

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للعلوم والبحر وتهيئة الساحل
École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Sciences de la mer

Option : Aquaculture

Thème :

Etude des performances zootechniques des écrevisses en élevage intensif

Réalisé par :

- FODIL Rafik
- ZEROUALI Said

Soutenu le : 02/07/2025 devant le jury :

| | | | |
|----|---------------------|-------------------------|---------------|
| M | REFES Wahid | Professeur | Président |
| M | LOURGUIOUI Hichem | Maitre de conférences B | Examineur |
| MM | CHABET DIS Chalabia | Maitre de recherche B | Promotrice |
| MM | MESLEM Nabila | Maitre de conférences B | Co-promotrice |

2024/2025

Remerciements

Nous remercions également **Monsieur REFFES Wahid** d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance, ainsi que **Monsieur LOURIGUOI Hichem** pour avoir bien voulu examiner notre travail avec attention et objectivité.

Nos remerciements vont tout particulièrement à **Madame CHABET DIS Chalabia**, pour son accompagnement constant, ses remarques pertinentes, la relecture attentive du manuscrit, et pour l'attention qu'elle a portée à chaque étape de ce mémoire. Sa patience, ses conseils et son regard critique ont été d'une aide précieuse pour structurer et améliorer la qualité du travail réalisé.

Nous exprimons également toute notre reconnaissance à notre co-encadrante, **Madame MESLEM Nabila**, pour son suivi rigoureux, sa disponibilité, et l'encouragement qu'elle nous a témoigné tout au long de ce parcours.

Nous adressons nos remerciements à **Monsieur BOUFLIH Nabil**, Directeur de recherche et Directeur du CNRDPA, ainsi qu'à **Monsieur BOUDJENAH Mustapha**, Maître de recherche classe A et Directeur de la division Aquaculture, pour nous avoir permis d'effectuer notre stage au sein de leur établissement.

Enfin, nous remercions chaleureusement toute l'équipe de la division aquaculture du **CNRDPA**, et tout le personnel qui, malgré leurs nombreuses responsabilités, ont su faire preuve de disponibilité, de gentillesse et d'aide tout au long de notre stage.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma chère mère AMEL

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se
Doit.*

*Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a
Toujours été ma source de forces pour affronter les différents obstacles.*

A mon cher père AZZEDDINE

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail
Traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes chères sœurs FAIKA et MANEL, source d'amour, joie et de
Bonheur.*

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation.

A tous mes amis, THINHINANE, MEHDI, AKRAM, AMINE, YASSER, DJAMEL EDDINE.

*A mon binôme RAFIK pour t on sérieux et ton esprit d'équipe tout au long de ce travail
partagé.*

A vous cher lecteur.

ZEROUALI SAID

Dédicace

Ce mémoire est dédié à :

A ma chère mère HOURIA,

*Il est impossible de trouver les mots justes pour exprimer toute la gratitude et l'amour que Je ressens à ton égard. Chaque succès que j'obtiens grâce à ce travail est le fruit de tes Encouragements constants et de ta présence réconfortante qui ont été une source d'inspiration Inestimable. Je te suis infiniment reconnaissant pour tout ce que tu as fait et que tu continues De faire pour moi. Que cette dédicace soit un humble témoignage de ton rôle essentiel dans
Ma vie.*

À la mémoire de mon cher père, ABDELATTIF,

Ton absence est une douleur silencieuse, mais ton souvenir m'accompagne chaque jour. Tes valeurs, ton courage et tes conseils continuent de me guider, même au-delà de ta présence. Ce travail t'est dédié avec respect, amour et profonde reconnaissance. Tu restes à jamais vivant dans mon cœur.

A mes deux sœurs "ASMA" et "RADIA", mon grand frère" AMINE",

Mes piliers essentiels dans la vie. Votre amour, votre présence rassurante et vos paroles réconfortantes m'ont toujours accompagné dans les moments difficiles comme dans les réussites. Merci pour votre soutien inconditionnel, votre bienveillance, et pour avoir cru en moi à chaque étape de ce parcours.

A mon cousin WASSIM, pour ta présence fraternelle et ton soutien constant tout au long de ce parcours. Et tous mes amis qui ont fait tous mon bonheur.

Mon binôme "SAID", pour tous l'effort et l'indulgence que tu as fournis durant toutes la période de notre travail.

Ainsi qu'à tous les membres de ma famille.

FODIL RAFIK

Liste des abréviations

CNRDPA : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

cm : centimètre

d : jour

g : gramme

Hz : Hertz

L : litre

Ln : logarithme népérien

Ma : mandibule

Mp : maxillipède

Mx : maxille

N : nombre d'individus d'un sexe donné

NPf : nombre de poissons à la fin de l'expérience

NPi : nombre de poissons au début de l'expérience

Ntotale : nombre total d'individus

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

Pmf : poids moyen final

Pmi : poids moyen initial

PSU : Practical Salinity Unit

RJ : ration journalière

SR : sex-ratio

T : température

TCS : taux de croissance spécifique

TS : taux de survie

V : volt

Wt : poids total

GPR : gain de poids relatif

µs/cm : microsiemens par centimètre

Lt : longueur totale

Liste des figures

Figure 1. Ecrevisse rouge de Louisiane *Procambarus clarkii*, observé en milieu naturel (Lukhaup, 2005).....6

Figure 2. Morphologie externe d'une écrevisse. Mp: maxillipède; Ma:mandibule; Mx: maxille (Arrignon, 19916

Figure 3. Critères de détermination de *Procambarus clarkii* (Roqueplo, 1992).....7

Figure 4. Différence d'aspect entre une écrevisse mâle et une écrevisse femelle. A: gonopodes ; B: gonopore (Shi-wei Zhao/ NIGP: <http://www.mutagenes.net/yixian-formation/yanbin-shen.html>).9

Figure 5. Cycle de la mue des écrevisse (Arrignon, 1992). 11

Figure 6. Distrubition géographique de *P.clarkii* (<https://inpn.mnhn.fr>) 12

Figure 7. Post-larves de *Procambarus clarkii* 17

Figure 8. Aquarium utilisé pour l'élevage..... 18

Figure 9. Pompe à air d'aquarium (RS-1000). 18

Figure 10. Thermostat (RS-200W ; 220-240v 50-60Hz). 18

Figure 11. Préparation des abris. 19

Figure 12. Epuisette..... 19

Figure 13. Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage. 20

Figure 14. Aliments utilisés pour l'élevage de l'écrevisse. 20

Figure 16. Pesée. 21

Figure 15. Mensuration. 21

Figure 17. Identification des individus selon le sexe. 23

Figure 18. Variation de la température(T) durant la période d'élevage. d=Jour. 25

Figure 19. Variation du pH durant la période d'élevage. d=Jour. 26

Figure 20. Variation de la conductivité durant la période d'élevage. d=Jour. 26

Figure 21. Variation de la turbidité durant la période d'élevage. d=Jour. 27

Figure 22. Variation de la salinité durant la période d'élevage. d=Jour. 28

Figure 23. Croissance linéaire en termes de longueur totale en fonction du temps d'élevage. d : Jour 28

Figure 24. Croissance linéaire en terme du poids total en fonction du temps d'élevage. d : Jour 29

Figure 25. Relation taille-poids chez *Procambarus clarkii* 29

Figure 26. Taux des femelles et des mâles. 30

Sommaire

| | |
|--|---|
| <i>Liste des abréviations</i> | <i>iv</i> |
| <i>Liste des figures</i> | <i>v</i> |
| <i>Liste des tableaux</i> | <i>Erreur ! Signet non défini.</i> |
| <i>INTRODUCTION</i> | <i>1</i> |
| <i>CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS</i> | <i>3</i> |
| 1.1 Position systématique de <i>Procambarus clarkii</i> | <i>4</i> |
| 1.2 Morphologie | <i>4</i> |
| 1.3 Détermination du sexe chez <i>Procambarus clarkii</i> | <i>8</i> |
| 1.4 Croissance et mue..... | <i>9</i> |
| 1.5 Ecologie..... | <i>11</i> |
| 1.5.1 Distribution géographique..... | <i>11</i> |
| 1.5.2 Exigences écologiques | <i>12</i> |
| 1.6 Production mondiale | <i>13</i> |
| 1.7 Intérêt écologique | <i>14</i> |
| 1.8 Intérêt aquacole | <i>15</i> |
| <i>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES</i> | <i>16</i> |
| 2.1 Matériel animal | <i>17</i> |
| 2.2 Structure d'élevage..... | <i>17</i> |
| 2.3 Suivi de la qualité de l'eau d'élevage..... | <i>19</i> |
| 2.4 Alimentation..... | <i>20</i> |
| 2.5 Pesée et mensuration | <i>21</i> |
| 2.6 Performances zootechniques | <i>22</i> |
| <i>CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS</i> | <i>24</i> |
| 3.1 Qualité de l'eau d'élevage..... | <i>25</i> |
| 3.1.1 Température..... | <i>25</i> |
| 3.1.2 pH..... | <i>25</i> |
| 3.1.3 Conductivité | <i>26</i> |

| | | |
|--|----------------------------------|----|
| 3.1.4 | Turbidité..... | 27 |
| 3.1.5 | Salinité..... | 27 |
| 3.2 | Performances de croissance | 28 |
| <i>CONCLUSION</i> | | 32 |
| <i>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i> | | 34 |
| <i>ANNEXES</i> | | 40 |
| | Annexe 1 | i |

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'aquaculture occupe aujourd'hui une place importante dans les stratégies de sécurité alimentaire à l'échelle mondiale. Cette importance accrue s'explique notamment par la stagnation, voire le déclin, des ressources halieutiques issues de la pêche (FAO, 2022 ; Béné et al., 2015). Dans ce contexte, le recours à des systèmes d'élevage intensif, à la fois performants et maîtrisés, apparaît comme une alternative incontournable pour satisfaire une demande mondiale en constante progression (Tidwell et Allan, 2001). Parallèlement à cette intensification de la production aquacole, on observe une diversification progressive des espèces exploitées. Parmi les nouvelles espèces introduites dans les systèmes d'élevage, les crustacés d'eau douce, longtemps relégués au second plan, suscitent aujourd'hui un intérêt croissant (Holdich, 2002).

L'écrevisse *Procambarus clarkii* se distingue particulièrement par ses atouts biologiques, sa rusticité et son fort potentiel économique (Gherardi, 2006 ; Huner, 2002). Cependant, la réussite de l'élevage de *Procambarus clarkii* dans un cadre intensif repose sur une connaissance précise de ses performances zootechniques (Gherardi, 2006 ; Huner, 2002). Des paramètres tels que la croissance, la survie, ou encore le comportement en captivité constituent des indicateurs essentiels pour évaluer la rentabilité et la viabilité technico-économique des élevages (Ramalho et al., 2008 ; Scalici et Gherardi, 2007).

La présente étude vise à évaluer les performances zootechniques de l'écrevisse *Procambarus clarkii* dans un système d'élevage intensif, en mettant l'accent sur les principaux paramètres de production. L'analyse des résultats permettra d'apporter des éléments de réflexion utiles à l'optimisation de l'élevage de cette espèce dans une perspective de développement durable de l'aquaculture.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1. CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1.1 Position systématique de *Procambarus clarkii*

Les écrevisses constituent un groupe de crustacés décapodes très diversifiés : plus de 640 espèces écrevisses différentes existent (Crandall et Buhay, 2008). Il existe deux super-familles d'écrevisses : Les Astacoidea (hémisphère nord) et les Parastacoidea (hémisphère sud). La première est formée de deux familles, les Cambaridae et les Astacidae alors que les Parastacoidea sont composés d'une seule famille, les Parastacidae (Crandall et Buhay, 2008). *Procambarus clarkii*, appartient à la famille des Cambaridae (Crandall, 2010). Elle est originaire du Nord de l'Amérique et de l'Asie de l'Est (Crandall, 2006).

La systématique de *Procambarus clarkii* (Girard;1852),(selon WORMS) est la suivante :

Règne: Animalia

Phylum: Arthropoda

Classe: Crustacea

Sous-Classe: Malacostraca

Ordre: Decapoda

Sous-Ordre: Pleocyemata

Infra-Ordre: Astacidea

Super-Famille: Astacoidea

Famille: Cambaridae

Genre: *Procambarus*

Espèce: *Procambarus clarkii* (Girard, 1852).

1.2 Morphologie

Comme toutes les écrevisses, *Procambarus clarkii* a une carapace (Figures 1 et 2) formée principalement de chitine et de carbonate de calcium (Brusca et Brusca, 2003). Son corps est segmenté, comme chez tous les arthropodes, et divisé en deux régions principales : la région antérieure appelée céphalothorax et la région postérieure appelée abdomen (Ruppert et al., 2004).

Le céphalothorax est une structure composite formée par la fusion de la tête et du thorax (Holdich, 2002). Antérieurement, il est équipé d'un éperon rigide appelé rostre dont l'extrémité

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ

est apicale (Holdich 2002). Il y a deux yeux pédonculés mobiles et bien développés situés latéralement au rostre (Gerhardi, 2007). La tête est équipée de plusieurs appendices qui comprennent les antennules et les antennes qui font partie du système sensoriel, ainsi que des appendices oraux comme les mandibules, les maxillaires et les maxillulae qui sont concernés par la saisie et la manipulation des aliments (Holdich, 2002 ; Ruppert et al., 2004).

La rainure ou suture cervicale est la limite séparant la tête et le thorax du céphalothorax. Ce dernier se compose de deux régions branchiales latérales et d'une zone cardiaque centrale (Holdich 2002).

La région thoracique possède également des appendices spécialisés : trois paires de maxillipèdes (ou pattes-mandibules) qui servent à manipuler les aliments (Brusca et Brusca, 2003) et cinq paires de péripodes (ou pattes locomotrices) (Gherardi, 2007). La première paire a été transformée en griffes robustes (Brusca et Brusca, 2003), les chélifères (les deux suivantes se terminent en griffes très petites, tandis que les deux dernières paires se terminent en griffes (Brusca et Brusca, 2003 ; Gherardi, 2007).

L'abdomen possède diverses parties et plopodes (appendices utilisés pour augmenter la surface de soutien et de propulsion) de chaque côté de chaque segment. (Ruppert et al., 2004). L'arc est terminé par une partie appelée telson qui possède l'anus et, avec les uropodes, aide à nager vers l'arrière (Ruppert et al., 2004 ; Holdich, 2002)



Figure 1. Ecrevisse rouge de Louisiane *Procambarus clarkii*, observé en milieu naturel (Lukhaup, 2005).

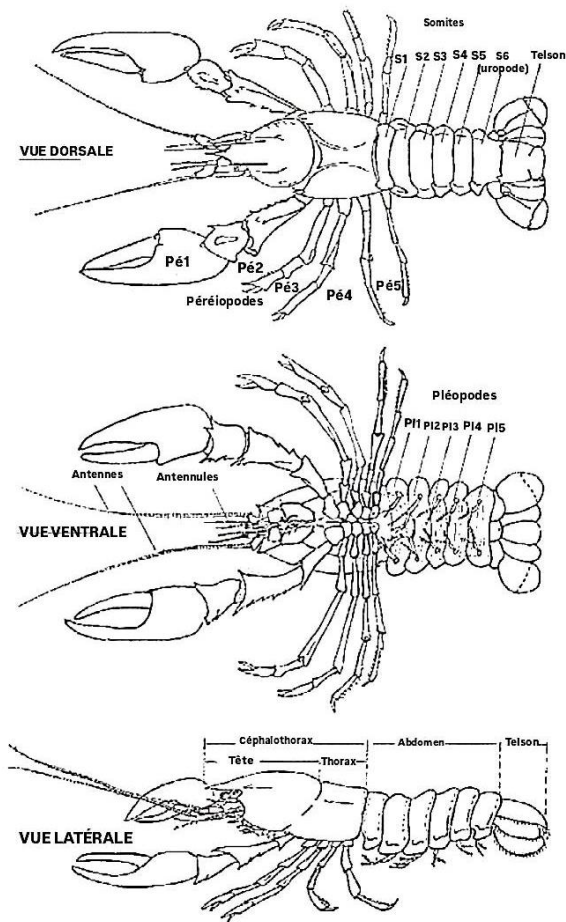


Figure 2. Morphologie externe d'une écrevisse. Mp: maxillipède; Ma:mandibule; Mx: maxille (Arrignon, 1991)

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ

Dans des conditions optimales de croissance, telles qu'une bonne qualité de l'habitat et une faible densité de population, *Procambarus clarkii* peut atteindre une taille de 14 cm pour un poids compris entre 76 et 84 g (Huner & Romaine, 1979 ; Dörr et al., 2006).

Procambarus clarkii possède des traits morphologiques distinctifs facilitant son identification (Figure 3). Le céphalothorax est muni de plusieurs épines bien marquées de part et d'autre du sillon cervical. La crête postorbitale est simple et porte une seule épine. Le rostre est caractérisé par des bords convergents se terminant en triangle, tandis que la crête médiane dorsale est peu prononcée et non denticulée. Les pinces montrent des protubérances alternées sur leur tranchant, accompagnées d'épines et d'un ergot bien développé. À l'âge adulte, *Procambarus clarkii* arbore une coloration rougeâtre (Holdich, 2002 ; Gherardi, 2007 ; Crandall, 2006). Par ailleurs, Dörr et al. (2006) ont mis en évidence une corrélation entre les stades de croissance (notamment la maturité sexuelle) de *Procambarus clarkii* et sa couleur : les individus immatures affichent une teinte variant du vert-grisâtre chez les plus jeunes à un marron-verdâtre à mesure qu'ils approchent de la maturité.

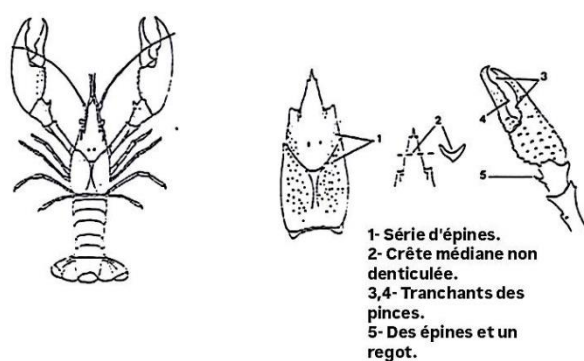


Figure 3. Critères de détermination de *Procambarus clarkii* (Roqueplo, 1992).

Critères de détermination de *Procambarus clarkii* selon (Roqueplo (1992) :

- Le céphalotorax de cette espèce, présente une série d'épines bien visibles en arrière du sillon cervical.
- La crête médiane dorsale est peu marquée et non denticulée.
- Les pinces possèdent des protubérances alternées sur leur tranchant ainsi que des épines et un ergot bien visible.

1.3 Détermination du sexe chez *Procambarus clarkii*

La différenciation sexuelle chez *Procambarus clarkii* est aisément observable grâce à plusieurs critères morphologiques distincts (Figure 4). Parmi ces caractères et selon Roqueplo (2002), on note :

- La morphologie des pinces, généralement plus développées chez le mâle que chez la femelle.
- La largeur de l'abdomen, plus importante chez la femelle, ce qui facilite le port des œufs.
- La structure des deux premières paires de pléopodes, élément clé de la distinction sexuelle.

L'observation de la face ventrale permet une identification fiable du sexe :

chez le mâle, les deux premières paires de pléopodes (appendices abdominaux) sont modifiées en stylets copulateurs, orientés vers l'avant, et jouent un rôle essentiel dans le transfert du sperme.

Chez la femelle, tous les pléopodes sont similaires, à l'exception du premier qui est souvent atrophié. Les orifices génitaux sont situés au niveau de la troisième paire de pattes locomotrices chez la femelle, contre la cinquième paire chez le mâle. (Roqueplo, 1992 ; Holdich, 2002 ; Huner et Barr, 1991).

Procambarus clarkii est une espèce gonochorique, c'est-à-dire que les individus sont de sexes séparés, et la fécondation est externe (Parnes et al., 2003).

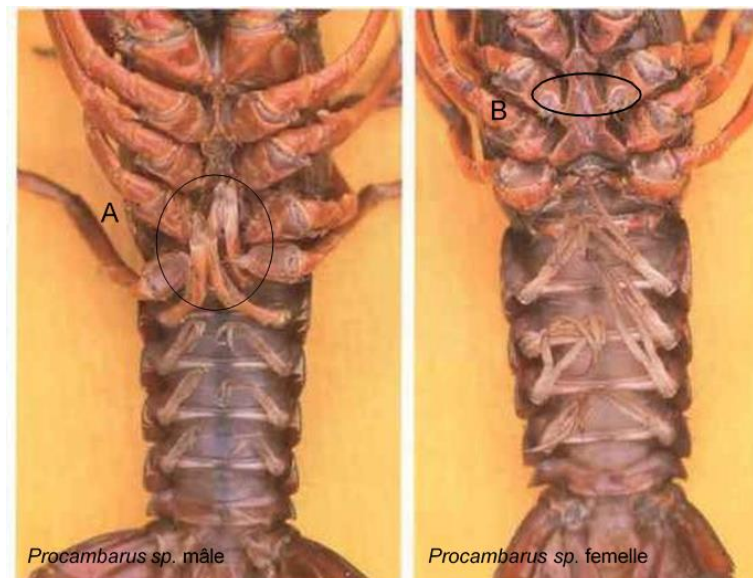


Figure 4. Différence d'aspect entre une écrevisse mâle et une écrevisse femelle. A: gonopodes ;
B: gonopore (Shi-wei Zhao/ NIGP: <http://www.mutagenes.net/yixian-formation/yanbin-shen.html>).

1.4 Croissance et mue

En moyenne, l'espèce *Procambarus clarkii* peut s'échelonner sur une durée de vie de trois ans (Dörr et al., 2006). Comme l'ont démontré Frutiger et al. (1999), cette espèce présente une longévité pouvant atteindre cinq ans. La détermination de l'âge des écrevisses peut être effectuée par le biais de la mesure de la longueur du corps (šmietana et Krzywosz, 2006). La croissance des crustacés est un processus périodique, marqué par des mues successives, qui permettent leur développement et leur maturation (Figure 5). Ces changements périodiques de l'exosquelette ont une influence significative sur la physiologie des crustacés, car ils sont précédés et suivis par une série de modifications tissulaires et comportementales (Adelung, 1971). Ces changements incluent la formation et la calcification de l'exosquelette à chaque cycle (Adelung, 1971). Il est important de noter que les jeunes écrevisses muent un grand nombre de fois, comme l'ont démontré plusieurs études (Arrignon, 1991).

On distingue principalement quatre étapes (Drach, 1939 ; Greenaway, 1985 ; Vogt, 2002 ; Mykles, 2001) :

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ

- a. L'intermue ou inter-ecdysis : Ce stade est défini comme étant la période de stabilité de l'animal.
- b. La prémue ou Proecdysis : Avant la mue, les réserves de calcium ne sont pas uniquement contenues dans la carapace. Elles sont principalement constituées par les gastrolithes (60%), par le calcium contenu dans l'hépatopancréas (0.6 à 1%) et dans l'hémolymphe (un peu plus de 1%). Durant cette période les gastrolithes vont se constituer et grossir.
- c. La mue ou ecdysis ou exuviation : C'est le moment où s'effectue le changement de l'exosquelette. La jointure membraneuse qui relie l'arrière du céphalothorax au premier segment abdominal se déchire et le corps fait saillie, couvert de sa nouvelle carapace molle. Pendant ce temps l'animal est mou, sans défense et ne se nourrit pas. Il ne peut se déplacer que faiblement.
- d. La postmue ou post-ecdysis : Au cours de la postmue, l'exosquelette se constitue et se consolide. Les gastrolithes y contribuent et, de ce fait, diminuent rapidement. Au début de la postmue, la quantité de calcium de l'animal mou est de 10 à 14 fois supérieure à celle de l'animal calcifié. Les gastrolithes ne peuvent donc suffire. De plus, l'animal, faute d'un appareil masticateur solidifié, ne peut trouver le complément de calcium dans sa nourriture. L'apport se fait alors au niveau de l'appareil branchial. La calcification de la nouvelle carapace est conditionnée par la teneur de l'eau ambiante en calcium. Simultanément se manifeste une croissance accélérée des tissus, à partir du moment où l'appareil masticateur s'est solidifié, la phase d'inanition s'achève (Arrignon, 1991).

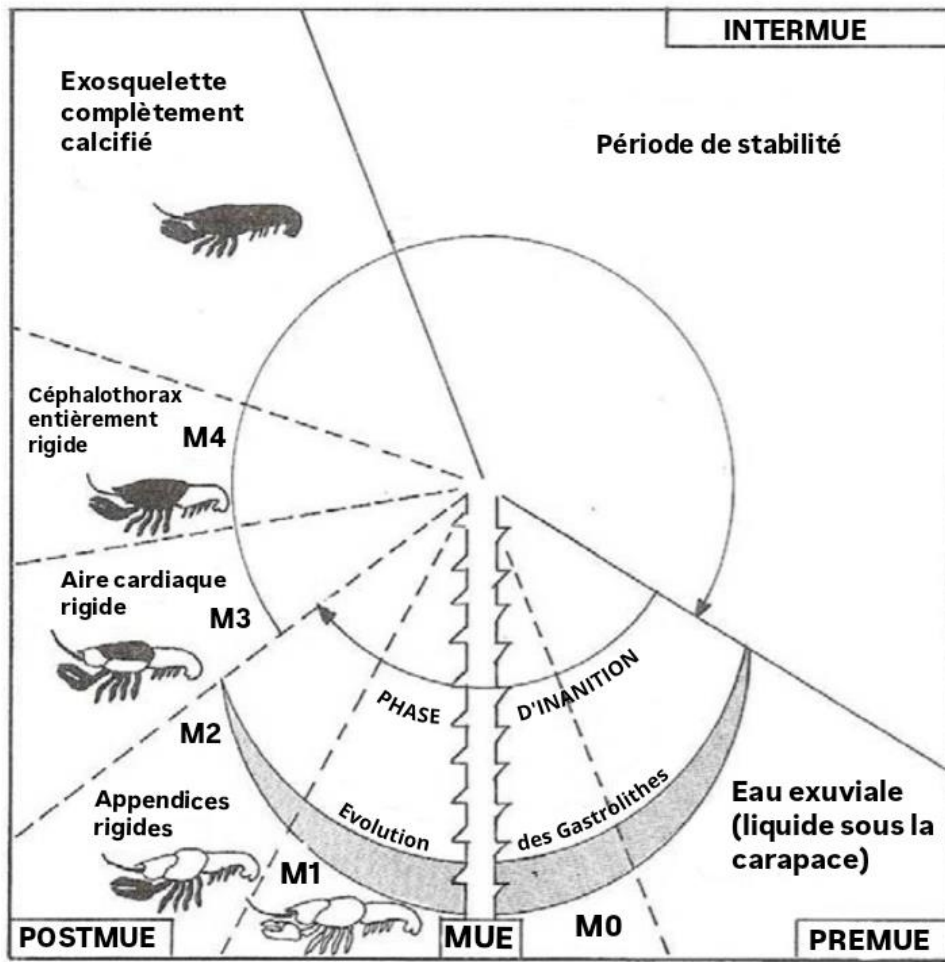


Figure 5. Cycle de la mue des écrevisses (Arrignon, 1992).

1.5 Ecologie

1.5.1 Distribution géographique

Procambarus clarkii, présente aujourd'hui une distribution géographique quasi mondiale. (Gherardi, 2006 ; Oficialdegui et al., 2019). Originnaire du sud des États-Unis et du nord du Mexique, cette espèce a été introduite sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique. Elle est particulièrement bien établie en Europe, notamment en France, en Espagne et en Italie, mais aussi en Afrique du Nord, en Asie de l'Est (notamment en Chine et au Japon), ainsi que dans plusieurs pays d'Amérique du Sud et d'Afrique subsaharienne (Figure 6). Sa grande capacité d'adaptation, sa reproduction rapide et sa tolérance aux conditions environnementales variées expliquent sa large expansion, souvent au détriment des espèces locales et des écosystèmes aquatiques qu'elle colonise.



Figure 6. Distribution géographique de *Procambarus clarkii* (<https://inpn.mnhn.fr>)

1.5.2 Exigences écologiques

Procambarus clarkii, est une espèce remarquable par sa grande plasticité écologique, ce qui explique en partie son caractère invasif (Gherardi, 2006 ; Souty-Grosset et al., 2016). Selon la FAO (2020), *Procambarus clarkii* est une espèce eurythermique, capable de survivre dans une large gamme de températures, entre 10°C et plus de 30°C, et elle « habite tous types d'eaux, avec une préférence pour les eaux dures ». Elle est également très tolérante aux variations de qualité de l'eau, supportant un pH compris entre 5 et 9, et des niveaux d'oxygène très bas. Cette capacité à persister dans des milieux perturbés est renforcée par son comportement fouisseur dont le cycle de vie est bien adapté à la séquence annuelle d'inondations printanières et de sécheresse estivale commune aux grands systèmes fluviaux et plaines inondables du sud des États-Unis (FAO, 2020). *Procambarus clarkii* est une espèce Omnivore qui se nourrit aussi bien de matière végétale que d'invertébrés, d'œufs de poissons ou de charognes, ce qui lui permet d'exploiter une grande variété de ressources (FAO, 2020). Cette espèce atteint la maturité sexuelle en seulement quelques mois, avec une forte capacité de reproduction, la femelle pouvant pondre entre 100 et 600 œufs par cycle (Huner et Barr, 1991 ; Souty-Grosset et al., 2016).

1.6 Production mondiale

La production mondiale de *Procambarus clarkii* a connu une croissance exponentielle au cours des dernières décennies, en réponse à une demande croissante pour cette espèce à la fois dans le secteur alimentaire et dans l'industrie de l'aquariophilie. À l'échelle internationale, deux pôles majeurs se distinguent : la Louisiane, berceau historique de l'exploitation commerciale de l'espèce, et la Chine, qui s'impose aujourd'hui comme le premier producteur mondial (FAO, 2020 ; Zhang et al., 2021).

Aux États-Unis, l'État de Louisiane concentre plus de 90 % de la production nationale d'écrevisses, avec une superficie exploitée qui est passée de 400 hectares en 1959 à près de 49 000 hectares en 1990, principalement via des systèmes de polyculture riz/écrevisse (Clark et Avault, 1975).

Toutefois, c'est en Chine que *Procambarus clarkii* a atteint une ampleur industrielle sans précédent. Introduite dans les années 1920, l'espèce y a connu un essor fulgurant à partir des années 1990 (Shen et al., 2014 ; Zhang et al., 2021). La production est passée de 6 700 tonnes en 1991 à plus de 1,2 million de tonnes en 2019, selon les données officielles du Ministère chinois de l'Agriculture (2018). La valeur économique de cette filière a été estimée à plus de 42 milliards de dollars en 2017, incluant la production, la transformation, l'exportation et les services dérivés tels que le tourisme culinaire et les festivals dédiés à l'écrevisse (Xiong et al., 2020).

D'autres pays ont tenté de développer une filière autour de cette espèce, notamment l'Espagne, l'Italie, l'Égypte et le Kenya, mais avec des résultats plus mitigés. En Europe, bien que *Procambarus clarkii* soit souvent perçue comme une espèce invasive problématique, elle est également pêchée et commercialisée localement, notamment en Espagne où elle représente une ressource économique régionale (Gutiérrez-Yurrita et al., 1999).

1.7 Intérêt écologique

Malgré son statut d'espèce invasive dans de nombreuses régions, *Procambarus clarkii* présente, dans certains contextes, des intérêts écologiques notables, à condition d'être gérée de manière contrôlée (Gherardi, 2007 ; Souty-Grosset et al., 2016). Sa grande tolérance environnementale avec des températures allant de 10 à plus de 30°C, pH de 5 à 9, et faibles niveaux d'oxygène dissous, lui permet de s'implanter dans une diversité de milieux, y compris les écosystèmes perturbés ou dégradés (FAO, 2020). Grâce à cette robustesse, *Procambarus clarkii* est capable de jouer un rôle de colonisateur pionnier, contribuant parfois à la restructuration trophique dans les zones où les communautés biologiques sont affaiblies. (Gherardi, 2007 ; Rodríguez et al., 2005).

Par ailleurs, son régime omnivore et détritivore, basé sur la consommation de végétaux, d'invertébrés, de cadavres et de matière organique, lui confère un rôle dans le recyclage des nutriments, avec un effet potentiel sur la réduction de la charge organique dans certains plans d'eau (Kouba et al., 2016 ; FAO, 2020). Cette activité peut, dans certains cas, améliorer la qualité de l'eau en limitant l'eutrophisation (Correia et Ferreira, 1995).

Sur le plan trophique, *Procambarus clarkii* représente une ressource alimentaire importante pour plusieurs espèces prédatrices, telles que les hérons, les cigognes, ou les loutres, et peut ainsi renforcer les chaînes alimentaires aquatiques et ripariennes (Gherardi, 2006). Dans certaines pratiques agro-écologiques, notamment en riziculture intégrée, cette espèce est même exploitée pour la gestion naturelle des adventices aquatiques ou comme source de revenu via la pêche ou l'élevage (Anastácio et al., 2015).

Cependant, ces intérêts écologiques et économiques doivent être mis en balance avec les nombreux impacts négatifs associés à sa prolifération non contrôlée (Gherardi, 2007 ; Souty-Grosset et al., 2016). *Procambarus clarkii* exerce une forte pression compétitive sur les espèces autochtones, notamment les écrevisses européennes, et est reconnu pour dégrader la végétation

aquatique par son comportement fouisseur, et surtout pour propager la peste de l'écrevisse (*Aphanomyces astaci*), un agent pathogène mortel pour les écrevisses indigènes (Kouba et al., 2016 ; Gherardi, 2006).

1.8 Intérêt aquacole

L'écrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii* suscite un intérêt croissant dans le domaine de l'aquaculture en raison de ses caractéristiques biologiques et écologiques particulièrement favorables à l'élevage en milieu contrôlé. Cette espèce est aujourd'hui largement exploitée à travers le monde, notamment en Chine, en Égypte, en Espagne et dans certains pays d'Afrique subsaharienne. (FAO, 2020 ; Global Aquaculture Alliance, 2019).

Sur le plan de la reproduction, *Procambarus clarkii* se distingue par une fécondité élevée et une capacité de reproduction continue (Huner et Barr, 1991 ; Parnes et al., 2003). En moyenne, une femelle peut pondre environ 429 œufs par cycle, et plusieurs cycles sont possibles au cours de l'année, ce qui permet une multiplication rapide des effectifs en élevage (Chen et al., 2019).

D'un point de vue trophique, cette espèce est omnivore et détritivore. Elle se nourrit aussi bien de végétaux aquatiques, de matières organiques en décomposition, que de petits invertébrés, ce qui réduit les coûts liés à l'alimentation en aquaculture (Correia, 2003).

Par ailleurs, *Procambarus clarkii* est particulièrement tolérante aux conditions environnementales variables. Elle peut survivre dans des eaux à faible teneur en oxygène, présentant une charge organique élevée, voire dans des milieux pollués (Savaya-Alkalay et al., 2020).

CHAPITRE II :

MATERIEL ET

METHODES

2. CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Matériel animal

Au total 102 individus de *Procambarus clarkii* stade post-larvaire ont été utilisés pour l'élevage avec un poids moyen de 0.31 ± 0.33 g et une longueur totale moyenne de 2.06 ± 0.78 cm (Figure 7). Les individus nous ont été offerts par le CNRDPA et l'expérience a été réalisée au niveau des laboratoires humides du Centre National de Recherche et développement de la pêche et d'aquaculture de Bou Ismail (division aquaculture, équipe aquaculture continentale).



Figure 7. Post-larves de *Procambarus clarkii*

2.2 Structure d'élevage

L'expérience a été réalisée dans deux aquariums en verre d'une capacité de 100L avec une mise en charge de 51 individus par aquarium (Figure 8). Chaque aquarium est équipé de :

- Une pompe à l'air (RS-1000) avec des tuyaux d'oxygène et des diffuseurs pour l'oxygénation de l'eau (Figure 9).
- Un thermostat (RS-200W ; 220-240v 50-60Hz) qui permet de régler la température et de la garder constante à 24 °C (Figure 10).
- Support en plastique (comme Abri) qui permet aux individus de réduire le stress et d'éviter le cannibalisme en offrant des refuges où ils peuvent se cacher et se protéger des interactions agressives (Figure 11).
- Epuisette pour la pêche des individus (Figure 12)



Figure 8. Aquarium utilisé pour l'élevage.



Figure 9. Pompe à air d'aquarium (RS-1000).



Figure 10. Thermostat (RS-200W ; 220-240v 50-60Hz).



Figure 11. Préparation des abris.



Figure 12. Epuisette.

2.3 Suivi de la qualité de l'eau d'élevage

Le contrôle des paramètres physico-chimique au niveau des aquariums a été réalisé à l'aide d'un multi paramètre (CALYPSO, ORCHIDIS Laboratoire) à une fréquence approximative de deux fois par semaine (Figure 13). Les paramètres suivis sont :

- Température
- Conductivité
- Salinité
- pH
- Turbidité



Figure 13. Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage.

2.4 Alimentation

Les individus ont été alimenté par un aliment commercial produit localement avec un taux de protéine de 30% (Figure 14).



Figure 14. Aliments utilisés pour l'élevage de l'écrevisse.

Le nourrissage a été établie d'une fréquence journalière et la ration a été déterminé selon la formule suivante :

$$RJ = P \times \left(\frac{R}{100} \right)$$

- RJ = ration journalière par individu (en grammes)
- P = poids moyen de l'individu (en grammes)

- R = pourcentage de ration (% du poids corporel/jour)

Le pourcentage de ration a été définie de 5% du poids corporel /jour.

La distribution de l'aliment a été faite manuellement aux individus quatre fois par jour selon le programme suivant : 9H ,11H ,13 H et 15 H.

2.5 Pesée et mensuration

Le poids total moyen a été prélevé chaque 15 jours à l'aide d'une balance de précision de 0.01 de type KERN ABJ-NM/ABS-N (Figure 15) par aquarium en vue de recalculer la ration alimentaire et de contrôler la croissance. La longueur totale moyenne a été mesuré aussi chaque 15 jours lors de la prise du poids à l'aide et une règle, boîte pétrie et un système d'acquisition d'images connecté au programme Optika Vision lite 2.1, permettant une lecture assistée optiquement et plus précise sur des images prises (Figure 16).

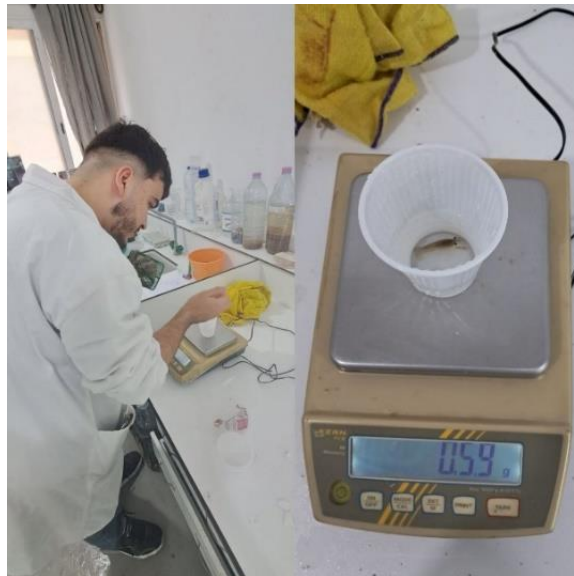


Figure 16. Pesée.

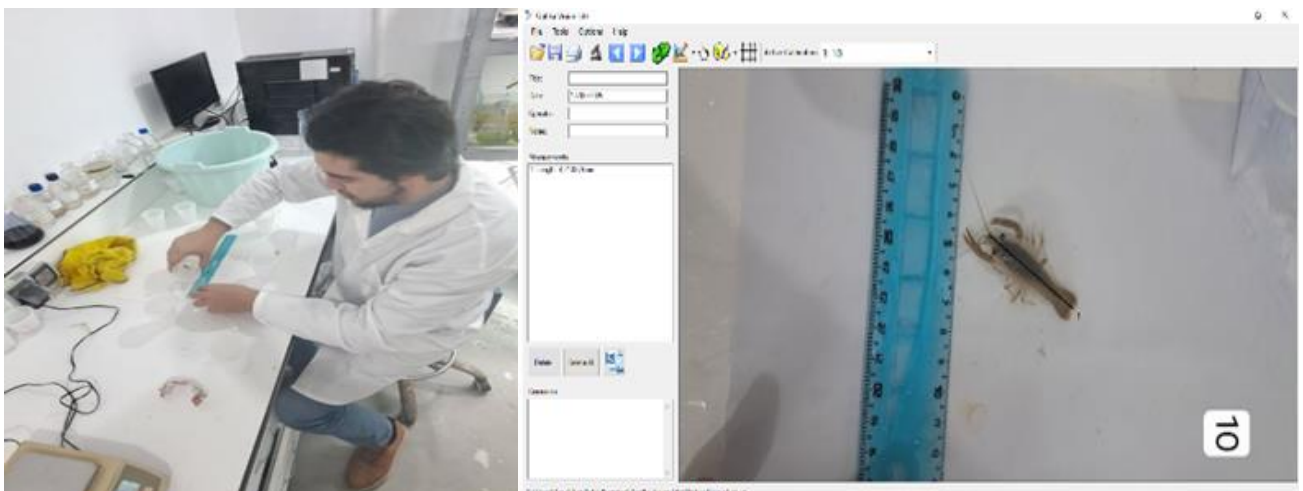


Figure 15. Mensuration.

2.6 Performances zootechniques

Les performances zootechniques sont calculées selon les formules suivantes :

- Gain de poids relatif (GRP en %)

$$\text{GPR} = [P_{mf}(g) - P_{mi}(g) / P_{mi}(g)] * 100$$

Avec : P_{mf} : Poids moyen final.

P_{mi} : Poids moyen initial.

- Taux de croissance spécifique (TCS en % j)

$$\text{TCS} = [\text{Ln}(P_{mf} - P_{mi}) / \text{Durée de l'expérience}] * 100$$

Avec : P_{mf} : Poids moyen final ;

P_{mi} : Poids moyen initial.

- Taux de survie (TS en %)

$$\text{TCS} = [NP_f / NP_i] * 100$$

Avec : NP_i : Nombre d'individus au début de l'expérience ;

NP_f : Nombre d'individus à la fin de l'expérience.

7. Sex-ratio

L'identification du sexe a été manuelle (Figure 17), à l'œil nu ou avec une loupe binoculaire.

La sex-ratio a été estimée en pourcentage selon la formule :

$$\text{Sex ratio (\%)} = \left(\frac{N}{N_{totale}} \right) \times 100$$

- N : nombre d'individus d'un sexe donné (mâles ou femelles)
- N totale : nombre total d'individus examinés.



Figure 17. Identification des individus selon le sexe.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3. CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Qualité de l'eau d'élevage

3.1.1 Température

La température varie entre 22 °C et 26 °C durant la durée d'élevage du *Procambarus clarkii* avec une moyenne de 22.72 ± 2.38 °C (Figure 18). Une forte corrélation a été observée entre la température et la durée d'élevage ($r = 0.78$).

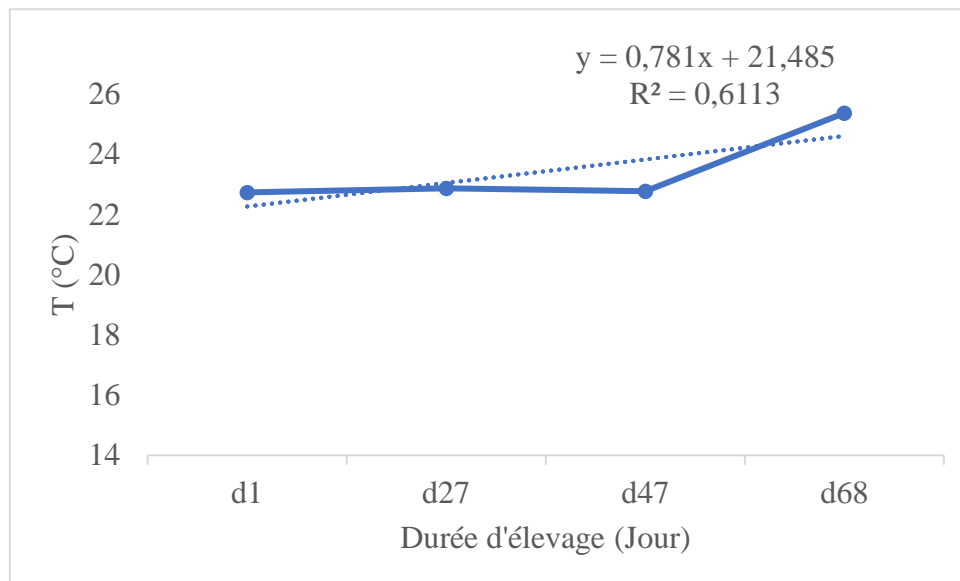


Figure 18. Variation de la température(T) durant la période d'élevage. d=Jour.

Selon Mazlum (2007), la température de l'eau d'élevage a un impact significatif sur la croissance de l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) où cette espèce se développe de manière optimale dans des eaux comprises entre 22 et 25°C.

3.1.2 pH

Le pH varie entre 7 et 9 durant la durée d'élevage du *Procambarus clarkii* avec une moyenne de 8.17 ± 0.69 (Figure 19). Aucune corrélation n'a été observée entre le pH et la durée d'élevage ($r = 0.24$).

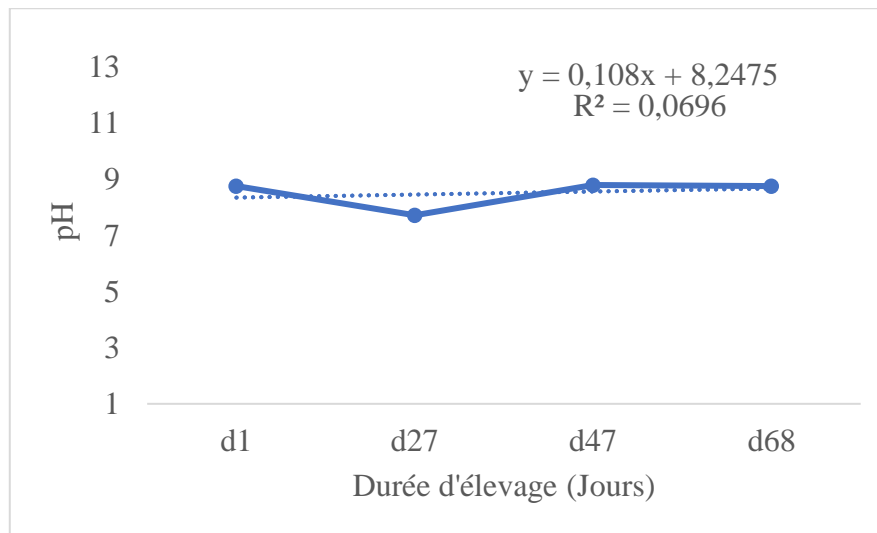


Figure 19. Variation du pH durant la période d'élevage. d=Jour.

Le pH influence la croissance de l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*). L'espèce préfère un pH neutre avec une gamme tolérable entre 6.5 et 8.5 (Ballinger, 2022).

3.1.3 Conductivité

La conductivité varie entre 1905 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 1646 $\mu\text{s}/\text{cm}$ durant la durée d'élevage du *Procambarus clarkii* avec une moyenne de $1821.75 \pm 118.86 \mu\text{s}/\text{cm}$ (Figure 20). Aucune corrélation n'a été observée entre la conductivité et la durée d'élevage ($r = 0.12$).

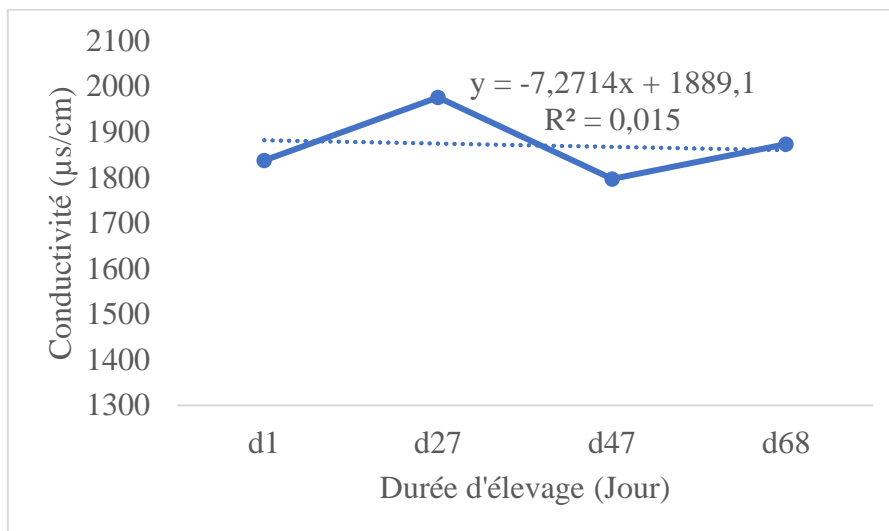


Figure 20. Variation de la conductivité durant la période d'élevage. d=Jour.

La conductivité peut influencer la disponibilité de certains nutriments et la présence d'autres organismes aquatiques, ce qui peut indirectement affecter les écrevisses (Bejean et Kupfer, 2014).

3.1.4 Turbidité

La turbidité varie entre 3.2 NTU et 2.49 NTU durant la durée d'élevage du *Procambarus clarkii* avec une moyenne de 2.8 ± 0.36 NTU (Figure 21). Une forte corrélation a été observée entre la turbidité et la durée d'élevage ($r = 0.9$). Les activités de l'écrevisse modifient les propriétés physico-chimiques de biotope et mènent à la hausse de la turbidité. (Proess, 2024)

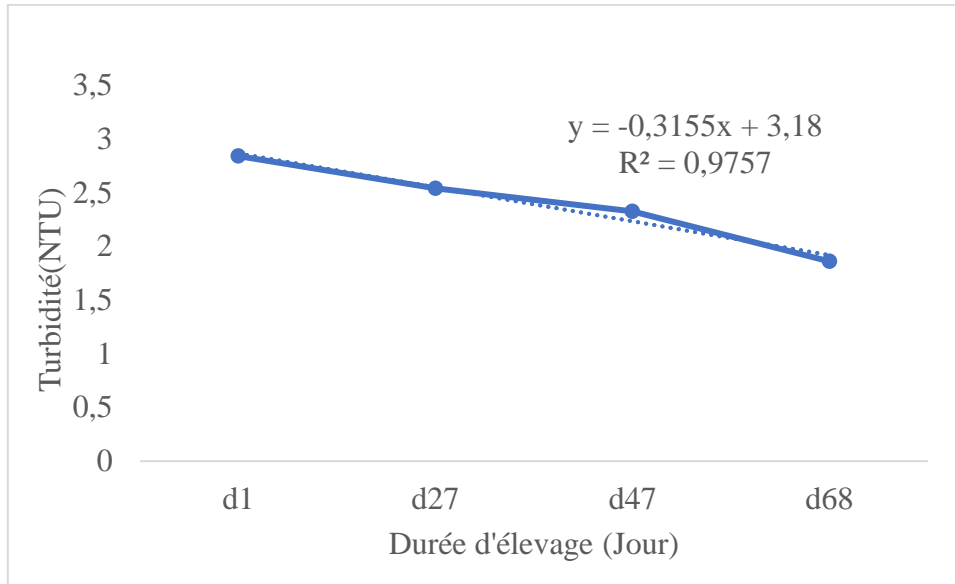


Figure 21. Variation de la turbidité durant la période d'élevage. d=Jour.

3.1.5 Salinité

La salinité varie entre 1.5 PSU et 0.82 PSU durant la durée d'élevage du *Procambarus clarkii* avec une moyenne de 0.95 ± 0.09 PSU (Figure 22). Aucune corrélation n'a été observée entre la salinité et la durée d'élevage ($r = 0.4$). il est à signaler que la plasticité du *Procambarus clarkii* lui confère une très forte tolérance face aux variations de température et des taux de salinité (Loureiro et al. 2015).

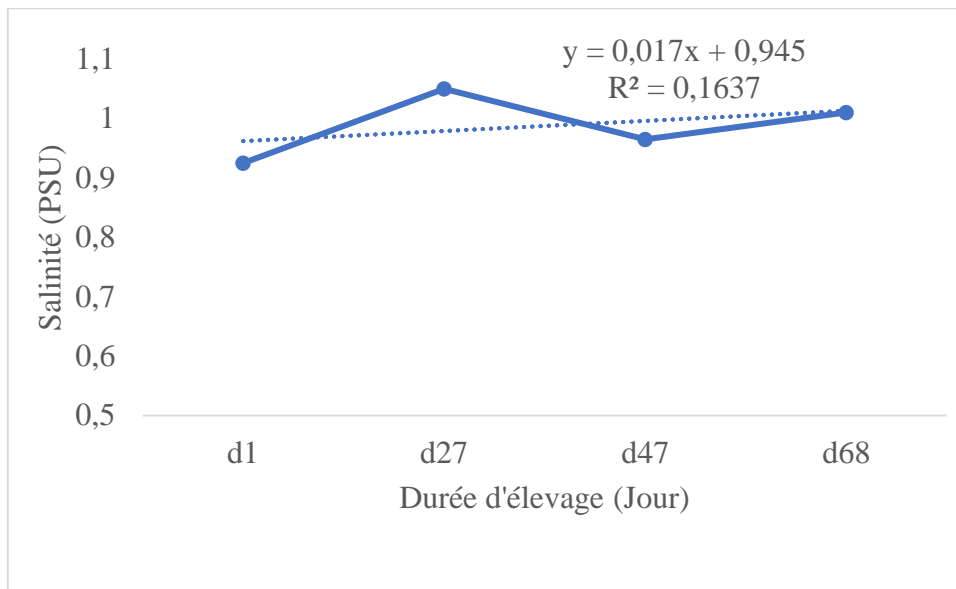


Figure 22. Variation de la salinité durant la période d'élevage. d=Jour.

3.2 Performances de croissance

La croissance linéaire en termes de longueur totale des *Procambarus clarkii* montre une progression régulière de la longueur au cours du temps. L'analyse statistique indique forte corrélation avec un coefficient de corrélation $r = 0.99$ (Figure 23). Cette évolution convenable et continue suggère que les individus élevés bénéficient de conditions environnementales stables et favorables, sans rupture de croissance.

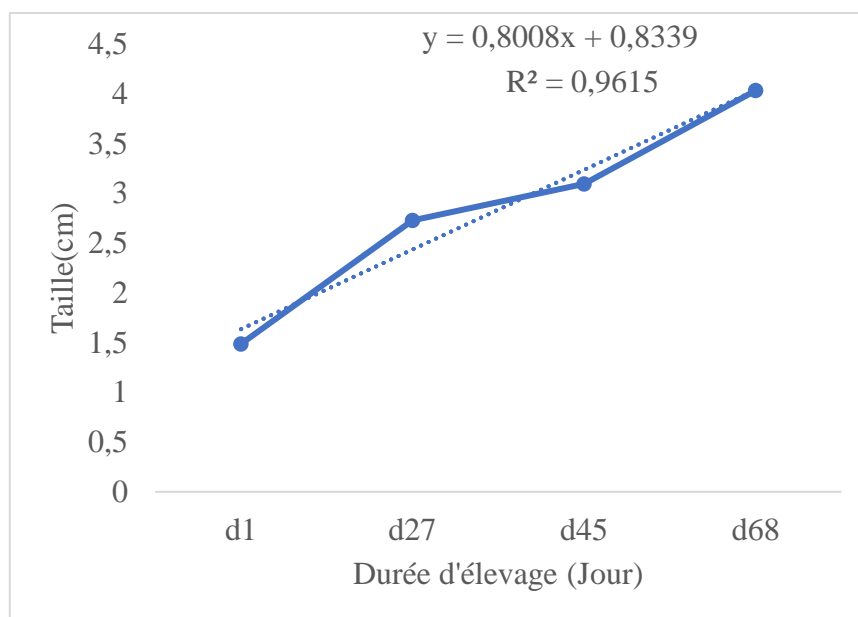


Figure 23. Croissance linéaire en termes de longueur totale en fonction du temps d'élevage. d : Jour

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La courbe de croissance en terme du poids total en élevage met en évidence une augmentation rapide du poids des individus. La croissance en terme du poids présente une forte corrélation avec un coefficient de corrélation $r=0.99$ (Figure 24).

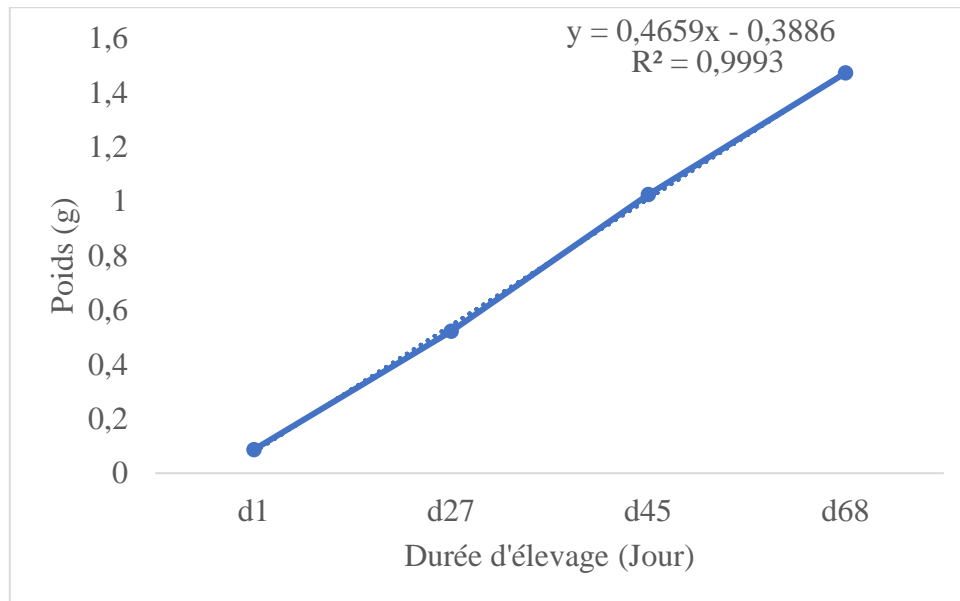


Figure 24. Croissance linéaire en terme du poids total en fonction du temps d'élevage. d : Jour

La relation taille-poids chez *Procambarus clarkii* a été déterminée (Figure 25) et le coefficient de corrélation r étant proche de 1 ($r=0.9$), le poids est donc fortement corrélé à la taille chez cette espèce. A partir de la figure 25 *Procambarus clarkii* élevé dans des conditions standards, se caractérise par une allométrie, entre le poids total (Wt) et la longueur totale (Lt), de type minorante ($b=1.15 \leq 3$).

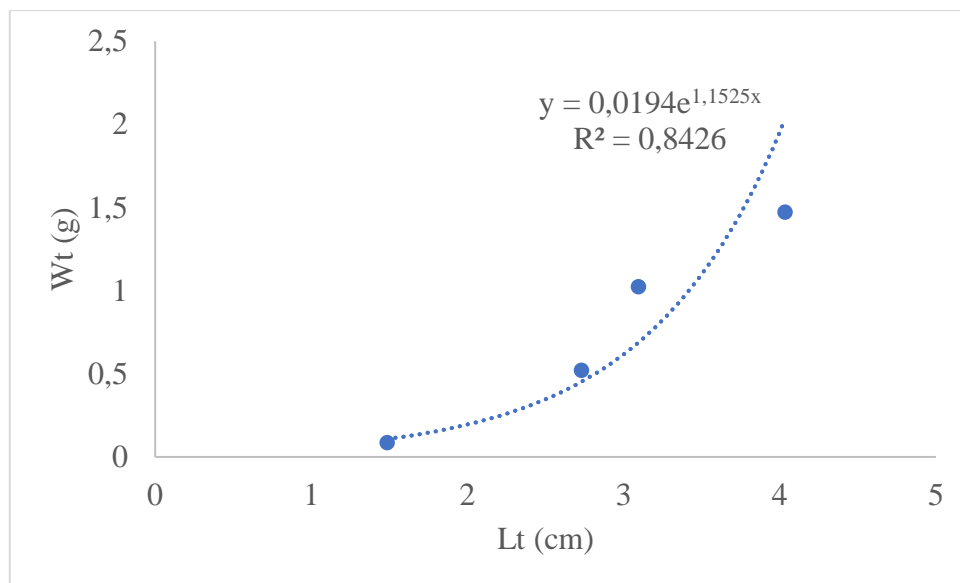


Figure 25. Relation taille-poids chez *Procambarus clarkii*

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

En ce qui concerne les performances de croissance après un élevage de 68 jours, *Procambarus clarkii*, présente un taux de survie de 37.27%, un taux de croissance spécifique de 1.9% et un gain du poids relatif de 1200%.

Pour la sex-ratio (SR) calculée à la fin de l'expérience est de 1.85, elle est en faveur des femelles avec un taux de féminité TF = 65 %; les mâles conservent les 35 % restant (Figure 26).

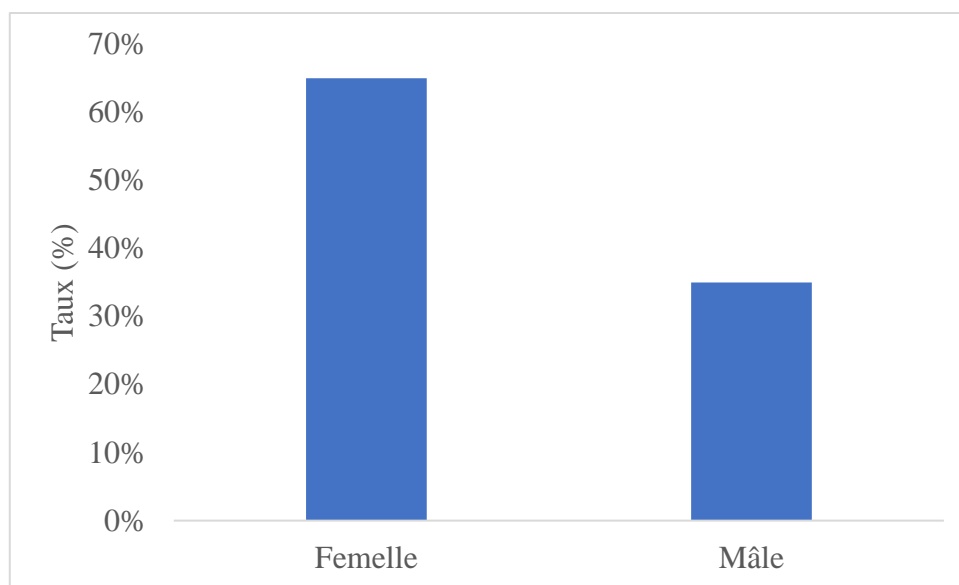


Figure 26. Taux des femelles et des mâles.

Selon Zeng et al., (2024), *Procambarus clarkii* est l'écrevisse la plus élevée en Chine, Le gain de poids et les taux de croissance spécifiques sont liés directement aux quelques paramètres physico-chimiques comme le pH où l'activité enzymatique de l'amylase, de la lipase et de la protéase est directement affectée par ce paramètre. Ils ont signalé qu'après élevage en 21 jours dans des conditions optimales avec un pH de 7.5, le gain du poids était entre 200% et 250% avec un taux de croissance spécifique entre 0.04 et 0.06 %/jour (Zeng et al., 2024).

De plus, les résultats sont en cohérence avec les recherches antérieures menées sur *Procambarus clarkii* dans d'autres régions. Dans le cadre de leurs recherches, Huner et al., (2002) ont mis en évidence que les écrevisses élevées en système intensif présentent une croissance significativement plus rapide que celles élevées en système extensif. Cette différence est notamment attribuable à une gestion alimentaire et sanitaire plus efficace (Huner et al., 2002). En Chine, Zhang et al. (2018) ont également rapporté une croissance pondérale allométrique positive similaire, avec des taux de conversion alimentaire optimisés en condition contrôlée. En Europe, certaines études (Cruz & Rebelo, 2007) ont révélé une croissance variable en fonction

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

de la densité et du système d'élevage, confirmant ainsi l'influence des paramètres environnementaux sur la croissance de l'espèce.

CONCLUSION

CONCLUSION

Dans le cadre de cette étude, l'accent a été mis sur l'évaluation des performances zootechniques de l'écrevisse *Procambarus clarkii* dans un contexte d'élevage intensif. Les principaux critères d'analyse ont porté sur la qualité de l'eau d'élevage, la croissance et la survie.

L'analyse des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage mesurés in situ (température, pH, conductivité, turbidité et salinité) montre que les différentes valeurs des différents paramètres mesurés se trouvent dans les intervalles recommandés pour l'élevage l'écrevisse *Procambarus clarkii*, cela reflète la maîtrise des techniques d'élevage de cette espèce.

Les résultats obtenus après un élevage de 68 jours révèlent une croissance avec une forte corrélation avec le poids ou la taille et le temps d'élevage, marquée par une allométrie minorante, un taux de survie de 37.27%, un taux de croissance spécifique de 1.9% et un gain du poids relatif de 1200%.

Ces résultats confirment que *Procambarus clarkii* peut être élevé avec succès dans un système intensif, cependant une étude plus profonde doit être réalisée dans des conditions différentes, basée sur des études comparatives en système extensif.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adelung, D. (1971). Moulting and mineral metabolism in crustaceans. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 22, (pp. 169-176)

Anastácio, P. M., Parente, T., Correia, A. M., & Gonçalves, F. (2015). Can rice paddies, contribute to biodiversity conservation? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25(6), (pp. 777–791).

Arrignon, J. (1991). *La pisciculture en eau douce : biologie et élevage des poissons et crustacés.* Paris : Éditions Lavoisier Tec & Doc, 2e éd.

Ballinger, A. (2022). *Procambarus clarkii* (red swamp crayfish). CABI Compendium, 67878. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.678>

Bejean, M., & Kupfer, M. (2014). *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), in : DORIS, 30/04/2014. doris.ffesm.fr

Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstруп-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.-I., & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Security*, 7(2), (pp. 261–274). <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z>

Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2003). *Invertebrates* (2nd ed.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Chen, L., Jiang, X., Liu, L., & Qiu, G. (2019). Reproductive performance of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) under different culture conditions. *Aquaculture Research*, 50(3), (pp. 923–931).

Clark, W. H., & Avault, J. W. (1975). Crawfish culture in Louisiana. *Louisiana Agriculture*, 19(1), (pp. 4–6).

Correia, A. M. (2003). Feeding preferences and food selection of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in habitats differing in food item diversity. *Freshwater Biology*, 48(3), (pp. 286–297).

Correia, A. M., & Ferreira, O. (1995). Burrowing behaviour of the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Portugal. *Crustaceana*, 68(3), (pp. 342–348).

Crandall, K. A. (2006). Crayfish taxonomy and phylogenetics. In C. Souty-Grosset et al. (Eds.), *Atlas of Crayfish in Europe* (pp. 13–19). Muséum national d’Histoire naturelle, Paris.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Crandall, K. A., & Buhay, J. E. (2008).** Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae – Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595,(pp. 295–301).
- Crandall, K. A. (2010).** *Procambarus clarkii*. In IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1.
- Cruz, M. J., & Rebelo, R. (2007).** Colonization of freshwater habitats by an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, in Southwest Iberian Peninsula. *Hydrobiologia*, 575(1), (pp. 191–201).
- Dörr, A. J. M., Elia, A. C., Rodolfi, M., & Garzoli, L. (2006).** Seasonal variation of moulting and reproduction in the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* from a rice field in Northern Italy. *Italian Journal of Zoology*, 73(2), (pp. 199–208).
<https://doi.org/10.1080/11250000600617720>
- Drach, P. (1939).** Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. *Annales de l'Institut Océanographique*, 19, (pp. 103–391).
- FAO (2020).** Cultured Aquatic Species Information Programme - *Procambarus clarkii*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2022).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2022 – Towards Blue Transformation. Rome : FAO.
- Frutiger, A., Müller, R., & Wettstein, W. (1999).** *Erfahrungen bei der Bekämpfung des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse* *Procambarus clarkii* in den Gewässern des Kantons Genf. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, 56, (pp. 155–174).
- Gherardi, F. (2006).** Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39(3), (pp. 175–191).
- Gherardi, F. (2007).** Understanding the impact of invasive crayfish. *Biological Invasions*, 9, (pp. 1–3).
- Global Aquaculture Alliance. (2019).** Crayfish farming gains ground globally. GAA Reports.
- Greenaway, P. (1985).** Calcium balance and moulting in the crustacea. *Biological Reviews*, 60, (pp. 425–454).
- Gutiérrez-Yurrita, P. J., Sancho, G., Bravo, M. A., Baltanás, A., & Montes, C. (1999).** Ecology of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in the Doñana National Park (SW Spain). *Archives of Hydrobiology*, 145(3), (pp. 271–285).
- Holdich, D. M. (2002).** *Biology of Freshwater Crayfish*. Oxford, UK: Blackwell Science. 702 pages.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Huner, J. V., & Romaine, R. P. (1979).** Freshwater crawfish aquaculture in the United States. *Aquaculture*, 18(1), (pp. 55–66). [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(79\)90113-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(79)90113-1)
- Huner, J. V., & Barr, J. E. (1991).** Red swamp crawfish: Biology and exploitation. Baton Rouge: Louisiana Sea Grant College Program, Louisiana State University.
- Huner, J. V. (2002).** *Procambarus*. In D. M. Holdich (Ed.), *Biology of Freshwater Crayfish* (pp. 541–584). Oxford: Blackwell Science.
- Huner, J. V., Romaine, R. P., & Colvin, L. B. (2002).** Culture of the red swamp crawfish *Procambarus clarkii* in the United States. In D. M. Holdich (Ed.), *Biology of freshwater crayfish* (pp. 541–584). Blackwell Science Ltd.
- Kouba, A., Petrusek, A., & Kozák, P. (2016).** Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and new introductions. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, p.416, 15.
- Loureiro, T. G., Anastácio, P. M., Araujo, P. B., Souty-Grosset, C., & Almerão, M. P. (2015).** Red swamp crayfish: biology, ecology and invasion—an overview. *Nauplius*, 23(1), (pp.1–19). <https://doi.org/10.1590/S0104-64972014002214>
- Lukhaup, C. (2005).** Photo of a Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*). Courtesy of Missouri Department of Conservation.
- Mazlum, Y. (2007).** Effects of temperature on the survival and growth of two cambarid crayfish juveniles. *Crustaceana*, (pp.947-954).
- Ministère de l’Agriculture de Chine. (2018).** Rapport annuel sur la production aquacole en Chine.
- Mykles, D. L. (2001).** Ecdysteroid metabolism in crustaceans. *Journal of Endocrinology*, 190, (pp.1–8).
- Oficialdegui, F. J., Clavero, M., Sánchez, M. I., & Green, A. J. (2019).** Unravelling the global invasion routes of *Procambarus clarkii*. *Scientific Reports*, 9, Article 13232.
- Parnes, S., Khalaila, I., Hulata, G., & Sagi, A. (2003).** Sex determination in crayfish: Are intersex individuals a possible intermediate stage? *Genetics*, 165, (pp.2323–2330).
- Proess, R. (2024).** Plan d'action pour espèces exotiques envahissantes au Grand-Duché de Luxembourg : l'Écrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Version d'avril 2024. Plan élaboré pour le compte de l'Administration de la nature et des forêts, Luxembourg. pp. 26

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Scalici, M., & Gherardi, F. (2007).** Structure and dynamics of an invasive population of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in a Mediterranean wetland. *Hydrobiologia*, 583, (pp. 309–319).
- Ramalho, R. O., Correia, A. M., & Anastácio, P. M. (2008).** Effects of density on growth and survival of juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*), reared under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 39(6), (pp. 577–584).
- Rodríguez, C. F., Bécares, E., & Fernández-Aláez, M. (2005).** Effects of *Procambarus clarkii* on the structure of aquatic plant communities in natural wetlands. *Freshwater Biology*, 50(4), -(pp. 525–536)
- Roqueplo, C. (1992).** L'écrevisse rouge de Louisiane, *Procambarus clarkii* Girard. Agence nationale pour la protection de la nature (France), Collection Faune sauvage, p. 18
- Ruppert, E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004).** *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach* (7th ed.). Brooks Cole.
- Savaya-Alkalay, A., Huchon, D., & Gasith, A. (2020).** Survival and adaptability of *Procambarus clarkii* in hypoxic and eutrophic conditions. *Management of Biological Invasions*, 11(2), (pp. 293–304).
- Shen, H., Zhang, W., & Zhang, Y. (2014).** The development and current status of crayfish farming in China. *Journal of Aquaculture*, 4(2), (pp. 12–18).
- Šmietana, P., & Krzywosz, T. (2006).** Estimation of age and growth of the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) in lake Dąbie, Poland. *Archives of Polish Fisheries*, 14(1), (pp. 103–114).
- Souty-Grosset, C., Anastácio, P.M., Aquiloni, L., Banha, F., Choquer, J., Chucholl, C., & Tricarico, E. (2016).** The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica*, 58, (pp. 78–93).
- Tidwell, J. H., & Allan, G. L. (2001).** *Fish as food: aquaculture's contribution*. *EMBO Reports*, 2(11), (pp. 958–963).
- Vogt, G. (2002).** Functional anatomy. In D. E. Bliss & L. G. Abele (Eds.), *The Biology of Crustacea* (Vol. 3, pp. 39–121). Academic Press.
- Xiong, B., Wu, L., & Chen, Y. (2020).** The rapid rise of crayfish farming in China: Economic success and environmental concerns. *Aquaculture Reports*, 17, 100345.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Zeng, Q., Luo, M., Qin, L., Rong, K., Liu, J., Zhang, T., & Li, W. (2024). Growth performance, enzyme activities and metabolite level response to low pH stress in juvenile red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. *Aquaculture Reports*, 39, 102481.

Zhang, Y., Xie, X., Wang, C., & Chen, J. (2018). Effects of stocking density on growth performance and health status of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in integrated rice–crayfish farming systems. *Aquaculture Reports*, 10, (pp. 51–57).

Zhang, Y., Xie, C.X., Liu, X., & Yuan, W. (2021). Development and management of crayfish aquaculture in China. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), (pp. 37–48).

Shi-wei Zhao / NIGP: (siteweb : <http://www.mutagenes.net/yixian-formation/yanbin-shen.html>

Consulté le : 22/06/2025)

ANNEXES

Annexe 1



Scanné avec CamScanner

Résumé

Confrontée à la stagnation des stocks de poissons sauvages, l'aquaculture contemporaine se tourne de plus en plus vers des systèmes intensifs de culture d'espèces aquatiques de grande valeur. Le *Procambarus clarkii*, ou « écrevisse de Louisiane », est un crustacé d'eau douce de la famille des Cambaridae. Cette étude a pour objectif d'évaluer les performances zootechniques de *Procambarus clarkii* dans des conditions d'élevage intensif, en se concentrant sur des paramètres clés tels que la croissance, la survie et la qualité de l'eau. Le travail est réalisé sur un échantillon de 102 individus. Ces individus ont été élevés dans des conditions contrôlées et les paramètres physico-chimiques ont été effectuée afin de garantir des conditions d'élevage optimales.

Les résultats obtenus après un élevage de 68 jours montrent une qualité physico-chimique du milieu d'élevage (température, pH, conductivité, turbidité et salinité) acceptable et dans les intervalles recommandés pour l'élevage l'écrevisse *Procambarus clarkii*. Une croissance avec une forte corrélation pour le poids ou la taille et le temps d'élevage ou le coefficient de corrélation $r=0.9$, marquée par une allométrie minorante, un taux de survie de 37.27%, un taux de croissance spécifique de 1.9% et un gain du poids relatif de 1200% et une sex-ratio finale de 1.85 en faveur des femelles. *Procambarus clarkii* présente un potentiel substantiel pour l'aquaculture intensive.

Mots clés : Croissance ; Performances ; Poids; *Procambarus clarkii*. ; Taille

Absract

Faced with stagnating wild fish stocks, contemporary aquaculture is increasingly turning to intensive systems for cultivating high-value aquatic species. *Procambarus clarkii*, or "Louisiana crayfish," is a freshwater crustacean of the Cambaridae family. This study aims to evaluate the zootechnical performance of *Procambarus clarkii* under intensive farming conditions, focusing on key parameters such as growth, survival, and water quality. The work is carried out on a sample of 102 individuals. These individuals were reared under controlled conditions, and the physicochemical parameters were determined to ensure optimal farming conditions.

The obtained results after a 68-day rearing show an acceptable physicochemical quality of the rearing environment (temperature, pH, conductivity, turbidity and salinity) and within the recommended ranges for rearing of the crayfish *Procambarus clarkii*. Growth with a strong correlation for weight or length and rearing time where the correlation coefficient $r=0.9$, marked by a negative allometry, a survival rate of 37.27%, a specific growth rate of 1.9% and a relative weight gain of 1200% and a final sex ratio of 1.85 in favor of females. *Procambarus clarkii* has substantial potential for intensive aquaculture.

Keywords: Growth; Performance; Weight; *Procambarus clarkii*; Length

ملخص

في ظل ركود مخزونات الأسماك البرية، يتجه الاستزراع المائي المعاصر بشكل متزايد نحو الأنظمة المكثفة لاستزراع أنواع مائية عالية القيمة. يُعد جراد البحر "بروكامباروس كلاركي"، أو "جراد البحر لوزيانا"، من قشريات المياه العذبة من فصيلة "كامباريدي". تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأداء الحيواني لجراد البحر "بروكامباروس كلاركي" في ظل ظروف الاستزراع المكثف، مع التركيز على معايير رئيسية مثل النمو والبقاء وجودة المياه. أُجري البحث على عينة من 102 فرد. رُبيت هذه الأفراد في ظروف مراقبة، وُحددت المعايير الفيزيائية والكيميائية لضمان ظروف استزراع مثالية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بعد فترة تربية استمرت 68 يوماً جودة فيزيائية وكيميائية مقبولة لبيئة التربية (درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيل، والعكارة، والملوحة)، وضمن النطاقات الموصى بها لتربية جراد البحر بروكامباروس كلاركي. أظهر النمو ارتباطاً قوياً بين الوزن أو الحجم ومدة التربية، حيث بلغ معامل الارتباط $r=0.9$ ، وتميز بانخفاض في قياس التباين، ومعدل بقاء 37.27%، ومعدل نمو نوعي 1.9%، وزيادة نسبية في الوزن 1200%، ونسبة جنس نهائية 1.85 لصالح الإناث. يُظهر جراد البحر "بروكامباروس كلاركي" إمكانات كبيرة للاستزراع المائي المكثف.

الكلمات المفتاحية: النمو؛ الأداء؛ الوزن؛ بروكامباروس كلاركي؛ الحجم