

Différenciation et étude histologique des spermathèques chez le crabe terrestre, *Cardisoma armatum*, herklots, 1851 (decapoda gecarcinidae) de Côte d'Ivoire

Marie-Anne d'ALMEIDA

Laboratoire de Biologie Cellulaire, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny,
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : dalmeidakmarianne@gmail.com

Résumé

Cardisoma armatum est constitué d'une carapace quadrangulaire. Les femelles présentent un abdomen ovale qui porte des pléopodes biramés garnis de soies. La forme de l'abdomen reste inchangée mais il augmente de taille durant la croissance de l'animal. Du stade juvénile au stade adulte l'abdomen reste détachable et amovible. L'analyse macroscopique a permis d'établir chez les femelles une échelle de maturité sexuelle qui comporte 6 stades. La différenciation du système reproducteur constitué des spermathèques et de l'ovaire s'effectue au cours de cette maturité. Les femelles possèdent deux spermathèques dont la taille et la couleur varient en fonction du stade de maturité sexuelle. Chez les juvéniles des stades II, elles sont petites aplaties et blanchâtres. Chez les juvéniles des stades III, elles sont petites arrondies de couleur beige ou jaune. Les spermathèques des adultes du stade IV à VI, sont dilatés et souvent brunâtres. Suite au traitement histologique et l'observation au microscope optique il ressort que les spermathèques du stade II ont une paroi constituée d'une basale, d'un tissu conjonctif contenant des fibrocytes éparses et d'un épithélium aplati. Les spermathèques au stade III comporte les deux couches précédentes mais surmontées d'un épithélium colonnaire de type glandulaire muqueux qui desquame selon le mode apocrine au stade III avancé. La desquamation induit l'élargissement de la lumière. Chez les adultes des stades IV et V, la paroi des spermathèques est amincie. Elles présentent une large lumière résultant de la dilatation et de la desquamation cellulaire et contenant des spermatophores. Les spermathèques ou réceptacles séminaux constituent les réservoirs des spermatophores chez les femelles.

Mots-clés : crabes femelles, *Cardisoma armatum*, maturité sexuelle, spermathèques, différenciation.

Abstract

Differentiation and histological study of the spermathecas in the land crab, *Cardisoma armatum*, herklots, 1851 (decapoda gecarcinidae) of Côte d'Ivoire

Cardisoma armatum have quadrangular carapace upon the exoskeleton. The females have an oval abdomen with the biramous pleopods carrying setae. The shape of the abdomen remains unchanged but increase in size during the sexual maturity. At juvenile to mature stages the abdomen remains detachable. The sexual maturity of females includes 6 stages, identifiable through both internal and external criteria. During sexual maturity occurs the differentiation of the reproductive system constituted by the spermathecas and the ovary.

The females have two spermathecas whose size and color vary according to the stage of sexual maturity. In the juvenile specimens of the stage II, they are small, flattened and whitish. They are small, spherical and yellow in the juvenile specimens of the stage III. In the adults of the stages IV to VI the spermathecas are enlarged and brownish. Investigations with light microscope after histological treatment indicated that, the wall of the spermathecas at the stage II is constituted of basal and connective tissue containing fibrocytes, both topped by a thin epithelium. The spermathecas at the stage III present the same organization but the epithelial cells are columnar. They are glandular and mucous type. Epithelium is scaled by apocrine way in the spermathecas of advanced stage III. Scaling induce enlarged lumen. In the adults of stage IV and V the wall of the spermatheca is thinned. The spermathecas present a broad lumen resulting from the exfoliation and containing spermatophores. The spermathecas or seminal receptacles serve as storage of the spermatophores in the females.

Keywords : *females crabs, Cardisoma armatum, sexual maturity, spermathecas, differentiation.*

1. Introduction

Les crabes du genre *Cardisoma* forment un sous-ordre de crustacés qui vit dans les milieux humides à proximité des rivages comme les marais, les mangroves, les berges et les cours d’eaux. Ce sont des crabes comestibles [1]. En Afrique en particulier en Côte d’Ivoire *Cardisoma armatum* est surtout consommé par les populations riveraines des cours d’eau sur les berges desquelles vivent ces crustacés. Une meilleure connaissance de *Cardisoma armatum* pourrait susciter son intérêt et inciter à la vulgarisation de sa consommation. Activité qui serait bénéfique pour la préservation de l’espèce *Callinectes amnicola* rencontré dans les milieux lagunaires du sud de la Côte d’Ivoire qui a été largement étudié par [2 - 13]. Cette espèce subit depuis des décennies une forte pression de pêche. *Cardisoma armatum*, endémique de l’Afrique est peu connue. La littérature mentionne peu de travaux relatifs à cette dernière. C’est donc pour relever cet état de fait que des études sont entreprises. L’étude des caractères d’identification et de son développement embryonnaire a été réalisée par [14]. La maîtrise de la biologie de *Cardisoma armatum* passe également par la connaissance de son cycle surtout l’étude de son système reproducteur. Les présents travaux qui se rapportent à la différenciation des spermathèques s’inscrivent dans l’étude microscopique des organes reproducteurs des femelles que sont les spermathèques et l’ovaire. Dans différents groupes d’animaux y compris le genre *Callinectes*, les spermathèques constituent chez les femelles les réservoirs des spermatophores [4, 9, 15, 16]. Cet organe semble être une particularité des Arthropodes puisqu’on le retrouve généralement chez la plupart des femelles de cet embranchement. Outre les Crustacés, leur présence a été signalée chez les Insectes par [17 - 20]. Selon [17] leur nombre et leur morphologie sont variables dans la classe des insectes. Leur structure a été décrite par [17]. Leur organisation est également connue chez *Callinectes amnicola* [7, 9]. Les présents travaux se rapportent à la différenciation et l’histologie des spermathèques au cours de la maturité sexuelle chez *Cardisoma armatum*.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel biologique

L’étude a porté sur 56 spécimens femelles provenant d’une part du rivage de la lagune Ebrié dans le secteur d’Adiopodoumé, d’autre part des berges de la Comoé de la région de Bonoua, en Côte d’Ivoire. Au laboratoire,

les animaux sont immédiatement congelés afin d'éviter l'altération des spermathèques surtout leur liquéfaction. Les différentes manipulations sont réalisées après au moins 1 heure de congélation dans un congélateur LIEBHERR.

2-2. Méthodes macroscopique

Les critères d'identification retenus sont externes et internes. Comme critères externes, on note la taille (largeur) des individus, la forme et la longueur de l'abdomen de la base au telson. La fixité ou l'amovibilité de l'abdomen par rapport à l'exosquelette est appréciée en soulevant la pointe du telson à l'aide d'une pince. La présence des organes reproducteurs externes, à savoir les gonopores est prise en compte. Chez la femelle, comme critères internes, est considérée la présence ou non des spermathèques. Leur appréciation a nécessité la dissection des animaux. Après une brève congélation, la carapace est délicatement écartée de l'exosquelette. La présence ou non des spermathèques à l'intérieur de l'animal est appréciée. L'étude de la morphologie des animaux, de l'identification des spermathèques est faite à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire de marque CETI et par photographies. Les prises de vues sont réalisées grâce à un appareil photographique MINOLTA AF 7000.

2-3. Technique histologique

Les techniques de référence de [21 - 25] ont été appliquées. Les spermathèques de chaque spécimens ont été prélevées et fixées par immersion dans du liquide de Bouin aqueux, déshydratées de façon progressive à l'éthanol (70°, 95° et 100°) puis préimprégnées dans du butanol. L'imprégnation proprement dite ainsi que l'inclusion sont faites dans de la paraffine (Paraplast de marque : MONOJECT scientifique. Division of Sherwood Medical. Athy, CO. Kildare, Ireland). Des coupes de 7 µm réalisées au microtome REICHERT-JUNG ou MICROM, sont colorées à l'hémalun-éosine. Les coupes ont subi un collodionnage durant la coloration afin d'éviter leur décollement. L'observation et les photos sont faites aux photomicroscopes ZEISS et LEICA.

3. Résultats

Au plan macroscopique, l'appareil reproducteur des femelles de *Cardisoma armatum* est constitué de l'ovaire et d'une paire de spermathèques ou réceptacles séminaux. La particularité chez *Cardisoma armatum* est la différenciation simultanée des organes reproducteurs. Toutes les femelles pubères et adultes sélectionnées, examinées contenaient les deux organes à différents stades de maturité. Pour une meilleure compréhension des processus de différenciation, les deux organes ont été étudiés séparément.

3-1. Echelles de maturité et différenciation des spermathèques des femelles

Le corps ou céphalothorax de *Cardisoma armatum* formé de la fusion de la tête et du thorax est recouvert par une carapace dorsale continue, quadrangulaire, épaisse lisse fortement bombée et sans épines (**Figure 1A**). Les femelles présentent un abdomen de forme ovale terminé par un telson et rabattu sur l'exosquelette segmenté (**Figure 1B**). Chez ces dernières la forme de l'abdomen reste inchangée mais il augmente de taille durant la croissance de l'animal (**Figure 1E**). Sur la face interne de l'abdomen sont fixés des paires de pléopodes biramés garnis de soies (**Figure 2G**).

- Stade I : Il regroupe les spécimens dont la largeur de la carapace est de 5,5 cm (**Figure 1A**) et possédant un abdomen ovale jaune pâle. La longueur de l'abdomen est de 4 cm (**Figure 1B**). L'abdomen est détachable de l'exosquelette. L'examen anatomique interne ne révèle pas la présence

des spermathèques. On observe surtout l'hépatopancréas fixé à un tissu adipeux jaunâtre (**Figure 2A**);

- **Stade II** : La largeur du céphalothorax des animaux est en moyenne de 6,5 cm. L'abdomen ovale est blanchâtre et sa longueur est de 4,9 cm (**Figures 1A et 1B**). Il est détachable de l'exosquelette (**Figure 2B**). Dans la cavité l'ovaire n'est pas visible. On distingue deux spermathèques sous forme de disques aplatis blanchâtres de 4mm de diamètre (**Figure 2B**);
- **Stade III** : La largeur du céphalothorax des animaux est en moyenne de 7 cm (**Figure 1A**). L'abdomen ovale de 5 cm de long est blanchâtre et détachable de l'exosquelette (**Figure 1B**). Chez les femelles de ce stade on note la présence de deux spermathèques arrondies de couleur beige ou jaune de 5 mm de diamètre (**Figures 2C et 2D**);
- **Stade IV** : La largeur du céphalothorax des individus est de 8 cm (**Figure 1A**). L'abdomen ovale, blanchâtre long de 6 cm est détachable et garni de soies brunes (**Figure 1B**). Les animaux de ce stade contiennent deux spermathèques dilatées brunâtres de 6 à 7 mm de diamètre (**Figure 2E**);
- **Stade V** : La largeur du céphalothorax des animaux est de 8,5 cm (**Figure 1 A**). La morphologie, et la couleur de l'abdomen sont identiques à celles des crabes du stade précédent (**Figure 1 B**). Il mesure 6 cm. Chez la plupart, les spermathèques sphériques et marron sont dilatées. Leur diamètre est d'environ 7 mm (**Figure 2F**);
- **Stade VI** : La taille des spécimens, la morphologie, les dimensions et la couleur de l'abdomen sont identiques à celles des crabes du stade précédent. Les crabes de ce stade sont dits ovigères ou grainés car ils présentent un ovaire externe constitué d'une grappe ovarienne appendue aux pléopodes de l'abdomen. (**Figure 2G**). Cette grappe est un amas d'embryons ou germes émis au travers des gonopores (**Figure 3F**). Ce stade a été étudié antérieurement au cours du développement embryonnaire. Ces femelles contiennent deux spermathèques brunâtres de 7 mm de diamètre.

3-2. Les organes reproducteurs externes (**Figure 2H**)

Les femelles n'ont pas d'organes reproducteurs externes différenciés mais deux orifices génitaux ou gonopores qui débouchent directement sur les spermathèques (**Figure 2H**). Ces derniers sont d'une part les orifices d'intromission des pléopodes des mâles durant l'accouplement, d'autre part les voies d'émission des œufs fécondés. C'est par ces orifices que les mâles introduisent leurs pléopodes et injectent les spermatophores directement dans les spermathèques des femelles. A partir des différentes observations, on déduit que le système reproducteur comprend les spermathèques et l'ovaire qui sont internes. La partie externe se résume en deux orifices génitaux ou gonopores.

- **A** : Vues dorsales. *Cardisoma armatum* est constitué d'une carapace ou céphalothorax quadrangulaire, sans épines et qui recouvre l'exosquelette sur lequel sont fixées cinq paires d'appendices. La première paire est transformée en pince disproportionnée une grande très forte et une très petite. Par cette caractéristique les crabes sont des hétérochélipèdes. Les quatre autres paires très velues (poilues) servent à la locomotion ;
- **B** : Vues ventrales. Les femelles présentent un abdomen de forme ovale terminé par un telson et rabattu sur l'exosquelette segmenté. La forme de l'abdomen reste inchangée mais il augmente de longueur durant la croissance de l'animal. Aux stades immatures et chez les individus adultes l'abdomen est détachable et amovible.

Car : carapace ; *Ap* : appendices ; *Abd* : abdomen ; *Pin* : pinces

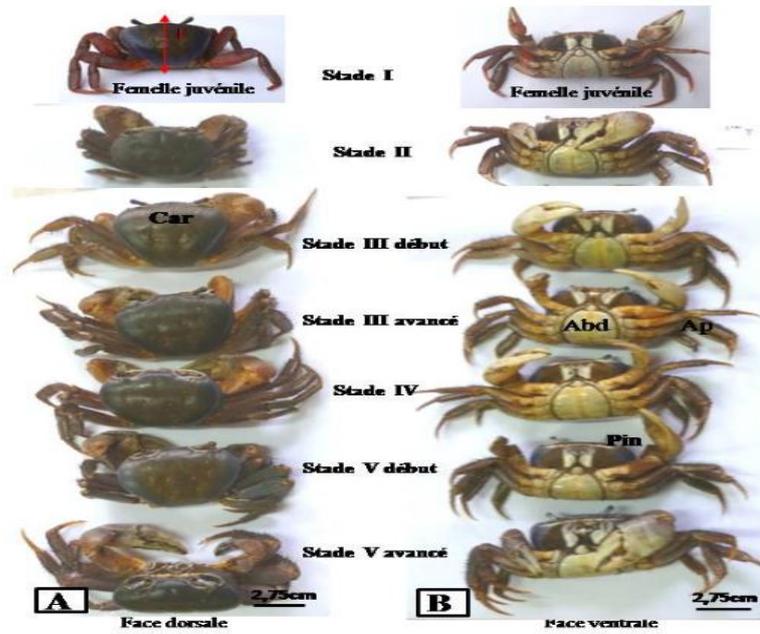


Figure 1 : Les cinq premiers stages de l'échelle de maturité chez la femelle de *Cardisoma armatum* anatomie externe de chaque spécimen

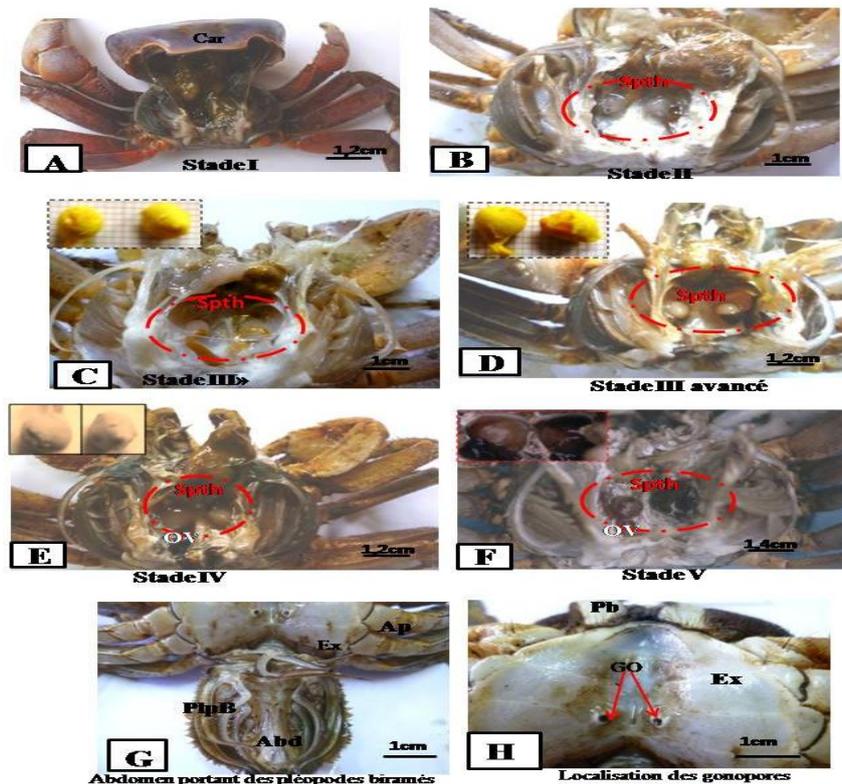


Figure 2 : Différenciation des spermathèques chez la femelle de *Cardisoma armatum*

- A : femelle au stade I. Ne contenant ni spermathèque ni oovire ;
- B : femelle au stade II. Présence de deux spermathèques aplaties transparentes ;
- C : femelle au stade III. Présence de deux spermathèques plus dilatées et transparentes ;

D : femelle au stade III avancé. Présence de deux spermathèques arrondies beige ;

E : femelle au stade IV. Contenant deux spermathèques arrondies de couleur brune. Elles contiennent un ovaire sous forme de filons parallèles jaunes ou orangés.

F : femelle au stade V. Les spermathèques de couleur brun sombre ou marron sont accolées au filon de la masse ovarienne ;

G : abdomen décollé chez une femelle au stade IV mettant en évidence les pléopodes biramés

H : localisation des gonopores sur l'exosquelette d'une femelle de stade IV.

Car : Carapace ; *OV* : ovaire ; *Spth* : spermathèque ; *Ex* : exosquelette ; *Ap* : appendices locomoteurs ; *Go* : gonopores ; *Abd* : abdomen ; *PlpB* : pléopodes biramés.

3-3. Histologie des spermathèques

3-3-1. Histologie des spermathèques des femelles juvéniles et pubères

Chez les animaux du stade II, les réceptacles séminaux, transparents ou blanchâtres sont constitués d'une paroi d'une épaisseur de 160 à 200 μm (**Figure 3A**). Celle-ci borde une lumière de 3600 μm de diamètre contenant une structure acellulaire (**Figures 3A et 3B**). Au plan structural, la paroi est constituée d'une basale très fine entourant un tissu conjonctif pauvre en fibre de collagène et en fibrocytes (**Figure 3B**). Ces deux structures sont surmontées d'une couche épithéliale très fine et basse presque linéaire qui borde la lumière (**Figure 3B**). Les différentes composantes de la paroi présentent une éosinophilie (affinité à l'éosine) variable qui lui donne un aspect stratifié (**Figure 3B**). Elle est plutôt pseudo-stratifiée. Dans le cas présent la pseudostratification est basée sur les nuances de couleur et non de couches cellulaires. Car en principe une paroi stratifiée est composée d'une superposition d'assises cellulaires. La coloration varie de l'extérieur vers la lumière (**Figure 3B**). La basale est violacée, la couche conjonctive est plus claire avec par endroit des amas de cellules (fibrocytes) d'aspect ponctiforme. Au niveau de l'épithélium, la partie cytoplasmique apicale est claire tandis que la zone nucléaire basale est la plus colorée (**Figure 3B**). Chez les pubères, du stade III, les réceptacles séminaux blanchâtres, ou beige sont constitués d'une paroi d'une épaisseur de 400 μm (**Figure 3C**). Au niveau de celles-ci on retrouve les mêmes composantes.

La basale fine demeure violacée (**Figures 3D, 3E et 3F**). La couche conjonctive dense est constituée d'un enchevêtrement de fibres de collagène entre lesquelles on distingue de fibrocytes éparses (**Figure 3F**). Les fibrocytes sont de forme irrégulière, souvent allongés présentant de fins prolongements cytoplasmiques (**Figures 3E et 3F**). Ils sont responsables de la fabrication des fibres de collagène. Collagène et fibrocytes sont violacés. La structure de l'épithélium est mieux définie. C'est un épithélium simple colonnaire ou cylindrique unistratifié de 200 à 250 μm comportant une seule couche de cellules (**Figures 3D, 3E et 3F**). Il est de type muqueux car les cellules épithéliales qui le composent sont des cellules à mucus du fait que le cytoplasme apical clair des cellules contient des sécrétions de mucus (**Figures 3D, 3E et 3F**). En effet, les cellules épithéliales bordant la lumière sont des cellules de type glandulaire sécréteur (**Figure 4A**). Dans ces cellules au niveau du cytoplasme des produits ont été synthétisés puis stockés sous forme de mucus (**Figures 4A et 4B**). Ces substances doivent être indispensables pour la maturation ultérieure des gamètes mâles qui s'y concentreront. Les noyaux des cellules situés dans la région basale sont alignés et disposés en une couche ordonnée (**Figures 3E et 3F**). Cet alignement des noyaux et la coloration du nucléoplasme par l'hémalum donne l'impression d'une couche (**Figures 3D, 3E et 3F**). L'augmentation de la hauteur de la paroi résulte de l'accroissement en hauteur de l'épithélium. En effet, les cellules épithéliales initialement basses se sont différenciées en cellules colonnaires cylindriques hautes (**Figure 3C**). L'épithélium entoure une lumière de 4200 μm diamètre contenant la même structure amorphe, acellulaire (**Figure 3C**). La paroi des spermathèques présente également la pseudo-stratification observée sur celle du stade II. Les variations de

couleur des différentes composantes de la paroi sont à l'origine de l'impression de strates (**Figures 3D, 3E et 3F**). Chez les femelles pubères du stade III avancé ou bien en début du stade IV on note un phénomène de desquamation de l'épithélium (**Figures 4A, 4B, 4C et 4D**) qui consiste en une excrétion des produits cytoplasmiques muqueux dans la lumière. Ce phénomène s'effectue selon le mode *apocrine* (**Figures 4A et 4B**). En effet, au niveau des cellules, le cytoplasme apical se fragmente. Chaque gouttelette de mucus s'entoure d'une partie de la membrane et forme des vésicules emballées qui se détachent dans la lumière (**Figures 4A et 4B**). Suite à l'excrétion et l'élimination du mucus, la paroi s'affaisse et son épaisseur passe de 400 à 200 μm . La desquamation de l'épithélium (**Figures 4C et 4D**) et la dilatation de l'organe finissent par former une lumière distendue (**Figure 4E**). Ces phénomènes ont pour conséquence, la formation (**Figure 4E**) d'une lumière élargie de 6800 μm de diamètre. La (**Figure 4E**) représente une vue de la spermathèque après desquamation de l'épithélium. La spermathèque de ces femelles correspond au stade qui précède l'accouplement car suite à ces transformations, la femelle est apte à s'accoupler et à pouvoir stocker les spermatophores qui seront injectés par le mâle.

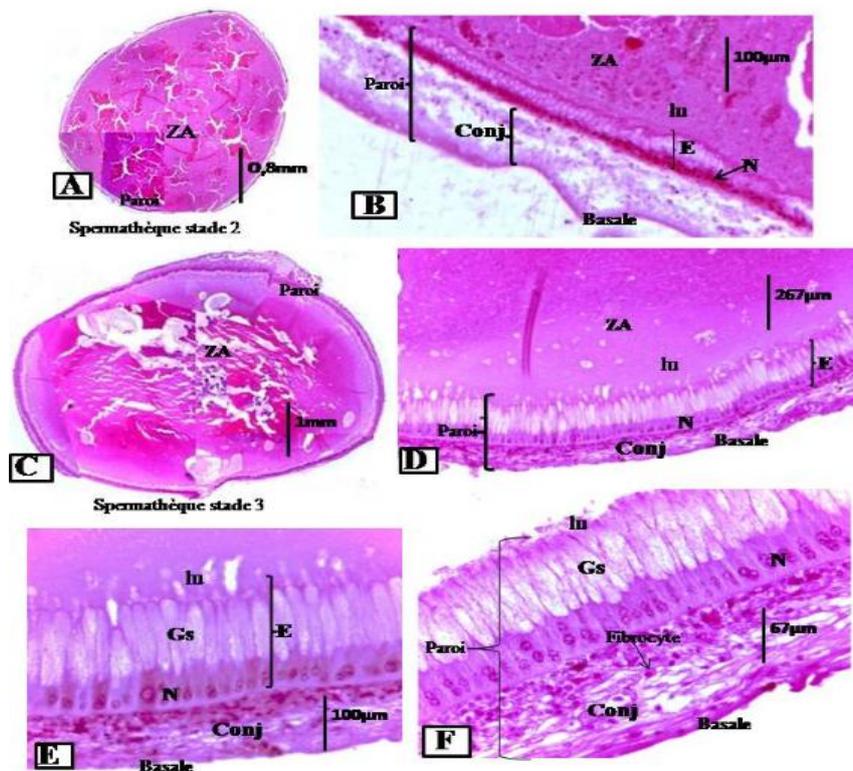


Figure 3 : Spermathèque aux stades juvénile et pubère

- A : Coupe transversale d'une spermatèque d'une femelle au stade II ;*
 - B : Portion de la paroi de la spermathèque de la figure A ;*
 - C : Coupe transversale d'une spermathèque d'une femelle au stade III ;*
 - D : Vue de la structure de la paroi de la spermathèque de la figure C ;*
 - E : Organisation de l'épithélium colonnaire unistratifié au niveau de la paroi ;*
 - F : Détail de la paroi de la spermathèque au stade III. La zone apicale de l'épithélium contient des sécrétions de type muqueux vu leur aspect. Les noyaux densément colorés sont situés dans la partie basale de l'épithélium. Ils sont alignés et ordonnés en une couche nucléaire.*
- ZA : Zone acellulaire ; Conj : Tissu conjonctif ; E : Epithélium ; N : Noyau ; Gs : Grains de sécrétion ; Lu : Lumière.*

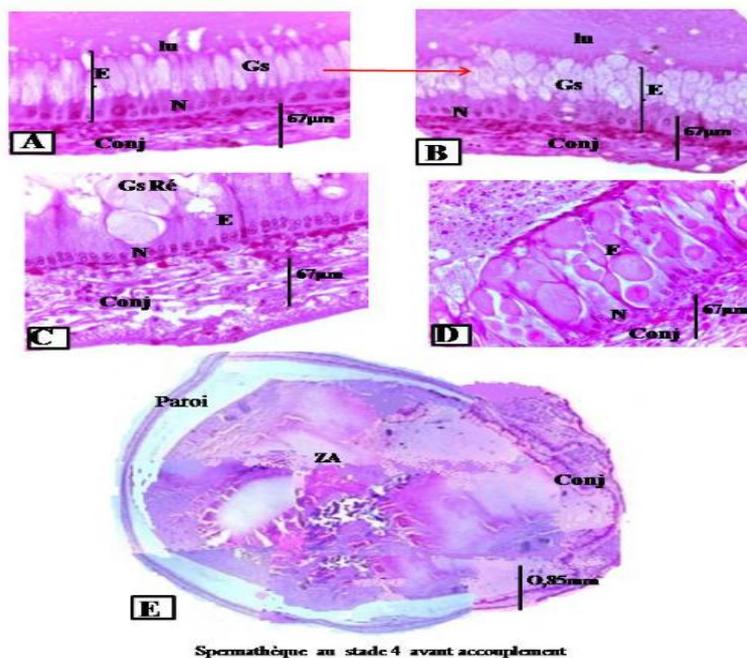


Figure 4 : A, B, C et D : Etapes du processus de desquamation de type apocrine des cellules épithéliales

A : Epithélium au début de la desquamation. Des fragments de cytoplasme contenant les sécrétions commencent à être libérés dans la lumière ;
 B : Toute la zone cellulaire apicale s'est fragmentée. Les vésicules sont progressivement libérés dans la lumière ;
 C : Suite à la libération des vésicules seuls subsistent des grains de sécrétion résiduels ;
 D : Epithélium desquamé ;
 E : Coupe transversale d'une spermathèque après desquamation de l'épithélium au niveau de la paroi. La lumière élargie contient une plage acellulaire.
 ZA : Zone acellulaire ; Conj : conjonctif ; N : Noyau ; E : Epithélium ; Gs : Grains de sécrétion ; Gs Ré : grains de sécrétion résiduels ; Lu : lumière.

3-3-2. Histologie des spermathèques des femelles adultes

Au plan histologique, chez les individus adultes des stades IV et V, les spermathèques sont brunâtres est très hypertrophiées (**Figure 2E**). Ce sont des individus en post-copulation. Elles ont subi un ou plusieurs accouplements et leurs réceptacles séminaux contiennent de nombreux spermatophores. Ce sont ces derniers qui leur confèrent la couleur brune ou marron. Au niveau de la majorité des spermathèques, la paroi est plus mince car la desquamation se poursuit au niveau de l'épithélium (**Figure 5A**). A l'issue de la desquamation de toute la zone apicale des cellules épithéliales, seule persiste la couche résiduelle constituée essentiellement de la couche des noyaux. L'épaisseur de l'épithélium à ce stade varie entre 70 à 40 µm (**Figure 5A**). Comme précédemment noté, la desquamation associée à la dilatation des spermathèques ont provoqué l'élargissement de la lumière dont le diamètre a atteint au cours de son évolution 6800 µm (**Figure 5A**). Dans les spermathèques de ces femelles, la lumière, qui initialement est une plage amorphe acellulaire, est quasiment occupée par des spermatophores de forme et de taille variables de 200 à 300 µm de diamètre (**Figures 5A, 5B et 5C**). Sur les coupes histologiques, leur nombre varie de quelques dizaines à plus d'une centaine. (**Figures 5A, 5B et 5C**). L'éclatement des spermatophores (**Figure 5C**) stockés après accouplement permet la libération des spermatozoïdes dont certains finissent par féconder les ovocytes ou

les follicules. En effet, chez la plupart des femelles aux stades IV et V sur les coupes histologiques on note la présence des lobes de follicules ovariens tacitement accolés à la basale de la spermathèque (**Figures 5D, 5E, 5F, 5G et 5H**). Des spermatophores entiers ou éclatés sont visibles aux abords de certains de ces lobes de follicules.

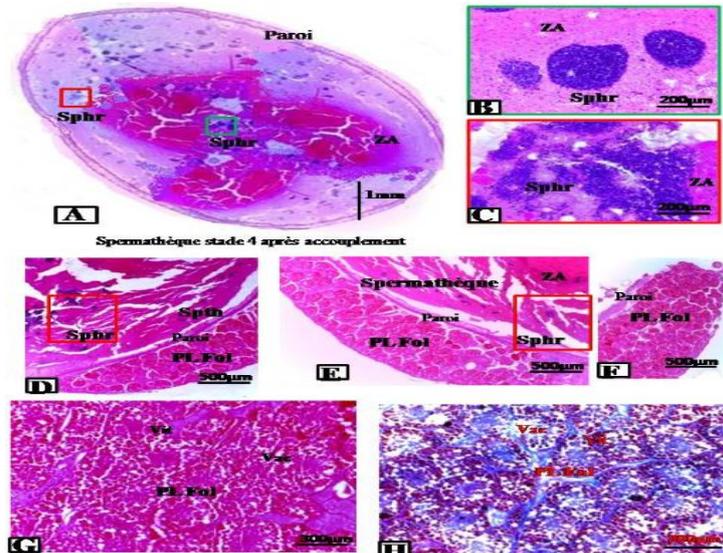


Figure 5 : Histologie de la spermathèque au sta IV et follicules ovariennes

A : Coupe transversale d'une spermathèque au stade Iv. Au niveau de la lumière on distingue des spermatophores éparpillés sur la plage acellulaire ;
B : Détail de trois spermatophores sur la plage amorphe ;
C : Spermatozoïdes libres après éclatement du spermatophore ;
D et E : Filon de follicules ovariens accolé à la paroi de la spermathèque. Des spermatophores sont visibles près du filon ;
F : Vue d'ensemble d'un des filons de follicules ovariens ;
G : Détails des follicules ovariens (coloration à l'hémalum-éosine) ;
H : Détails des follicules ovariens (coloration à l'Azan de Heidenhain). Les colorations violettes mettent en évidence deux types de grains de vitellus. La coloration bleue indique la présence de substances.
ZA : Zone acellulaire ; Sphr : Spermatophore ; Sphr : Spermathèque ; Vit : Vitellus ; Vac : Vacuoles ; PIFol : Plage de follicules.

3-3-3. Localisations et trajet éventuel des spermatophores au niveau des spermathèques des femelles

On note la présence d'un spermatophore représenté par l'amas bleu (**Figure 6A**) incrusté dans la couche conjonctive de la paroi de la spermathèque dont l'épithélium est partiellement desquamé. Ce spermatophore est sorti de la spermathèque par un processus inconnu et se retrouve dans le milieu extérieur de celle-ci (**Figure 6A**). Après leur sortie les spermatophores éclatent et libèrent leur contenu (**Figures 6A, 6B et 6C**). Les spermatozoïdes libérés matérialisés par les points bleus sont situés dans le milieu extérieur de la spermathèque près du filon de follicules ovariens (**Figures 6A, 6B et 6C**). Ils migrent par la suite vers les follicules qu'ils féconderont (**Figure 6C**). A ce stade aura lieu l'amphimixie qui n'a pu être observée. Des zones glandulaires dont les rôles sont inconnus se retrouvent souvent à proximité des parois des spermathèques (**Figures 6E et 6F**).

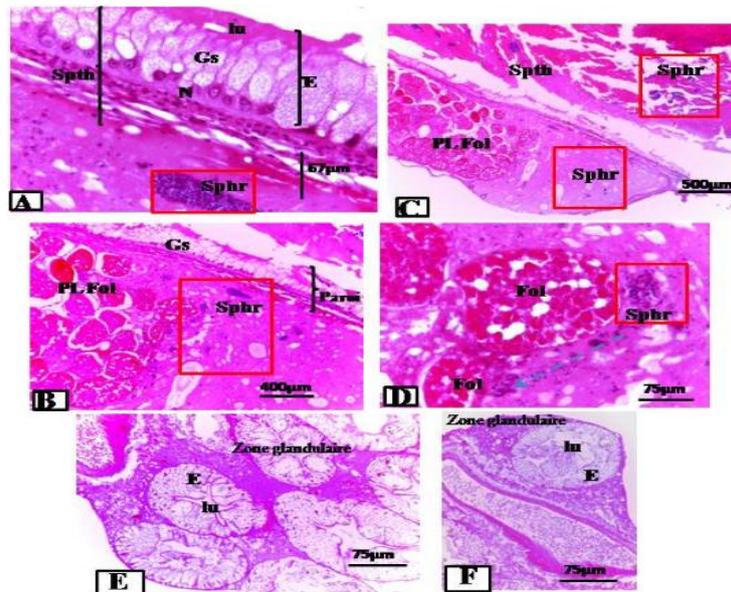


Figure 6 : Localisation des spermatophores au niveau des spermathèques de femelles au stade IV

Les quatre images (A, B, C, D) mettent en évidence le trajet éventuel des spermatophores, (E et F) : zone glandulaires.

A : Spermatophore localisé dans la couche conjonctive de la paroi de la spermathèque dont l'épithélium est partiellement desquamé. Ce spermatophore est sorti de la spermathèque par un processus inconnu ;

B : Spermatozoïdes libres (points bleus) et spermatophore (amas bleu) dans le milieu extérieur de la spermathèque et près du filon de follicules ovariens. Après leur sortir les spermatophores ont éclaté libérant les spermatozoïdes qui féconderont les follicules ;

C : Vue d'une portion de la Figure C montrant les spermatozoïdes aux abords des follicules ;

D : Vue détaillée d'une plage de follicule. Les spermatozoïdes libérés (tirets bleus) après rupture du spermatophore (encart rouge) migrent vers les follicules qu'ils fécondent. A ce stade aura lieu l'amphimixie ;

E et F : Zones glandulaires observées à proximité de la base des spermathèques.

Conj : Tissu conjonctif ; E : Epithélium ; N : noyau ; Gs : Grains de sécrétion ; Sphr : Spermatophore ; Spth : Spermathèque ; Vit : Vitellus ; Vac : Vacuoles ; PL.Fol : Plage de follicules ; E : Epithélium ; Lu : Lumière.

4. Discussion

4-1. Maturité sexuelle et différenciation des spermathèques

La maturité sexuelle chez les femelles de *Cardisoma armatum* se fait suivant 6 stades. Le groupe des juvéniles dont la largeur de la carapace varie de 5,5 à 6,5 cm correspond aux individus des stades I et II. Les carapaces des femelles pubères correspondant au stade III ont une largeur de 7 cm. Les individus mûres sont ceux des stades IV à VI dont la largeur de la carapace est de 8,5 cm. Cette échelle englobe les étapes de la croissance et de la maturité sexuelle chez les femelles de cette espèce. Les présents résultats se rapprochent des observations faites chez *Callinectes amnicola* [4, 7, 9, 13]. Chez les Crustacés des genres *Callinectes* et *Cardisoma*, la morphologie de l'abdomen diffère selon le groupe mais est fonction de leur rôle. Chez les femelles, l'abdomen intervient dans le port des œufs fécondés. Chez la femelle de *Callinectes amnicola*, la forme évolue au cours de la maturité sexuelle et s'adapte au port des œufs fécondés. Selon [4] cette morphogénèse de l'abdomen chez *Callinectes amnicola* constitue une adaptation à la reproduction. Celui de la

femelle de *Cardisoma armatum* étant au départ très large ne nécessite pas cette transformation. Chez les Crustacés des genres *Callinectes* et *Cardisoma* l'abdomen joue un rôle essentiel dans le maintien et l'incubation des œufs fécondés sur les pléopodes. Que ce soit chez *Callinectes amnicola* [11], ou chez *Cardisoma armatum* [14], les femelles ont des pléopodes biramés garnis de soies qui chez les ovigères interviennent dans le port des embryons. Les présents résultats sont en accord avec ceux obtenus par [4, 26, 27]. Chez la femelle de *Callinectes amnicola*, la mobilité de l'abdomen par rapport à l'exosquelette est le signe précurseur de la maturité sexuelle. En effet chez les femelles immatures, l'abdomen est fixé à l'exosquelette. Ceci indique que ces dernières ne sont pas encore aptes à un accouplement. Par contre, le fait qu'il soit mobile chez les spécimens adultes permet l'accès facile aux gonopores dissimulés au préalable sous cet abdomen. Ces individus sont par conséquent aptes à s'accoupler. Ce n'est pas le cas chez *Cardisoma armatum*. A tous les stades de maturité l'abdomen est détachable. Ce trait de caractère reste à être élucidé. Chez la femelle des deux espèces, durant l'accouplement, les abdomens amovibles s'écartent en exposant les gonopores des femelles facilitant ainsi l'intromission des organes copulateurs des mâles.

Les spermathèques, sont des réservoirs des spermatozoïdes qui souvent sont emballés dans des spermatophores. En dehors de *Cardisoma armatum* elles ont été mises en évidence chez les femelles de *Callinectes amnicola*. La femelle possède une paire dont la taille et la teinte évoluent suivant le degré de maturité sexuelle, [4, 7, 9, 13]. Des spermathèques de morphologies différentes à celles observées chez *Cardisoma armatum* et *Callinectes amnicola* ont été signalé chez d'autres crabes. On peut citer le crabe des neiges *Chionoecetes opilio* [28] ; le crabe *Cancer magister* [29] ; le crabe araignée *Maja brachydactyla* [30] et les crabes européens de la famille des Pinnotheridae [31]. Les spermathèques de ces derniers présentent différentes parties à savoir le vagin, l'oviducte. Selon [31] la subdivision morphologique des spermathèques est liée à leur fonction. Chez les femelles des stades IV à VI de *Cardisoma armatum* la couleur marron des spermathèques est due à la présence des spermatophores qui leur confèrent cette teinte. Chez *Callinectes sapidus* et *Callinectes amnicola* la couleur rose des spermathèques chez les femelles du stade IV est également due à la présence de spermatophores roses [7, 9, 13, 15, 16]. Chez *Cardisoma armatum* la paire de spermathèques a été observées chez tous les spécimens aux différents stades de maturité.

Ce qui n'est pas le cas chez *Callinectes amnicola*. Les spermathèques sont visibles du stade II au IV uniquement. Au cours de leur évolution les spermathèques finissent par disparaître au stade V. Ce phénomène a été signalé par [4, 7, 9, 13]. Il semblerait que chez les femelles n'ayant pas épuisé leur stock de spermatophores, cet organe, suite à la dilatation rétrécit et donne l'impression d'avoir disparu. Il est rapidement reconstitué et permet à la femelle d'amorcer un nouveau cycle. Au vu des résultats obtenus chez *Callinectes amnicola*, la présence de spermathèques chez les femelles des stades V et VI chez *Cardisoma armatum* laisse supposer que ces femelles n'ont pas épuisé leur stock de spermatozoïdes et son par conséquent capable d'effectuer un nouveau cycle. Les spermathèques sont des organes caractéristiques des Arthropodes puisque outre les crabes, les insectes également en possèdent. Celles-ci ont été décrites par [17 - 20]. Leur nombre varie de 1 à plusieurs [17, 19]. Selon [17] les blaps (Coleoptera) et les Phlebotomus (Diptera) possèdent 1 ou deux. Les Rhagoletis un autre Diptera en possèdent trois. Le phénomène de résorption de spermathèque observée chez les Crustacés n'a pas été mentionné chez les insectes.

4-2. Histologie des spermathèques

Chez *Cardisoma armatum* au plan histologique les spermathèques présentent une paroi pseudostratifiée qui se dilate et au niveau de laquelle l'épithélium desquame. Chez *Callinectes amnicola*, les spermathèques ont par contre une paroi réellement stratifiée constituées de l'épithélium et de trois assises cellulaires continues concentriques [7, 9]. Le phénomène de desquamation cellulaire survenu dans les spermathèques des femelles

chez *Cardisoma armatum* s'observe chez *Callinectes amnicola* mais le processus est différent. La desquamation chez cette espèce en plus de l'épithélium touche les assises cellulaires [7, 9]. D'après [17] chez les insectes, la spermathèque est constituée de tissu musculaire associé à des glandes, d'un épithélium glandulaire l'ensemble bordé d'une cuticule. Par comparaison à *Cardisoma armatum* et *Callinectes amnicola*, les trois types de spermathèques ne présentent aucune analogie au plan organisationnel. Les observations macroscopiques sont confirmées par l'étude histologique. Car que ce soit chez *Cardisoma armatum*, *Callinectes sapidus* ou *Callinectes amnicola* dans les spermathèques des femelles adultes, des spermatophores de taille variable ont été décelés [7, 9, 15, 16]. Suite aux accouplements, en considérant les observations histologiques, les mâles injectent de nombreux spermatophores dans les voies génitales femelles. Le rôle de réservoirs de spermatophores attribué à ces organes est tout à fait justifié. Selon [17] les mâles des Insectes produisent également un grand nombre de spermatophores. Il a mentionné la production d'au moins deux cent par Insecte et par semaine. On peut supposer que les mâles des Crustacés en produisent autant et que ce sont ces derniers qui se retrouvent dans les voies génitales femelles. Le rôle de réservoirs des spermatophores attribué aux spermathèques est confirmé chez *Cardisoma armatum* ainsi que chez *Callinectes amnicola* [4, 7, 9].

Il apparaît que chez les femelles adultes de *Callinectes amnicola* n'ayant pas épuisé leur stock de spermatophores, cet organe se dilate, les couches cellulaires desquament mais l'organe ne disparaît pas. Il est rapidement reconstitué et permet à la femelle d'amorcer un nouveau cycle [7, 9]. Cet organe contient probablement une couche résiduelle de cellules souches indifférenciées à l'origine de la reconstitution de l'organe chez ces individus. Chez *Callinectes amnicola* les spermathèques desquament sous forme de lambeaux chez les femelles n'ayant plus de réserve de spermatophores et ayant terminé leur cycle de reproduction. Cet organe n'a donc plus la capacité de se reconstituer chez ces dernières [7, 9]. Le processus de reconstitution des spermathèques semble une inconnue. Chez les femelles de *Cardisoma armatum* une desquamation épithéliale partielle a été décrite. Aucune spermathèque disloquée n'a été observée. Chez les femelles adultes de *Cardisoma armatum*, le système reproducteur comprend les spermathèques et l'ovaire qui sont internes. La partie externe se résume en deux orifices génitaux ou gonopores. Cette topographie des organes se retrouve également chez *Callinectes amnicola* [4, 7, 9]. C'est par ces orifices que les mâles injectent les spermatophores directement dans les spermathèques des femelles puisque les gonopores sont les orifices par lesquels les spermathèques communiquent avec l'extérieur.

5. Conclusion

La croissance des crabes qui se déroule durant la maturité sexuelle est en relation avec des modifications anatomiques qui se rapportent à la différenciation des organes reproducteurs. Durant cette différenciation, la taille des spermathèques évolue de façon progressive et leur couleur change. En effet, blanchâtres chez les juvéniles, elles ont une couleur marron chez les femelles des stades IV à VI. Cette teinte atteste la présence de spermatophores qui ont initialement cette couleur. Ces femelles sont à la phase de post-accouplement. Les spermathèques sont par conséquent les réservoirs des spermatophores. L'évolution des spermathèques se fait concomitamment avec celle de l'ovaire et semble l'induire. Il semble qu'il y aurait une corrélation entre le développement de ces deux types d'organes. Les femelles possèdent deux gonopores indifférenciés comme organes reproducteurs externes. Les spermathèques des femelles de *Cardisoma armatum*, est une paire de poches dont la capacité de stockage des spermatophores est une adaptation pour pallier la présence de carapace calcifiée qui est une entrave pour de multiples accouplements. Leur structure et leur organisation est caractéristique. Elles ont la capacité de desquamer selon un mode apocrine émettant des substances dont

le rôle n'a pas été défini. Le rôle de réservoirs de spermatophores est confirmé par l'étude histologique. Ces spermatophores sont présents chez les femelles des stades IV et V durant la phase de vitellogenèse. *Cardisoma armatum* ayant une fécondation interne, cette dernière doit se dérouler à ces stades puisque tous les paramètres sont réunis. Ces stades constituent un maillon déterminant pour la pérennisation de l'espèce.

Remerciements

L'auteure remercie le personnel du Groupe d'Etude et de Recherche en Microscopie Electronique (GERME sis à Adiopodoumé en Côte d'Ivoire) où ont été effectués ces travaux pour leur soutien et leur collaboration technique. Ce sont TANOH Koffi, technicien, KOUAKOU N'Goran, GNANGO Ahou Célestine†, GBA Félix, ABLOH Salomon†. L'auteure exprime sa gratitude à Messieurs KOUASSI Komenan Daouda et MIESSAN Jean Jacques, Doctorants au Laboratoire de Biologie Cellulaire de l'UFR Biosciences (Université Houphouët-Boigny) Abidjan.

Références

- [1] - H. S. ZIM., G. S. FICHTER et R. D. BEZUCHA, Histoires naturelles pour garçons et filles, les encyclopédies du livre d'or *. Editions des deux coqs d'or Paris, TOME 3, (1964) 436 - 440.
- [2] - A. B. WILLIAMS, The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda portunidae). *Fishery Bull* : vol. 72, no 3. (1974) 685 - 798.
- [3] - E. A. KWEI, Size composition, growth and sexual maturity of *Callinectes latimanus* (or *Callinectes amnicola*) (Rath.) in two Ghanaian lagoons. *Zool. Journ. Linn. Soc.*, 64 (1978) 151 - 175.
- [4] - E. CHARLES DOMINIQUE et S. HEM, Biologie et pêche des crabes du genre *Callinectes* (Stimpson), 1860 (décapodes, portunidae) en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) résultats préliminaires. *Doc. Sci. Centre. Rech. Oceanogr. Abidjan*, XII, n°1, (1981) 95 - 121.
- [5] - G. PANTOUSTHIER, Contribution à la biologie des crabes du genre *Callinectes* Stimpson, 1860 (Decapoda-Portunidae) de la Côte d'Ivoire leur répartition dans la lagune Ebrié : NDR. *Centr. Rech. Océanogr.*, Abidjan, (1982) 13 p.
- [6] - F. LHOMME, Les Crustacés exploitables de Côte d'Ivoire. In Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. II- Les milieux lagunaires : DURAND J. R., DUFOUR P., GUIRAL D. et ZABI S. G. F. (ed). Paris ORSTOM., (1994) 229 - 238.
- [7] - M. A. d'ALMEIDA, Cycle de reproduction du crabe d'eau douce *Callinectes amnicola* (de Rochebrune, 1883 ; Decapoda, Portunidae). Des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire. Doctorat d'Etat. Université de Cocody-Abidjan. (Côte d'Ivoire), (1999) 169 p.
- [8] - M. A. d'ALMEIDA, Y. SANKARE, K. H. KOUA, Etude microscopique de l'ovogenèse chez la femelle de *Callinectes amnicola*, de Rochebrune, 1883 (Decapoda Portunidae). *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*. Série A, 8(1) (2006a) 9 - 18.
- [9] - M. A. d'ALMEIDA, Y. SANKARE, K. H. KOUA, Etude microscopique des spermathèques des femelles de *Callinectes amnicola*, de Rochebrune, 1883 (Decapoda Portunidae). *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*. Série A, 8(2) (2006b) 139 - 147.
- [10] - M. A. d'ALMEIDA, A. FANTODJI, H. K. KOUA, Y. SANKARE, A. S. N'DIAYE, A. EHOUMAN, Etude microscopique de la différenciation des testicules du crabe *Callinectes amnicola* (de Rochebrune, 1883 ; Decapoda Portunidae) des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire. *Rev. Fr. Histotechnol*, 20(1) (2007) 83 - 95.
- [11] - M. A. d'ALMEIDA, H. K. KOUA, A. FANTODJI, Y. SANKARE, A. EHOUMAN, A. S. N'DIAYE, Etude microscopique du développement embryonnaire du crabe *Callinectes amnicola* (de Rochebrune, 1883 ; Decapoda Portunidae) des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire. *Rev. Fr. Histotechnol*, 21 (1) (2008) 59 - 74.

- [12] - M. A. d'ALMEIDA, H. K. KOUA, Y. SANKARE, Echelle de maturité sexuelle et différenciation des organes reproducteurs du crabe mâle *Callinectes amnicola*, (de Rochebrune, 1883 ; Decapoda Portunidae) des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé(Togo)*. Série A, 11(2) (2009) 47 - 61.
- [13] - M. A. d'ALMEIDA, Y. SANKARE, H. K. KOUA, Echelle de maturité sexuelle et différenciation des organes reproducteurs du crabe femelle *Callinectes amnicola* (de Rochebrune, 1883 ; Decapoda Portunidae), des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*. Série A, 12(1) (2010) 27 - 44.
- [14] - M. A. d'ALMEIDA, H. K. KOUA, A. FANTODJI, A. EHOUMAN, A. S. N'DIAYE Caractères généraux et étude histologique du développement embryonnaire du crabe terrestre, *Cardisoma armatum*, Herklots, 1851 (Decapoda Gecarcinidae) de côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, 10(2) (2014) 338 - 355. ISSN 18-13-548x [http : www.afriquescience.info](http://www.afriquescience.info)
- [15] - L. E CRONIN, A histological study of the development of the ovary and accessory reproductive organs of the blue, *Callinectes sapidus* Rathbun. M. S. THESIS, v of Md, (1942) 1 - 37.
- [16] - P. T. JOHNSON and S. V. OTTO, Histology of a Bilateral Gynandromorph of the blue Crab, *Callinectes Sapidus* Rathbun (Decapoda: Portunidae) *Biol. Bull.*, 161 (1981) 236 - 245.
- [17] - R. F. CHAPMAN, The Insects structure and function. The English Universities Press LTD ST Paul's House Warwick Lane London EC4, (1969) 270 - 368.
- [18] - J. RACCAUD-SCHOELLER, Les Insectes, Physiologie Développement. Masson. Paris, (1980) 195 - 265.
- [19] - D. J. BORROR, D. M. DELONG and C. A. TRIPLEHORN, An introduction to the study of insects. Saunders collèges Publishing, (1981) 72 - 153.
- [20] - A. BEAUMONT et P. CASSIER, Biologie animale des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens tome 2. Dunod., (1983) 579 - 925.
- [21] - R. MARTOJA, M. MARTOJA-PIERSON, Initiation aux techniques de l'histologie Animale. Masson et Cie, (1967) 8 - 125.
- [22] - G. L. HUMASON, Animal tissue techniques. W. H. Freeman and Company. San Francisco. 2^{ème} édition, (1967) 4 - 226.
- [23] - M. GABE, Techniques histologiques. Masson et Cie, Editeurs, (1968) 28 - 262.
- [24] - C. NEZELOF, P. GALLE, N. HINGLAIS, Les examens de laboratoires. Techniques microscopiques. Flammarion Médecine-Sciences, (1972) 55 - 183.
- [25] - M. LOCQUIN, M. LANGERON, Manuel de microscopie. Masson, (1978) 2 - 224.
- [26] - M. E. TAGATZ, Biology of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) in the St John River, Florida. *Fish Bull.*, 67 (1968a) 281 - 288.
- [27] - M. E. TAGATZ, Biology of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus* Rathbun) in the St John River, Florida. U. S. Fish Wildl. Serv. *Fish Bull*, 67 (1968b) 17 - 33.
- [28] - P. G. BENINGER, R.W. ELNER, T.P. FOYLE and P. H. ODENSE, Functional Anatomy of the Male Reproductive System and the Female Spermatheca in the Snow Crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Decapoda : Majidae) and a Hypothesis for Fertilization. *Journal of Crustacean Biology*, 8(3) (1988) 322 - 332.
- [29] - P. C. JENSEN, J. M. ORENSANZ and D. A. ARMSTRONG, Structure of female reproductive tract in the Dungeness crab (cancer magister) and implications for the mating system, *Biological Bulletin*, 190 (1996) 336 - 349.
- [30] - G. ROTLLANT, E. GONZÁLEZ-GURRIARÁN, L. FERNÁNDEZ, K. BENHALIMA and E. RIBES, Ovarian maturation of the multi-spawning spider crab *Maja brachydactyla* (Decapoda : Majidae) with special reference to yolk formation, *Marine Biology*, 152 (2007) 383 - 394.
- [31] - C. BECKER, D. BRANDIS and V. STORCH, Morphology of the female reproductive system of European pea crabs (Crustacea. Decapoda. Brachvura. Pinnotheridae) .*Journal of Morphology*, 272(1) (2011) 12 - 26.