

Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes 18. *Raja melitensis* Clark, 1926

Relations taille — poids du corps, du foie et des gonades
Rapports hépato et gonosomatique. Coefficients de condition

par

Christian CAPAPÉ*

خلاصة

العلاقات بين القامة ووزن الجسم والكبد والغدد التناسلية تكبر مع القامة عند كل افراد السفن *Raja melitensis* وبالاخص عند الكبار . نسب الكبد على الجسم والعدد التناسلية على الجسم تكبر بدورها بصفة بليغة مع القامة ، الأولى وقت النضوج الجنسي والثانية بعده ، عند البالغين ذكورا وإناث تتعرض هذه النسب الى تغيرات فصلية تحت تبعية الدورة التناسلية . الضارب الظرفي ينخفض عند البالغين من الجنسين ولكن التغيرات الفصلية عند الجنسين تتأثر خاصة بعوامل البيئة والتغذية .

RESUME

Les relations taille-poids du corps, du foie et des gonades augmentent avec la taille chez tous les individus mais plus encore chez les adultes.

Les rapports hépato et gonosomatique augmentent significativement avec la taille, le premier pendant et le second après la maturité sexuelle ; chez les adultes mâles et femelles, ils subissent des fluctuations saisonnières sous la dépendance du cycle de reproduction. La condition baisse chez les adultes des deux sexes mais chez ceux-ci les variations saisonnières sont plutôt influencées par les facteurs écologiques et le régime alimentaire.

ABSTRACT

The analysis of size-body weight, liver and gonad weights relationships points out a relation with growth in all individuals but more important in the adults ones. Hepato and gonosomatic relationships increase with size, the first when occurs and the second after sexual maturity ; in adult males and females, they are subjected to seasonal changes depending of reproductive cycle. Body condition is decreasing in adults of both sexes but in these seasonal changes are mainly dependant from ecological factors and diet.

* Institut Pasteur, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie et Laboratoire d'Ichthyologie et de parasitologie générale, U.S.T.L., 34060 Montpellier, Cedex, France.

INTRODUCTION

Une étude préliminaire sur *Raja melitensis* Clark, 1926 nous a permis de présenter sommairement certaines données sur la biologie de l'espèce (Capapé, 1975). Ces données, développées ultérieurement, ont fait l'objet de publications concernant, d'une part, le régime alimentaire (Capapé, 1976) et, d'autre part, la sexualité, la reproduction et la fécondité (Capapé, 1977). Toujours dans le même cadre de recherches nous avons envisagé d'autres aspects de la biologie de ce Rajidae dont les résultats sont exposés dans cette note.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel observé provient de captures réalisées 1) par des chalutiers opérant le long des côtes septentrionales de la Tunisie (de Tabarka, près de la frontière algérienne, à Bizerte), 2) par le chalutier *Hannoun* (INSTOP de Salammbô, Tunisie) en 1969, 1970, 1971 et 1973, 3) par le navire océanographique « *La Thalassa* » (ISTPM de Nantes, France) en 1969 et 1976.

Les relations entre la taille et le poids du corps, du foie et des gonades, sont de la forme $y = bx^a$ et deviennent en coordonnées logarithmiques $\log y = a \log x + b$.

Comme mesure de taille nous avons choisi la largeur ou envergure discale (l).

Nous avons donc :

$$\begin{aligned}\log W \text{ (poids total)} &= a \log l + \log b \\ \log F \text{ (poids du foie)} &= a \log l + \log b \\ \log G \text{ (poids des gonades)} &= a \log l + \log b\end{aligned}$$

Pour confirmer ou infirmer le cas échéant certaines de nos observations, nous avons analysé les relations qui unissent le poids du corps à celui du foie et des gonades et qui s'écrivent également en coordonnées logarithmiques.

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

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

Pour ces relations nous donnons la droite de régression, le nombre d'individus étudiés n et le coefficient de corrélation r ; les tests de comparaison des pentes de ces droites sont effectués d'après les méthodes préconisées par Mayrat (1959).

Rapport hépatosomatique

Le rapport hépatosomatique (RHS) se définit comme le rapport entre le poids du foie et celui du corps : $(W_h / W) \times 100$, W_h étant le poids du foie, W le poids total, tous deux exprimés en grammes.

Rapport gonosomatique

Le rapport gonosomatique (RGS) est le rapport entre le poids des gonades et celui du corps : $(W_g / W) \times 100$; W_g étant le poids des gonades, W le poids total exprimé en grammes.

Coefficients de condition

Parmi les différents modes d'expression utilisés pour analyser la condition

des Poissons, nous en avons choisi deux qui semblent correspondre le mieux aux objectifs que nous nous sommes fixés :

— le coefficient cubique encore appelé composite ou de Fulton défini par la relation $Kc = 100 W / l^3$; W étant le poids de l'individu en grammes ; l le cube de la largeur en centimètres. Ce coefficient englobe toutes les causes de l'embonpoint, y compris celles d'ordre strictement biométrique (allométrie). Nous avons choisi Kc pour étudier les variations de l'embonpoint en fonction de la taille.

— le coefficient relatif de condition défini par l'expression :

$$K_r = \frac{W}{a l^b}$$

Comme le préconisent Le Cren (1951) et Weatherley (1972), nous avons utilisé K_r pour mesurer les variations saisonnières de la condition indépendamment des fluctuations dues à l'allométrie.

PRESENTATION DES RESULTATS

Cas des mâles avant la phase de maturation (jusqu'à 15 cm)

La figure 1 montre que la condition (K_{cp} et K_{cv}) diminue progressivement avec la taille et ce caractère est encore plus marqué au moment où les individus entrent dans la phase de maturation (15 cm) et atteignent la taille de première maturité sexuelle (19 cm). Ce phénomène accentue les montées concomitantes du RHS et du RGS. L'évolution de K_{cp} et K_{cv} avec la taille met en évidence des variations à mettre, *a priori*, sur le compte de l'échantillonnage, car pour chaque classe de taille nous n'avons pas un nombre identique d'individus et ceux-ci n'ont pas tous été observés à la même saison. Dans cette évolution, il ne faut pas négliger les variations pondérales des organes reproducteurs, des viscères en général et du foie en particulier ; le rôle de ce dernier étant manifeste chez les subadultes et les mâles de grande taille.

Enfin, si l'on se base au cours de la croissance sur les variations de K_{cp} , K_{cv} , du RHS et du RGS, il apparaît très nettement que les réserves de substances emmagasinées dans les muscles et le mesentère chez les jeunes individus, passent dans le foie au cours de la phase de maturation puisque le RHS augmente significativement à partir de 16 cm. Elles y subissent probablement un certain nombre de remaniements et serviront ultérieurement à l'élaboration des produits génitaux. Un tel processus semble ne se poursuivre que partiellement chez les adultes, la baisse significative du RHS en automne précède une montée non moins significative du RGS en hiver (fig. 2) mais les variations des coefficients de condition relatif plein (K_{rp}) et vide (K_{rv}) synchrones de celles du RHS et du RGS nous amènent à envisager des hypothèses sensiblement différentes ; les matières devant servir à la formation du sperme sont prélevés directement par le foie dans les digestas, modifiés et passent ensuite dans les gonades.

L'évolution du coefficient cubique de condition chez les mâles en fonction de la taille des individus pourrait, en premier abord, nous faire admettre que la croissance pondérale des jeunes est plus active que celle des adultes. Ce caractère est encore plus évident si l'on tient compte des élévations concomitantes du RHS puis du RGS. En fait, l'analyse de la relation taille-poids chez ces deux catégories de spécimens (tableaux 1 et 2), montre que la croissance

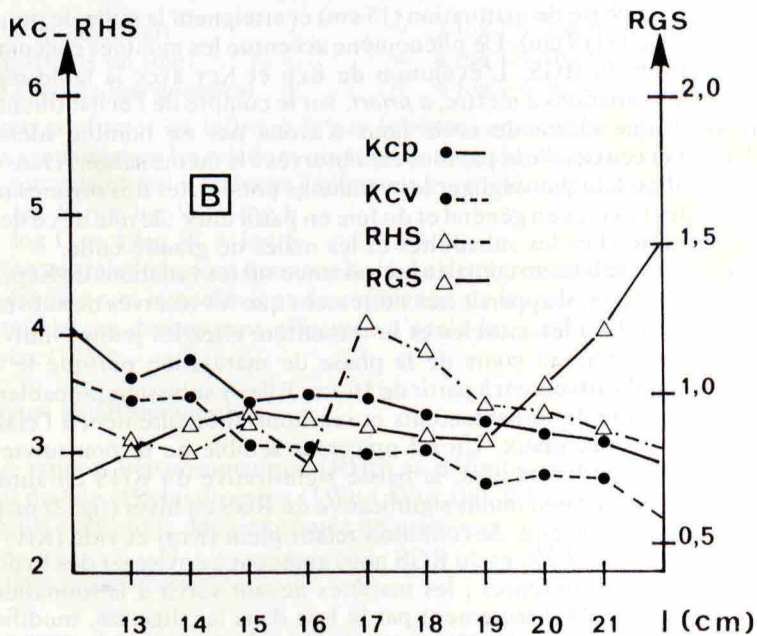
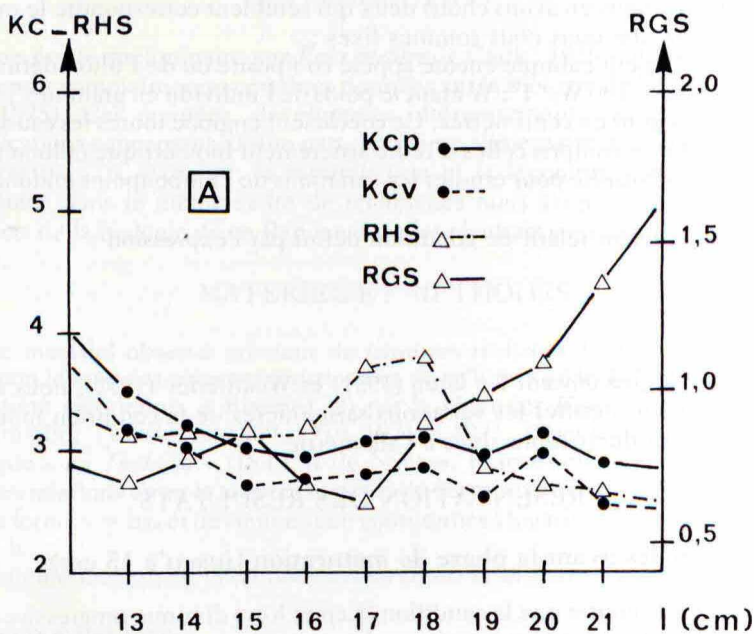


Fig. 1 : Evolutions du coefficient cubique de condition (Kc), poids plein (Kcp) et poids vide (Kcv) ; du rapport hépatosomatique (RHS) et du rapport gonosomatique (RGS) en fonction de la largeur discale (l) exprimée en centimètres : A : cas des mâles ; B : cas des femelles.

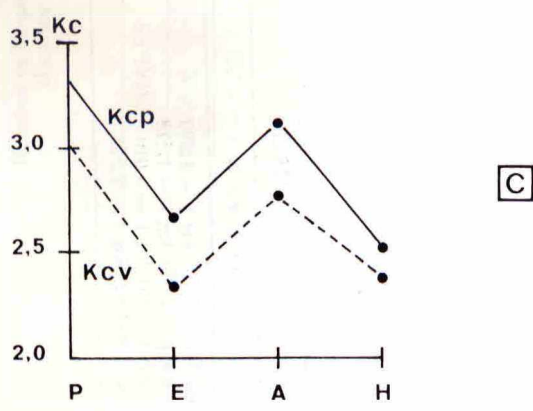
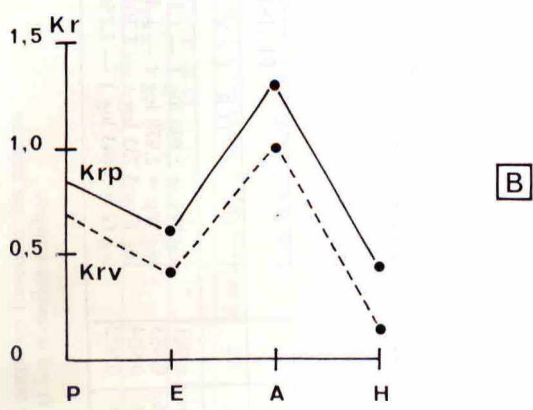
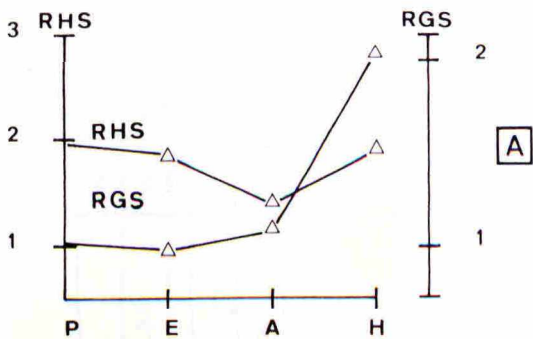


Fig. 2 : Evolutions en fonction des saisons, printemps (P), été (E), automne (A) et hiver (H) chez les mâles adultes : A. du rapport hépatosomatique (RHS) et du rapport gonosomatique (RGS) ; B. du coefficient relatif de condition (Kr), poids plein (Krp) et poids vide (Krv) ; C. du coefficient cubique de condition (Kc), poids plein (Kcp) et poids vide (Kcv)

TABLEAU 1

Relation taille-poids du corps, du foie, des gonades
chez les mâles et les femelles juvéniles

MALES			FEMELLES		
D R Y / X	n	r	D R Y / X	n	r
$\log W_v = 2,762 \log l - 1,290$	66	0,961	$\log W_v = 2,898 \log l - 1,280$	68	0,941
$\log W_p = 2,781 \log l - 1,278$	66	0,953	$\log W_p = 2,978 \log l - 1,430$	68	0,963
$\log F = 3,891 \log l - 3,010$	66	0,924	$\log F = 3,733 \log l - 3,302$	68	0,925
$\log G = 2,825 \log l - 2,378$	66	0,922	$\log G = 3,043 \log l - 2,256$	68	0,928

TABLEAU 2

Relation taille-poids du corps en fonction des saisons
chez les mâles et les femelles adultes

Saisons	MALES			FEMELLES		
	D R Y / X	n	r	D R Y / X	n	r
Printemps	$\log W_p = 2,449 \log 1 - 0,755$	36	0,801	$\log W_p = 2,030 \log 1 - 0,237$	31	0,943
	$\log W_v = 2,680 \log 1 - 1,105$	36	0,769	$\log W_v = 2,195 \log 1 - 0,411$	31	0,943
Eté	$\log W_p = 2,839 \log 1 - 1,292$	36	0,886	$\log W_p = 2,137 \log 1 - 0,424$	30	0,983
	$\log W_v = 3,205 \log 1 - 1,811$	36	0,885	$\log W_v = 2,235 \log 1 - 0,496$	30	0,975
Automne	$\log W_p = 1,451 \log 1 + 0,289$	31	0,960	$\log W_p = 3,178 \log 1 - 1,800$	33	0,903
	$\log W_v = 1,545 \log 1 + 0,383$	31	0,962	$\log W_v = 3,255 \log 1 + 1,848$	33	0,945
Hiver	$\log W_p = 3,855 \log 1 - 2,800$	32	0,888	$\log W_p = 1,786 \log 1 - 0,013$	32	0,935
	$\log W_v = 4,285 \log 1 - 3,259$	32	0,903	$\log W_v = 2,432 \log 1 - 0,800$	32	0,921

pondérale des juvéniles n'est pas significativement différente de celle des adultes capturés au printemps et en été ; elle l'est, par contre, en automne et en hiver. Ces différences sont dues non seulement aux aléas de l'échantillonnage mais aussi à certains phénomènes métaboliques en relation avec le régime alimentaire et la reproduction. En effet c'est durant les deux dernières saisons de l'année que le coefficient de réplétion des adultes accuse successivement une montée et une baisse significatives (Capapé, 1976). Le rôle des processus de la reproduction semble moins évident, tout au plus peut-on émettre l'hypothèse que fécondation et accouplements (taux de masculinité voisin de 1 en hiver, Capapé, 1977) incitent les mâles à se détourner de la recherche des proies, entraînant donc un ralentissement de l'activité métabolique comme en témoignent les chutes significatives de K_r et K_c en hiver. L'augmentation de la condition au printemps ne peut s'expliquer par celle du RHS, l'écart entre K_{rp} et K_{rv} , étant trop faible, il s'agit donc d'une augmentation du poids de carcasse. L'élévation brutale de K_r en automne a également une origine écologique, mais la différence relativement et significativement importante entre poids plein et poids vide pourrait s'expliquer par l'accroissement pondéral du tube digestif et de la graisse mesentérique. Ce dernier caractère apparaît également en hiver ; les réserves lipidiques ne semblent commencer à s'épuiser progressivement qu'à partir de la fécondation pour atteindre une quantité minimale au printemps et se reconstituer ensuite. Ces adultes entrent ainsi dans une période de repos mais aussi de récupération.

L'analyse de la relation taille-poids du foie (tableau 3) montre que la croissance pondérale du foie est plus active chez les juvéniles que chez les adultes excepté en hiver où l'on assiste à une remontée du RHS. Les pentes des droites de régression calculées sont significativement différentes et, ce caractère peut s'expliquer par le fait que nous ayons introduit dans la catégorie des juvéniles, une forte proportion de subadultes ; l'augmentation de poids du foie étant relativement plus rapide et plus importante chez ces individus (fig. 1).

La relation poids du corps-poids du foie chez les adultes (tableau 4) confirme les précédentes données concernant l'évolution annuelle du RHS et de la condition ; le poids du corps croît plus rapidement et indépendamment (coefficient de corrélation relativement bas) de celui du foie au printemps et à l'automne.

La croissance pondérale des testicules (tableau 4) déjà rapide chez les jeunes (allométrie fortement majorante) s'accroît chez les adultes avec les saisons, atteint un maximum en hiver que l'on peut déjà considérer comme la période de reproduction principale. Nos observations antérieures sur les fluctuations annuelles du RGS sont donc confirmées.

Cas des femelles

Tout comme chez les mâles, la condition (K_c) diminue lentement mais progressivement chez les femelles à partir de 15 cm d'envergure discale. Les variations observées avant cette largeur semblent difficilement explicables, autrement que par les aléas de l'échantillonnage. Lorsque les femelles sont en voie de maturation pendant et même après la puberté le profil de K_{cv} est significativement plus sinuex que celui de K_{cp} .

La montée brusque et significative du RHS qui précède l'acquisition de la maturité sexuelle et la rapide croissance des gonades qui se poursuit même après que les individus soient devenus adultes (19 cm de large d'après Capa-

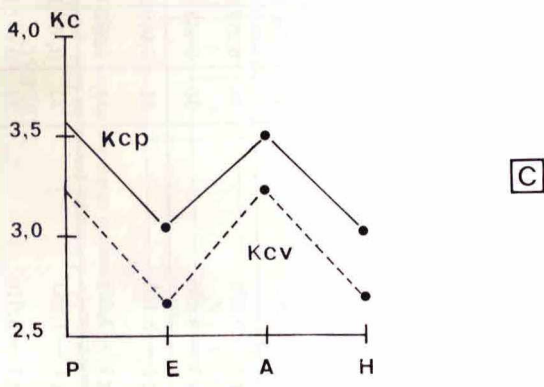
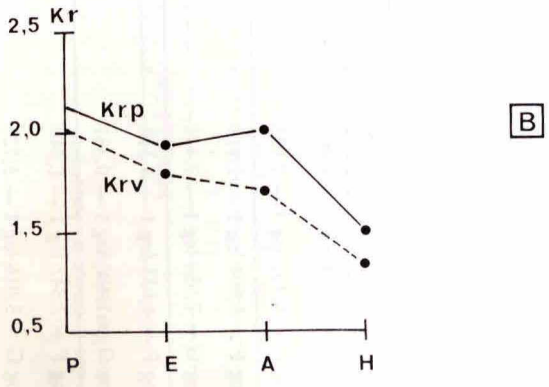
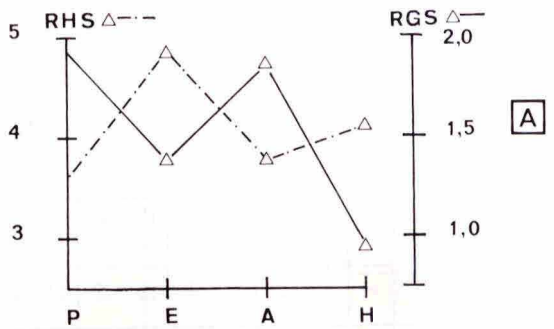


Fig. 3 : Evolutions en fonction des saisons, printemps (P), été (E), automne (A) et hiver (H) chez les femelles adultes : A. du rapport hépatosomatique (RHS) et du rapport gonosomatique (RGS) ; B. du coefficient relatif de condition (K), poids plein (Krp) et poids vide (Krv) ; C. du coefficient cubique de condition (Kc), poids plein (Kcp) et poids vide (Kcv).

TABLEAU 3

Relation taille-poids du foie, poids des gonades en fonction
des saisons chez les mâles et les femelles adultes

Saisons	MALES		FEMELLES			
	D R Y/X	n	r	D R Y/X	n	r
Printemps	$\log F = 2,471 \log 1 - 1,313$	36	0,819	$\log F = 3,024 \log 1 - 1,860$	31	0,900
	$\log G = 2,680 \log 1 - 4,825$	36	0,760	$\log G = 6,452 \log 1 - 7,035$	31	0,936
Eté	$\log F = 1,383 \log 1 - 0,076$	36	0,817	$\log F = 3,804 \log 1 - 2,913$	30	0,815
	$\log G = 3,800 \log 1 - 4,285$	36	0,938	$\log G = 7,050 \log 1 - 7,473$	30	0,891
Automne	$\log F = 5,271 \log 1 - 5,156$	31	0,918	$\log F = 4,033 \log 1 - 3,340$	33	0,774
	$\log G = 3,074 \log 1 - 3,252$	31	0,872	$\log G = 1,482 \log 1 - 0,361$	33	0,780
Hiver	$\log F = 2,637 \log 1 - 1,663$	32	0,899	$\log F = 2,542 \log 1 - 1,548$	32	0,777
	$\log G = 4,389 \log 1 - 5,026$	32	0,902	$\log G = 5,016 \log 1 - 5,723$	32	0,872

TABLEAU 4

Relation poids du corps-poids du foie, poids des gonades en fonction
des saisons chez les mâles et les femelles adultes

Saisons	MALES			FEMELLES		
	D R Y / X	n	r	D R Y / X	n	r
Printemps	$\log F = 0,650 \log W + 0,319$	36	0,659	$\log F = 1,708 \log W - 2,142$	31	0,941
	$\log G = 1,399 \log W - 2,000$	36	0,680	$\log G = 1,533 \log W - 1,583$	31	0,804
Eté	$\log F = 0,438 \log W + 0,824$	36	0,834	$\log F = 1,117 \log W - 0,637$	30	0,888
	$\log G = 2,102 \log W - 3,749$	36	0,837	$\log G = 2,907 \log W - 5,38$	30	0,842
Automne	$\log F = 1,235 \log W - 1,171$	31	0,960	$\log F = 1,959 \log W - 2,732$	33	0,927
	$\log G = 2,828 \log W - 3,151$	31	0,952	$\log G = 0,450 \log W - 1,133$	33	0,801
Hiver	$\log F = 1356 \log W - 1,359$	32	0,791	$\log F = 0,635 \log W + 1,094$	32	0,711
	$\log G = 1,420 \log W - 1,747$	32	0,654	$\log G = 2,897 \log W - 5,312$	32	0,889

pé, 1977), sont responsables en grande partie de ces fluctuations ; l'écart entre le poids plein et le poids vide étant significatif au cours de ces différentes périodes. Le rôle de l'échantillonnage qui présente des caractères voisins de ceux des mâles n'est pas à négliger mais il semblerait moins important, K_{cp} et K_{cv} augmentent mais pas toujours de façon parallèle (fig. 1).

Les fluctuations de K_{cp} , K_{cv} du RHS et du RGS en fonction de la taille montrent que les transferts de matières qui aboutissent à la formation des produits gonadiques semblent suivre un processus analogue à celui des mâles, au moins pendant la phase de maturation et après l'acquisition de la maturité sexuelle.

Chez les femelles adultes, l'évolution du RGS et du RHS au cours de l'année suit une alternance de pics et de minimas ; toute hausse du RHS est concomitante d'une chute du RGS et précède une montée de ce dernier. L'examen du coefficient relatif de condition montre qu'il est difficile de mettre en évidence un lien entre la carcasse, le foie et les gonades en ce qui concerne un éventuel transfert de substances dont le terme ultime serait la production d'ovocytes. Il semblerait y avoir chez les femelles tout comme chez les mâles une certaine autonomie du foie et des gonades par rapport au reste du corps. L'influence de ces organes sur la condition est moins marquée que les facteurs alimentaires ; les fluctuations de K_{rp} et K_{rv} correspondant sensiblement à celles du coefficient de réplétion (fig. 2).

En outre, il apparaît que les augmentations significatives du poids des gonades se situent en période intense de vitellogenèse au printemps et à l'automne ; la baisse considérable de K_r en hiver pouvant être interprétée comme un épuisement consécutif à une importante activité reproductrice.

L'influence du poids du foie et du poids des gonades (excepté pour ce dernier en automne) se manifeste peu sur l'évolution annuelle de K_r , pratiquement indépendant de ces organes et soumise aux variations des matières de réserves qui envahissent la musculature et le mesentère, et en rapport avec les facteurs écologiques.

L'étude de la relation taille-poids du corps montre que si on exclue l'automne la croissance pondérale des juvéniles est plus active que celle des adultes (tableaux 1 et 2). Il est bon de signaler qu'à taille égale (largeur ou longueur totale) le poids moyen des jeunes femelles est significativement supérieur à celui des jeunes mâles. Il s'agirait probablement d'une période préparatoire pour les femelles afin de leur permettre de trouver le cas échéant dans la carcasse des ressources supplémentaires destinées à édifier les premiers ovocytes. L'allométrie majorante observée en automne ne trouve pas d'explication dans un tel contexte, ce serait un cas particulier sous la dépendance du régime alimentaire, le coefficient de réplétion étant significativement élevé à cette période de l'année (Capapé, 1976).

Les relations taille-poids du foie, taille-poids des gonades (tableau 3) montre que la croissance pondérale de ces organes est toujours rapide (penté et ordonnées à l'origine très élevées) ; ce caractère est encore plus marqué pour l'ensemble des adultes et au niveau des ovaires. L'activité métabolique des femelles adultes semble orientée en priorité vers la reproduction. Ces observations sont confirmées par les relations poids du corps-poids du foie et poids du corps-poids des gonades (allométries toujours majorantes) résumées dans le tableau 4 et mettent en évidence la primauté de la croissance du foie et surtout des gonades.

DISCUSSION — CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent une évolution similaire de la croissance pondérale du corps, du foie et des gonades chez les mâles et chez les femelles ; ce caractère est encore plus évident pour la condition, le RHS et le RGS au moment de la maturité sexuelle et chez les adultes au cours de l'année.

Ces résultats confirment les premières observations réalisées chez *R. melitensis*. Nous avons en effet, noté que les mâles et femelles arrivaient à maturité dès 19 cm d'envergure discale et atteignaient des tailles maximales identiques : 24 cm de largeur et 45 cm de longueur (Capapé, 1977). Ce dernier indice biométrique souligne la coïncidence dans les processus de développements pondéral, linéaire et sexuel au niveau des populations et, à la limite des individus, sans distinction de sexe. Il s'agit très certainement d'un caractère non seulement propre à *R. melitensis* mais également aux Raies de petite taille, chez lesquelles les nuances concernant le dimorphisme sexuel sont moins marquées que chez celles de grande taille.

Une fécondité relativement élevée ; un taux de masculinité le plus souvent voisin de 1 traduisant une longue période d'accouplement, deux séquences de ponte bien marquées chez les femelles (Capapé, 1977), un transfert de substances rapide (le foie prélevé directement les matières destinées à l'élaboration des produits génitaux) signifient l'importance du rôle voué à la reproduction. Ce phénomène peut être considéré comme un réflexe de survie d'une espèce fréquentant un milieu ambiant relativement hostile expliquant ainsi l'influence des facteurs alimentaires sur la condition. L'environnement zoologique relativement plus riche entraîne une augmentation du coefficient de réplétion et parallèlement de la condition. L'espèce s'alimente lorsque le milieu s'enrichit en organismes zoobenthiques, étant ainsi soumise aux cycles d'apparition et de disparition de ces derniers. Les fluctuations de la condition subissent les aléas des facteurs écologiques au premier plan desquels se situe la nutrition.

Ce caractère se différencie nettement d'observations antérieures effectuées sur d'autres Sélaciens comme *R. miraletus* et *Scyliorhinus canicula* respectivement par Capapé et Quignard (1977) et Capapé (1978) chez lesquels l'influence des processus de la reproduction était prépondérante. Ainsi l'évolution de la condition chez *R. melitensis* n'est pas sans rappeler celle observée par Farrugio et Quignard (1978) chez deux Téléostéens Mugilidae du lac de Tunis, *Liza (Liza) ramada* Risso, 1826 et de *Chelon labrosus* Risso, 1826 dont la condition est davantage influencée par la production primaire que par le cycle sexuel.

BIBLIOGRAPHIE

- CAPAPE C. (1975). — Note sur la présence en Tunisie de *Raja naevus* Müller et Henlé, 1841 et de *R. melitensis* Clark, 1926 : description, premières observations biologiques. *Bull. Inst. Natn. Sci. Tech. Océanogr. Pêche, Salammbô*, 4, 1, 75 - 96.
- CAPAPE C. (1976). — Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. VIII *Raja melitensis* Clark, 1926. Régime alimentaire. *Archs. Inst. Pasteur, Tunis*, 53, 1-2, 40-46.
- CAPAPE C. (1977). — Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. VII *Raja melitensis* Clark, 1926. Sexualité, reproduction, fécondité *Cah. Biol. mar.*, 18, 177-190.
- CAPAPE C. (1978). — Contribution à la biologie des Scyliorhinidae des côtes tunisiennes. I *Scyliorhinus canicula* (Linné, 1758). Répartition géographique et bathymétrique, sexualité, reproduction, fécondité. *Bull. Off. natn. Pêch., Tunisie*, 1, 1, 83-101.

- CAPAPE C. et QUIGNARD J.P. (1977). — Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. XVI *Raja miraletus* Linné, 1758 : 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, coefficients de condition, rapports hépato et gonosomatique. *Ann. Inst. Michel Pacha*, 10, 19-46.
- FARRUGIO H. et QUIGNARD J.P. (1978). — Biologie de *Liza (Liza) ramada* Risso, 1826 et de *Chelon labrosus* Risso, 1826 (Poissons, Téléostéens, Mugilidés) du lac de Tunis. Variations du facteur de condition et du rapport hépatosomatique. *Bull. Off. natn. Pêch., Tunisie*, 2, 1-2
- LE CREN E.D. (1951). — The length - weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*) *J. Anim. Ecol.*, 20, 2, 201-219.
- WEATHERLEY A.H. (1972). — Growth and ecology of fish populations. Acad. Press, X + 293 p.