



Etude de la Reproduction de *Cardium costatum* (Linné, 1758) de la Zone Economique Exclusive de la Cote d'Ivoire

Kouato Fulgence

Kouakou Fokouo Kessia Irène

Unité de formation et de Recherche des Sciences Biologiques,

Département de Biologie Animale,

Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, Côte d'Ivoire

Aman Jean Baptiste

Otchoumou Atcho

Unité de formation et de Recherche des Sciences de la Nature,

Université Nangui Abrogoua,

Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, Abidjan, Côte d'Ivoire

Doi: [10.19044/esipreprint.7.2024.p212](https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2024.p212)

Approved: 11 July 2024

Posted: 13 July 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Kouato, F., Irène, K. F. K., Baptiste, A. J., & Atcho, O. (2024). *Etude de la Reproduction de Cardium costatum (Linné, 1758) de la Zone Economique Exclusive de la Cote d'Ivoire*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2024.p212>

Résumé

Objectif : Le but de cette étude est de déterminer les paramètres de reproduction de l'espèce de Bivalve *Cardium costatum* débarquée au port de pêche d'Abidjan par les chalutiers en vue d'apporter des données importantes dans les stratégies de conservation et de gestion durable des stocks. **Méthodologie et résultats :** Au total 8640 individus ont été échantillonnés mensuellement de novembre 2012 à octobre 2014. Les mensurations, les dissections, les prélèvements de gonades et les analyses histologiques ont été réalisées au laboratoire. La sex-ratio, la taille de première maturité sexuelle et la période de reproduction ont été déterminées. Le suivi mensuel de l'indice de condition et de l'indice gonadique révèle que la gamétogénèse a lieu de janvier à février et de juillet à octobre. Le repos sexuel est observé pendant les mois de mars à juin et de novembre à décembre. La sex-ratio présente une dominance des femelles par rapport aux mâles avec un rapport femelles et mâles de 1,68 soit 62,74% de femelles et 37,26% de mâles. La différence entre les mâles et les femelles est

significative ($X^2 = 9,58$; ddl = 8) au seuil de 5%. La taille de première maturité sexuelle est de 57,89 mm chez la femelle et de 66,24 mm chez le mâle. **Conclusion et application des résultats** : Cette espèce présente deux périodes de ponte dans l'année. Ces résultats pourraient aider les politiques à actualiser les données pour une meilleure planification de la gestion durable des ressources maritimes et initier la conchyliculture.

Mots clés : *Cardium costatum*, gamétogenèse, ZEE, Côte d'Ivoire

Study of the Reproduction of *Cardium costatum* (Linné, 1758) from the Exclusive Economic Zone of Cote d'Ivoire

Kouato Fulgence

Kouakou Fokouo Kessia Irène

Unité de formation et de Recherche des Sciences Biologiques,
Département de Biologie Animale,
Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, Côte d'Ivoire

Aman Jean Baptiste

Otchoumou Atcho

Unité de formation et de Recherche des Sciences de la Nature,
Université Nangui Abrogoua,
Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Objective: The aim of this study is to determine the reproduction parameters of the species of Bivalve *Cardium costatum* landed at the fishing port of Abidjan by trawlers in order to provide important data in conservation strategies and sustainable management of stocks. **Methodology and results:** A total of 8640 individuals were sampled monthly from November 2012 to October 2014. Measurements, dissections, gonad samples and histological analyzes were carried out in the laboratory. Sex ratio, size at first sexual maturity and reproductive period were determined. Monthly monitoring of condition index and gonadal index reveals that gametogenesis takes place from January to February and from July to October. Sexual rest is observed during the months of March to June and November to December. The sex ratio shows a dominance of females compared to males with a female to male ratio of 1.68 either 62.74% females or 37.26% males. The difference between males and females is significant ($X^2 = 9.58$; df = 8) at the 5% threshold. The size at first sexual maturity is 57.89 mm in females and 66.24 mm in males. **Conclusion and application of results:** This species has two laying periods during the year. These results could help politicians

update data for better planning for the sustainable management of maritime resources and initiate shellfish farming.

Keywords: *Cardium costatum*, gametogenesis, EEZ, Côte d'Ivoire

Introduction

Les Mollusques occupent une place de grande importance au sein des écosystèmes aquatiques où ils peuvent représenter parfois plus 80% de la biomasse totale des macroinvertébrés et sont indispensables au maintien des réseaux trophiques (Meziane et Kerfouf, 2013). Les Mollusques marins sont généralement considérés comme de bons indicateurs pour la surveillance biologique du littoral (Viarengo et Canesi, 1991). Selon Medina et Collins (2004), il existe sept classes de Mollusque : Aplacophore, Bivalve, Céphalopode, Gasteropode, Monoplacophore, Polyplacophore et Scaphopode.

Selon (Derbali, 2011), du point de vue écologique, les Bivalves occupent toutes les niches écologiques marines, depuis la côte jusqu'aux grandes profondeurs. Ils interviennent aux niveaux trophiques inférieurs dans les écosystèmes marins par un transfert d'énergie à travers les maillons de la chaîne alimentaire. Enfin, ils jouent un rôle écologique important dans l'écosystème en stabilisant les fonds marins par la formation de bancs coquillers agglutinés qui protègent les sédiments meubles contre l'érosion (Reneerkens *et al.*, 2005) et en augmentant la biodiversité benthique (Stoner *et al.*, 2005).

Plusieurs espèces de Bivalves ont un intérêt commercial. Ces espèces sont utilisées pour la production de perles (Martínez-Fernández *et al.*, 2003), comme source de calcium en alimentation pour animaux (Bouyé *et al.*, 2013), comme source de protéine en alimentation humaine et sont objets de collection. Certaines espèces de Bivalves présentent un intérêt médical (Meunier, 2007).

En Afrique de l'Ouest notamment en Côte d'Ivoire, très peu de travaux scientifiques ont été réalisés sur la biologie et l'écologie des Mollusques Bivalves. Pourtant, les Bivalves constituent une source de protéine animale et un potentiel économique non négligeable pour les populations. L'espèce *Cardium costatum* constitue l'espèce la plus fréquente, et abondante dans les pêcheries ivoiriennes. Cependant, très peu d'études existent sur la biologie de la reproduction de cette espèce.

L'objectif visé dans ce travail est de déterminer les paramètres de reproduction de *C. costatum* de la Zone Economique Exclusive qui sont débarqués au port de pêche d'Abidjan à travers la connaissance de sa sex-ratio, de sa taille de première maturité sexuelle, de sa période de

reproduction afin d'aider les politiques à actualiser les données pour une gestion durable des ressources maritimes et initier la conchyliculture.

Materiel et Methodes

Milieu d'étude

La pêche a lieu dans la façade maritime de la Côte d'Ivoire encore appelée zone économique exclusive (ZEE). Cette zone de pêche (Figure 1), longue de 550 km se situe entre 8° et 3° de longitude ouest. Elle part du Cap des Palmes (8 ° W) à l'Ouest au Cap des Trois Pointes (2°30 W) à l'Est. Le plateau continental est étroit et la pente est abrupte. Elle est caractérisée par une série de zones sableuses et rocheuses. L'eau de mer de la zone économique exclusive de Côte d'Ivoire présente quatre saisons marines. La petite saison froide intervient durant les mois de janvier à février. La grande saison froide quant à elle, se déroule de juillet à octobre. La petite saison chaude s'installe de novembre à décembre et la grande saison chaude de mars à juin (Pezennec et Bard 1992).

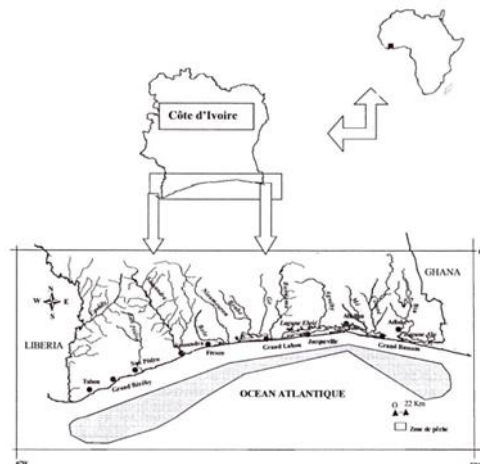


Figure 1: Zone de pêche des mollusques bivalves de la zone économique exclusive de la Côte d'Ivoire

NB : La zone sombre présente la zone de pêche fréquentée par les chalutiers (Kouassi et al., 2010)

Echantillonnage et analyse

Un échantillonnage mensuel à partir des débarquements des prises des chalutiers au port de pêche a été réalisé de Novembre 2012 à Octobre 2014. Les individus débarqués ont été transportés sous glace du port de pêche jusqu'au laboratoire, où les mensurations, les dissections et les analyses histologiques ont été réalisées. Les différents paramètres métriques relevés ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique à 1 mm près. Les pesés ont été effectués au moyen d'une balance de précision 0,01

g. Le sexe et le stade de maturité sexuelle ont été déterminés selon l'échelle de Lubet (1959) et Wolowicz (1987). Après l'identification des différents stades de développement sexuels, la maturation sexuelle par classe de taille a été représentée en pourcentage relatif de chaque stade (Machreki-Ajmi, 2009). L'indice de condition (IC) qui permet d'évaluer l'état général de l'animal, son état bioénergétique et qui donne une information quantitative sur le développement gonadique a été calculé selon la méthode de Walne (1976).

$$IC = \frac{\text{Masse de la chair sèche}}{\text{Masse de la coquille sèche}} \times 100$$

Les variations périodiques de l'IC permettent de décrire les différentes phases du cycle sexuel, qui sont :

- une période de pré maturation correspondant à un développement lent des gonades (faible accroissement de l'IC) ;
- une période de maturation qui correspond à un développement rapide des gonades (accroissement rapide de l'IC) ;
- une période de ponte correspondant à l'émission des produits génitaux (baisse rapide de l'IC) ;
- une période de post ponte suivie d'un repos sexuel : les gonades n'exercent aucune activité (faibles valeurs de l'IC).

La sex-ratio exprimant la proportion relative des individus des deux sexes dans une population à un moment donné a été déterminée en utilisant la formule suivante :

$$\text{Taux de féminité} = \frac{F}{M + F} \times 100$$

Avec : M : Nombre des mâles ; F : Nombre des femelles.

Les variations de ces taux ont été analysées en fonction du temps et en fonction de la taille ; les résultats ont été testés par un test χ^2 à un seuil de signification de 5%.

L'estimation de la taille de première maturité sexuelle (L50) (longueur à partir de laquelle 50 % des Bivalves sont matures) a été établie en ajustant par la fonction logistique d'une régression non linéaire, les pourcentages des individus matures par intervalle de classe de taille. Le seuil de maturité sexuelle est fixé au stade IV qui correspond à la phase de maturité des gonades (Wolowicz, 1987).

$$P = 1/(1 + e^{-(a+bxL)}) \quad \text{avec} \quad L_{50} = \frac{-a}{b}$$

P : proportions d'individus matures ; L₅₀ : longueur totale (mm) ; a et b : constantes.

L'estimation de l'indice gonadique a été faite selon la méthode de Seed (1975). Les différents stades gamétogénésiques sont cotés comme suit : Stade 1 (repos sexuel) = 1 ; Stade 2 (début de la gamétogenèse) = 2 ; Stade 3 (différenciation des gamètes) = 2 ; Stade 4 (gamètes matures) = 3 ; Stade 5 (ponte ou spermiation) = 2.

Pour chaque échantillon, le nombre d'individu de chaque stade est multiplié par le score numérique correspondant à ce stade. Les résultats obtenus sont additionnés et divisés par le nombre total d'individus dans l'échantillon : c'est l'indice gonadique. Dans le cas où les individus sont au stade de repos sexuel, ou si le sexe est indéterminé, l'indice gonadique est de 1 (minimum). Par contre, si tous les animaux sont matures, l'indice gonadique est de 3 (maximum), alors que sa diminution indique la ponte (refermant le redéveloppement et la ponte supplémentaire).

Analyse statistique

Le test de Chi-deux a été utilisé pour comparer la sex ratio globale. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les valeurs de la sex-ratio, les indices de conditions et gonadiques au cours des deux années d'étude.

Resultats

Indice de condition

La figure 2 présente l'évolution de l'indice de condition (IC) pendant les deux années étude. Pendant l'année I (novembre 2012 à octobre 2013) l'IC baisse en novembre ($39,34 \pm 2,3\%$) et atteint une valeur minimale en décembre ($24,31 \pm 1,3\%$). Il augmente progressivement en janvier avec un pic de $48,10 \pm 5,7\%$. Il chute ensuite à partir de mars et atteint les valeurs minimums en mai ($24,1 \pm 6,6\%$). L'indice remonte à partir du mois de juillet et il atteint un deuxième pic en octobre ($55,71 \pm 8,8\%$). Pendant l'année II (novembre 2013 à octobre 2014) l'IC baisse en novembre ($32,21 \pm 6,2\%$) et atteint une valeur minimale en décembre ($22,14 \pm 3,2\%$). Il augmente progressivement en janvier avec un pic de $44,18 \pm 4,8\%$ en février. Il chute ensuite à partir de mars et atteint les valeurs minimums en avril ($20,75 \pm 7,1\%$). L'indice remonte à partir du mois de juillet et il atteint un deuxième pic en octobre ($58,14 \pm 3,8\%$). Le test de comparaison de Kruskal-Wallis effectué entre les valeurs de novembre 2012 à octobre 2013 et celles de novembre 2013 à octobre 2014, ne donne pas de différence significative ($p = 0,19$).

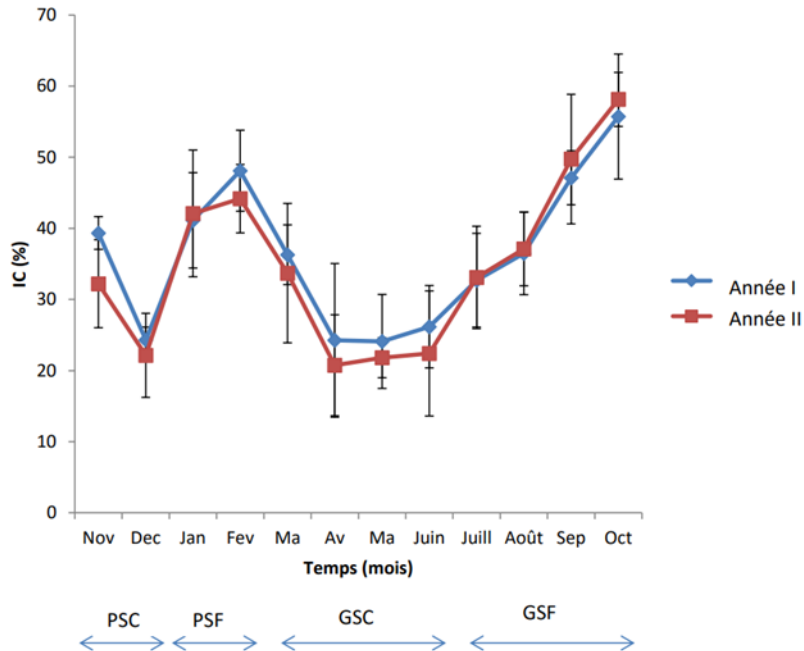


Figure 2: Indice de condition de *Cardium costatum*

Sex-ratio

Sex-ratio globale

Sur 8640 individus examinés de novembre 2012 à octobre 2014, 1330 sont mâles, 2240 femelles, 7 cas d'hermaphrodismes et 5070 individus de sexes indéterminés. Le rapport du nombre de femelles à celui des mâles est égal à 1,68 soit 62,74% de femelles et 37,26% de mâles. Le test de X^2 a montré que la différence entre les mâles et les femelles est significative ($X^2 = 9,58$; ddl = 8) au seuil de 5%.

Variations temporelles de la sex-ratio

La figure 3 met en évidence l'évolution mensuelle de la proportion des femelles et des mâles de *Cardium costatum*. Le graphique indique que le pourcentage de femelles est au-dessus de la barre de 50% pendant l'année I (novembre 2012- octobre 2013) et année II (novembre 2013-octobre 2014).

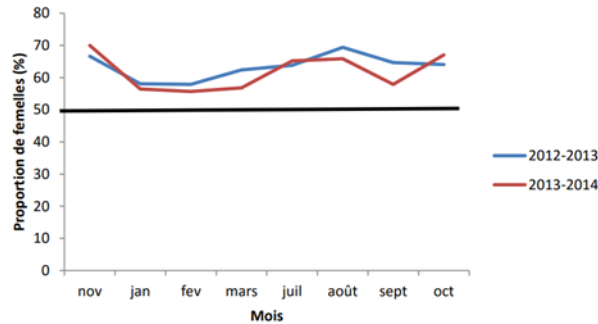


Figure 3: Variations mensuelles de la sex-ratio

NB : la barre indiquant la limite à 50% de la proportion des femelles par rapport aux mâles

Evolution de la sex-ratio suivant la taille

La figure 4 présente l'évolution de la sex-ratio par classe de taille de l'espèce *Cardium costatum* au cours des deux années d'échantillonnage (novembre 2012 à octobre 2014). Le graphique indique que le pourcentage de femelles est au-dessus de la barre de 50%. Les femelles dominent les mâles dans les classes de taille comprises entre [51-61] et les classes de taille supérieures ou égales à 66 cm pendant les deux périodes d'étude. En revanche, pour les tailles appartenant à l'intervalle [66-71], on note une légère dominance des mâles pendant la deuxième année d'étude. Les mâles dominent également la deuxième année dans le groupe compris entre [66-71].

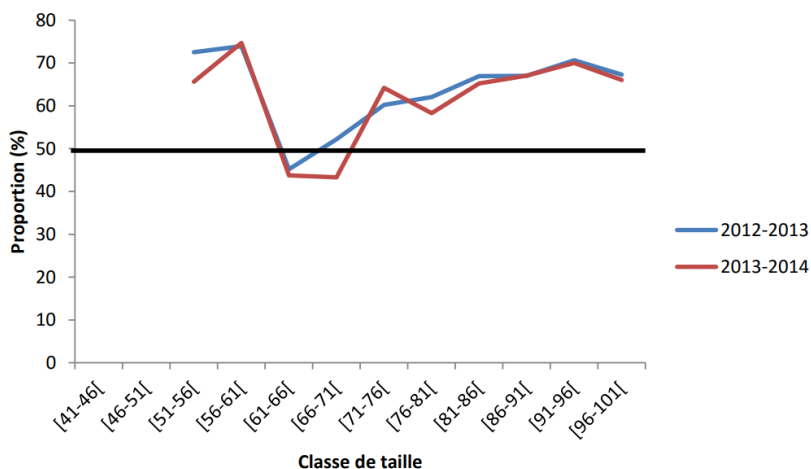


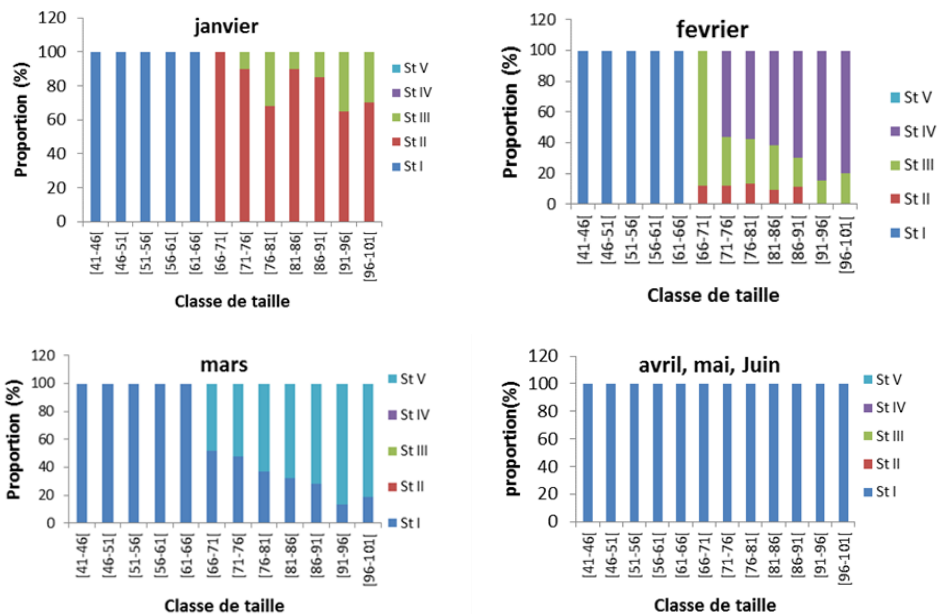
Figure 4: Evolution de la sex-ratio par classe de taille

NB : la barre indiquant la limite à 50% de la proportion des femelles par rapport aux mâles

Cycle sexuel en fonction de la classe de taille

L'analyse des observations microscopiques montre que la gonade de plusieurs individus chez *Cardium costatum* présente des stades de maturation

plus ou moins avancés selon le temps. Les planches II et III indiquent simultanément le cycle de maturité sexuelle chez la femelle et le mâle de *C. costatum* étudié sur deux ans (novembre 2012 à octobre 2014). Chez la femelle L'ovogénèse est bien développée (stade II) en janvier. Elle est suivie par la maturation des gamètes stades (III et IV) en février. Les individus de tailles inférieures à 66 mm restent immatures ou au repos sexuel. Le mois de mars est marqué par la ponte et le début d'un repos sexuel des différentes classes de tailles qui se poursuit jusqu'en juin. Le mois de juillet marque la reprise d'un autre cycle de maturité avec la maturation des gamètes qui atteint un pic en octobre. Novembre est marqué par la ponte et le début d'un autre repos sexuel jusqu'au mois de décembre. Les individus de tailles inférieures à 51 mm restent immatures toute l'année. Le cycle de maturité sexuelle de *C. costatum* mâle est présenté par la planche III. Celle-ci montre que la gamétogénèse est bien développée en janvier (stade II). Ce stade est suivi par la maturation des gamètes des stades III et IV en février. Le mois de mars est marqué par la ponte et le début d'un repos sexuel des différentes classes de tailles. Le repos se poursuit jusqu'en juin. Le mois de juillet situe la reprise d'un autre cycle de maturité avec la maturation des gamètes qui atteint un pic avec quelques cas de ponte en octobre. Novembre est marqué par la ponte et le début d'un autre repos sexuel jusqu'au mois de décembre ou on constate quelques cellules du stade II dans la dernière classe de taille. Les individus de tailles inférieures à 51 mm restent immatures toute l'année.



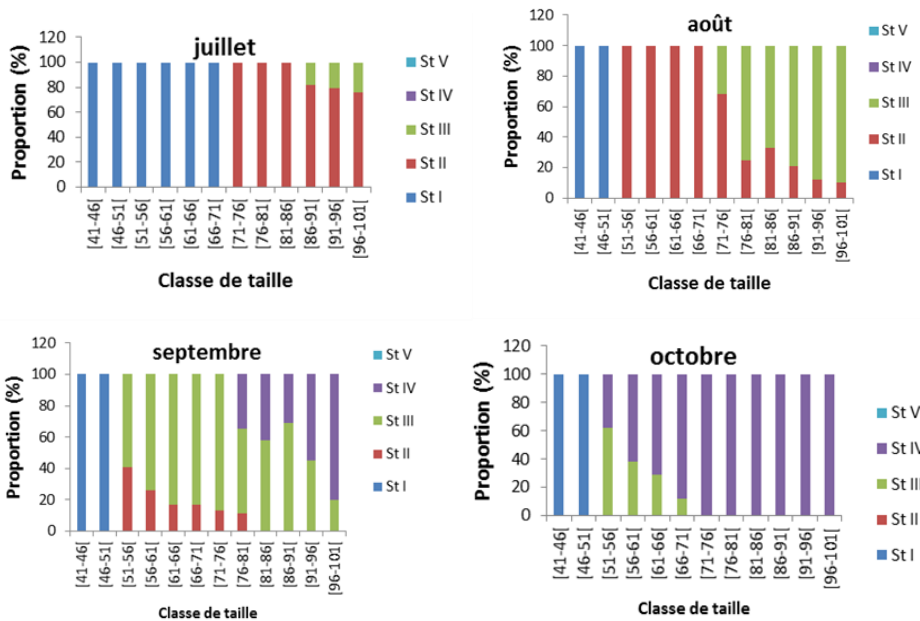


Figure 5 : Fréquence de la gamétogénèse chez la femelle de *Cardium costatum* en fonction des classes de taille. St I: Stade I; St II: Stade II; St III: Stade III; St IV: Stade IV; St.: Stade V

Première maturité sexuelle

Le sexe n'est pas déterminé pour les deux premières classes de taille. Il s'agit des individus mesurant moins de 51 mm. Ils sont immatures. La taille à laquelle 50% des individus sont matures (stade IV) se situe dans la classe de taille de [81-86[chez la femelle et [86-91[chez les mâles pendant la petite saison froide au mois de février. En grande saison froide, 50% des individus femelles de taille de [56-61[et d'individus mâles de taille [66-71[sont matures. La taille de première maturité sexuelle chez la femelle est de 57,89 mm et celle du mâle est de 66,24 mm (figures 5 et 6).

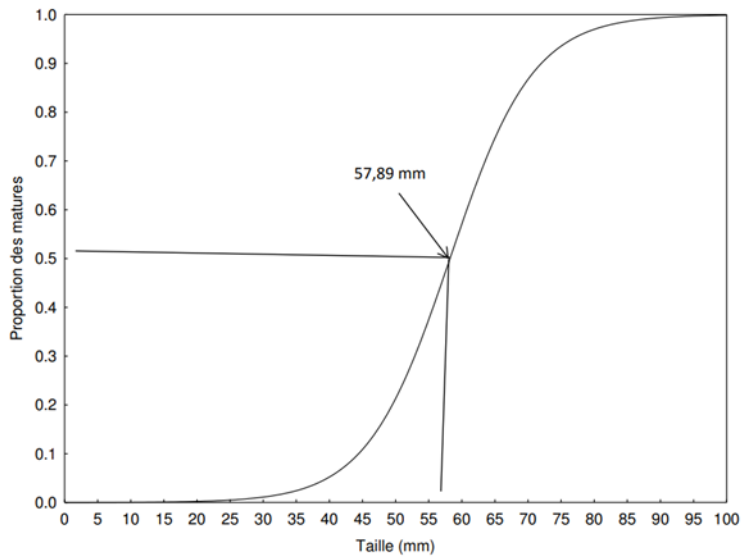


Figure 6: Proportions des individus matures en fonction de la taille chez les femelles de *Cardium costatum*

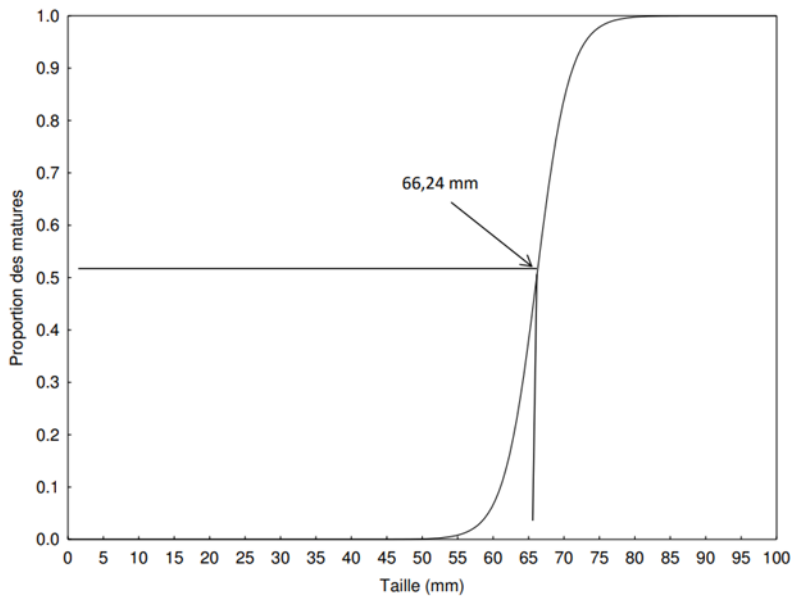


Figure 7: Proportions des individus matures en fonction de la taille chez le mâle de *Cardium costatum*

Indice gonadique

Les figures 38 et 39 montrent les variations saisonnières des indices gonadiques respectivement chez les femelles et chez les mâles. Elles indiquent une augmentation en janvier pour atteindre un pic de 2,5 chez la femelle et 2,62 chez le mâle en février. Par la suite, les indices présentent

une baisse jusqu'à 1 d'avril à juin, Une nouvelle hausse s'observe à partir de juillet avec un pic de 2,77 et 2,84 respectivement chez la femelle et le mâle en octobre, ce qui révèle une autre vague gamétogénétique. Une rechute rapide en novembre suite à la ponte et à la spermiation est observée.

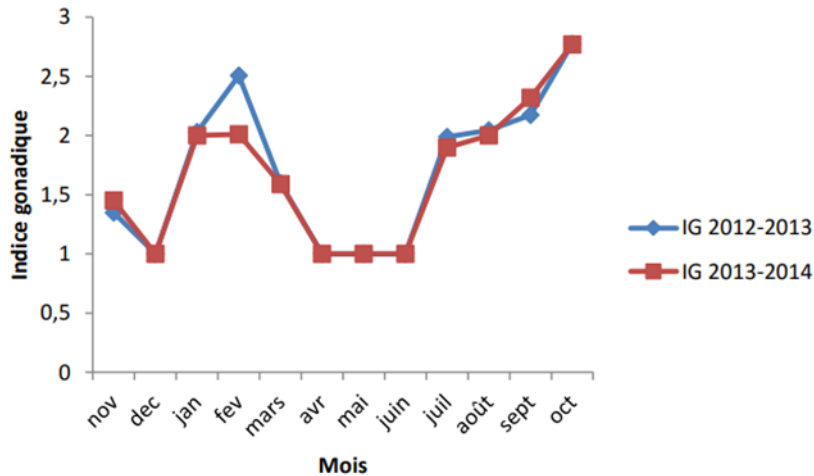


Figure 8: Variations de l'indice gonadique chez la femelle de *Cardium costatum* de 2012-2014

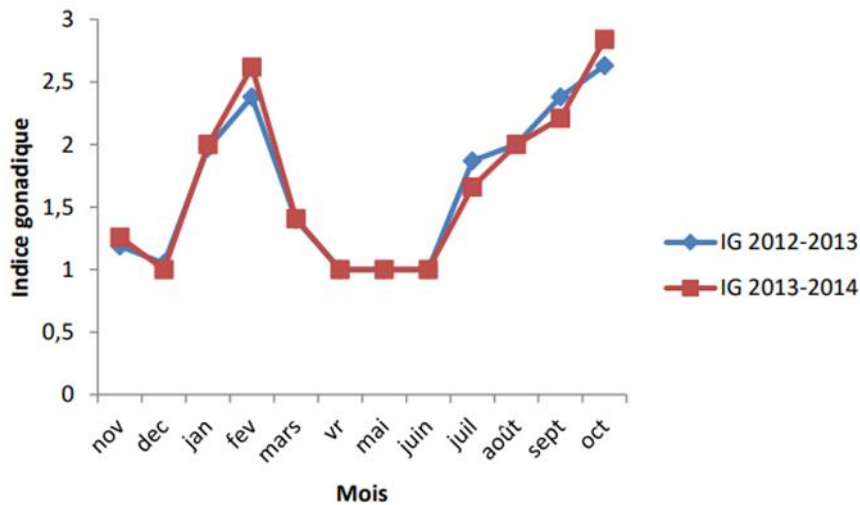


Figure 9: Variations de l'indice gonadique chez le mâle de *Cardium costatum* de 2012-2014

Discussion

L'étude de la gamétogénèse a montré deux périodes de libération des gamètes. Les premières pontes ont lieu en novembre et les deuxièmes en mars tandis que la spermiation a lieu d'octobre à novembre et de février à mars. La gamétogénèse a lieu de janvier à février et de juillet à octobre. Le repos sexuel est observé pendant les mois de mars à juin et de novembre à

décembre. La gamétogénèse de *Cardium costatum* est influencée par les saisons marines qui elles-mêmes sont caractérisées par des variations abiotiques et biotiques. En effet, la gamétogénèse est en activité pendant les saisons froides. Cette période est caractérisée par une diminution de la température et une élévation de la salinité et le taux de chlorophylle. Par ailleurs le repos sexuel est observé pendant les saisons chaudes. Certains auteurs ont admis que la température et la disponibilité de la nourriture sont des facteurs déterminants de la ponte et la spermiation chez les Bivalves (Kingston, 1974, Honkoop et Van der Meer, 1998). En effet, les facteurs biotiques (nourriture par exemple) ou abiotiques (température et salinité) peuvent déclencher ou inhiber le processus gamétogénétique et, par la suite, le cycle sexuel (Lubet, 1959). *C. costatum* est une espèce gonochorique, c'est-à-dire que les sexes sont séparés. Par ailleurs, chez certains individus de *C. costatum*, les lignés des cellules sexuelles mâle et femelle à différents stades de maturation ont été observées dans la même gonade, traduisant ainsi l'hermaphrodisme chez ceux-ci (Kouato *et al.*, 2015). Plusieurs auteurs ayant étudié la biologie des coques (la famille des Cardiidae) et surtout le genre *Cerastoderma* souvent confondu au genre *Cardium* ont attesté le caractère gonochorique de la famille des Cardiidae (Dabouineau et Ponsero, 2009 ; Machreki-Ajmi, 2009). Cependant, un cas d'hermaphrodisme a été signalé par Machreki-Ajmi (2009). Les indices de condition et gonadique de *C. costatum* enregistrés pendant cette étude présentent des variations. En effet, ils baissent de novembre à décembre correspondant à la période d'émission des produits génitaux et au repos sexuel. Ils augmentent ensuite à partir de janvier à février puis de juillet à octobre consécutif à un développement des gonades ou la période de maturation des gamètes. Ces variations pourraient être liées au cycle de reproduction de *C. costatum* qui lui-même est dépendant de la variation des saisons marines. Le suivi de l'indice de condition et de l'indice gonadique permettrait de connaître les étapes de la gamétogénèse. Ces indices pourraient donc être utilisés pour évaluer l'activité sexuelle des individus. Ces résultats sont en accord avec ceux de Lucas et Beninger (1985), Smaal *et al.* (1997) et Hummel *et al.* (2000) qui ont montré également que l'indice de condition dépend du développement des gonades. L'analyse de la sex-ratio pendant les deux périodes d'étude a permis de mettre en évidence la dominance des femelles par rapport aux mâles. La variation temporelle de la sex-ratio dans cette étude montre une supériorité en nombre des femelles. Ces résultats pourraient être dus à la physiologie même de *C. costatum* et n'est pas influencés par la variation saisonnière. Ces résultats sont en accord avec ceux de Derbali (2011) qui a travaillé sur l'espèce *Cardium glaucum*. Cependant les résultats obtenus par Karray (2008) sur la sex-ratio chez l'espèce *C. glaucum* ne corroborent pas avec le nôtre. Selon lui, la répartition de la sex ratio est presque égale entre

les mâles et les femelles. Mackreki-Ajmi (2009) n'est pas parvenue à la même constatation sur la même espèce. Elle a trouvé une dominance des mâles par rapport aux femelles pendant 10 mois.

Conclusion

L'étude de la reproduction a montré deux périodes de libération des gamètes. Les premières pontes ont lieu en novembre et les deuxièmes en mars tandis que la spermiation a lieu d'octobre à novembre et de février à mars. La gamétogénèse est influencée par les saisons marines. Le suivi de l'indice de condition et de l'indice gonadique ont permis de connaître les étapes de la gamétogénèse. Ces indices sont utilisés pour évaluer l'activité sexuelle des individus.

Contributions des Auteurs : Les auteurs Kouato Fulgence et Aman Jean Baptiste ont été les initiateurs du thème de cette étude. La collecte des données et la rédaction du manuscrit ont été effectuées par Kouato Fulgence et Kouakou Fokouo Kessia Irène. Aman Jean Baptiste s'est quant à lui chargé de traiter et d'analyser les données. Par ailleurs, les travaux et la rédaction du manuscrit ont été supervisés par Otchoumou Atcho.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Bouyé, T. R., Sika, A., Memel, J. D., Karamoko, M. & Otchoumou, A. (2013). *Effets de la teneur en poudre de coquilles de Bivalves (Corbula trigona) du substrat sur les paramètres de croissance d'Achatina achatina (Linné, 1758) en élevage hors-sol*. Afrique Science. 09 (2), 142-153. <https://www.ajol.info/index.php/afsci/article/view/112091>
2. Dabouineau, L. & Ponsero, A. (2009). Synthèse sur la biologie des coques *Cerastoderma edule*. 2ème édition. 2009. 23p. (hal-00340837v2)
3. Derbali, A. (2011). Biologie, abondance et cartographie de deux espèces de Bivalves : l'huitre perlière *Pinctada radiata* et la coque Glauque *Cerastoderma glaucum* dans le golfe de gabes, Thèse de Doctorat de l'université de sfax Tunisie, 194 p.

4. Honkoop, P. J. C. & Van der Meer, J. (1998). Experimentally induced effects of water temperature and immersion time on reproductive output of Bivalves in the Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 220: 227– 246. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(97\)00107-X](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00107-X)
5. Hummel, H., Sokołowski, A., Bogaards, R. H. & Wołowicz, M. (2000). Ecophysiological and genetic traits of the Baltic clam *Macoma balthica* in the Baltic: differences between populations in the Gdańsk Bay due to acclimatization or genetic adaptation. *International Review of Hydrobiology*. 85 (5–6), 621–637. [https://doi.org/10.1002/1522-2632\(200011\)85:5/6<621::AID-IROH621>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1522-2632(200011)85:5/6<621::AID-IROH621>3.0.CO;2-F)
7. Karray, S. (2008). Gestion du glycogène chez la coque *Cerastoderma glaucum* en relation avec le cycle reproducteur. Mémoire de Master, ENIS. Tunisie. 70 p.
8. Kingston, P. F. (1974). Studies on the reproductive cycles of *Cardium edule* and *C. glaucum*. *Marine Biology*. 28 (4), 317–323. DOI: 10.1007/BF00388500
9. Kouassi, K. D., N'da, K. & Soro, Y. (2010). Fréquence de taille et relation taille-masse des mérus (Epinephelidae) de la pêche artisanale maritime ivoirienne. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 4(3), 757-769.
10. DOI: 10.4314/ijbcs.v4i3.60508
11. Kouato, F., Karamoko. M., Otchoumou, A., Adou, C. F. D. (2015). Etude de la gamétogenèse chez le mollusque bivalve *Cardium costatum* (Linne, 1758) de la zone économique exclusive de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*. 11(27), 123-135. <https://ejournal.org/index.php/esj/article/view/6263>
12. Lubet, P., 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés (Mollusques Bivalves). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. 23: 387-548. <https://archimer.ifremer.fr/doc/1959/publication-4507.pdf>
13. Lucas, A. & Beninger, P. G. (1985). The use of physiological condition indices in marine Bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44 :187- 200.
14. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90243-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90243-1)
15. Machreki-Ajmi, M. (2009). Validation des biomarqueurs de pollution chez le Mollusque Bivalve *Cerastoderma glaucum* issu du golfe de Gabès : Etude *in situ* et transplantation *in vivo*. Thèse de Doctorat, Université de Sfax. Faculté des Sciences de Sfax (Tunisie), 205p.
16. Martínez-Fernández, E., Acosta-Salmón, H., Rangel-Dávalos. C., Olivera, A., RuizRubio, H., Romo-Piñera, A. K. (2003). Spawning

- and larval culture of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) in the laboratory. *World Aquaculture*, 34: 36-39.
17. Medina, M. & Collins, A. G. (2004). The Role of Molecules in Understanding Molluscan Evolution. *Smithsonian Institution Press*. Lawrence Berkeley National Laboratory. LBNL Report #: LBNL-50244. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/3c85z8hj>
 18. Meunier, S. (2007). Les mollusques d'intérêt médical et vétérinaire : Etat de la question en 2006. Thèse de Doctorat, Université de Limoges. Faculté de Pharmacie de Limoges (France) 100p.
 19. Meziane, K. & Kerfouf, A. (2013). Biodiversité et distribution spatiale des Mollusques de l'estran de la côte Ouest algérienne (cas des substrats durs). 3^{ème} colloque international sur la Biodiversité et Ecosystèmes Littoraux. Oran, Algérie. 98-105.
 20. Pezennec, O. & Bard, F-X. (1992). Importance écologique de la petite saison d'upwelling ivoiro-ghanéenne et changements dans la pêche de *Sardinella aurita*. *Aquatic Living Resources*, 5 (4), 249-259.
 21. <https://www.alr-journal.org/articles/alr/pdf/1992/04/alr92402.pdf>
 22. Reneerkens, J., Piersma, T., Spaans, B. (2005). De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen. Den Burg, Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). NIOZ-rapport : 4, 1-125.
 23. <https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p15/p1543/1543-83literatuurstudie.pdf>
 24. Seed, R. (1975). Reproduction in *Mytilus edulis* L. (Mollusca: Bivalvia) in European waters. *Publication Stazione Zoologica Napoli*. 39: 317-334.
 25. Seurat, L. G. (1929). Observations sur les limites, les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (Golfe de Gabès). *Bulletin Station Océanographique Salammbô*, (3) : 67 p.
 26. Smaal, A. C., Vonck, A. P. M. A., Bakker, M. (1997). Seasonal variation in physiological energetics of *Mytilus edulis* and *Cerastoderma edule* of different size classes. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, 77: 817- 838. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315400036213>
 27. Stoner AW, Ryer CH, Mc Connaughey RA, 2005. Ecological consequences of lost habitat structure for commercially significant flatfishes: habitat choice and vulnerability to predators: *In: Benthic Habitats and the Effects of Fishing*. American Fisheries Society (Barnes PW. et Thomas JP eds.), Symposium 41, Bethesda, Maryland. 602-603.
 28. Viarengo, A. & Canesi, L. (1991). Mussels as biological indicators of pollution. *Aquaculture*. 94: 225-243. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90120-V](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90120-V)

29. Walne, P. R. (1976). Experiments on the culture in the sea of the butterflyfish *Venerupis decussate* L. *Aquaculture*, 8: 371-381. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(76\)90119-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(76)90119-8)
30. Wolowicz, M. (1987). A comparative study of a reproductive cycle of cockles *Cardium glaucum* (Poiret, 1789) and *C. hauniense* (Petersen, Russell 1971) (Bivalvia), from the Gdansk Bay. *Polish Archives of Hydrobiology*. 34: 91-105. [10.1017/S0025315400014995](https://doi.org/10.1017/S0025315400014995)