904
Septembre	34	32 — 40	$\log G = 2,191 \log I - 0,886$	0,745
Octobre	28	32 — 40	$\log G = 2,498 \log I - 1,451$	0,841
Novembre	30	32 — 40	$\log G = 5,771 \log I - 6,704$	0,806
Décembre	30	32 — 40	$\log G = 5,544 \log I - 6,400$	0,904

TABLEAU 7

Relation taille-poids des glandes nidamentaires chez les femelles juvéniles et adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Juveniles	166	15 — 31	$\log N = 3,700 \log I - 3,787$	0,701
Adultes				
Janvier	39	15 — 31	$\log N = 2,556 \log I - 2,253$	0,868
Février	39	32 — 40	$\log N = 0,722 \log I - 0,643$	0,705
Mars	34	32 — 39	$\log N = 3,217 \log I - 3,258$	0,848
Avril	36	32 — 39	$\log N = 3,282 \log I - 3,461$	0,932
Mai	28	32 — 39	$\log N = 1,954 \log I - 1,341$	0,885
Juin	43	32 — 39	$\log N = 1,903 \log I - 1,183$	0,806
Juillet	33	32 — 39	$\log N = 2,179 \log I - 1,686$	0,907
Août	29	32 — 40	$\log N = 2,602 \log I - 2,464$	0,836
Septembre	34	32 — 40	$\log N = 3,213 \log I - 3,405$	0,744
Octobre	28	32 — 40	$\log N = 1,039 \log I - 0,307$	0,803
Novembre	30	32 — 40	$\log N = 1,579 \log I - 6,704$	0,908
Décembre	30	32 — 40	$\log N = 2,780 \log I - 2,744$	0,940

TABLEAU 8
Relation poids du corps-poids du foie chez les mâles
adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Janvier	20	30 — 38	$\log F = 1,309 \log W - 1,633$	0,901
Février	22	30 — 38	$\log F = 1,500 \log W - 1,999$	0,891
Mars	21	30 — 37	$\log F = 1,524 \log W - 2,033$	0,898
Avril	30	30 — 36	$\log F = 1,680 \log W - 2,461$	0,920
Mai	30	30 — 36	$\log F = 1,054 \log W - 0,605$	0,899
Juin	30	30 — 36	$\log F = 1,665 \log W - 2,423$	0,906
Juillet	28	30 — 36	$\log F = 1,395 \log W - 1,638$	0,891
Août	28	30 — 37	$\log F = 1,086 \log W - 0,768$	0,922
Septembre	30	30 — 38	$\log F = 1,306 \log W - 1,391$	0,921
Octobre	27	30 — 37	$\log F = 1,061 \log W - 1,252$	0,896
Novembre	26	30 — 38	$\log F = 0,975 \log W - 0,501$	0,944
Décembre	28	30 — 37	$\log F = 1,642 \log W - 2,391$	0,905

TABLEAU 9
Relation poids du corps — poids du foie chez
les femelles adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Janvier	39	32 — 40	$\log F = 1,748 \log W - 2,709$	0,865
Février	39	32 — 40	$\log F = 0,899 \log W - 0,015$	0,707
Mars	34	32 — 39	$\log F = 0,842 \log W - 0,069$	0,901
Avril	36	32 — 39	$\log F = 1,620 \log W - 2,232$	0,795
Mai	27	32 — 39	$\log F = 1,537 \log W - 2,006$	0,877
Juin	43	32 — 39	$\log F = 1,268 \log W - 1,248$	0,699
Juillet	33	32 — 39	$\log F = 0,935 \log W - 0,280$	0,707
Août	29	32 — 40	$\log F = 1,197 \log W - 1,112$	0,846
Septembre	34	32 — 40	$\log F = 1,001 \log W - 0,458$	0,659
Octobre	28	32 — 40	$\log F = 1,128 \log W - 0,839$	0,748
Novembre	30	32 — 40	$\log F = 1,720 \log W - 2,620$	0,900
Décembre	30	32 — 40	$\log F = 0,698 \log W - 0,456$	0,914

TABLEAU 10
Relation poids du corps-poids des gonades chez
les femelles adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Janvier	39	32 — 40	$\log G = 2,522 \log W - 5,625$	0,849
Février	39	32 — 40	$\log G = 1,039 \log W - 1,195$	0,720
Mars	34	32 — 39	$\log G = 4,078 \log W - 10,184$	0,918
Avril	36	32 — 39	$\log G = 4,037 \log W - 10,004$	0,810
Mai	27	32 — 39	$\log G = 2,505 \log W - 5,137$	0,752
Juin	43	32 — 39	$\log G = 0,983 \log W - 0,451$	0,755
Juillet	33	32 — 39	$\log G = 0,605 \log W - 0,689$	0,865
Août	29	32 — 40	$\log G = 0,882 \log W - 0,175$	0,703
Septembre	34	32 — 40	$\log G = 1,026 \log W - 5,829$	0,755
Octobre	28	32 — 40	$\log G = 0,871 \log W - 0,703$	0,801
Novembre	30	32 — 40	$\log G = 1,526 \log W - 2,322$	0,906
Décembre	30	32 — 40	$\log G = 1,492 \log W - 2,287$	0,886

TABLEAU 11
Relation poids du corps-poids des gonades chez
les mâles adultes en fonction des mois

Catégorie d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Janvier	20	30 — 38	$\log G = 0,910 \log W - 0,776$	0,905
Février	22	30 — 38	$\log G = 0,934 \log W - 0,867$	0,903
Mars	21	30 — 37	$\log G = 0,582 \log W + 0,146$	0,916
Avril	30	30 — 36	$\log G = 1,055 \log W - 1,242$	0,878
Mai	30	30 — 36	$\log G = 0,520 \log W + 0,287$	0,877
Juin	30	30 — 36	$\log G = 0,744 \log W - 0,381$	0,915
Juillet	28	30 — 36	$\log G = 0,753 \log W - 0,356$	0,911
Août	28	30 — 39	$\log G = 0,790 \log W - 0,870$	0,900
Septembre	30	30 — 38	$\log G = 1,322 \log W - 2,051$	0,901
Octobre	27	30 — 37	$\log G = 0,967 \log W - 0,475$	0,882
Novembre	26	30 — 38	$\log G = 1,150 \log W - 1,441$	0,930
Décembre	28	30 — 37	$\log G = 0,935 \log W - 0,828$	0,888

TABLEAU 12

Relation poids du corps-poids des glandes nidamentaires
chez les femelles adultes en fonction des mois

Catégories d'individus et mois	n	Tailles extrêmes (l en cm)	Equations DR Y/X	r
Janvier	39	32 — 40	$\log N = 0,691 \log W - 0,370$	0,846
Février	39	32 — 40	$\log N = 0,309 \log W - 0,833$	0,718
Mars	34	32 — 39	$\log N = 0,718 \log W - 0,449$	0,866
Avril	36	32 — 39	$\log N = 0,920 \log W - 1,156$	0,791
Mai	27	32 — 39	$\log N = 0,501 \log W + 0,163$	0,871
Juin	43	32 — 39	$\log N = 0,554 \log W + 0,084$	0,650
Juillet	33	32 — 39	$\log N = 0,579 \log W + 0,080$	0,742
Août	29	32 — 40	$\log N = 0,915 \log W - 1,289$	0,844
Septembre	34	32 — 40	$\log N = 1,419 \log W - 2,689$	0,746
Octobre	28	32 — 40	$\log N = 0,245 \log W + 0,870$	0,803
Novembre	30	32 — 40	$\log N = 0,396 \log W + 0,366$	0,921
Décembre	30	32 — 40	$\log N = 0,838 \log W - 0,956$	0,922

Coefficient de condition Kc et Kr

1. En fonction de la taille

1.1. Cas des mâles (fig. 1A)

Kcp (poids plein) et Kcv (poids vide) évoluent de façon parallèle. Ils s'accroissent jusqu'à 25 cm pour diminuer ensuite jusqu'à 29 cm ; ils augmentent à nouveau à partir de 30 cm mais devient vers le bas dès 36 cm. L'écart entre Kcp et Kcv, faible pour les individus de petite taille, s'agrandit progressivement : il devient maximum entre 25 cm et 35 cm et se réduit au-delà de cette dernière largeur.

1.2. Cas des femelles (fig. 2A)

Kcp augmente avec la taille en subissant des variations non significatives jusqu'à 23 cm ; il baisse sensiblement à 24 cm pour remonter régulièrement jusqu'à 30 cm. A partir de cette longueur, il s'accroît brutalement pour amorcer une chute significative à 32 cm ; il s'élève ensuite d'abord rapidement puis plus lentement et baisse dès 39 cm. Kcv suit les fluctuations de Kcp mais l'écart entre les différentes valeurs s'amplifie avec la taille et devient maximum entre 32 cm et 40 cm.

2. En fonction des mois

Les variations de Kc sont moins nuancées et suivent pratiquement chez les individus des deux sexes celles de Kr. Nous nous bornerons donc à décrire ces dernières.

2.1. Cas des mâles (fig. 3B)

Les variations, toutes significatives, de Krp (poids plein) se caractérisent par une succession de pics et de minima dont le plus important se situe pour les uns en novembre et pour les autres en mai. Krv (poids vide) suit pratiquement l'évolution de Krp, excepté en avril et en août où les écarts sont plus marqués.

2.2. Cas des femelles (fig. 4B)

Bien que très évidentes et significatives, les fluctuations de Krp sont moins nombreuses que pour les mâles ; on distingue trois pics : celui de septembre étant le plus important et trois minima de valeurs sensiblement égales. Les variations de Krv suivent dans l'ensemble celles de Krp mais les écarts sont toujours très marqués, principalement en juin, septembre et octobre.

Rapport hépato-somatique — RHS

1. En fonction de la taille

1.1. Cas des mâles (fig. 1B)

Le RHS augmente rapidement avec la taille jusqu'à 27 cm environ pour décroître ensuite ; il s'élève à nouveau et à 34 cm, on observe un pic significatif, largeur à partir de laquelle il amorce une nouvelle chute.

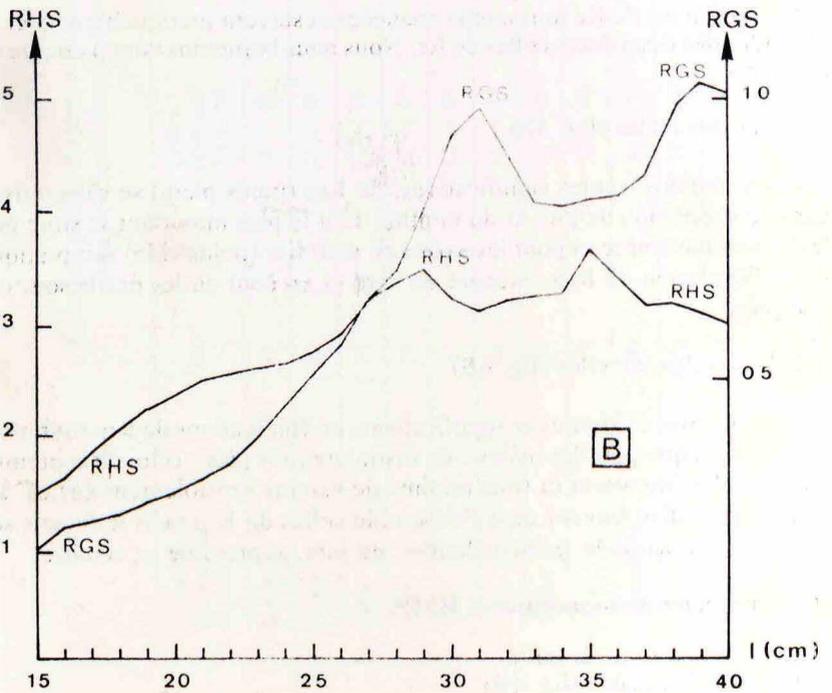
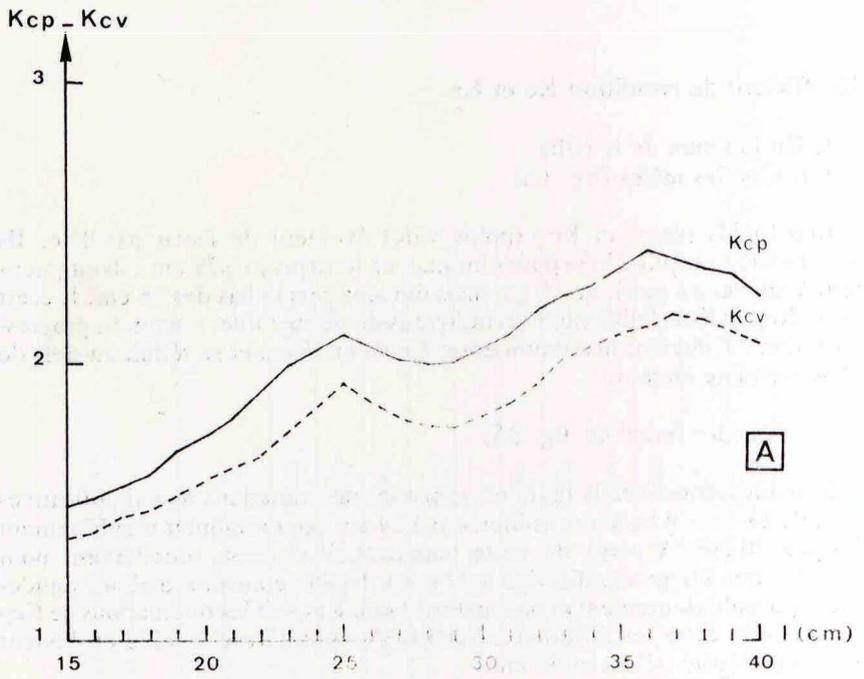


Fig. 1 : Evolution chez les mâles en fonction de la taille, largeur du disque (l) exprimée en centimètres.
 A. Du coefficient cubique de condition pour le poids plein (K_{cp}) et le poids éviscéré (K_{cv}).
 B. Des rapports hépatosomatique (RHS) et gonosomatique (RGS).

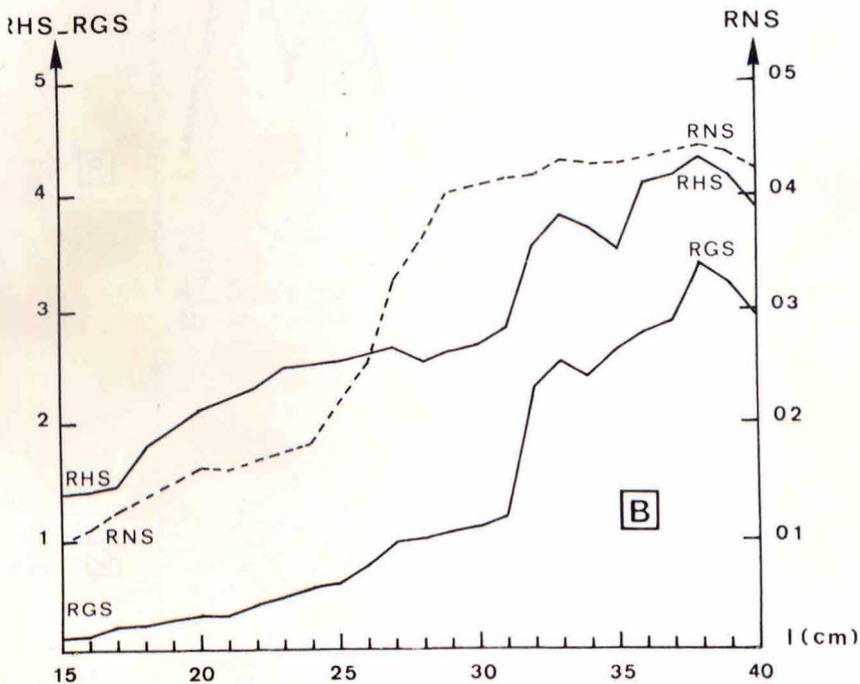
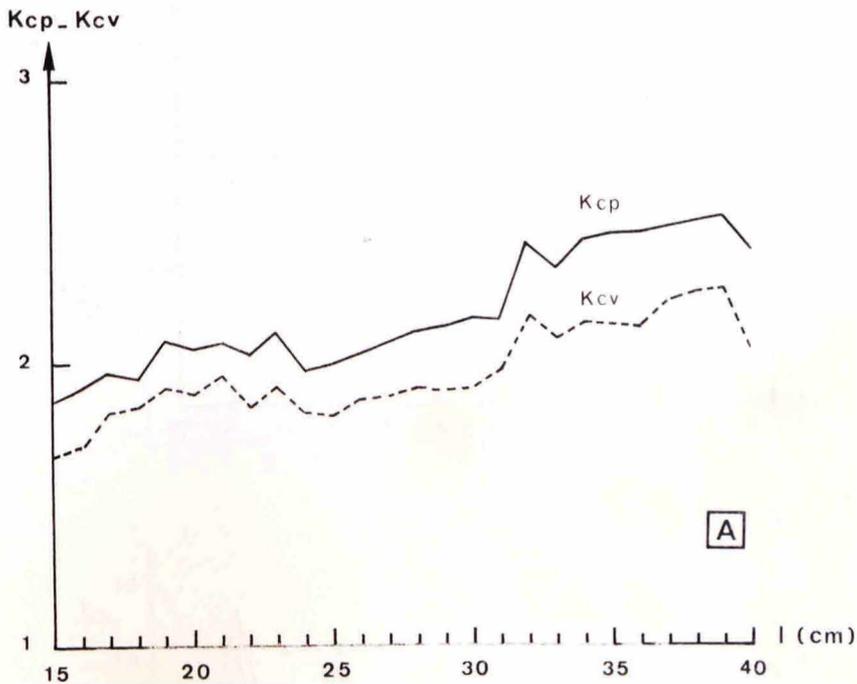


Fig. 2 : Evolution chez les femelles en fonction de la taille, largeur du disque (l) exprimée en centimètres.

A. Du coefficient cubique de condition pour le poids plein (K_{cp}) et le poids éviscéré (K_{cv}).
 B. Des rapports hépatosomatique (RHS), gonosomatique (RGS) et nidamentosomatique (RNS).

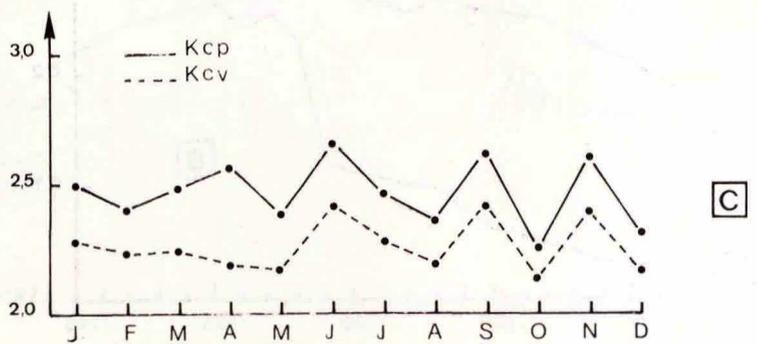
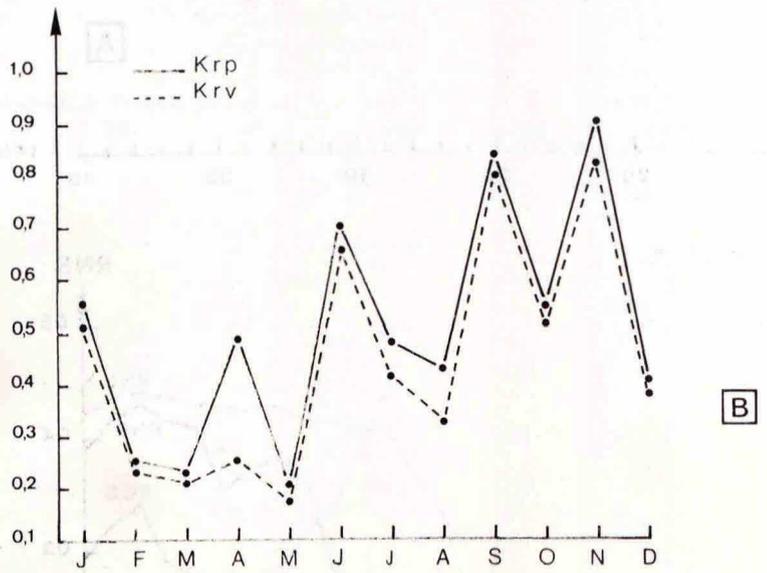
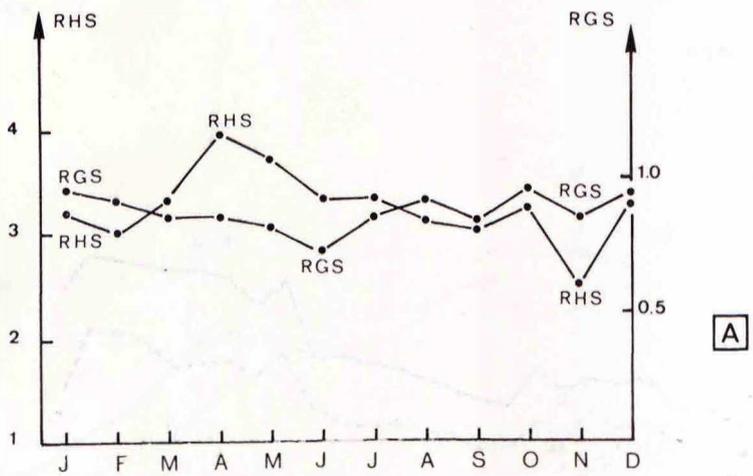


Fig. 3 : Evolution chez les mâles adultes en fonction des mois.
 A. Des rapports hépatosomatique (RHS) et gonosomatique (RGS).
 B. Du coefficient relatif de condition pour le poids plein (Krp) et le poids éviscéré (Krv).
 C. Du coefficient cubique de condition pour le poids plein (Kcp) et le poids éviscéré (Kcv).

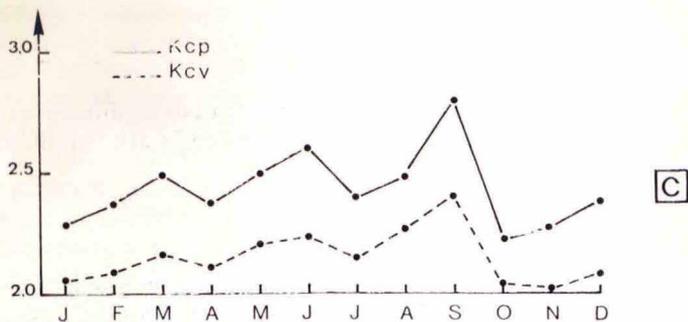
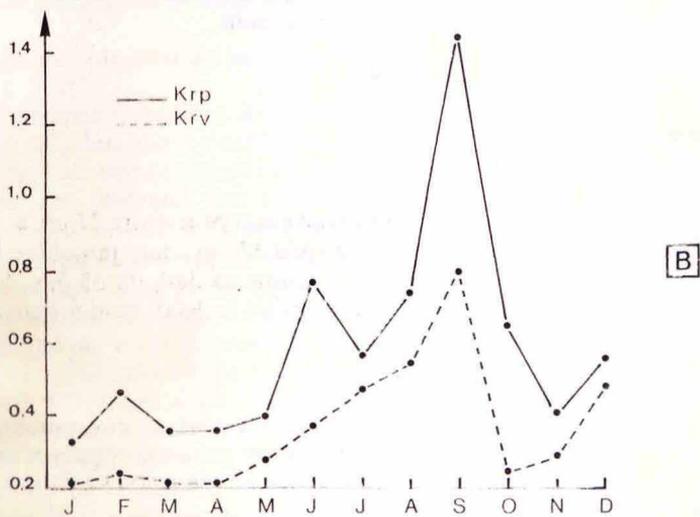
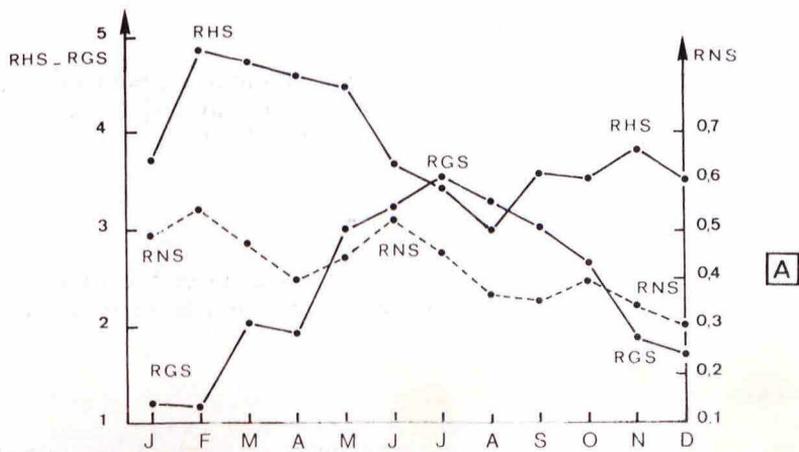


Fig. 4 : Evolution chez les femelles adultes en fonction des mois.
 A. Des rapports hépatosomatique (RHS), gonosomatique (RGS) et nidamentosomatique (RNS).
 B. Du coefficient relatif de condition pour le poids plein (Krp) et le poids éviscéré (Krv).
 C. Du coefficient cubique de condition pour le poids plein (Kcp) et le poids éviscéré (Kcv).

1.2. Cas des femelles (fig. 2B)

Le RHS augmente rapidement avec la taille et atteint un premier pic à 33 cm, il baisse entre cette largeur et 35 cm, remonte à nouveau jusqu'à 38 cm et amorce une nouvelle chute à partir de cette dernière taille.

2. En fonction des mois

2.1. Cas des mâles (fig. 3A)

Le RHS présente un pic en avril et un minimum en novembre, tous deux significatifs et, à l'exclusion de ces deux mois remarquables, les variations sont à peine marquées.

2.2. Cas des femelles (fig. 4A)

On peut considérer deux périodes : la première de janvier à juin durant laquelle le RHS présente des valeurs relativement élevées avec un maximum significatif en février ; la seconde de juin à décembre où ces valeurs sont plutôt basses, un minimum significatif se situe en août.

Rapport gono-somatique — RGS

1. En fonction de la taille

1.1. Cas des mâles (fig. 1B)

Le RGS croît rapidement, le phénomène s'accroît entre 27 cm et 30 cm ; il présente ensuite une chute brutale jusqu'à 32 cm ; une remontée légère a lieu après cette taille ; elle s'accroît ensuite au-delà de 35 cm. Enfin, il semble que chez les individus de grande taille le RGS tend à baisser.

1.2. Cas des femelles (fig. 2B)

Le RGS augmente lentement tout d'abord puis sa croissance devient « explosive » à partir de 31 cm. Il apparaît de plus un certain nombre de fluctuations qui se traduisent par l'existence de deux pics : l'un à 33 cm, l'autre à 38 cm.

2. En fonction des mois

2.1. Cas des mâles (fig. 3A)

Le RGS ne présente pratiquement pas de variations significatives au cours de l'année, à part une légère diminution au printemps avec un minimum au mois de juin.

2.2. Cas des femelles (fig. 4A)

Le RGS minimum en janvier et février croît pratiquement sans discontinuer jusqu'au mois de juillet où il devient maximum et diminue, ensuite, de la même manière jusqu'en décembre.

Rapport nidamento-somatique — RNS

1. En fonction de la taille (fig. 2B)

Le RNS présente trois périodes marquées par trois discontinuités. En effet, jusqu'à 24 cm, la croissance est lente ; elle s'accroît brutalement entre 24 cm et 28 cm pour se ralentir après cette largeur avec une légère tendance à s'infléchir vers le bas pour les individus de grande taille.

2. En fonction des mois (fig. 4B)

Le RNS subit des variations significatives avec trois maxima : en février, juin et octobre ; le minimum le plus important se situe en décembre.

DISCUSSION

L'étude des relations entre la taille et les poids du corps, du foie, des gonades, Kc et Kr, le RHS et le RGS nous amène à considérer deux grandes parties dans l'évolution de ces relations, facteurs et rapports : l'une avec la taille du stade juvénile vers le stade adulte, l'autre en fonction des mois, ayant trait plus particulièrement aux adultes.

1. Etude en fonction de la taille

La croissance pondérale, moins rapide chez les jeunes des deux sexes que chez les adultes, peut s'expliquer par des phénomènes métaboliques en liaison étroite avec l'échantillonnage. En effet, nous avons introduit dans la catégorie des juvéniles une forte proportion d'individus submaturs chez lesquels apparaît durant le stade de maturation une baisse significative du poids du corps, concomitante de celle de Kcp et que n'arrivent d'ailleurs pas à compenser les montées du RHS et du RGS. La croissance au-delà de la maturité sexuelle entraîne un amaigrissement des individus. Ainsi, les jeunes de *Raja radula* comme ceux de *R. miraletus* ont un métabolisme plutôt orienté vers l'élaboration de tissus nouveaux et non de matières (Capapé et Quignard, 1977). On pourrait même aller jusqu'à penser que l'augmentation du poids du foie et celui des gonades serait due non pas, à l'élaboration de produits gonadiques mais à la trame tissulaire en général.

L'analyse de la relation taille — poids du foie montre que la croissance pondérale du foie est très rapide chez les jeunes des deux sexes (pentes non significativement différentes). Le rythme de croissance est encore plus actif chez les adultes mais outre les fluctuations mensuelles, il semble davantage augmenter chez les mâles que chez les femelles. Ces observations semblent confirmées par la relation poids du corps — poids du foie. En fait, le plus souvent, l'allométrie n'est que légèrement majorante, ce phénomène s'explique par la chute du RHS que l'on constate chez les individus de très grande taille, consécutif probablement à un ralentissement du métabolisme.

En outre, l'écart entre Kcp et Kcv qui s'accroît au moment et après la phase de maturation chez tous les individus quel que soit le sexe, montre bien que l'augmentation de poids n'est pas due exclusivement à la carcasse. Il faut donc prendre en considération le foie et les gonades dont le poids augmente dans l'ensemble au cours de la croissance linéaire des individus comme en témoignent les relations taille — poids du foie et poids des gonades et l'évolution du RHS et du RGS; retenons également chez les femelles les glandes nidamentaires dont le RNS et la relation avec la taille mettent bien en évidence l'impact, surtout au moment de la maturation. Toutefois, le rôle,

même fondamental, de ces organes ne suffit pas à expliquer la différence entre Kcp et Kcv ; le reste de la masse viscérale (tractus digestif et génital), voire la graisse mésentérique, doit intervenir mais leur influence exacte nous est difficile à délimiter avec exactitude, vu le manque de données pondérales précises.

Enfin, les fluctuations des Kcp, Kcv, RHS, RGS, voire du RNS et des viscères en général ne peuvent être mises sur le compte de facteurs métaboliques conditionnés dans leur majeure partie par le cycle de reproduction (au moins chez les adultes et les submatures) ; il faut donc prendre en considération les aléas de l'échantillonnage. En effet, il est difficile d'avoir un nombre identique d'individus de même taille pour chaque mois l'année et si cette condition était réalisée, on ne pourrait totalement éliminer les variations mensuelles. Enfin, il ne faut pas oublier de mentionner le facteur nutrition qui semble varier quantitativement et qualitativement avec la taille des individus et les facteurs écologiques qui régissent le milieu ambiant, toujours difficiles à apprécier.

Néanmoins, l'évolution de Kcp, Kcv, du RHS, du RGS, à la limite du RNS nous permet de cerner, peut-être approximativement, certains processus métaboliques de transfert de matières concernant la carcasse, le foie et les gonades.

Chez les mâles, nous pouvons constater qu'au moment de la phase de maturation, les baisses de Kcp et Kcv précèdent celle du RHS. Nous ne pensons pas que cette montée du RHS soit due à une chute du poids du corps car elle est synchronisée d'une élévation de la condition. Enfin, cette hausse du RHS précède à son tour une montée du RGS... Et le phénomène se reproduit pour les individus de plus grande taille. Les produits gonadiques sembleraient donc élaborés, a priori, à partir de substances prélevées dans la musculature et dans le foie. Le rôle exact joué par cet organe est difficile à préciser : intervient-il directement dans l'élaboration ou le remaniement des substances ou n'est-il plus simplement qu'un lieu de transit ?

Chez les femelles, les processus métaboliques sont sensiblement les mêmes. Il apparaîtrait que la phase de grand accroissement vitellogénétique est précédée, voire concomitante d'une montée de Kcp, Kcv et du RHS. Le transfert de substances se ferait-il très rapidement ou bien durant la période de maturation ? La croissance pondérale de la carcasse, du foie et des ovaires s'effectuerait-elle indépendamment ? Nous sommes tentés de pencher pour la première hypothèse car le phénomène se reproduit chez les adultes de grande taille. Il ressort de ces observations que la carcasse libère, au moins, autant de substances que le foie pour la production des sécrétions gonadiques et ne ressemble pas tout à fait à ce que certains auteurs (Polimanti, 1912 ; Kollmann et coll., 1929 ; Leloup et Olivereau, 1950 ; Mellinger, 1966) et nous-même (Capapé, 1978) avons décrit chez *Scyllorhinus canicula*, au moins chez les femelles pour lesquelles la formation d'ovocytes se réalise presque exclusivement à partir de substances prélevées dans le foie, le rôle dévolu à la carcasse étant tout à fait secondaire.

La croissance pondérale des glandes nidamentaires, bien que placée dans le même contexte que celle du foie et des ovaires, s'en différencie sensiblement par un certain nombre de caractères qui méritent d'être analysés. La relation taille — poids des glandes nidamentaires montre un accroissement très rapide chez les individus juvéniles qui se ralentit considérablement chez les adultes (l'allométrie étant faiblement majorante), caractère d'ailleurs confirmé par la relation poids du corps — poids des gonades (pentes et ordonnées à l'origine

très faibles) et qui s'opposent aux relations taille — poids du foie et poids des gonades, d'une part, et poids du corps — poids du foie ou des gonades, d'autre part. Une fois atteint la maturité sexuelle, elles entrent dans une phase de grande stabilité. L'évolution du RNS, qui n'est pas sans rappeler celle des ptérygopodes, montre que la croissance active se situe au moment de la phase de maturation qui précède la phase adulte, elle se déroule bien avant celle du foie et des ovaires. Les glandes nidamentaires se développent indépendamment du foie et des gonades et sans doute directement à partir de la caecasse. Le prélèvement de matières organiques ne peut être ni confirmé ni infirmé faute de preuves et ce malgré la baisse concomitante de la condition.

2. Etude en fonction des mois

Les adultes arrivent finalement à un certain état d'équilibre physiologique dont les variations sont conditionnées par différents facteurs parmi lesquels les processus de reproduction que nous allons essayer d'analyser en étudiant l'évolution annuelle, mois par mois, du poids du foie et des gonades, organes qui interviennent directement dans le cycle sexuel. Nous nous proposons donc de comparer, dans un premier temps, les variations mensuelles du RHS, du RGS et celles du coefficient de condition.

Nous avons préféré adopter, dans ce cas précis, le coefficient relatif de condition (K_r) au coefficient cubique (K_c). Les variations de ce dernier sont peu marquées, les écarts entre K_{cp} et K_{cv} sont faiblement nuancées mettant mal en évidence les fluctuations mensuelles du poids du foie, des gonades et de la masse viscérale ; la mise en évidence et le rôle dévolu aux facteurs alimentaires et écologiques sont rendus encore plus difficiles. Postel (1973) a souligné que si le coefficient cubique ou « composite » permet d'analyser toutes les causes de l'embonpoint, il est préférable de l'utiliser dans celles d'ordre strictement biométrique. De même, Du Buit (1975) ajoute que ce coefficient de condition s'applique « à l'étude des variations de poids dues aux variations de forme du corps » et ne semble pas adapté « pour suivre l'évolution des facteurs intervenant passagèrement sur la condition ».

Le coefficient relatif K_r présente donc plus d'intérêt pour étudier les variations saisonnières d'ordre physiologique ou écologique pouvant influencer la « condition » du poisson K_r .

Comme nous le montrent les tableaux 1 et 2 et les figures 1 et 2, le poids est soumis chez les adultes à d'importantes fluctuations toutes significatives dont les origines sont nombreuses mais en relation le plus souvent avec l'évolution des poids du foie et des gonades (tabl. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11). Cette évolution est partiellement en relation avec le cycle sexuel mais les variations ne se situent pas aux mêmes périodes de l'année chez les mâles et les femelles, aussi avons nous dû envisager séparément chaque sexe.

2.1. Cas des mâles (fig. 3)

La chute significative de K_{rp} et K_{rv} qui s'étend de janvier à mars ne peut s'expliquer exclusivement par la baisse des poids du foie et des gonades mais par un amaigrissement corporel généralisé, conséquence de facteurs écologiques défavorables. Nous ne pensons pas que cette baisse de la condition soit subordonnée à une activité physique intense ; d'après de précédentes observations, il apparaît que cette période n'est pas forcément favorable à la reproduction (Capapé, 1974) et nous en avons conclu, de plus, à partir de certaines expériences de marquage (Quignard et Capapé, 1971) que « R.

radula est une espèce très sédentaire, développement, accouplement, fécondation se réalisant sur place, sans que l'on assiste à quelques déplacements que ce soit, même minime ». Cette perte de poids ne peut être imputée au régime alimentaire, le coefficient de réplétion n'atteint pas en hiver son niveau le plus bas (Capapé et Azouz, 1975). Nous n'omettons pas, cependant, de prendre en considération l'échantillonnage. En effet, pour étudier les variations mensuelles de K_{rp} et K_{rv}, nous avons utilisé des individus de taille différente et un déséquilibre entre les classes d'individus peut accentuer ou diminuer ces variations et créer ainsi des artefacts. La montée brutale de K_{rp} en avril est concomitante de celle du RHS mais l'écart significatif entre le poids plein et le poids vide ne peut s'expliquer uniquement par la croissance pondérale du foie, et si le rôle des testicules n'est pas fondamental, celui des viscères, par contre, nous paraît très important, mais se trouve au centre d'une période intensive de reproduction (Capapé, 1974) et il en résulte que K_{rp} et K_{rv} soient significativement bas ; le coït semble donc détourner les mâles de la recherche des proies, le coefficient de réplétion atteint un minimum également significatif (Capapé et Azouz, 1975) au printemps. Juin met bien en évidence un phénomène de récupération ; la croissance significative du K_{rp} et du K_{rv} et la faible différence entre les deux montrent en effet qu'il s'agit d'une augmentation du poids de la carcasse, conditionnée par la nutrition ; en été, le coefficient de réplétion augmente de façon significative et atteint son maximum (Capapé et Azouz, 1975). En juillet et en août, la « condition » chute, probablement sous l'effet d'une recrudescence de l'activité sexuelle, à moins qu'il ne s'agisse d'un transfert de substances de la carcasse vers les testicules, comme peut le témoigner l'augmentation du RGS. Néanmoins sur ce dernier point, on pourrait rétorquer que ce caractère est plutôt dû à une baisse du poids du corps qu'à celui des gonades, ce qui ne manque pas de compliquer l'explication du problème. Seul l'écart entre K_{rp} et K_{rv} nous permet d'en rendre en partie responsable le poids des gonades, à la limite le poids du foie et plus particulièrement le reste de la masse viscérale. Les pics de septembre et de novembre et les minima sont à mettre sur le compte du facteur nutrition (le coefficient de réplétion est relativement élevé en septembre) et des facteurs écologiques dont les limites exactes sont difficiles à cerner.

Enfin à partir des variations du RHS, du RGS et de K_{rp} et K_{rv} ne pourrions-nous pas avoir une certaine idée du transfert de matières ?

L'élévation du RHS précédée par une élévation du poids du corps précède à son tour une élévation du RGS. Ainsi on peut admettre que les matières prélevées à partir de la carcasse passent dans le foie (dont la fonction exacte peut aller du remaniement le plus complexe au simple transit) et sert ensuite, en terme ultime, à l'élaboration des produits et sécrétions testiculaires.

2.2. Cas des femelles (fig. 4)

L'élévation significative de la « condition » qui s'étend de janvier à février est due en majeure partie à la croissance pondérale du foie et, à un degré moindre, à celle des glandes nidamentaires comme en témoigne l'écart existant entre K_{rp} et K_{rv} ; cet écart se maintient d'ailleurs jusqu'au mois de mai. La chute du poids du corps que l'on observe en cette période de l'année peut s'expliquer, comme chez les mâles, par la fréquence des accouplements. Par la suite, l'intensification de l'activité vitellogénétique et la production accrue de capsules ovifères (Capapé, 1974) se traduisent en juin par une augmentation du poids plein. Ainsi, la différence entre K_{rp} et K_{rv}, pendant ce mois, est

la résultante d'une élévation brutale du poids des gonades et du tractus génital, glandes nidamentaires principalement. La différence se réduit considérablement en juillet et en août par suite de la ponte ovulaire et du rejet massif d'ovisacs (Capapé, 1974 ; Capapé et Quignard, 1974). En septembre, la « condition » augmente de manière explosive ; il s'agit donc très certainement d'une période de récupération, postérieure aux processus de la reproduction. Les femelles entrent dans une phase de repos complet et probablement ne participent à aucune activité physiologique intense. Le facteur nutrition ne peut être rendu exclusivement responsable de cette croissance pondérale, le coefficient de réplétion n'est pas forcément très élevé à cette époque de l'année (Capapé et Azouz, 1975), restent les aléas de l'échantillonnage dont les limites sont toujours, dans ces cas précis, difficiles à cerner. Néanmoins, l'écart significatif existant entre K_{rp} et K_{rv} s'explique par l'augmentation du poids du foie mais il faut y ajouter les poids de la masse viscérale (tube digestif surtout) et également (à la limite) de la graisse mésentérique. On peut se poser la question de savoir si les ovules atrétiques ne sont pas résorbés et leurs substances récupérées par l'organisme en général et la musculature en particulier. La « condition » baisse en octobre, la différence entre K_{rp} et K_{rv} s'explique surtout par la croissance pondérale du foie ; le phénomène se poursuit en septembre mais en décembre, il s'amorce une légère remontée de la condition ; la différence minimale entre poids plein et poids vide prouve bien que la musculature est principalement en cause.

Les fluctuations du RHS, RGS, voire du RNS et de la condition mettent bien en évidence tous les processus de transfert de matières. Celles-ci sont prélevées à partir de la musculature et passent dans le foie où s'effectuent certains remaniements... Et probablement, les substances prélevées dans le foie dont la richesse en lipides et protides a été souvent démontrée chez les Sélaciens (Stolfi, 1934 ; Ranzi, 1934 et 1936) servent à l'élaboration des ovocytes.

L'examen du RNS en fonction de l'année nous permet de constater deux pics significatifs, l'un en février, l'autre en juin, qui mettent en évidence une activité particulière des glandes nidamentaires durant ces périodes de l'année. Mais en fait, c'est surtout en juin que le poids de ces glandes est maximum, le poids du corps étant plus élevé en juin qu'en février. Quoiqu'il en soit, si on compare l'évolution du RNS à la fréquence des individus possédant des capsules ovifères *in-utero* (Capapé, 1974), il apparaît qu'une augmentation de poids des glandes nidamentaires précède une élaboration accrue d'ovisacs. De plus, il est également intéressant de noter qu'au cours de l'année la croissance pondérale des glandes nidamentaires est précédée par celle du foie. On peut donc imaginer qu'une partie des substances lipo-protéiques mises en réserve dans le foie passent dans les glandes nidamentaires et serviront à l'élaboration de la capsule et des enveloppes et liquides qui entourent l'œuf.

3. Rôle des facteurs écologiques et alimentaires

L'hiver semblerait être une période de mise en réserve, dans la carcasse essentiellement pour les mâles, dans le foie surtout pour les femelles et ce n'est que lorsque les conditions climatiques s'améliorent, au printemps, que se déclenche la reproduction dont le maximum paraît être atteint en été, à l'issue duquel les animaux entrent dans une phase de récupération.

Le rôle des facteurs écologiques sur le RHS, le RGS et la « condition » est donc évident dans la mesure où ils interviennent dans l'activité reproductrice

directement ou indirectement, activité à laquelle sont donc subordonnées les fluctuations mensuelles des testicules et des ovaires, par là-même du foie et de la carcasse.

Le régime alimentaire est en relation très étroite avec l'activité reproductrice. En effet, les mâles s'alimentent moins au printemps, au moment des accouplements (la recherche de la partenaire les détourne de celle des proies) et davantage durant les autres saisons. Le maximum observé en été s'explique par deux hypothèses : un besoin de récupération lié à la fin d'une activité reproductrice et un meilleur environnement zoologique. Quoiqu'il en soit l'influence sur la « condition » est directe car elle se traduit par une augmentation du poids du corps de l'animal et au-delà sur celui du foie et des gonades.

La nutrition des femelles est encore plus dépendante du cycle de reproduction puisqu'elles s'alimentent beaucoup moins en été et à l'automne, saisons durant lesquelles l'activité vitellogénétique et le rejet des capsules ovifères sont maxima. Elles consomment davantage de proies en hiver et au printemps mais il faut noter que les résultats de la digestion sont rapidement mis en réserve dans le foie où ils seront transférés après remaniements dans les gonades pour l'élaboration des ovocytes.

CONCLUSION

Il nous a été difficile au cours de cette étude d'éliminer totalement les aléas de l'échantillonnage qui exagère, le plus souvent, les fluctuations des coefficients de condition, les rapports hépato et gono-somatique et à la limite nidamento-somatique. Faire une stricte sélection des échantillons par classe, chaque mois, eût été tombé dans l'excès inverse, à notre avis. Ces objections ne nous ont pas néanmoins empêché de mettre en évidence la croissance et l'évolution pondérale des individus, d'une part, avec la taille et, d'autre part, au cours de l'année. L'étude de la relation entre la taille et le poids du corps et des organes envisagés montre une nette discontinuité entre juvéniles et adultes des deux sexes ; ces discontinuités sont encore plus nettes lorsqu'on analyse la croissance pondérale du foie, des gonades et des glandes nidamentaires. L'augmentation brutale du poids de ces organes met en évidence la taille de première maturité sexuelle, corroborant les observations précédemment réalisées au cours de l'étude de la relation taille-ptérygopodes et de l'activité vitellogénétique (Capapé, 1974b). Ainsi, les méthodes pondérales complètent non seulement les méthodes métriques mais encore les confirment.

Chez les adultes, les fluctuations mensuelles de Kr, RHS, du RGS et du RNS permettent de situer la période de reproduction, d'émission des capsules ovifères, d'en suivre l'évolution avec les périodes d'intensité maximale et d'en cerner les limites ainsi que celles des phases de repos sexuel et de récupération, avalisant ainsi nos précédentes données.

Toutefois, nous avons pu approcher les problèmes de transfert de matières au cours de la croissance comme au cours du cycle de reproduction. Nous avons ainsi constaté que chez les jeunes individus mâles ou femelles le circuit est pratiquement le même (excepté chez ces dernières les prélèvements au profit des glandes nidamentaires et du tractus génital, celui-ci plus important que celui des mâles). Chez les adultes, par contre, les différences de transfert se précisent au niveau de chaque sexe ; en effet, si pour les mâles, la musculature livre la majeure partie des substances qui serviront à la fabrication

des produits gonadiques, c'est le foie qui joue ce rôle (y compris les capsules ovifères) pour les femelles.

Nous avons, enfin, approché l'impact des facteurs écologiques et alimentaires. La relation entre ces derniers et les croissances pondérales du corps, du foie, des gonades et de la masse viscérale, et de ce fait avec le cycle de reproduction, est facile à mettre en évidence. Par contre, si les facteurs écologiques ont une action certaine sur la croissance linéaire, le poids total, celui des organes, celle-ci demeure toujours difficile à déterminer avec précision, vu le nombre important de paramètres qui interfèrent.

BIBLIOGRAPHIE

BINI G. (1967). — Atlante dei pesci delle coste italiane. Mondo Sommerso, Milano, 1. Leptocardi, Ciclostomi, Selaci. 206 p.

CAPAPE C. (1974a). — Systématique, écologie et biologie de la reproduction des Sélaciens des côtes tunisiennes. Thèse de spécialité, Université de Paris VI. 140 p + 99 p + 96 + 193 p.

CAPAPE C. (1974b). — Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. II *Raja radula* Delaroche, 1809. Répartition géographique et bathymétrie, sexualité, reproduction et fécondité. *Archs Inst. Pasteur, Tunis*, 51 (3) : 39 — 60.

CAPAPE C. (1978). — Contribution à la biologie des Scyliorhinidae des côtes tunisiennes. VI. *Scyliorhinus canicula* (Linné, 1758) : Etude complémentaire de la fécondité. Relations taille — poids du corps, taille-poids du foie, taille-poids des gonades, poids du corps-poids du foie, poids du corps-poids des gonades, poids du foie-poids des gonades. Coefficient de condition. Rapports hépato — et gono-somatique. *Bull. Off. Natn. Pêch., Tunisie*, 2(1-2) : 108-140.

CAPAPE C. et AZOUZA. (1975). — Etude du régime alimentaire de deux Raies communes dans le golfe de Tunis : *Raja miraletus* Linné, 1758 et *R. radula* Delaroche, 1809. *Archs Inst. Pasteur, Tunis*, 52 (3) : 233-250.

CAPAPE C. CHADLI A. et PRIETO R. (1976). — Les Sélaciens dangereux des côtes tunisiennes. *Archs Inst. Pasteur, Tunis*, 53 (1-2) : 61-106.

CAPAPE C. et DESOUTTER M. (1979). — Note sur la validité de *Raja atra* Müller et Henle, 1841 (Pisces, Rajiformes) *Cybium*, 3ème série, 5 : 71-85.

CAPAPE C. et QUIGNARD J.P. (1977). — Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. XVI. *Raja miraletus* Linné, 1758 : Relation taille — poids du corps, taille — poids du foie, taille — poids des gonades, poids du corps — poids du foie, poids du corps — poids des gonades. Coefficient de condition. Rapports hépato — et gono — somatique. *Annls Inst. Michel Pacha*, 10 : 19-46.

CLARK R.S. (1926). — Rays and skates, a revision of the european species. *Fischeries Scotland, Scient. Invest.* (1) : 1-66.

COLLIGNON J. et ALONCLE H. (1972). — Catalogue raisonné des Poissons des mers marocaines. I. Cyclostomes, Sélaciens, Holocéphales. *Bull. Inst. Pêch. Marit., Maroc*, 19 : 1-164.

DIEUZEIDE R. NOVELLA M. et ROLANDJ. (1953). — Catalogue des Poissons des côtes algériennes. *Bull. Stn. Aquic. Pêche Castiglione*, n.s., 2 : 1-135.

DU BUIT M.H. (1975). — Etude de la relation taille — poids chez *Raja naevus* (Rajidae). Coefficient de condition. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 36 (2) : 166-169.

KOLLMANN M., VON GRAVER F. et TIMON-DAVID J. (1929). — Le développement du foie et son rendement en huile chez *Scyllium canicula* L. dans leurs rapports avec l'état sexuel de l'animal. *C.R.S.oc. Biol.*, 100 : 355-358.

LE CRÈNE D. (1951). — The length-weight relation-ship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Pera fluviatilis*) *J. Anim. Ecol.*, 20 (2) : 202-219.

LELOUP J. et OLIVIEREAU M. (1951). — Données biométriques comparatives sur la Roussette (*Scyllium canicula* L.) de la Manche et de la Méditerranée. *Vie Milieu*, 2 (2) : 182-209.

LOZANO Y REY L. (1928). — Fauna Ibérica. Peces (Generalidades, Ciclostomos — Elasmobranchios). *Mus. Nac. Ciencias Nat., Madrid*, 1 : 1-692.

MAYRATA. (1959). — Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de *Penaeus kerathurus* (Forsk.) *Bull. Inst. fr. Afr. noire*, 21, sér. A, 1 : 21-59.

MELLINGER J. (1966). — Etude biométrique et histophysiologique des relations entre les gonades, le foie et la thyroïde chez *Scyliorhinus caniculus* (L.). Contribution à l'étude des caractères sexuels secondaires des Chondrichthyens. *Cah. Biol. mar.*, 7 : 107-137.

OLIVIEREAU M. et LELOUP J. (1950). — Variations du rapport hépato-somatique chez La Roussette (*Scyllium canicula* L.) au cours du développement et de la reproduction. *Vie Milieu*, 1 (4) : 377-420.

PIETSCHMANN V. (1906). — Ichthyologische Ergebnisse einer Reise nach Island und die atlantische Küste von Marokko und in die westliche Hälfte des Mittelmeeres. *Annln naturh. Mus. Wien*, 21 : 72-148.

POLIMANTI O. (1911). — Ueber den Fettgehalt der Leber einiger Selachier während und der Zeit der Schwangerschaft. *Bioch. Zeit.*, 38 : 497-500.

POSTEL E. (1973). — Théorie des pêches (Dynamique des populations exploitées). Université de Rennes, Biologie halieutique, iv + 116 p.

QUIGNARD J.P. et CAPAPE C. (1971a). — Liste commentée des Sélaciens de Tunisie. *Bull. Inst. Océanogr., Salammbô*, 2 (2) : 121-130.

QUIGNARD J.P. et CAPAPE C. (1971b). — Etude du nombre de vertèbres chez trente et une espèces de Sélaciens des côtes de Tunisie. *Bull. Inst. Océanogr., Salammbô*, 2 (2) : 157-162.

RANZI S. (1934). — Sui rapporti tra fegato e gestazione nei Selaci. *Atti Pontif. Acad. Sci.*, 87 : 100.

RANZI S. (1937). — Fegato, metabolismo dei lipidi e funzioni sessuale nei Vertebrati. *Arch. Zool.*, 24 : 355-367.

STOLFI G. (1934). — Ricerche sul metabolismo dei lipidi nel corso della gestazione del *Trygon violacea*. *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.*, 9 : 1-315.

TORTONESE E. (1956). — Leptocardia, Cyclotomata, Selachii in Fauna d'Italia, 2. Calderini ed., Bologna, 334 p.

WEATHERLEY A.H. (1972). — Growth and ecology of fish populations. Acad. Press, x + 293 p.