

Caractères généraux et étude histologique du développement embryonnaire du crabe terrestre, *cardisoma armatum*, herklots, 1851 (decapoda gecarcinidae) de Côte d'Ivoire

Marie Anne d'ALMEIDA^{1*}, Hervé Kouakou KOUA², Schéherazade Fatou OUATTARA-SORO³, Agathe FANTODJI⁴, Armand EHOUMAN⁵ et Alassane Salif N'DIAYE¹

¹Laboratoire de Biologie Cellulaire, UFR Biosciences-Université Félix Houphouët Boigny.
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Zoologie, UFR Biosciences-Université Félix Houphouët Boigny.
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Laboratoire d'Endocrinologie et de Biologie de la Reproduction, UFR Biosciences-Université Félix Houphouët Boigny. 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

⁴UFR des Sciences de la Nature.- Université Nangui Abrogoua. 02 BP 801, Côte d'Ivoire

⁵UFR des Sciences Médicales - Félix Houphouët Boigny. 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : dalmeidakmarianne@gmail.com

Résumé

Cardisoma armatum, est une espèce de crabe de terre rencontrée en Afrique de l'ouest en particulier en Côte d'Ivoire. Des observations réalisées à l'œil nu, à la loupe binoculaire photographique et au microscope optique suite au traitement histologique ont permis la mise en évidence de quelques critères d'identification de l'espèce et l'établissement du processus de développement embryonnaire qui se déroule chez les femelles ovigères. *Cardisoma armatum* est constitué d'une carapace quadrangulaire recouvrant l'exosquelette segmenté sur lequel sont fixés cinq paires de pattes. Les crabes des deux sexes possèdent un abdomen rudimentaire. Celui des mâles en forme d'un « V » renversé, recouvre les pléopodes ou organes reproducteurs externes. Une paire de testicule et une paire de canaux déférents représentent les organes reproducteurs internes. Les femelles présentent un abdomen ovalaire sur lequel sont fixés des pléopodes biramés garnis de soies. Il recouvre les gonopores, partie externe du système reproducteur. L'ovaire et une paire de spermathèques représentent les organes reproducteurs internes.

Le développement embryonnaire implique les processus de transformations de l'œuf télolécithe en une larve. Les œufs fécondés exsudent de la cavité des femelles gravides au travers des gonopores et s'accrochent aux soies des pléopodes biramés. Ces dernières deviennent ainsi, des femelles ovigères au niveau de l'abdomen desquelles se déroule l'embryogenèse qui comporte les étapes de la segmentation, la gastrulation et l'organogenèse. Au plan macroscopique les œufs fécondés et les germes forment une grappe dont la coloration passe de l'orange au jaune, au gris et enfin au noir. L'évolution des couleurs et de l'aspect des germes correspondent au plan microscopique à l'élaboration progressive au sein des germes des territoires présomptifs. Le processus fait apparaître distinctement emballé dans la membrane de fécondation l'embryon formé du céphalothorax et de l'abdomen. Le processus de l'embryogenèse chez *Cardisoma armatum* suit le schéma déjà observé chez *Callinectes amnicola*.

Mots-clés : crabes *Cardisoma armatum*, caractères généraux, études histologique du développement embryonnaire.

Abstract

General characters and histological study of the embryonic development of land crab, *Cardisoma armatum*, herklots, 1851 (Decapoda Gecarcinidae) of Côte d'Ivoire

Cardisoma armatum is a land crab living in West Africa particular in Côte d'Ivoire. The observations carried out with the naked eye, the photographic binocular magnifying glass and the light microscope following the histological treatment allowed the description of the identifying information of the species and the establishing of the process of the embryonic development which takes place in the ovigerous females. *Cardisoma armatum* consists of a quadrangular carapace recovering the exoskeleton on which five pairs of appendages are linked. The crabs of both sexes have a rudimentary abdomen. The abdomen of males is "V" shaped and covers the external reproductive organs or two paired pleopods. Paired testes and paired vasa deferentia represent the internal reproductive organs. The females present an oval abdomen on which biramous pleopods with setae are fastened. It covers the gonopores which are external part of the reproductive system. The ovary and paired spermathecas constitute the internal reproductive organs.

The embryonic development is the processes that are involved in the transformation of the telolecithal fertilized egg into a new larva stage. The fertilized eggs exit from the cavity of the pregnant females through the gonopores and fasten to the setae of the biramous pleopods. These latter become ovigerous females on the level of the abdomen of which occurs the embryonic development including segmentation, gastrulation and organogenesis stages. The fertilized eggs or embryos form a clump that display an orange then yellow, grey and black color. The evolution of the colors and aspects of the embryos correspond in the microscopic plan to the differentiation of the presumptive territories. The process reveals distinctly the embryo composed by the cephalothorax and the abdomen which is packed up in the membrane of fertilization. The process of embryogenesis in *Cardisoma armatum* follows the diagram already observed in *Callinectes amnicola*.

Keywords : crab *Cardisoma armatum* ; General characters ; Histological study of embryogenesis.

1. Introduction

Les crabes forment un sous-ordre de crustacés qui présentent une grande diversité si l'on considère leurs habitats et leurs comportements. Les plus primitifs sont marins [1]. Certains comme *Callinectes amnicola* sont adaptés à la vie en eaux douces [2-5]. Ceux du genre *Cardisoma* mènent une existence terrestre mais sont largement tributaires du milieu aquatique pour au moins une partie de leur cycle de vie. Le genre *Cardisoma*, se rencontre aussi bien en Amérique qu'en Afrique. *Cardisoma guanhumi* vit dans les estuaires tropicaux et le long de la côte atlantique subtropicale de l'Amérique [1]. Elle a pour aires de répartition, les Caraïbes, l'Amérique du sud et centrale principalement la Colombie, le Venezuela, l'Amérique du nord entre le golfe du Mexique, les Bahamas, la Floride, et les Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique) [6].

L'étude de cette espèce américaine a été abordée à divers niveaux. Les données disponibles concernent leur habitat, leur alimentation, leur déplacement, la densité des populations, la maturité sexuelle, la reproduction, la fécondité et la ponte [6]. Par contre la littérature mentionne peu de travaux relatifs à l'espèce africaine *Cardisoma armatum*, rencontrée en Côte d'Ivoire et qui semble vivre le long de la côte atlantique de l'Afrique. C'est donc pour relever cet état de fait que la présente étude est entreprise. La plupart des Crustacés sont comestibles [1]. Dans les Antilles, l'espèce *Cardisoma guanhumi* constitue une nourriture recherchée et est préféré aux espèces aquatiques.

Par contre en Afrique, en particulier en Côte d'Ivoire *Cardisoma armatum* est surtout consommé par les populations riveraines des cours d'eaux. En effet le genre *Cardisoma* vit dans les milieux humides à proximité des rivages comme les marais, les mangroves, les berges et les cours d'eaux. En Côte d'Ivoire on note de façon concomitante la surexploitation de *Callinectes amnicola* espèce aquatique très prisée [2-5]. Il en découle la raréfaction de l'espèce. Une meilleure connaissance et la vulgarisation de *Cardisoma armatum* pourrait susciter un intérêt pour ce crabe et inciter les populations à en consommer. Consommation qui serait bénéfique et salutaire pour la préservation de l'espèce *Callinectes amnicola* et éviterait éventuellement sa surexploitation. Les présents travaux constituent une contribution préliminaire à l'étude de l'espèce *Cardisoma armatum*. Ils se rapportent d'une part à quelques indications sur les caractères généraux pouvant permettre l'identification du crabe, d'autre part à l'étude de son développement embryonnaire.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel biologique

L'étude a porté sur 70 spécimens des deux sexes -36 femelles et 34 mâles- ainsi que 100 femelles ovigères provenant du rivage de la lagune Ebrié dans le secteur d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire. Au laboratoire, les animaux sont immédiatement congelés afin d'éviter l'altération des organes et de permettre la préservation des germes ou embryons. Les différentes manipulations sont réalisées après au moins 1 heure de congélation dans un congélateur LIEBHERR.

2-2. Méthodes macroscopiques

Des critères externes et internes d'identification ont été retenus. Comme critères externes, ont été pris en compte la coloration de la carapace et des appendices des individus, la largeur de leur carapace, la forme et la longueur de l'abdomen, l'aspect et la localisation des yeux, des appendices sensoriels et masticateurs, ceux des organes génitaux externes. Les critères internes retenus se rapportent uniquement au système reproducteur interne. Après quelque temps de congélation, la carapace est écartée de l'exosquelette pour l'appréciation et la localisation des organes reproducteurs. La détermination des stades de développement embryonnaire est basée sur la couleur des grappes d'embryons ou germes appendue aux soies de pléopodes biramés de l'abdomen des femelles ovigères. Compte tenu de leur mode de vie terrestre la grappe composée d'embryons est de couleur terreux.

La couleur réelle des germes n'est révélée qu'après rinçage à l'eau des femelles ovigères qui par la suite sont classées en fonction de la couleur révélée des grappes. Les germes sont ensuite détachés des pléopodes et recueillis dans des verres de montre ou des salières et examinés dans quelques gouttes d'eau. Dans ce cas, l'eau s'avère le liquide d'examen adéquat car l'adjonction de liquide fixateur de quelle nature que ce soit altère la couleur des œufs. Les œufs fécondés ou germes sont photographiés à l'aide d'une loupe binoculaire photographique de marque CETI. Certains germes prélevés ont été réservés pour l'étude histologique. Les prises de vues des spécimens ont été réalisées grâce à un appareil photographique MINOLTA AF 7000.

2-3. Technique histologique

Les techniques histologiques de référence [7 - 11] ont été appliquées. L'étude histologique n'a concerné que les germes ou embryons. Ces derniers ont été prélevés et fixés par immersion dans du liquide de Bouin aqueux, déshydratés de façon progressive à l'éthanol (70°, 95° et 100°) puis préimprégnés dans du butanol. L'imprégnation proprement dite ainsi que l'inclusion ont été faites dans de la paraffine (Paraplast de marque : MONOJECT scientifique. Division of Sherwood Medical. Athy, CO. Kildare, Ireland). Des coupes de 7µm réalisées au microtome REICHERT-JUNG ou MICROM, ont été colorées à l'hémalun-éosine. Pour obtenir des coupes convenables sans déchirure, les blocs histologiques entamés ont été constamment trempés 12 à 24h dans un bac contenant de l'eau courante. Ce trempage permet la réalisation aisée des coupes surtout dans les embryons très riches en vitellus. Cette opération est répétée chaque fois que les blocs s'effritent pendant l'étape de la microtomie. Les coupes ont également été collodionnées pour éviter leur décollement. L'observation et les photos ont été faites au photomicroscope ZEISS.

3. Résultats

3-1. Localisation géographique

Selon les informations locales et recueillies sur les médias, par l'intermédiaire de documentaires, *Cardisoma armatum* est une espèce de crabe de terre qui se rencontre sur la côte atlantique africaine. En Côte d'Ivoire leur présence selon les mêmes sources est signalée dans les villes côtières à savoir Assinie, Aboisso, Adiaké, Bassam, Bonoua, Abidjan, Dabou, Sassandra, Fresco et San Pedro. Elle est également signalée dans certaines villes du Bénin, du Togo et du Nigéria. Durant la saison propice *Cardisoma armatum* se retrouve sur les marchés dans ces différentes villes.

3-2. Caractères généraux de *Cardisoma armatum*

3-2-1. Coloration

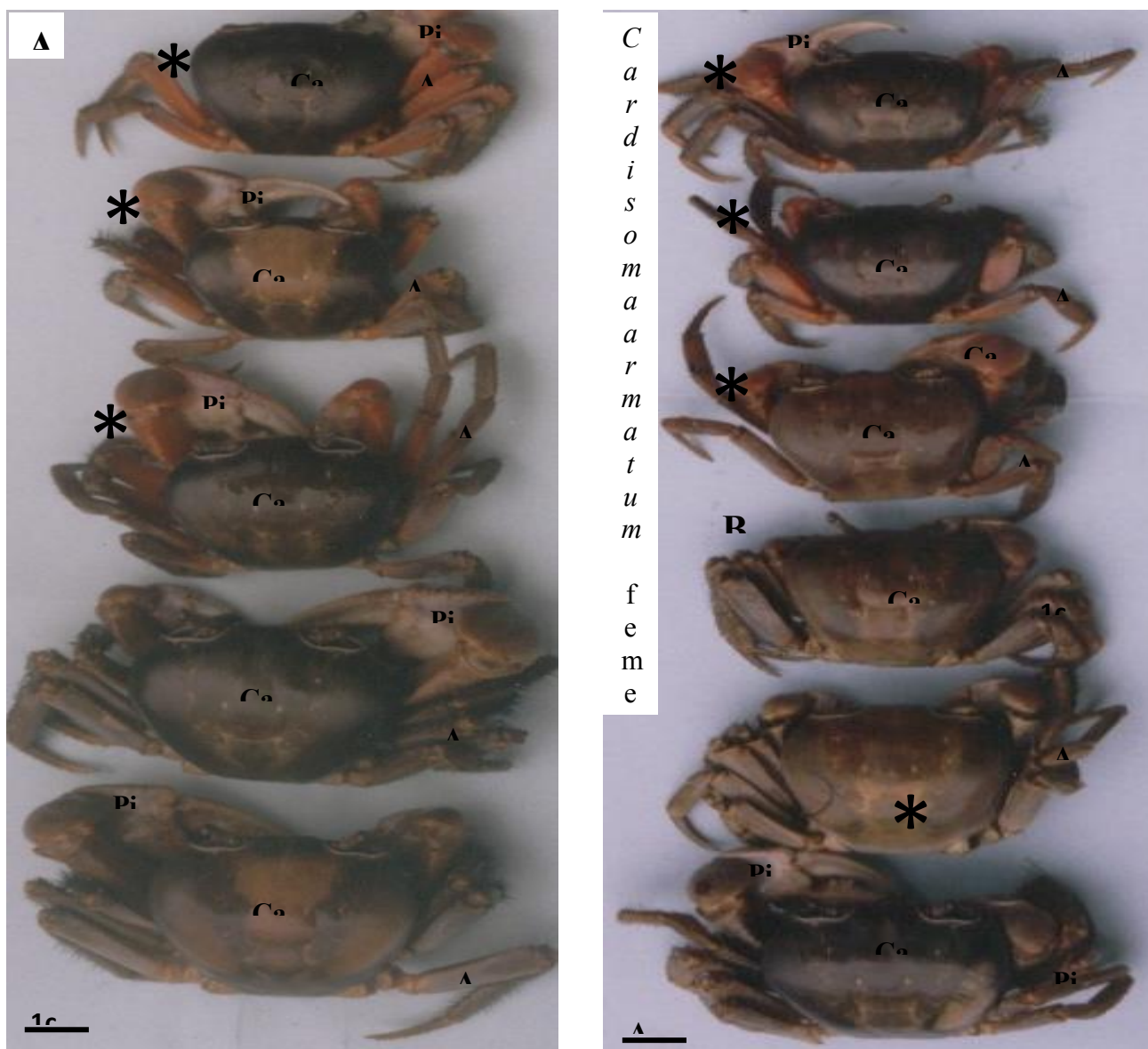
Chez *Cardisoma armatum* les juvéniles des deux sexes sont tricolores. La carapace est bleue, les pattes ambulateurs sont rouges et les pinces blanches (*Figures 1A et B*) et (*Figures 2A et C*). La carapace des femelles adultes est bleue ou marron, les pattes brun-marron et les pinces sont blanches (*Figure 1B*) et (*Figure 2B*). Les mâles adultes ont une carapace bleutée ou marron, des pattes brunâtres et des pinces blanchâtres (*Figure 1A*) et (*Figure 2D*).

3-2-2. Morphologie

Le corps de *Cardisoma armatum* formé de la fusion de la tête et du thorax est recouvert par une carapace quadrangulaire épaisse lisse fortement bombée sans épines (*Figure 1A et 1B*) et (*Figure 2E*). Elle recouvre un exosquelette (*Figure 2F*) sur lequel sont fixées cinq paires de pattes ambulateurs ou appendices. La première paire est transformée en pinces dissymétriques disproportionnés, une grande très forte et une très petite. Par cette caractéristique les crabes sont dits des hétérochélipèdes (*Figures 2A à D et G à I*). La position des pinces est variable selon les individus (*Figures 2A à D et G à I*). Les quatre autres paires très velues (poilues) servent à la locomotion (*Figures 2G et H*). Leur article supérieur comporte quatre rangées d'épines ou poils (*Figures 2A, B, C, D, G et H*) d'où l'appellation de crabe poilu. Les spécimens de *Cardisoma armatum* observés présentent un dimorphisme sexuel basé sur la taille

des animaux et sur la forme de l'abdomen. Les mâles sont plus grands que les femelles (**Figures 2A, B, C, D, G et H**).

Les crabes des deux sexes possèdent un abdomen rudimentaire et replié recouvrant complètement une dépression ou sillon médian localisé sur la face ventrale au niveau de l'exosquelette (**Figure 2F**). Les mâles présentent un abdomen en forme d'un « V », renversé celui des femelles est ovalaire, les deux sont terminés par un telson (**Figure 2G**). Sur la face du crabe (**Figure 11**), on distingue des antennes ou appendices sensoriels courts qui s'insèrent dans une logette au niveau du bord antérieur de la carapace. Une paire d'yeux pédonculés logée dans les orbites surmonte les pièces buccales que sont les maxillipèdes, les maxillules et les mandibules qui s'imbriquent et qui se recouvrent (**Figure 11**).



Cardisoma armatum
mâles

Figure 1 : *Vue dorsale des mâles et femelles de Cardisoma armatum : Coloration A : Vue dorsale de cinq crabes mâles. Coloration B : Vue dorsale de cinq crabes femelles. Les juvéniles tricolores sont marqués d'un astérix. Les adultes mâles ou femelles sont bi ou tricolores. Carapace : Car ; Pince : Pin ; Appendices : Ap*

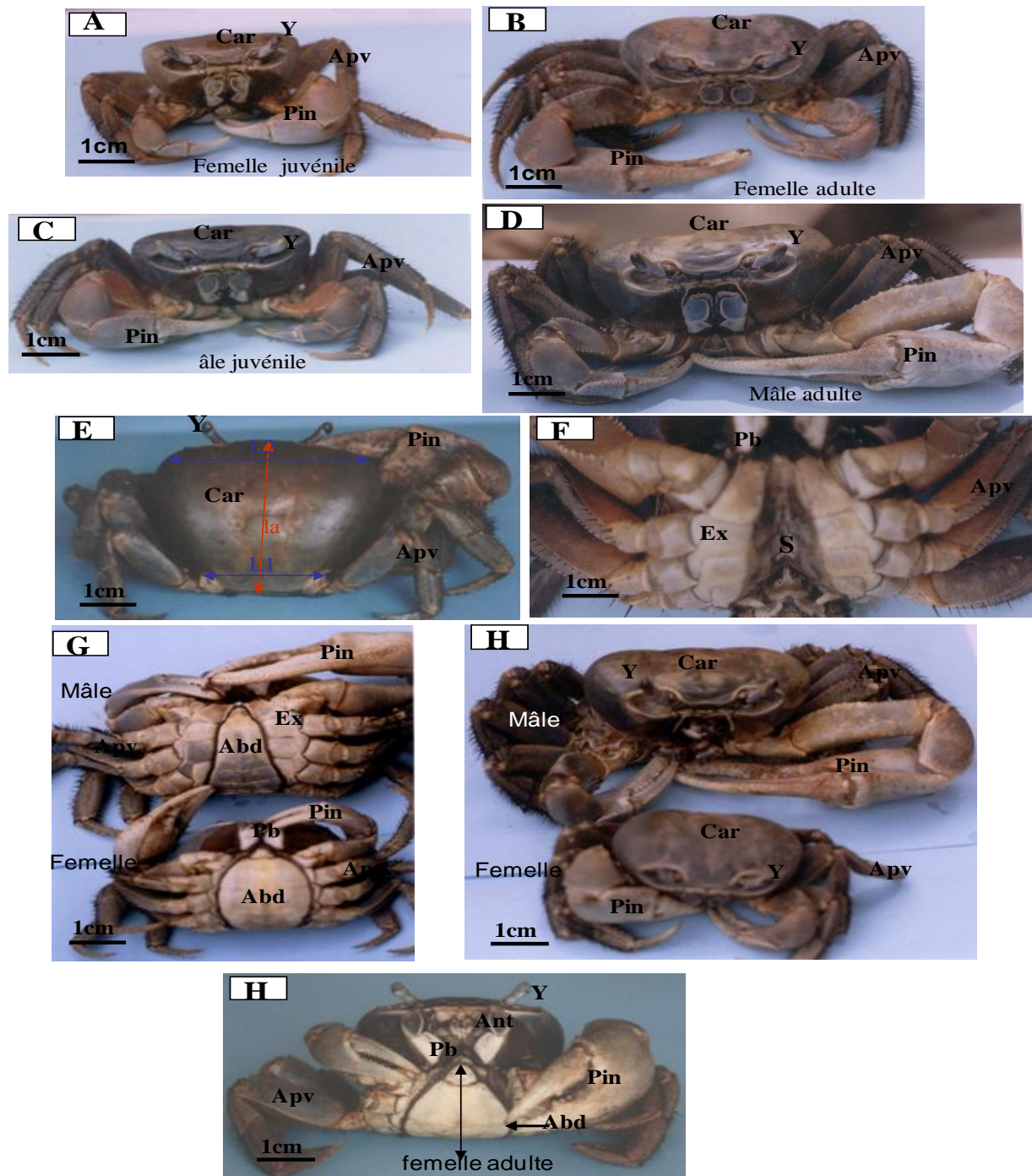


Figure 2 : Morphologie des mâles et femelles de *Cardisoma armatum*

A : Femelle juvénile, vue de face. **B :** Femelle adulte, vue de face. **C :** Mâle juvénile, vue de face. **D :** Mâle Adulte, vue de face. **E :** Vue dorsale d'un spécimen montrant la carapace quadrangulaire bombée sans épines. **F :** Vue ventrale d'un spécimen montrant l'exosquelette segmenté creusé d'un sillon médian. **G :** Dimorphisme sexuel au niveau de l'abdomen. Vue ventrale d'un mâle à abdomen en « V » renversé et d'une femelle ayant un abdomen ovale. **H :** Dimorphisme sexuel au niveau de la taille. Deux spécimens adultes. Le mâle est plus grand que la femelle. **I :** Vue de face d'un spécimen femelle adulte. Carapace : Car ; Abdomen : Abd ; Pince : Pin ; Yeux : Y ; Pièces buccales : pb ; Appendices velus : Apv ; Appendices : Ap ; Exosquelette : Ex ; Ant : antenne ; Sillon : S. petite longueur longueur : l1 ; grande longueur : L2 ; largeur : la.

3-2-3. Maturité des femelles

Au cours de la croissance des crabes la taille des individus ainsi que celle de l'abdomen évoluent (**Figure 3B**). Largeur moyenne de la carapace du plus petit spécimen capturé est 5,5 cm et la longueur moyenne de l'abdomen est 4 cm. La largeur du plus grand a une valeur moyenne de 8,5cm, la longueur de son abdomen est 6 cm. Chez ces dernières la forme de l'abdomen reste inchangée durant la croissance (**Figure 3B**). Sur la face interne de l'abdomen sont fixés de pléopodes biramés garnis de soies (**Figure 3C**). Les organes reproducteurs internes sont constitués d'une paire de spermathèques et de l'ovaire (**Figures 3 D, E et F**). Les spermathèques arrondies sont de couleur marron et leur taille croît durant la maturité sexuelle (**Figures 3D et E**). L'ovaire se présente sous forme d'une masse visqueuse brune, et apparaît chez les femelles adultes sous forme d'un filon en « H » (**Figure 3F**). Chez les femelles gravides on note l'hypertrophie de l'ovaire qui se répand dans tout l'animal. Une paire de gonopores située sur le deuxième segment constitue la partie externe du système reproducteur (**Figure 3C**). Les deux orifices 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 (**Figure 3C**).

3-2-4. Maturité des mâles

Au cours de la maturité, la taille des individus ainsi que celle de l'abdomen évoluent (**Figure 3H**). Chez le mâle, la valeur moyenne de la largeur de la carapace du plus petit spécimen capturée est de 6,5cm, son abdomen mesure 4,2 cm. Celle du plus grand mâle est de 10,5 cm et la longueur de l'abdomen est 6,5 cm (**Figure 3G**). Durant la croissance du crabe mâle, la forme en « V » renversé de l'abdomen reste inchangée (**Figure 3H**). L'abdomen recouvre les organes reproducteurs externes que sont les pléopodes ou stylet terminé par un toupet de cils et une paire de pénis (**Figure 3I**). L'examen de l'anatomie interne indique que les mâles adultes possèdent deux testicules situés dans la partie antérieure de la carapace sous l'hépatopancréas non mis à nus et une paire de canaux déférents ou gonoductes situés en majeure partie dans la cavité au niveau de l'exosquelette (**Figures 3J et K**). Ces derniers sont chez l'adulte brunâtres ou de couleur marron (**Figure 3K**).

3-2-5. Les femelles ovigères

Les follicules contenus dans l'ovaire (**Figure 3F**) suite à une fécondation interne se transforment en œufs fécondés qui exsudent de la cavité au travers des gonopores, s'accrochent aux soies des pléopodes et entament leur développement embryonnaire (**Figures 3L et M**). Ils deviennent des embryons ou germes. Les femelles portant les grappes d'œufs fécondés sont des femelles ovigères ou grainées (**Figures 3L et M**). Selon la couleur de la grappe, trois catégories de femelles ont été identifiées. Celles portant respectivement la grappe orange, jaune (**Figure 3N**), grise ou noire (**Figures 3L et M**). Les embryons des grappes noires sont par la suite libérés dans le milieu lagunaire pour la poursuite du développement larvaire. Car bien qu'ayant un mode de vie terrestre, la femelle ovigère retourne toujours en milieu aquatique pour libérer les embryons à la fin du processus embryonnaire.

3-3. Caractéristiques de l'œuf de *Cardisoma armatum*

3-3-1. L'œuf non fécondé

Les follicules ou œufs non fécondé de couleur orange issu de l'ovogenèse sont contenus dans la cavité de l'exosquelette (**Figure 3F**).

3-3-2. L'œuf fécondé

La fécondation de *Cardisoma armatum* est interne de sorte que l'œuf à son émission est déjà fécondé. L'œuf fécondé de *Cardisoma armatum* est de type télolécithe de 300µm de diamètre. Le cytoplasme et le noyau sont confinés au pôle animal formant la cicatricule. Tout le reste de l'œuf est constitué de vitellus vacuolaire (**Figure 4A**). En se référant à l'observation macroscopique, les œufs fécondés sont issus de la grappe orange. Au cours de l'embryogenèse les différentes étapes, de la segmentation à l'organogenèse interfèrent. Pour la présente étude la différenciation des embryons au cours de chaque étape est décrite séparément.

3-4. Etude histologique du développement embryonnaire de *Cardisoma armatum*

3-4-1. La segmentation

Au cours de la segmentation, une caryocinèse se déroule au pôle animal. Les noyaux fils sont disséminés dans une masse amorphe de cytoplasme (**Figures 4B à F**) et finissent par former une importante masse polaire – le blastodisque- assimilable à un syncytium polaire (**Figures 4C à E**). Le pôle végétatif contient du vitellus parsemé de vacuoles (**Figures 4B à D**). La segmentation aboutit à un germe plein sans la formation d'un blastocèle (**Figure 4E**). La cavité occupée par le vitellus peut néanmoins être considérée comme un blastocèle virtuel (**Figure 4E**). En se référant à l'observation macroscopique, les embryons ayant permis ces observations sont issus des grappes oranges.

3-4-2. La gastrulation

Au stade de la gastrulation la prolifération nucléaire amorcée à la segmentation se poursuit au pôle animal et les foyers nucléaires s'étalent en direction du pôle végétatif. Les noyaux recouvrent progressivement tout l'embryon en encerclant le vitellus. Ce mouvement de revêtement est assimilable à un mouvement d'épibolie (**Figure 4F**). Un mouvement d'embolie se déroule de façon axiale dans la région centrale du blastodisque (**Figure 4G**). L'association des différents foyers nucléaires matérialise de façon virtuelle une forme larvaire présentant l'ébauche d'un céphalothorax et d'un abdomen (**Figure 4G**). Le vitellus est quasiment résorbé dans l'embryon (**Figure 4G**). Un mouvement de délamination survient dans le germe à la limite de la masse nucléaire du pôle végétatif (**Figures 4H à L**).

Suite à ce mouvement, apparaît un germe formé d'une partie céphalique globuleuse ou céphalothorax (**Figures 4H à L**). Dans la région du céphalothorax le phénomène de vacuolisation amorcé à la segmentation s'est intensifié (**Figures 4H à L**). La région détachée ou délaminée correspond à l'abdomen (**Figures 4H à L**). Tout le germe est constitué uniquement de plusieurs foyers ou territoires nucléaires (**Figures 4H à L**). La gastrulation se fait sans la mise en place de feuilletts embryonnaires et de la formation de structures telles que l'archantéron et le blastopore. En se référant à l'observation macroscopique, les embryons ayant permis ces observations sont issus des grappes jaunes.

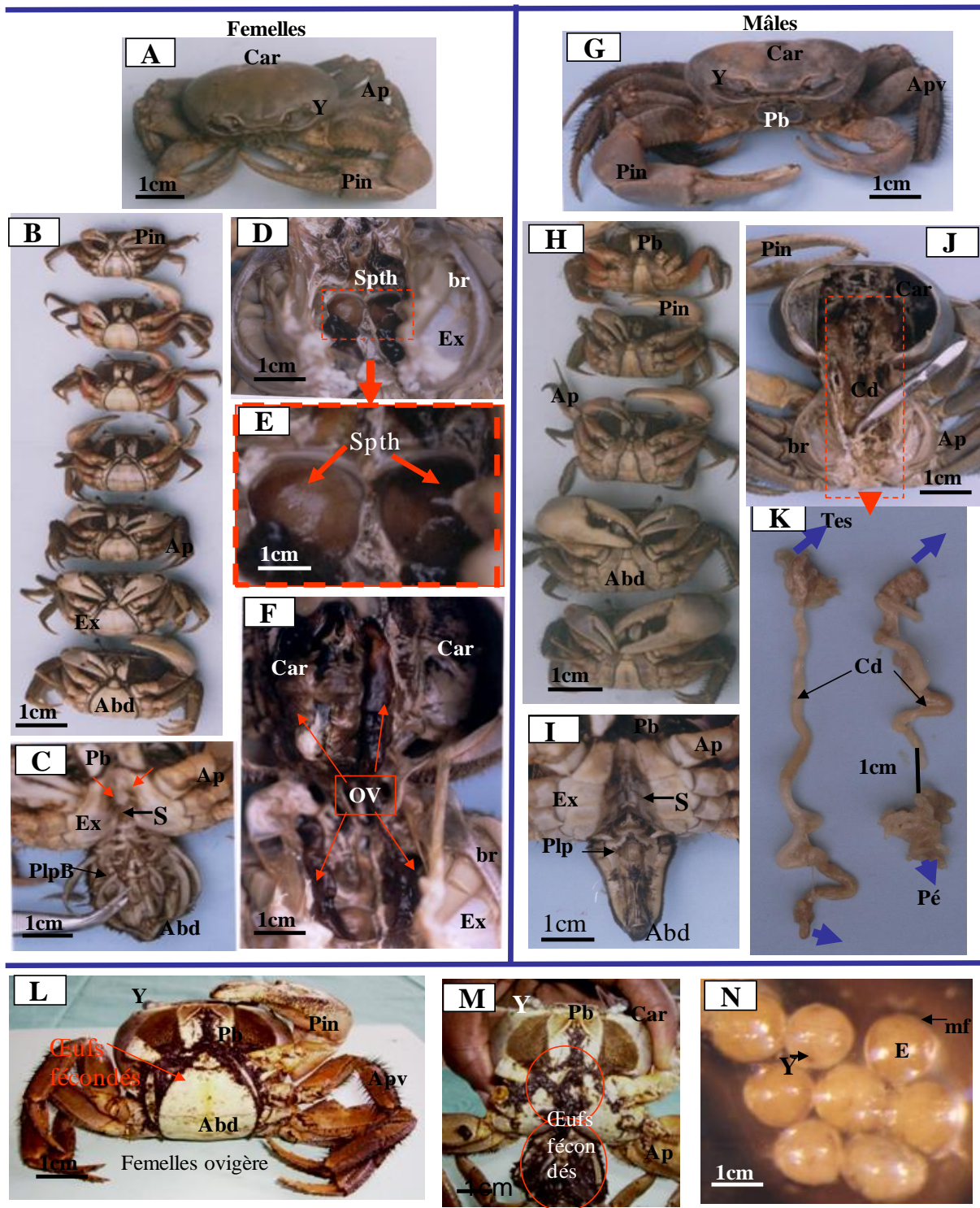


Figure 3 : Vue d'ensemble de l'anatomie externe et interne de la femelle, du mâle et de la femelle ovigère de *Cardisoma armatum*

A : Vue de face d'une femelle adulte. **B :** Face ventrale des femelles. L'abdomen ovale est rabattu sur la partie ventrale de l'exosquelette (Ex). Sa forme reste inchangée durant la croissance de l'animal. **C :** Détail de la face interne de l'abdomen d'une femelle montrant des pléopodes biramés. **D :** Anatomie interne d'une femelle adulte. Localisation des spermathèques. **E :** Anatomie interne d'une femelle adulte.

Vue détaillée des deux spermathèques arrondies marron. F : Anatomie interne d'une femelle adulte contenant un ovaire sous forme de filon en « H » présentant deux branches antérieures, deux postérieures et une portion médiane transversale. G : Crabe femelle ovigère présentant des embryons autour de l'abdomen, sur l'exosquelette et accrochés aux soies des pléopodes biramés. H : Crabe femelle ovigère avec présence d'embryons noirs. I : Embryons isolés de la grappe jaune accrochée aux soies des pléopodes biramés d'une femelle ovigère. J : Vue de face d'un mâle adulte. K : Face ventrale des mâles. L'abdomen en forme d'un « V », renversé est rabattu sur la partie ventrale de l'exosquelette. Sa forme reste inchangée durant la croissance de l'animal. L : Détail de la face ventrale de l'abdomen d'un mâle montrant les pléopodes (Plp) de forme cylindrique fixés à la base du dernier segment abdominal. M : Anatomie interne d'un mâle adulte montrant les canaux déférents pelotonnés dans la cavité de l'exosquelette. N : Une paire de canaux déférents marron extraite de la cavité de l'exosquelette. Les flèches indiquent leur connexion aux testicules et aux pénis.

Carapace : Car ; Abdomen : Abd ; Pince : Pin ; Yeux : Y ; Pièces buccales : pb ; Appendices velus : Apv ; Exosquelette : Ex ; Ant : antenne ; Sillon médian : S ; Pléopodes biramés : PlpB ; br : branchies ; Spermathèques : Sph ; OV : ovaire ; Région buccale : Rb. Membrane de fécondation : mf ; Embryon : E ; Ap : appendice ; Cd : canaux : déférents ; Testicules : Tes ; Pénis : Pé.

3-4-3. L'organogenèse

Au stade de l'organogenèse, la morphogenèse est achevée (**Figure 4M**). Au sein du germe le mouvement de délamination plus accentué au pôle végétatif fait apparaître de façon distincte la forme de l'embryon. La partie céphalique volumineuse et globuleuse est le céphalothorax de 0,300 mm de diamètre, portant l'ébauche d'un rostre (**Figure 4M**). Le phénomène de vacuolisation se localise uniquement dans cette partie (**Figures 4N à X**). La région détachée ou délaminiée correspond à l'abdomen (**Figure 4M**). Au niveau de la région antérieure du céphalothorax, en arrière du rostre sont visibles les territoires présomptifs des yeux (**Figures 0 à X**). Dans la partie supérieure on note la formation de territoires nucléaires rattachés aux deux régions optiques (**Figures 4Q à S**). De ces derniers se séparent les territoires présomptifs des appendices sensoriels à savoir les antennes (**Figure 4V**). Toujours dans la région supérieure de la face, se sont isolés les territoires présomptifs des ganglions cérébroïdes ou du protocérébron (**Figures 4W et X**).

Les territoires différenciés au niveau de la partie inférieure du céphalothorax sont à l'origine des appendices masticateurs ou pièces buccales que sont les maxillipèdes, les maxillules et les mandibules (**Figures 4N, O, P, R, T, V, W et X**). Un phénomène de cavitation au sein des amas nucléaires est à l'origine des différentes cavités autour des pièces buccales (**Figures 4 N à X**). La coalescence des vacuoles plus accentuée à l'organogenèse aboutit à la formation d'une cavité qui deviendra la cavité générale du crabe (**Figures 4 N, O, P, T, U**). Au plan structural, l'embryon est constitué de foyers ou territoires nucléaires. Tout le vitellus est résorbé. Au terme de ce processus, les embryons sont libérés dans le milieu aquatique afin de subir le développement larvaire proprement dit qui après métamorphose donnera un crabe juvénile qui sort du milieu lagunaire pour mener une vie terrestre.

En se référant à l'observation macroscopique, les embryons ayant permis ces observations sont issus des grappes grises ou noires. Il apparaît que les différentes couleurs correspondent à la fécondation et aux différentes étapes du développement embryonnaire à savoir, la segmentation, la gastrulation et l'organogenèse. Trois mouvements gastruléens à savoir l'épibolie, l'embolie et la délamination surviennent au cours de ce processus. Seul le céphalothorax de l'embryon se développe et se différencie pour donner les parties essentielles du crabe.

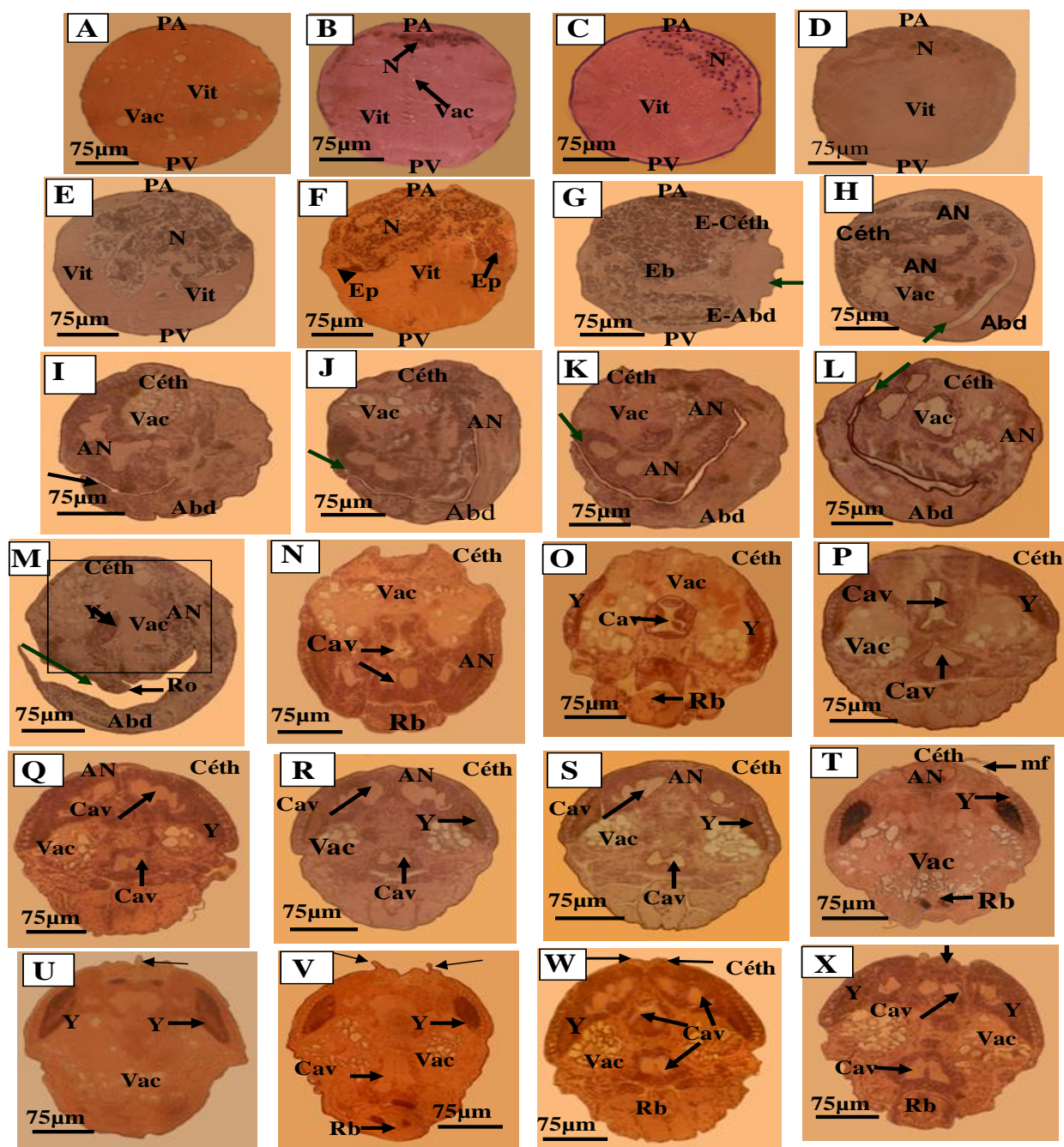


Figure 4 : Histologie de l'embryogenèse de *Cardisoma armatum*

Fécondation

A : Coupe sagittale dans l'œuf télolécithe fécondé présentant le noyau au pôle animal et contenant du vitellus vacuolaire. Pôle animal : PA ; Pôle végétatif : PV. Vit : vitellus ; Vacuoles : Vac.

Segmentation de l'œuf de *Cardisoma armatum*: Coupes sagittales dans différents embryons oranges. Embryons au début de la caryocinèse.

B : Les noyaux fils sont disposés de façon linéaire au pôle animal PA. **C** : Les noyaux fils sont confinés au pôle animal PA. **D** : Début de formation du blastodisque. Le germe est considéré comme une blastula pleine. Pôle animal : PA ; pôle végétatif : PV ; Vitellus : Vit. N : Noyaux ; Vacuoles : Vac.

Gastrulation dans l'embryon de *Cardisoma armatum* : Coupes sagittales dans différents embryons jaunes.

E : Prolifération nucléaire et formation des foyers nucléaires au pôle animal. **F :** Le blastodisque au pôle animal s'étale par mouvement épibolie vers le pôle végétatif.

G : Le blastodisque s'enfonce dans la région centrale au sein du vitellus par un mouvement d'embolie. Matérialisation de l'ébauche du céphalothorax et de l'abdomen. Le vitellus est quasiment résorbé. **H :** L'ébauche du céphalothorax et de l'abdomen se dessine autour d'une ligne de délamination virtuelle (flèche). **I :** Mouvement de délamination (flèche) au pôle végétatif et apparition du céphalothorax et l'abdomen. **J :** Morphogénèse de l'embryon avec la formation du céphalothorax et de l'abdomen séparés par la ligne de délamination (flèche). La vacuolisation se concentre au niveau du céphalothorax. **K :** Délimitation du céphalothorax et de l'abdomen par la ligne de délamination (flèche). **L :** Fin de la gastrulation. Le céphalothorax et l'abdomen sont séparés par un espace.

Pôle animal : PA ; pôle végétatif : PV ; Vitellus : Vit ; N : Noyaux ; Mouvement d'épibolie : Ep ; Eb : embolie ; Vacuoles : Vac ; E-Céth) : ébauche du céphalothorax ; Céphalothorax : Céth ; E-Abd : ébauche de l'abdomen ; Abdomen : Abd ; Amas nucléaire : AN.

Organogenèse dans l'embryon de *Cardisoma armatum* : Coupes sagittales dans différents germes noirs.

M : Coupe sagittale dans l'embryon à l'organogenèse. Il est composé du céphalothorax et de l'abdomen séparés par l'espace de délamination (flèche). Le céphalothorax porte l'ébauche de la région optique et du rostre (Ro -flèche).

Céphalothorax : Céth ; Abdomen Abd ; Amas nucléaires : AN ; Yeux : Y ; Région buccale : Rb ; Cavités : Cav ; Vacuoles : Vac ; Rostre : Ro.

N à X : Coupes transversale dans le céphalothorax des différents embryons.

N et O : Différenciation des ébauches des régions optiques et buccales séparées par une plage de vacuoles. Apparition d'un phénomène de cavitation dans certains amas nucléaires. **P :** Des territoires nucléaires se sont différenciés entre les deux territoires optiques. Une cavité s'est formée séparant en deux la plage de vacuoles. **Q :** Morcèlement des foyers nucléaires dans la partie supérieure de l'embryon par la formation de cavités. **R et S :** séparation des yeux des autres foyers nucléaires. **T :** Formation des yeux. Coalescence des vacuoles aboutissant à la formation la cavité générale. **U et V :** Ebauche des territoires présomptifs des appendices sensoriels (flèches) sur la partie supérieure, au dessus des territoires présomptifs des yeux. **W et X :** Isolement des territoires présomptifs des ganglions cérébroïdes ou du protocérébron (flèches) sur la partie supérieure. Au niveau de la partie inférieure, extension des foyers nucléaires de la région buccale.

(An-Y : région optique ; Yeux : Y ; Région buccale : Rb ; Cavités : Cav ; Vacuoles : Vac.

4. Discussion

Selon les informations locales et recueillies sur les médias, *Cardisoma armatum* est une espèce de crabe qui se rencontre en Afrique et qui se localisent le long de la côte atlantique africaine. Se basant sur la littérature *Cardisoma guanhumi* une autre espèce vit le long de la côte atlantique subtropicale de l'Amérique. Chacune des deux espèces occupe un versant de l'océan atlantique. En tenant compte de leur

répartition géographique les espèces *Cardisoma guanhumi* et *armatum* sont des espèces proches qui partagent pratiquement les écosystèmes marins. La plupart des crabes sont marcheurs mais les espèces nageuses ne sont pas rares [1]. En Côte d'Ivoire il n'est pas rare de voir durant les saisons propices *Cardisoma armatum* au crépuscule sur les plages ou sur les berges des cours d'eaux des villes côtières.

Des observations similaires ont été faites chez *Cardisoma guanhumi* [6]. Les deux espèces font donc partie des espèces marcheuses. Chez *Cardisoma armatum* la couleur des individus est variable suivant l'âge. Le phénomène est similaire chez *Cardisoma guanhumi*. La largeur maximale des spécimens capturés de *Cardisoma armatum* est de 8,5 cm chez la femelle et de 10,5 cm chez le mâle. Les valeurs sont approximatives à celles observées chez *Cardisoma guanhumi* car suivant les données [6] les individus de grande taille de cette espèce peuvent atteindre 11cm ou 12 cm de largeur et peser plus de 500g. Chez les Crustacés de l'ordre des décapodes, le céphalothorax ou carapace très développé affecte diverses formes suivant les groupes : quadrangulaire, triangulaire pentagonale ou circulaire [1]. Celui de *Cardisoma armatum* est quadrangulaire et lisse. *Callinectes amnicola* un autre décapode exploitée en Côte d'Ivoire a quand à lui une carapace pentagonale portant des épines [2,5,12-15]. Cette forme de carapace est propre au genre *Callinectes* et se retrouve chez *Callinectes sapidus* [16-17] et chez *Callinectes pallidus* [2]. Ils possèdent tous des yeux pédonculés logés dans les orbites.

Cardisoma armatum est dit hétérochélipède tout comme *Callinectes amnicola* car possédant deux pinces dissymétriques. Chez *Cardisoma armatum* la position des pinces est variable selon les individus. Ce qui est contraire à la disposition des pinces observée chez les crabes *Callinectes*. Chez ceux-ci la disposition est conventionnelle. La plus grande est la droite et la plus petite est toujours située à gauche. Il est rare de trouver des spécimens présentant une disposition contraire des pinces [5]. *Cardisoma armatum* présente des pattes locomotrices poilues, ce qui n'est pas le cas chez toutes les espèces de crabes. Chez *Cardisoma armatum* existe un dimorphisme de la forme de l'abdomen lié au sexe mais quelque soit le sexe, la forme de l'abdomen reste inchangée durant la croissance de l'animal. Ce dimorphisme existe chez d'autres Crustacés tels que *Callinectes amnicola*. Le mâle a un abdomen en forme de « T » renversé qui reste inchangée durant la croissance du crabe [2, 5, 12-14, 17]. Par contre, la femelle de *Callinectes amnicola* présente un polymorphisme de son abdomen. Les femelles juvéniles ont un abdomen triangulaire tandis que celui des adultes est large et semi circulaire [2,5,13,15-16,18-19]. Chez les crustacés femelles la forme de l'abdomen est une adaptation au port d'un grand nombre d'œufs. La morphologie de l'abdomen de la femelle de *Cardisoma armatum* s'adapte parfaitement à cette fonction. En revanche chez les femelles de *Callinectes amnicola* l'abdomen subit une métamorphose en s'élargissant [19] et [2] afin d'assumer la fonction dévolue au port des embryons.

Chez le mâle adulte les testicules et les canaux déférents ou gonoductes ont été appréciés in Toto et après extraction. Chez la femelle la localisation spatiale des spermathèques et de l'ovaire ont également été appréciées in Toto. Le système reproducteur chez les individus des deux sexes chez *Cardisoma armatum* comprend des organes internes et externes. L'organisation du système reproducteur est similaire chez *Callinectes amnicola* [2,13-15] et chez *Carcinus meanas* [20]. La différence entre les organes se situe au niveau de la taille et de la morphologie. Compte tenu du mode de vie et de l'alimentation de *Cardisoma armatum*, tous les organes internes aussi bien chez le mâle que chez la femelle sont brunâtres ou marron masquant ainsi les couleurs originales réelles mises en évidence chez *Callinectes amnicola* [2,13-15]. L'étude microscopique de ces organes sera effectuée chez *Cardisoma armatum* afin de comparer les résultats à ceux obtenus chez *Callinectes amnicola* [13,21-23]. Que ce soit chez *Callinectes amnicola* [24] ou chez *Cardisoma armatum*, les femelles portent fixés sur leur abdomen des pléopodes biramés garnis de soies qui chez les ovigères interviennent dans le port des embryons. Chez *Cardisoma armatum* trois catégories de femelles ovigères ont été observées. Ces trois types ont été identifiés chez *Callinectes*

amnicola [24] et [15]. Les données relatives à la variation de couleur des grappes ovariennes semblent une caractéristique des Crustacés puisqu'elles ont été signalées chez les crevettes du genre *Macrobrachium* par [25]. D'après [6] une femelle de *Cardisoma guanhumi* peut produire 300 à 700.000 œufs. Le phénomène peut être similaire chez *Cardisoma armatum*.

4-1. La fécondation

Compte tenu de l'organisation de son système reproducteur similaire à celui de *Callinectes amnicola* [21]; [22] *Cardisoma armatum* doit avoir une fécondation interne. Ceci est étayé par les données de [6] qui indiquent que *Cardisoma guanhumi* espèce du même genre a une fécondation interne. Ce sont par conséquent des œufs fécondés qui sont émis. Ces données corroborent les observations de [26] qui ont souligné que les Crustacés n'émettent que des œufs fécondés. Selon [27], les œufs des Crustacés sont centrolécithes ou télolécithes. Celui de *Cardisoma armatum* similaire à celui de *Callinectes* [21-22,24], est télolécithe. [26-27] ont souligné des variations dans le port des œufs fécondés. Ils sont agglutinés et accrochés à un support; regroupés dans une poche incubatrice; agrippés ou attachés aux soies des pléopodes au niveau de l'abdomen. C'est cette dernière variante qui est observée chez *Cardisoma armatum* et *Callinectes amnicola*, [21-22,24].

4-2. La segmentation

La segmentation chez *Cardisoma armatum* suit le même schéma observé chez *Callinectes amnicola* [24]. La segmentation présente des caractéristiques proches aussi bien de la segmentation méroblastique discoïdale des Oiseaux et des Poissons [28-29], que de la segmentation méroblastique superficielle des Insectes décrites par [26,28,30-32]. En effet, le fait que cette segmentation débute par une caryocinèse, la rapproche de la segmentation méroblastique superficielle. Selon la position de la masse nucléaire polaire, elle est une segmentation partielle discoïdale. Chez les deux espèces, le phénomène de la caryocinèse n'est pas immédiatement suivi d'une cytotérière comme c'est le cas chez les Insectes [26,28,30-32]. Chez *Cardisoma armatum* et comme il a été décrit chez *Callinectes amnicola* [24] a un stade plus avancé du développement embryonnaire l'œuf prend l'aspect d'un germe holoblastique décrit par [33-34]. Par contre, le germe contient uniquement des noyaux et non des cellules. La blastula obtenue chez *Cardisoma armatum* est pleine comme il est de règle chez les Crustacés [26]. Cette segmentation irrégulière aboutissant à un ensemble de foyers nucléaires s'apparente à celui des Trématodes décrite par [35].

4-3. La gastrulation

Les mouvements gastruléens chez *Cardisoma armatum* sont : la prolifération nucléaire polaire, l'épibolie l'embolie et la délamination. Ce sont les mêmes mouvements qui ont été mis en évidence chez *Callinectes amnicola* [24]. Ces derniers sont essentiellement des mouvements nucléaires. Comme l'ont démontré [24] au cours de l'étude ultrastructurale de l'embryogenèse, les noyaux évoluent dans un flux liquidien qui les transporte. La formation de feuilletts n'a été établie ni chez *Cardisoma armatum* ni chez *Callinectes amnicola* [24]. La gastrula âgée ne comporte pas les 3 feuilletts classiques mentionnés par [27] à savoir l'ectoblaste, le mésoblaste et l'endoblaste. Les formations telles que l'archantéron et le blastopore n'ont été identifiées ni chez *Cardisoma armatum* ni chez *Callinectes amnicola* [24]. Chez ces deux espèces, un phénomène de vacuolisation amorcé à la segmentation persiste jusqu'à l'organogenèse. La coalescence de ces vacuoles est à l'origine de la formation de la cavité générale. Cette cavité a une origine vacuolaire et non archantérique. A la fin de la gastrulation, un mouvement de délamination fait apparaître la morphogenèse d'une larve zoé. Ces observations corroborent celles de [28] qui a mentionné la réalisation de la morphogenèse à l'étape de la gastrulation dès l'apparition des ébauches de territoires présomptifs. De plus, selon le même auteur,

l'embryon obtenu présente des similitudes soit avec l'individu adulte soit avec la larve si, le développement de ce dernier passe par une phase larvaire. Cette gastrulation observée chez *Cardisoma armatum* et qui suit le même schéma chez *Callinectes amnicola* [24], présente des similitudes avec celle des Trématodes. [35].

4-4. L'organogenèse

Chez *Cardisoma armatum* à l'organogenèse ce sont des territoires nucléaires et non des territoires cellulaires qui sont à l'origine des organes. Le phénomène est analogue chez *Callinectes amnicola* [24]. *Cardisoma armatum* ne présente pas de phénomène de neurulation tout comme *Callinectes amnicola* [24]. Ces derniers auteurs ont argué qu'en se référant aux travaux de [20], le système nerveux de *Callinectes amnicola* [24] est similaire à celui du crabe vert nécrophage *Carcinus maenas*. Celui de *Cardisoma armatum* doit présenter également des similitudes. Selon [20], *Carcinus maenas* a un système nerveux constitué des ganglions cérébroïdes, du ganglion thoracique et d'un ensemble de ganglions viscéraux. Chez *Cardisoma armatum* tout comme [24] l'ont supposé chez *Callinectes amnicola* les territoires nucléaires rattachés aux yeux seraient à l'origine de ces ganglions.

En revanche, [36] a néanmoins mentionné chez *Callinectes sapidus* l'existence d'un cerveau ou protocérébron assimilable au cerveau rudimentaire. Des foyers nucléaires identifiés sur la partie supérieure de la face du germe entre les deux régions optiques constitueraient ce protocérébron. La formation des territoires à l'origine des appendices sensoriels et masticateurs a été indiquée chez *Cardisoma armatum* et chez *Callinectes amnicola* [24]. Au terme de l'embryogenèse chez *Cardisoma armatum* et suite à la rupture de la membrane de fécondation émerge une larve qui mènera une vie aquatique autonome. Ce phénomène a été observé par [37] chez *Callinectes similis*.

En résumé chez *Cardisoma armatum* tout comme l'ont mentionné [24] chez *Callinectes amnicola*, de la segmentation à l'organogenèse ne sont impliqués que des territoires nucléaires. Il ressort que ces deux espèces ont pratiquement le même type de développement embryonnaire. Le processus peut au vu des présents résultats être extrapolé aux crabes en général.

5. Conclusion

Les présents travaux sont des résultats préliminaires relatifs au crabe *Cardisoma armatum* qui vit en Côte d'Ivoire le long du littoral. Chez ce crabe existe un dimorphisme lié à la taille et à la forme de l'abdomen. La couleur des individus est variable suivant l'âge. Durant le processus de maturité se différencient les organes reproducteurs. Le système reproducteur comporte une partie externe et interne. Les présents travaux ont permis l'établissement de l'embryogenèse. Durant la phase embryonnaire, les différentes nuances de teinte des embryons, correspondent aux étapes classiques de l'embryogenèse. L'œuf fécondé est de type télolécithe. La segmentation, méroblastique superficielle discoïdale est de type syncytial avec une Caryocinèse précoce et une Cytodiérèse tardive. A la gastrulation suite aux mouvements d'épibolie, d'embolie et de délamination s'établit la morphogenèse d'une larve. Le germe présente un céphalothorax qui se développe au détriment de l'abdomen. L'abdomen régresse et donne le pléon chez l'adulte. A l'organogenèse on note la mise en place au niveau du céphalothorax des territoires présomptifs des yeux, du protocérébron, des appendices sensoriels et masticateurs. La gastrulation et l'organogenèse indiquent une embryogenèse chaotique syncytiale. Il ressort que le processus de l'embryogenèse de *Cardisoma armatum* est similaire à celui de *Callinectes amnicola* [24]. Les deux processus sont quasiment les mêmes et peuvent au vu des présents résultats être extrapolé aux crabes.

Remerciements

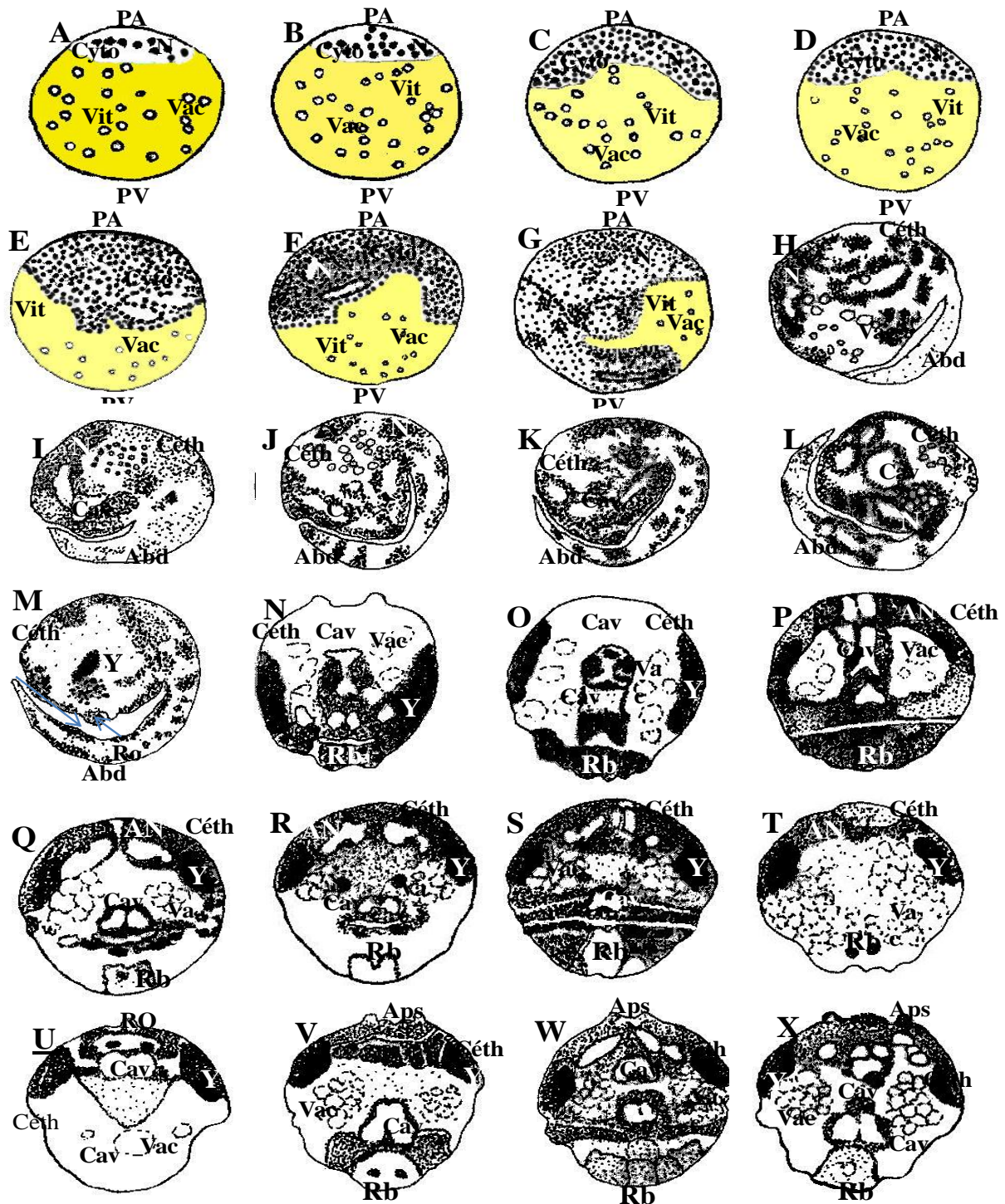
Les auteurs remercient le personnel de l'ex **Groupe d'Etude et de Recherche en Microscopie Electronique (GERME)** où ont été effectués ces travaux pour leur soutien et leur collaboration technique. Ce sont KOFFI Tanoh technicien, KOUAKOU N'Goran, GNANGO Ahou Célestine , GBA Félix, ABLOH Salomon.

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] - E. CHARLES DOMINIQUE et S. HEM, Biologie et pêche des crabes du genre *Callinectes* (Stimpson), 1860 (Decapoda Portunidae) en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) résultats préliminaires. Doc. *Sci. Centre. Rech. Oceanogr.*, Abidjan, **XII**, n° 1 (1981) 95-121.
- [3] - 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) p 13.
- [4] - 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.
- [5] - Y. SANKARE, Biologie, écologie et exploitation du crabe nageur *Callinectes amnicola*, de Rochebrune, 1883 (Decapoda Portunidae) du complexe lagunaire Aby-Tendo-Ehy (Côte d'Ivoire).Thèse de Doctorat d'Université. Côte d'Ivoire (2007).
- [6] - - (http://en.Wikipédia.org/wiki/Cardisoma_guanhum). (2012).
- [7] - R. MARTOJA et M. MARTOJA-PIERSON, Initiation aux techniques de l'histologie Animale. Masson et Cie, (1967) 8-125.
- [8] - G. L. HUMASON, Animal tissue techniques. W. H. Freeman and Company. San Francisco. 2^{ème} édition, (1967) 4-226.
- [9] - M. GABE, Techniques histologiques. Masson et Cie, Editeurs. (1968) 28-262.
- [10] - C. NEZELOF, P. GALLE et HINGLAIS, Les examens de laboratoires. Techniques microscopiques. Flammarion Médecine-Sciences, (1972) 55-183.
- [11] - M. LOCQUIN et M. LANGERON, Manuel de microscopie. Masson, (1978) 2-224.
- [12] - A. KWEI E, 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.
- [13] - M. A. d'ALMEIDA, Cycle de reproduction du crabe *Callinectes amnicola* (de Rochebrune, 1883 ; Decapoda Portunidae) des eaux lagunaires de Côte d'Ivoire. Doctorat d'Etat. Université de d'Abidjan-Cocody (Côte d'Ivoire), (1999) 169 p.
- [14] - M. A. d'ALMEIDA., H. K. KOUA. et 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.
- [15] - 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.
- [16] - L. E. CRONIN, Anatomy and histology of the male reproductive system of *Callinectes sapidus*

- (Rathbun). *J. morphol.* **81**., (1947) 209-239.
- [17] - A. B. WILLIAMS, The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda Portunidae). *Fishery Bull.*, Vol. **72**, no 3 (1974) 685-798.
- [18] - R. M. DARNELL, Studies of the life history of the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) in Louisiana waters. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **88** (4) (1959) 294-304.
- [19] - 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** (1968) 17-33.
- [20] - A. TIXIER et J. M. GAILLARD, Anatomie Animale et dissection. Vigot Frères, Editeurs. 3^{ème} édition, (1969) 179-190.
- [21] - M. A. d'ALMEIDA, Y. SANKARE. et 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)., (2006) 9-18.
- [22] - M. A. d'ALMEIDA, Y. SANKARE et 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)., (2006) 139-147.
- [23] - M. A. d'ALMEIDA, A. FANTODJI, K. H. KOUA, Y. SANKARE, A. S. N'DIAYE. et 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.
- [24] - M. A. d'ALMEIDA, K. H. KOUA, A. FANTODJI, Y. SANKARE, A. EHOUMAN et 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.
- [25] - G. GOORE BI, Contribution à l'étude des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire : Systématique, Biologie et Analyse socio-économique de la pêche de *Macrobrachium vollehovenii* (Herklots, 1857) et *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots 1851) (Crustacea : Decapoda Palaemonidae) du bassin de la Bia. Thèse de 3^{ième} cycle d'hydrobiologie; Université de Cocody (Côte d'Ivoire), (1998) 144 p.
- [26] - A. BEAUMONT et P. CASSIER, Biologie animale des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens tome 2. Nouveau tirage. 1^{ère} édition, ed. Dunod, (1983) 579-925.
- [27] - T. H. WATERMAN and F. A. JR. CHACE, In the physiology of crustacean. Volum I : Metabolism and growth. TALBOT WATERMAN. Academic Press New-York and London, (1960) 1-33.
- [28] - B. BALINSKY, An introduction to embryology. WB Saunders Company Philadelphia, London, Toronto, 4^{ième} édition, (1975) 3-189.
- [29] - R. FRANQUINET et J. FOUCRIER, Embryologie descriptive. Dunod, 2^{ème} édition, (2003) 71-82.
- [30] - R. F. CHAPMAN, The Insects structure and function. The English Universities Press LTD ST Paul's House Warwick Lane London EC4., (1969) 270-368.
- [31] - J. RACCAUD-SCHOELLER, Les Insectes. Physiologie Développement, Masson, Paris, (1980) 195-265.
- [32] - D. J. BORROR, D. M. DELONG and C. A. TRIPLEHORN. An introduction to the study of insects. Saunders colleges Publishing (1981) 72-153.
- [33] - J. SAVEL, Biologie Animale. 2-Embryologie Sedes, Paris, édition, (1971) 9-111.
- [34] - C. HOUILLON, Embryologie. Hermann Collection Méthodes, Paris 6^{ième} édition. 1^{er} tirage, (1979) 13- 177.
- [35] - L. GALLIEN, L'œuf et les stades initiaux de l'ontogenèse. *Le biologiste*, 152-227.
- [36] - P. T. JOHNSON 1980, Histology of the blue crab, *Callinectes sapidus*. A model for the decapoda. Praeger, New York (1979) 440 p.
- [37] - C. G. BOOKHOUT and J. D. JR. COSTLOW, Larval development of *Callinectes similis* reared in the laboratory. *Bulletin of marine Science.*, **27** (4) (1977) 702-728.

ANNEXE



Représentation schématique du développement embryonnaire de *Cardisoma armatum*.
Segmentation : A à F. Gastrulation : G à M. Organogenèse : M à X.