

# Contribution à l'étude de la reproduction et de la croissance de la raie étoilée *Raja asterias* Delaroche, 1809 dans la région nord atlantique marocaine en 2005

Imane TAI<sup>1</sup>, Salah BENCHRIFI<sup>1</sup>, Abdelaziz ZOUBAI<sup>1</sup>, Mohammed RAMDANI<sup>2</sup>  
Ahmed YAHYAOU<sup>3</sup> & Hoccin BAZAIRI<sup>3</sup>

1. Institut National de Recherche Halieutique ; 2, rue Tiznit, Casablanca  
e-mail : enami2001@yahoo.fr

2. Université Mohammed V – Agdal, Institut Scientifique, Département de Zoologie et Ecologie Animale,  
B.P. 703 Agdal, Rabat. e-mail : ramdanimohamed@yahoo.fr

3. Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences, B.P. 1014, Rabat-R.P.

**Résumé.** L'étude de la reproduction et de la croissance de *Raja asterias* a été réalisée sur la base des débarquements des chalutiers côtiers au port de Casablanca en 2005. Cette étude montre que la croissance, qu'elle soit en poids ou en taille, est plus accentuée chez les femelles. Les paramètres de croissance établis selon l'équation de Von Bertalanffy, se présentent comme suit :  $K = 0,25$  ;  $L_{\infty} = 94,49$  et  $t_0 = -16$  pour les femelles et  $K = 0,22$  ;  $L_{\infty} = 89,02$  et  $t_0 = -0,21$  pour les mâles. Le sex-ratio global est équilibré et la ponte est étalée sur toute l'année, avec un pic principal en été. La taille à la première maturité sexuelle est atteinte à 47,65 cm chez les mâles et à 50,1 cm chez les femelles.

**Mots clés :** *Raja asterias*, reproduction, croissance, Maroc, atlantique, ressources halieutiques.

**Contribution to the study of reproduction and growth of the starry ray *Raja asterias* Delaroche, 1809 of the northern Moroccan Atlantic region in 2005.**

**Abstract.** The study of reproduction and growth of *Raja asterias* was based on the landings of coastal trawlers in 2005 at the harbour of Casablanca. Results show that growth in length and weight is more rapid for females. The estimated parameters of growth using the equation of Von Bertalanffy are:  $K = 0.25$ ,  $L_{\infty} = 94.49$  and  $t_0 = -0.16$  for females and  $K = 0.22$ ,  $L_{\infty} = 89.02$  and  $t_0 = -0.21$  for males. The global sex ratio is balanced, and spawning is spread over the entire year, with a main peak in summer period. The size at first maturity is 47.65 cm for males and 50.1 cm for females.

**Key words:** *Raja asterias*, reproduction, growth, Morocco, North Atlantic, fisheries.

## INTRODUCTION

Les raies représentent une part très importante dans la communauté benthique (Capape 1977, Hamlett 1999, Musick 1999a et 1999b) ; ce sont des prédateurs appartenant à des niveaux assez élevés de la chaîne alimentaire marine (Stevens *et al.* 2000). A l'échelle mondiale, ces ressources sont soumises à un accroissement continu de la pression de pêche (MPO 2003) ; ainsi, de nombreux programmes de suivi de ces populations ont été mis en place pour réglementer leur pêche et leur commerce (MPO 2005). Au Maroc, les raies ne sont pas ciblées, mais elles font partie des prises accessoires des pêcheries benthiques. De sa part, la raie étoilée *Raja asterias* Delaroche, 1809 constitue la principale espèce de raie exploitées dans la zone nord-atlantique marocaine. Elle est largement répartie (Grassé 1958) sur les fonds sableux, des côtes atlantiques et méditerranéennes (Fisher *et al.* 1987).

La présente étude a pour objectif d'élucider certains aspects liés à la croissance et la reproduction de *R. asterias* de la côte nord-atlantique marocaine (Fig. 1). Elle s'inscrit dans le cadre du programme de suivi des élasmobranches des côtes marocaines, mis en place par l'Institut National de Recherche Halieutique (INRH). Elle pourrait fournir, même de manière préliminaire, des éléments de réponse aux problématiques rencontrées pour la gestion des raies exploitées.

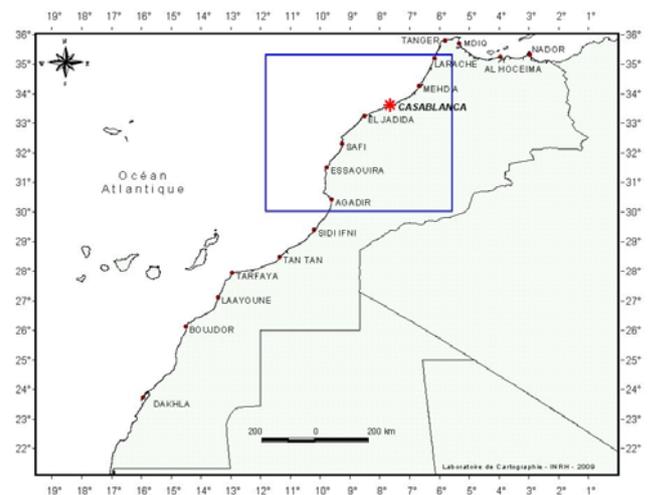


Figure 1. Rayon d'action des chalutiers échantillonnés au port de Casablanca.

## MATERIEL ET METHODES

L'échantillonnage a porté sur les débarquements des chalutiers côtiers basés au port de Casablanca durant l'année 2005 ; leur rayon d'action couvre une grande partie de l'aire de distribution de *R. asterias*.

Tableau I. Effectif mensuel des individus échantillonnés de *R. asterias* au port de Casablanca en 2005.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Effectifs	30	103	122	35	55	42	40	48	64	-	57	54
Nombre de caisses	3	6	7	3	3	5	4	4	5	-	3	4

Tableau II. Echelle de maturité sexuelle adoptée pour les femelles de *R. asterias* (Stehman 2002)

Echelle de maturité sexuelle des femelles de <i>R. asterias</i>		
Stade	Etat	Description
I	Immature	Ovaire très petit à peine discernable et il ne contient pas d'œufs, la glande nidamentaire est absente ou peu différenciée et les oviductes ont des parois épaisses.
II	En maturation	Ovaire petit, ovocytes différenciés, de petites tailles de couleur blanchâtres. Les oviductes et la glande nidamentaire développés mais de petite taille.
III	Mature	Les ovaires contiennent des œufs jaunes. La glande nidamentaire est agrandie et les oviductes distendus et bien développés.
IV	Ponte	Les ovaires contiennent des œufs jaunes de grande taille. Les capsules d'œufs sont plus ou moins formées dans l'un ou les deux oviductes.
V	Repos ou poste ponte	Les œufs de tailles différentes, blancs ou jaunes. Oviductes vides, très vascularisés. La glande nidamentaire est de petite taille.

Selon la disponibilité de l'espèce, 647 individus ont été échantillonnés (Tab. I) pour effectuer cette étude. Pour chaque individu, la longueur totale (Lt) est mesurée au 0,5 centimètre inférieur à l'aide d'un ichtyomètre gradué ; le poids total (W), le poids du foie (Pf) et le poids des gonades (Pg) sont mesurés au dixième de gramme à l'aide d'une balance électronique.

### Croissance

Le modèle de croissance utilisé est celui de Von Bertalanffy (1938), dont l'équation est :

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

où Lt est la longueur du poisson en centimètres ;  $L_{\infty}$  est la longueur asymptotique ; K est le coefficient de croissance, et  $t_0$  est l'âge théorique où le poisson a une longueur zéro.

Le logiciel *Length Frequency Stocks Assessment* (LFSA) développé par Sparre (1987), a été utilisé pour l'analyse des fréquences taille et l'estimation des paramètres de croissance par la méthode indirecte. La matrice des données a été établie en introduisant toutes les distributions des fréquences de taille sur ce logiciel qui utilise pour la décomposition modale la méthode de Bhattacharya (1967), permettant d'identifier les composantes modales et leurs écart-types. La méthode de Gulland & Holt (1959) pour l'estimation des paramètres de croissance, c'est-à-dire K et  $L_{\infty}$ , alors que  $t_0$  correspond à la moyenne des  $t_0$  déterminés par LFSA pour chaque cohorte.

La relation taille poids est estimée selon l'équation (Ricker 1980) :

$$W = a \times L^b$$

avec W le poids en g ; L la longueur en cm ; a la constante de proportionnalité, et b le coefficient de croissance qui traduit l'allométrie. Si  $b=3$ , le poids croît proportionnellement à la longueur, il y a isométrie. Si  $b>3$ ,

l'allométrie est majorante, le poisson grossit plus vite qu'il ne grandit. Si  $b < 3$  l'allométrie est minorante, le poisson grandit plus vite qu'il ne grossit. La croissance pondérale est une combinaison des équations longueur-âge et longueur-poids (Gulland & Holt 1959) ; d'où :

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

avec  $W_t$  le poids à l'instant t ;  $W_{\infty}$  le poids asymptotique correspondant à  $L_{\infty}$ .

### Maturité

La détermination du sexe est basée sur les observations macroscopiques de la présence des ptérygopodes chez les mâles (Holden & Raitt 1974). La détermination des stades de maturité sexuelle est effectuée selon l'échelle de Stehman (2002) (Tab. II et III).

Le *sex-ratio* indique la proportion des mâles par rapport aux femelles. Le test  $\chi^2$  a été utilisé pour comparer les *sex-ratios* des mâles et des femelles.

$$\chi^2 = \frac{\sum(\text{nobs} - \text{ncal})^2}{\text{ncal}}$$

où nobs = nombre de mâles ou de femelles observé dans l'échantillon ; ncal = nombre calculé (mâles+femelles)/2.

La taille à la première maturité sexuelle est définie comme étant celle à laquelle 50% des individus sont matures. Elle est déduite de la courbe des fréquences cumulées des stades sexuels en fonction de la taille. Les femelles sont considérées matures à partir du stade III, les mâles le sont à partir du stade IV.

L'équation utilisée pour l'estimation de la maturité sexuelle selon Pope *et al.* (1983) est :

$$P = 1 / (1 + \exp - [a + (b \cdot Lt)])$$

avec P le pourcentage des matures et Lt la longueur totale.  $Lt_{50} = -a/b$ .

Tableau III. Echelle de maturité sexuelle adoptée pour les mâles de *R. asterias* (Stehman 2002).

Echelle de maturité sexuelle des mâles de <i>R. asterias</i>		
Stade	Etat	Description
I	Immature	Les ptérygopodes petits et flasques et n'atteignent pas le bord postérieur des nageoires pelviennes. Testicules de couleur blanchâtres, occupent environ la moitié de la cavité abdominale.
II	Vierge	Les ptérygopodes sont plus grands, ils s'étendent jusqu'au bord postérieur des nageoires pelviennes, la structure interne est visible mais molle. Les testicules occupent plus de la moitié de la cavité abdominale.
III	En maturation	Les ptérygopodes sont plus grands, ils s'étendent jusqu'au bord postérieur des nageoires pelviennes. Testicules plus larges pas entièrement remplis de follicules séminifères.
IV	Matures	Les ptérygopodes s'étendent bien au-delà du bord postérieur de la nageoire pelvienne, la structure interne est visible, dure et ossifiée. Les testicules de couleur rose avec des follicules séminifères occupant tout le volume.
V	Après ponte	Les ptérygopodes s'étendent bien au-delà du bord postérieur de la nageoire pelvienne, la structure interne est visible, dure et ossifiée. Les testicules occupent la moitié de la cavité abdominale

La période de ponte est déterminée en se basant sur l'évolution mensuelle du rapport gonado-somatique RGS (Lahaye 1980).

$$\text{RGS} = \frac{\text{Poids des gonades}}{\text{Poids somatique du poisson}} \times 100$$

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Croissance

L'analyse de la composition démographique de la raie étoilée, illustrée dans la figure 2, montre que les captures portent sur des tailles allant de 25 à 81 cm de longueur totale. Les individus de grande taille sont présents durant toute l'année, mais dominent largement en juin et juillet. Cette constatation laisse penser que la ponte s'effectue principalement en été. En effet, il a été montré dans la présente étude que la période de reproduction chez cette espèce est étalée sur toute l'année avec l'existence d'un pic principal en été. De leur part, les jeunes individus apparaissent en abondance dans les captures des mois de mai et de novembre. Ceci pourrait indiquer l'existence de deux périodes principales de recrutement.

Il existe une corrélation significative entre le poids total et la longueur totale de l'ensemble des individus de *R. asterias*. Les équations obtenues donnent un coefficient de croissance  $b$  inférieur à 3 ; il s'agirait d'une allométrie minorante et donc ce poisson grandit plus vite qu'il ne grossit (Fig. 3). Ces résultats, différents de ceux obtenus pour *Raja naevus* des côtes anglaises par Du Buit (1977), qui a remarqué qu'il s'agissait d'une allométrie majorante ( $b > 3$ ).

Les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy obtenus par la méthode de Gulland figurent sur le tableau IV. Les coefficients de croissance des deux sexes sont proches ; cependant, la taille asymptotique des femelles est supérieure à celle des mâles. Cette différence a également été constatée chez *R. clavata* des côtes portugaises (Serra-Pereira *et al.* 2005) ; par contre, chez *Raja naevus* des côtes

anglaises (Tab. V), les tailles asymptotiques des mâles et des femelles sont très rapprochées (Du Buit 1977).

Les courbes de croissance linéaire, représentées par la figure 4, montrent une grande similitude de croissance entre les mâles et les femelles. Toutefois il ressort de ces graphiques que les femelles grandissent plus rapidement que les mâles. Cette différence se manifeste dès la première année de leur vie et demeure toujours en faveur des femelles.

Les équations de la croissance pondérale de *R. asterias* se présentent comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Femelles} &: Wt = 4913 (1 - e^{-0.25(t+0,16)})^{2,74} \\ \text{Mâles} &: Wt = 3989 (1 - e^{-0.22(t+0,21)})^{2,73} \\ \text{Global} &: Wt = 4435 (1 - e^{-0.26(t+0,18)})^{2,74} \end{aligned}$$

Les courbes traduisant ces équations sont illustrées par la figure 5. On remarque que la croissance pondérale est différentielle entre les deux sexes, elle est en faveur des femelles. A taille égale, ces dernières atteignent un poids asymptotique plus élevé que celui des mâles.

La croissance pondérale chez *R. asterias* de la côte nord-atlantique marocaine est en faveur des femelles. A taille égale, ces dernières atteignent un poids asymptotique plus élevé que celui des mâles. On peut donc conclure que la croissance, qu'elle soit en poids ou en longueur, est plus importante chez les femelles. Ces résultats ne concordent pas avec ceux obtenus par Serena *et al.* (2005a) au niveau des côtes italiennes ; ces auteurs ont noté des croissances équivalentes entre les deux sexes.

### Reproduction

Le sex-ratio global montre une égalité entre les mâles et les femelles (Tab. VI). Le test  $\chi^2$  au seuil de 95% confirme qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre des mâles et des femelles. Des résultats similaires ont été constatés chez la même espèce en Méditerranée (Capapé 1977, Serena *et al.* 2005b). Cependant, cet équilibre n'est pas observé, pour la population de *R. naevus* des eaux anglaises (Du Buit 1977) où il y a prédominance des femelles.

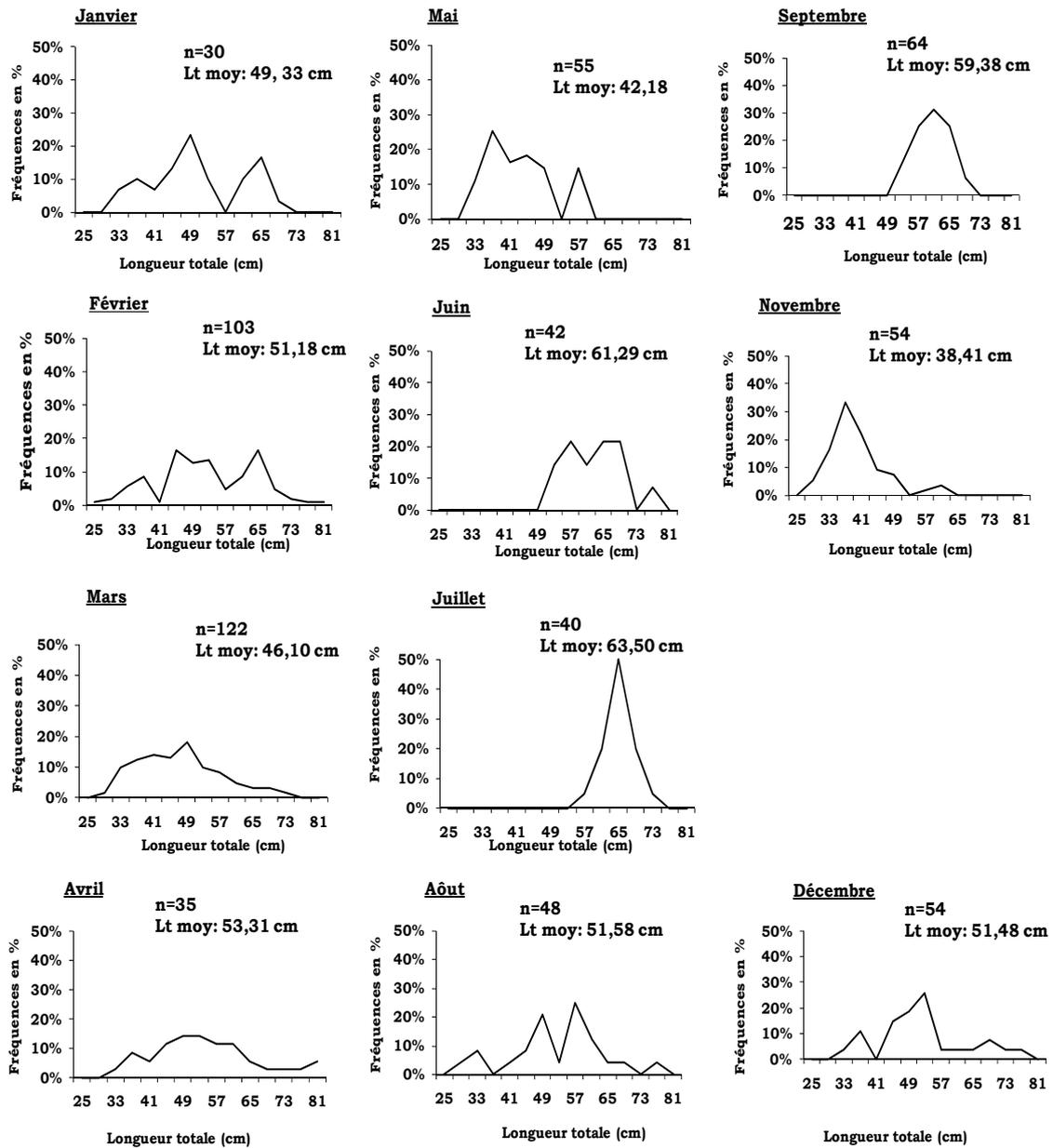


Figure 2. Structure de taille de *R. asterias* de la zone nord-atlantique marocaine en 2005.

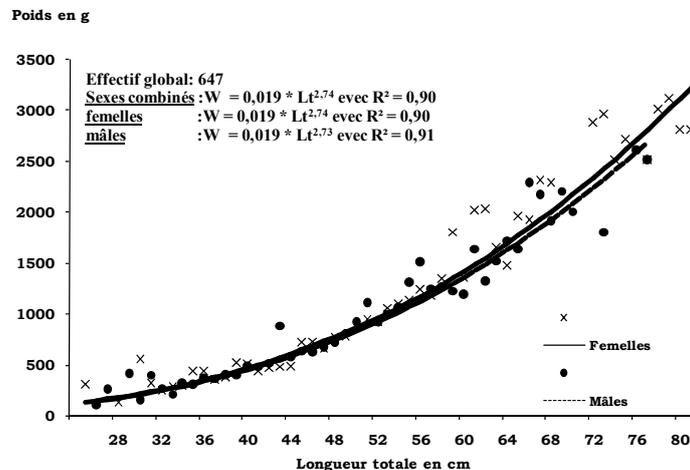


Figure 3. Relation taille-Poids chez *R. asterias* de la zone nord-atlantique marocaine.

Tableau IV. Paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy.

Sexes	$L_{\infty}$	K	$t_0$	Effectif	Intervalle de taille	$\Phi'$
Femelles	94,49	0,25	-0,16	319	25-81 cm	3,35
Mâles	89,02	0,22	-0,21	328	26-77 cm	3,24
Sexes Combinés	91,03	0,26	-0,18	647	25-81 cm	3,33

Tableau V. Paramètres de croissance de quelques espèces de raies.

	Sexes	K	$L_{\infty}$	$t_0$	Source
<i>Raja asterias</i> (côtes italiennes)	Combinés	0,45	67,45	0,23	Serena <i>et al.</i> (2005a)
<i>R. clavata</i> (côtes portugaises)	Mâles	0,11	121,5	-0,11	Serra-Pereira <i>et al.</i> (2005)
	Femelles	0,1	130,1	-0,13	
<i>R. naevus</i> (côtes anglaises)	Combinés	0,1	130,5	-0,14	Du Buit (1977)
	Mâles	0,162	85,47	0,943	
	Femelles	0,156	85,4	1,2	
<i>R. asterias</i> (Côtes marocaines)	Combinés	0,26	91,03	-1,18	Tai <i>et al.</i> (2010)
	Mâles	0,22	89,02	-0,21	
	Femelles	0,25	94,49	-0,16	

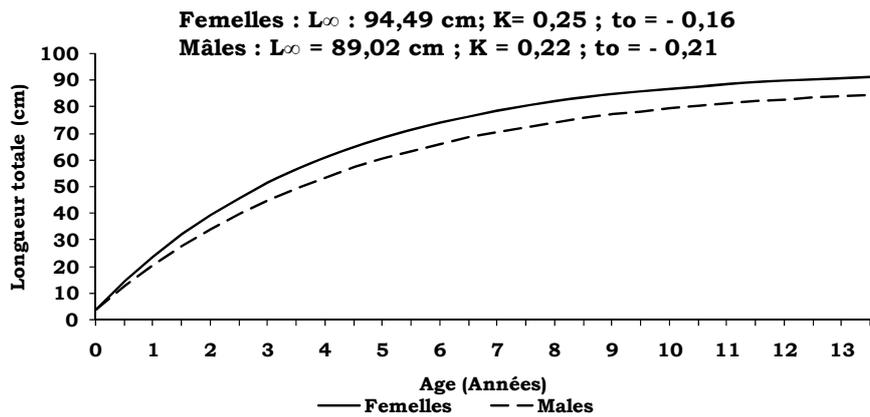


Figure 4. Courbe de croissance linéaire théorique chez *R. asterias* de la zone nord-atlantique marocaine.

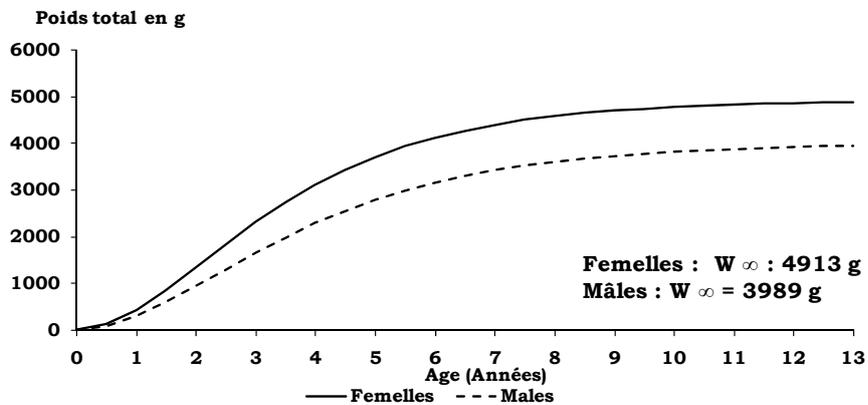


Figure 5. Courbe de croissance pondéral théorique chez *R. asterias* de la zone nord-atlantique marocaine.

Tableau VI. Sex-ratio chez *R. asterias*

Sexe	Nombre	Pourcentage
Femelles	319	49%
Mâles	328	51%
Total	647	100%

Le sex-ratio présente des variations mensuelles. La figure 3 montre que la proportion de femelles dépasse largement celle des mâles en décembre, tandis qu'entre avril et juillet les mâles dominent largement en nombre. Ces variations peuvent être attribuées à l'activité migratrice de l'espèce qui est en liaison étroite avec la reproduction. Ainsi, la proportion élevée des mâles dans les captures durant la période de reproduction s'expliquerait par le fait qu'ils soient plus accessibles que les femelles. Ces dernières, étant moins vulnérables au chalut de pêche, effectueraient probablement une migration au cours de cette période. En effet, la migration chez les raies a été confirmée

par plusieurs auteurs ; Holden (1975) a remarqué que les individus de *Raja Clavata* se concentrent en bancs unisexués à certaines saisons au niveau des côtes anglaises. Il a souligné qu'il s'agirait non pas d'une migration trophique, mais d'un rassemblement de géniteurs ; les mâles restent localisés à une profondeur considérée, tandis que les femelles les rejoignent pendant la période d'accouplement. Des résultats similaires ont été obtenus par Du Buit (1977), chez *R. naevus* qui se concentre en bancs unisexués à certaines saisons dans les eaux côtières proches de Plymouth en Angleterre. Le même phénomène est observé dans les eaux canadiennes pour les individus de *Raja radiata* qui, au moment de la reproduction, migrent et se concentrent sur les Grands Bancs (zone côtière) (MPO 2003). Il a également été constaté, dans les eaux canadiennes, que les individus de *Raja microocellata* migrent aussi vers les Grands Bancs en été, alors qu'en hiver, ils ont tendance à se concentrer en eau profonde (MPO 1998).



Figure 6. Evolution mensuelle du sex-ratio chez *R. asterias* de la côte nord atlantique marocaine.

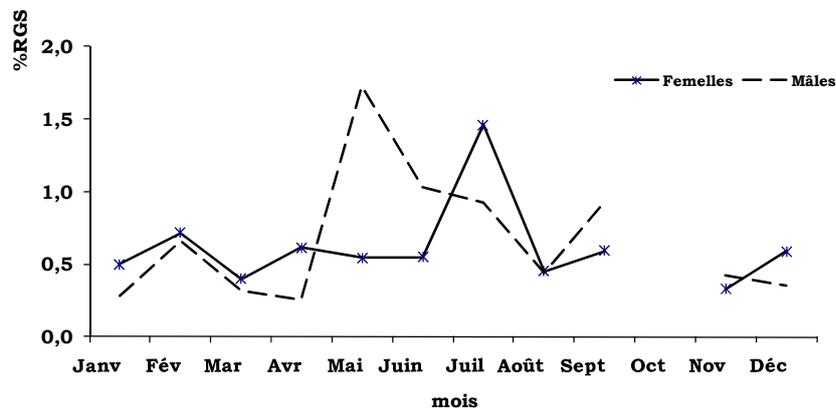


Figure 7. Variations mensuelles du rapport gonado-somatique et du rapport hépato-somatique chez *R. asterias* de la côte nord-atlantique marocaine.

L'étude de la maturité sexuelle a été faite sur un échantillon de 219 individus dont 103 mâles et 116 femelles. D'après plusieurs auteurs, la période de reproduction des élasmobranches peut être déterminée à partir des variations du RGS des espèces (Parsons 1982, Snelson *et al.* 1989, Abdel-Aziz 1994 et Musick *et al.*

2000). L'évolution mensuelle du RGS chez les mâles (Fig. 7) fait ressortir un pic important au mois de mai, suivi d'une diminution jusqu'au mois d'août ; c'est durant cette période que pourrait avoir lieu l'accouplement. Chez les femelles, le RGS atteint un niveau maximal au mois de juillet et diminue au mois d'août, ce qui correspondrait à la

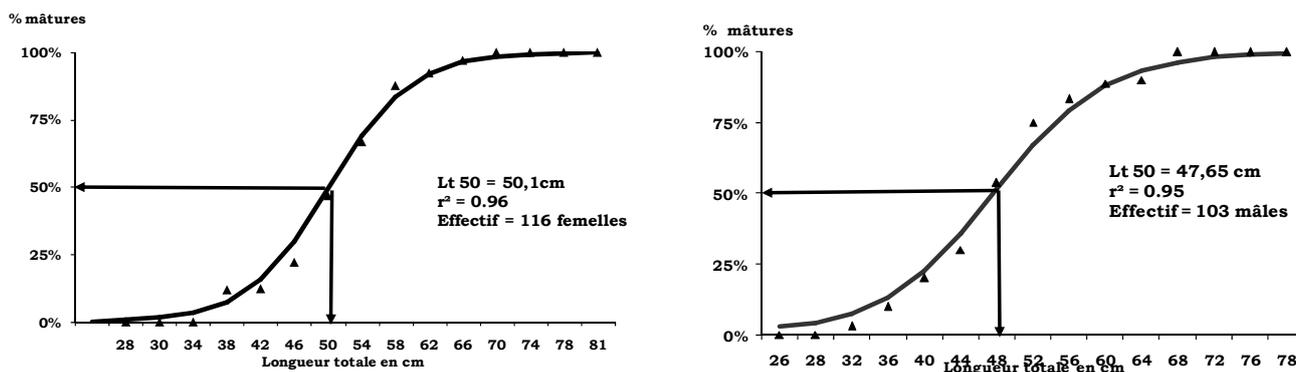
Figure 8 : Ogive de maturité sexuelle de *R. asterias* de la côte ord atlantique marocaine

Tableau VII : Comparaison des tailles de première maturité sexuelle des raies observées par différents auteurs

Espèce	Zone	Mâles	Femelles	Auteurs
<i>R. asterias</i>	Méditerranée : Côtes tunisiennes	54 cm	60 cm	Capapé 1977
<i>R. asterias</i>	Méditerranée : Côtes italiennes	51,7cm	56,1 cm	Serena <i>et al</i> 2005b
<i>R. naevus</i>	Océan atlantique : Côtes anglaises	59 cm	59 cm	Du Buit, 1977

période de ponte. D'autres pics de moindre importance s'observent en février et en septembre pour les deux sexes. Ces variations mensuelles révèlent que cette espèce fraie toute l'année avec une intensité plus importante en été. Du Buit (1977) a obtenu des résultats semblables pour la population de *R. naevus* des eaux anglaises, les capsules d'œufs ont été observé tout au long de l'année.

La taille à la première maturité sexuelle de la raie étoilée est atteinte à 47,65 cm chez les mâles. Chez les femelles la taille à la première ponte est de 50,1 cm, correspondant à un âge de trois ans pour les deux sexes (Fig. 8). Généralement, les raies sont caractérisées par une maturité sexuelle tardive ; chez *R. clavata*, elle est atteinte à 6 ans (Holden 1975). Dans le tableau VII nous comparons les résultats relatifs à la taille de première maturité sexuelle obtenus par plusieurs auteurs. Ces différences pourraient probablement être dues aux caractéristiques hydro-climatiques des régions. En effet, l'influence des facteurs environnementaux tels que la température pourrait jouer un rôle prépondérant dans la reproduction chez les Elasmobranches (Holden & Raitt 1974).

### CONCLUSION

Le présent travail a permis d'apporter des éléments à la connaissance de la croissance et de la reproduction de la raie étoilée *Raja asterias* des côtes nord-atlantiques marocaines. Dans le but de mieux gérer cette ressources, il est important de reconduire cette étude et de l'approfondir : en augmentant l'effectif des individus échantillonnés, en améliorant la stratégie d'échantillonnage et en explorant d'autres ports du Royaume qui connaissent à la fois une activité chalutière, palangrière et artisanale. Il est important de rappeler que chez les élamobranches, l'étude de la

croissance à partir des fréquences de tailles reste limitée aux jeunes individus qui ont une croissance rapide. Chez les grands, la croissance est mieux décelable par des méthodes d'âgeage individuel (Hoening & Brown 1988). Il serait donc nécessaire de compléter cette étude par des lectures d'âge.

### Remerciements

La présente étude s'inscrit dans le cadre du programme de suivi des élamobranches des côtes marocaines, mis en place par l'Institut National de Recherche Halieutique. Les auteurs remercient les responsables de la Direction Générale de l'INRH qui ont facilité toutes les démarches pour obtenir les échantillons. Les auteurs remercient également Madame C. Rebzani Zehaf et les évaluateurs pour l'intérêt qu'ils ont accordé à cet article et pour la pertinence de leurs remarques. A. Chaghif et M. Naji ont apporté de l'aide efficace sur le terrain pour réussir ce travail, qu'ils soient vivement remerciés.

### Références

- Abdel-Aziz S.H. 1994. Observations on the biology of the common torpedo (*Torpedo torpedo* Linnaeus, 1758) and marbled electric ray (*Torpedo marmorata* Risso, 1824) from Egyptian Mediterranean waters. *Austral. J. Mar. Freshw. Res.*, 45, 693-704.
- Bertalanffy L.V. 1938. A quantitative theory of organic growth Inquires on growthlaws. *Hum. Biol.*, 10, 2, 181-123.
- Bhattacharya C.G. 1967. A simple method of resolution of distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23,115-35.
- Capape C. 1977. Contribution à la biologie des Rajidae des côtes tunisiennes. 4. *Raja asterias*, Delaroche, 1809, Répartition géographique et bathymétrie, sexualité, reproduction et fécondité. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 3<sup>e</sup> sér., 435, Zool., 305-326.
- Du Buit M.H. 1977. Âge et croissance de *Raja batis* et de *Raja naevus* en Mer Celtique. *ICES J. Cons*, 37, 261-265.

- Fisher W., Bauchot M.-L. & Schneider M. (rédacteurs) 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer noire. *Zone de pêche 37. CEE, FAO Vertébrés. Vol 2*, 847-885.
- Grassé P.P. 1958. *Traité de zoologie. Agnathes et poissons : anatomie, éthologie et systématique*. Ed. Masson et Cie, pp. 1070-1091.
- Gulland J.A. & Holt S.J. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J. Cons. CIEM*, 25, 47-49
- Hamlett W.C. 1999. *Sharks, skates and rays. The Biology of the Elasmobranch Fisheries*. The John Hopkins Univ. Press, Baltimore and London, 516 p.
- Hoenig J.M. & Brown C.A. 1988. A simple technique for staining growth bands in elasmobranch vertebrae. *Bull. Mar. Sci.*, 42, 2, 334-337.
- Holden M.J. 1975. Fecundity of *Raja clavata* in British water. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 110-118.
- Holden M.J. & Raitt D.F.S. 1974. Manuel de sciences halieutiques. Deuxième partie. *Méthode de recherche sur les ressources et leur application*. Doc. Tech. FAO. Pêches Rev., 223 p.
- Lahaye J. 1980. Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Oceanis*, 6, 7, 637-654.
- MPO (Pêche et Océan Canada) 1998. Raie tachetée de 4VsW. MPO, Sciences, *Rapp. Sur l'état des stocks A3-29*, 1998.
- MPO 2003. Raie épineuse des divisions 3L, 3N et 3O ainsi que la subdivision 3Ps. Secr. Can. de consult. sci du MPO, *Rapp. Sur l'état des stocks 2003/023*.
- MPO 2005. Évaluation du potentiel de rétablissement de la raie tachetée de l'est du plateau néo-écossais, divisions 4VW de l'OPANO. Secr. Can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/062.
- Musick J.A. 1999a. Ecology and conservation of long-lived marine animals. *Am. Fisheries Soc. Symp.*, 23, 1-10.
- Musick J.A. 1999b. Criteria to define extinction risk in marine fishes. The American Fisheries Society initiative. *Fisheries*, 24, 12, 6-14.
- Musick J.A., Burges G., Cailliet G., Camhi M. & Fordham S. 2000. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries*, 25, 3, 9-13.
- Parsons G.R. 1982. The reproductive biology of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *Fish. Bull.*, 81, 61-73.
- Pope J.A., Margetts A.R., Hamley J.M. & Akyuz E.F. 1983. Manual de metodos para la evaluacion de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. *FAO Doc. Tec. Pesca*. 41 Rev. 1, 56 p.
- Ricker W.E. 1980. Methods for assessment of fish production in freshwaters. I.B.P. Handbook n°3, Oxford-Edinburgh, Blackwell Sci. Public., pp. 93-123.
- Serena F., Barone M., Mancusi C. & Abella J. 2005a. Reproductive biology, growth and feeding habits of *Raja asterias* (Delaroche, 1809), from the north Tyrrhenian and south Ligurian sea (Italy), with some notes on trends in landings. *International Coun. for the Expl. of the sea*. CM 2005/N, 12. 17 p.
- Serena F., Mancusi C., Barone M. & Abella J. 2005b. Abundance and distribution of rays in the south Ligurian and north Tyrrhenian sea. *International Coun. For the Expl. Of the sea*. CM 2005/N, 20, 16 p.
- Sparre P. 1987. Computer programs for fish stock assessment. Length-based fish stock assessment for Apple II computer. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 101 suppl. 2, 218 p.
- Stevens J.D., Bonfil R., Dulvy N.K. & Walker P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras chondrichthyans, and implication for marine ecosystems. *ICES J. Marine Sci.*, 57, 476-496.

Manuscrit reçu le 28 janvier 2010

Version modifiée acceptée le 3 décembre 2010