



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE
UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2022-2023

N° D'ORDRE : 068

CANDIDAT

Nom : KEITA

Prénom : GAOUSSOU

THESE DE DOCTORAT

Mention : Écologie, Biodiversité et Évolution

Spécialité : Zootechnie / Production Aquacole

Intérêts socio-économiques et performances de
reproduction et de croissance de la grenouille
Hoplobatrachus occipitalis (Günther, 1858)

JURY

Président : M. KONÉ Tidiani, Professeur Titulaire, Université Jean
LOROUGNON GUEDE

Directeur : M. ASSEMIAN N'Guessan Emmanuel, Maître de
Conférences, Université Jean LOROUGNON GUEDE

Rapporteur : M. BOUSSOU Koffi Charles, Maître de Conférences,
Université Jean LOROUGNON GUEDE

Examineurs : Mme. KOUMI Ahou Rachel, Maître de recherches,
Centre de Recherches Océanologiques

M. SORO Senan, Professeur Titulaire, Université
Jean LOROUGNON GUEDE

Soutenue publiquement
le : 14 Janvier 2023

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	i
DÉDICACES	ii
REMERCIEMENTS	viii
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
LISTE DES FIGURES.....	xiii
INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 : GÉNÉRALITÉS.....	2
1.1 - MILIEU D'ETUDE	6
1.1.1 Situation géographique.....	6
1.1.2 Situation socio-économique	6
1.1.3 Végétation, sols, relief et climat	8
1.1.4 Réseau hydrographique	8
1.2 - ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LES GRENOUILLES COMESTIBLES.....	9
1.2.1 Présentation des principales espèces de grenouilles comestibles du monde.....	9
1.2.1.1 Position systématique.....	9
1.2.1.2 Description	9
1.2.1.3 Distribution géographique.....	10
1.2.2 Stocks naturels des espèces de grenouilles comestibles.....	13
1.2.2.1 Ecosystèmes tempérés.....	13
1.2.2.2 Ecosystèmes tropicaux	13
1.2.3 Importances des grenouilles	14
1.2.3.1 Importance nutritionnelle	14
1.2.3.2 Importance scientifique	14
1.2.3.3 Importance médicale	14
1.2.3.4 Importance économique	15
1.2.3.5 Importance écologique	15
1.2.4 Méthode de capture des grenouilles	16
1.2.4.1 Pêche	16
1.2.4.2 Chasse.....	16
1.2.4.3 Capture par piégeage	16
1.3- STRUCTURES D'ÉLEVAGE DES GRENOUILLES	17
1.3.1 Cas de bassins bétonnés	17

1.3.2 Cas d'étangs modifiés	17
1.3.3 Cas des enclos en bâche	19
1.4 – PRÉSENTATION DE L'ESPÈCE <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	20
1.4.1 Caractéristiques importantes	20
1.4.2 Position systématique	20
1.4.3 Description	21
1.4.4 Distribution géographique	22
1.4.5 Écologie	23
1.4.6 Habitudes alimentaires	24
1.4.7 Reproduction	24
1.4.7.1 Reproduction en milieu naturel	24
1.4.7.2 Ponte, embryogénèse et caractéristique des œufs	24
1.4.7.3 Paramètres de reproduction	25
1.4.7.4 Rapport gonado somatique	25
1.4.7.5 Sex-ratio	25
1.4.7.6 Taille de première maturité sexuel	26
1.4.7.7 Histologie des gonades	26
1.4.7.7.1 Observations macroscopiques	26
1.4.7.7.2 Observations microscopiques	27
1.4.8 Croissance des têtards et juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	28
1.4.8.1 Description	28
1.4.8.2 Évolution morphologique	29
1.4.8.3 Effet de la densité de mise en charge sur la croissance et la survie des têtards et des juvéniles	29
1.4.8.4 Mortalité	30
1.4.8.5 Nourrissage	30
1.4.8.6 Paramètres physico-chimiques en milieu d'élevage	30
Chapitre 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES	32
2.1 - MATÉRIEL	33
2.1.1 Matériel biologique	33
2.1.2 Matériel technique	33
2.1.2.1 Matériel d'enquête sur le prélèvement et la consommation de <i>H. occipitalis</i>	33
2.1.2.2 Infrastructures expérimentales	33
2.1.2.3 Matériel de nourrissage	36

2.1.2.4 Matériel de laboratoire	37
2.1.2.5 Matériel de prélèvement des têtards et des adultes, de suivi et de mesures.....	38
2.1.2.6 Produits chimiques	39
2.2- MÉTHODES	40
2.2.1 Enquête sur le prélèvement et la consommation de <i>H. occipitalis</i>	40
2.2.1.1 Choix de la zone d'enquête et des acteurs.....	40
2.2.1.2 Élaboration du questionnaire.....	40
2.2.1.3 Technique d'enquête	41
2.2.2 Mise en place des infrastructures expérimentales	42
2.2.2.1 Infrastructures pour les essais d'adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> en condition d'élevage	42
2.2.2.2 Infrastructures pour les tests de reproduction	46
2.2.2.2.1 Bassins bétonnés et enclos installés en étang de reproduction spontanée.....	46
2.2.2.2.2 Bassins bétonnés et enclos installés en étang de reproduction induite	47
2.2.2.3 Tests de densité de mise en charge des têtards et juvéniles	47
2.2.3 Constitution des unités expérimentales	48
2.2.3.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> en condition d'élevage	48
2.2.3.2 Tests de reproduction	48
2.2.3.3 Tests de densité de mise en charge des têtards et juvéniles	49
2.2.4 Dispositifs expérimentaux mis en place.....	49
2.2.4.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> en condition d'élevage	49
2.2.4.2 Tests de reproduction	50
2.2.4.3 Tests de densité de mise en charge des têtards et juvéniles	52
2.2.5 Traitements appliqués pour les différents tests	53
2.2.5.1 Conduite de l'élevage dans les dispositifs expérimentaux.....	53
2.2.5.1.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages et les reproductions naturelle et artificielle	53
2.2.5.1.2 Tests de densité des têtards et des juvéniles.....	54
2.2.5.1.3 Test de reproduction induite.....	55
2.2.5.1.4 Détermination de l'état de maturité des gonades en milieu semi-contrôlé	55
2.2.5.1.4.1 Dissections	55
2.2.5.1.4.2 Réalisation des coupes histologiques au laboratoire	56
2.2.6 Collecte de données.....	58
2.2.6.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> en condition d'élevage	58

2.2.6.2. Tests de reproduction spontanée et induite	59
2.2.6.3 Tests de densité des têtards et des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	59
2.2.7 Paramètres de croissance et de reproduction.....	59
2.2.7.1 Paramètres de croissance.....	59
2.2.7.2 Paramètres de reproduction	61
2.2.8 Analyses statistiques	61
2.2.8.1 Données d'enquête	61
2.2.8.2 Données zootechniques	62
Chapitre 3 : RÉSULTATS ET DISCUSSION	63
3.1- PRÉLÈVEMENT ET CONSOMMATION DE <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> DANS LA VILLE DE DALOA	64
3.1.1 Résultats	64
3.1.1.1 Effectifs des acteurs profitant du prélèvement, de la commercialisation et de la consommation de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	64
3.1.1.2 Profil des acteurs	66
3.1.1.2.1 Sexe, situation matrimoniale et âge.....	66
3.1.1.2.2 Niveau d'études et profession	66
3.1.1.3 Repartition en fonction des groupes ethniques	68
3.1.1.3.1 Consommateurs.....	68
3.1.1.3.2 Pêcheurs et chasseurs	69
3.1.1.3.3 Vendeurs.....	70
3.1.1.3.4 Restaurateurs	72
3.1.1.4 Valeur marchande des grenouilles	73
3.1.1.5 Techniques de prélèvement de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	73
3.1.1.5.1 Inventaire des techniques de prélèvement.....	73
3.1.1.5.2 Ethique dans le prélèvement de la grenouille.....	74
3.1.1.6 Prélèvement de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	75
3.1.1.6.1 Efficacité des techniques de prélèvement	75
3.1.1.6.2 Effort de capture.....	75
3.1.1.6.3 Quantités prélevées en fonction des milieux.....	76
3.1.1.6.4 Stade de développement des grenouilles prélevées.....	77
3.1.1.7 Consommation	77
3.1.1.7.1 Motifs et modes de consommation de la grenouille.....	77
3.1.1.7.2 Quantité de grenouille vendue et consommée.....	78

3.1.2 Discussion	79
3.1.3 Conclusion partielle.....	81
3.2- ADAPTABILITÉ DES ADULTES SAUVAGES DE <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> EN CONDITION D'ÉLEVAGE	82
3.2.1 Résultats	82
3.2.1.1 Caractérisation des milieux d'élevage de l'essai de l'effet de la densité de mise en charge des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> sur leur poids corporel et leur taux de survie ..	82
3.2.1.1.1 Humidité relative et température de l'air	82
3.2.1.1.2 Potentiel hydrogène (pH) de l'eau des milieux d'élevage	83
3.2.1.1.3 Température de l'eau des milieux d'élevage.....	84
3.2.1.1.4 Conductivité de l'eau des milieux d'élevage	85
3.2.1.1.5 Luminosité ambiante dans les structures d'élevage	86
3.2.1.2 Caractérisation des milieux d'élevage de l'essai de l'effet des structures sur les taux de survie des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i>	87
3.2.1.3 Effet de la densité de mise en charge des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> sur leur poids corporel et leur taux de survie	88
3.2.1.3.1 Évolution du poids corporel et du taux de survie des mâles et femelles sauvages de <i>H. occipitalis</i> durant le premier mois	88
3.2.1.3.2 Évolution du poids corporel et du taux de survie des mâles et femelles de <i>H.</i> <i>occipitalis</i> durant le second mois	90
3.2.1.4 Effet des structures sur le taux de survie des adultes sauvages de <i>Hoplobatrachus</i> <i>occipitalis</i>	92
3.2.2 Discussion	94
3.2.3 Conclusion partielle.....	98
3.3- REPRODUCTION SPONTANÉE ET INDUITE DE <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> EN BASSINS ET EN ENCLOS.....	99
3.3.1 Résultats	99
3.3.1.1 Caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans les structures expérimentales .	99
3.3.1.2 Paramètres de reproduction enregistrés dans les structures expérimentales	100
3.3.1.2.1 Reproduction spontanée	100
3.3.1.2.2 Reproduction induite	101
3.3.1.3 Paramètres de maturité sexuelle des reproducteurs de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> enregistrés en milieu d'élevage	105
3.3.1.3.1 Rapport gonado-somatique	105
3.3.1.3.2 État histologique des gonades selon les stades physiologiques des grenouilles	105
3.3.2 Discussion	112

3.3.3 Conclusion partielle.....	115
3.4- DENSITÉ DE MISE EN CHARGE DES TÊTARDS ET DES JUVÉNILES DE <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> EN BASSINS	116
3.4.1 Résultats	116
3.4.1.1 Têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	116
3.4.1.1.1 Caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans les bassins bétonnés	116
3.4.1.1.2 Effet de la densité de mise en charge sur les paramètres zootechniques des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	116
3.4.1.1.2.1 Taux de survie	116
3.4.1.1.2.2 Paramètres de croissance.....	117
3.4.1.1.2.2.1 Évolution du poids et de la taille	117
3.4.1.1.2.2.2 Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien	120
3.4.1.2 Juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	121
3.4.1.2.1 Caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans les bassins bétonnés	121
3.4.1.2.2 Effet de la densité de mise en charge sur les paramètres zootechniques des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	121
3.4.1.2.2.1 Taux de survie	121
3.4.1.2.2.2 Paramètres de croissance.....	122
3.4.1.2.2.2.1 Évolution du poids corporel et de la taille.....	122
3.4.1.2.2.2.2 Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien	124
3.4.2 Discussion	125
3.4.3 Conclusion partielle.....	128
CONCLUSION	129
RÉFÉRENCES.....	132

DÉDICACES

Je dédie ce mémoire à ma defunte mère, très chère et courageuse maman BAKAYOKO Mamba qui a su m'inculquer les valeurs sociales et humaines telles que le courage, le respect et l'amour du prochain et surtout l'amour du travail bien fait.

Ensuite, à mon cher défunt père KEITA Vassiriki pour les sacrifices consentis à mon égard tout au long de mon cursus scolaire et universitaire.

A mon épouse bien-aimée KONE Maïmouna, pour son amour et son soutien permanent, celle qui a accepté de vivre avec moi ce parcours du combattant afin d'achever ce mémoire.

A mes très chers enfants KEITA Abdoul Kader et KEITA Malika Barakiss qui m'ont donné le courage tout le long de ce travail qui, j'espère leur servira d'exemple.

REMERCIEMENTS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués dans le cadre de l'obtention du grade de Docteur de l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ (UJLoG). La réalisation de cette Thèse a été possible grâce aux soutiens et conseils de plusieurs personnes à qui je tiens à exprimer mes profondes gratitude.

Les remerciements vont à l'endroit du Professeur TIDOU Abiba Sanogo épouse KONÉ, Présidente de l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, pour avoir créé les conditions d'apprentissage pour une formation de qualité.

Je remercie le Professeur KONÉ Tidiani, Vice-président chargé de la pédagogie, de la vie universitaire, de la recherche et de l'innovation technologique de UJLoG, pour sa bienveillance quant à la formation et la recherche à l'Université.

Mes remerciements vont également à l'endroit du Professeur AKAFFOU Doffou Sélastique, Vice-président chargé de la planification et des relations extérieures de UJLoG, pour sa grande implication dans la visibilité externe de UJLoG.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Environnement, Professeur KOUASSI Lazare, Directeur de l'UFR Environnement à UJLoG, pour son soutien inestimable à l'avancement de la recherche.

Au Professeur KOFFI Béné Jean-Claude, Directeur du laboratoire de Biodiversité et Écologie Tropicale pour avoir accepté notre admission au sein dudit laboratoire.

Au Professeur BARIMA Yao Sadaïou Sabas, Président du conseil scientifique de l'UFR Environnement pour ses critiques constructives.

Au Docteur ASSEMIAN N'Guessan Emmanuel, Maître de Conférences, pour m'avoir fait confiance et avoir accepté d'être le Directeur scientifique de cette thèse. Je voudrais aussi lui témoigner ma profonde gratitude pour m'avoir permis de faire mes premiers pas dans la recherche à ses côtés depuis le Master. Je lui rend hommage pour sa disponibilité, sa rigueur, sa patience et ses compétences scientifiques qui ont largement contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je remercie également le Docteur KONÉ Mamadou, Maître Assistant, pour son apport inestimable et ses conseils constants et avisés pour la bonne marche de toutes ces expérimentations.

Je remercie particulièrement le Docteur ALIKO N'Guessan Gustave, Maître de Conférences, qui a été mon encadreur en Master et m'a inculqué les bases de la réalisation d'un travail scientifique.

Mes remerciements vont à l'endroit du Professeur Nahoua Issa OUATTARA, des Docteurs BOUSSOU Koffi Charles, et BAMBA Yacouba, Maîtres de Conférences qui ont contribué à améliorer sensiblement ce document lors de l'instruction.

Je tiens à remercier du fond du cœur :

- Professeur KONÉ Tidiani, Professeur Titulaire, pour avoir accepté d'être le président de jury de ce travail de thèse ;
- Professeur SORO Sénan, Professeur Titulaire, pour sa contribution et ses critiques pertinentes pour l'amélioration de ce document en tant qu'examinateur.
- Docteur KOUMI Rachel Ahou, Maître de recherches, pour sa disponibilité, sa générosité et surtout pour ses critiques pertinentes et son apport scientifique inestimable pour l'amélioration de ce document en tant qu'examinatrice.

Je remercie tous les membres de l'Équipe de Recherche en Hydrobiologie du laboratoire de Biodiversité et Écologie Tropicale (BioEcoTrop) pour leur encadrement significatif tout au long de cette thèse.

Je remercie tous les autres enseignants de UJLoG qui, de près ou de loin, ont pris une part active dans notre formation.

A ma très chère tante KEITA AFFISSATOU qui m'a soutenu moralement avec ses conseils avisés.

A mon aîné KEITA ISSIAKA qui m'a soutenu moralement et financièrement au cours de mes études scolaires.

Je remercie tout particulièrement le PCA de l'APDRACI, M. SILUÉ Drissa pour m'avoir permis d'installer mes infrastructures expérimentales d'élevage de grenouille pour conduire cette étude.

Mes remerciements vont également à l'endroit des Docteurs LOZO Roméo, FONDIO Drissa, KOUADIO Atta Leonard, YEO Lacina, SORO Lacina, OUSSOU Konan Hervé et des Doctorant Goli Nguessan et IRI Aya Prisca Blanche.

Enfin nous ne saurions terminer ces remerciements sans mentionner les noms des collègues du lycée DAO Allassane, TUO Minkpoho, KOUASSI Brou, GOUÉ Alexandre, DONH Bleu, NZUÉ Dominique, KONAN Kouakou, ATCHADÉ Honorine pour leurs soutiens constants durant cette Thèse.

.

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ADH : Anti Diuretic Hormon

APDRACI : Association de Pisciculture et de Développement Rural en Afrique Tropicale Humide

CCPA : California Consumer Privacy Act

CEDEAO : Communauté Economique des Etats de l’Afrique de l’Ouest

CNRA : Centre National de Recherche Agronomique

CSTC : Centre Scientifique et Technique de la Construction

DRENA : Direction Régionale de l’Education Nationale et de l’Alphabétisation

EAZA: European Association of Zoos and Aquaria

GnRH: Gonadotrophine Releasing Hormone

LRZH : Laboratoire de Recherches sur les Zones Humides

MDDELCC : Ministère du Développement Durable, de l’Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques

NEPAD : Nouveau Partenariat pour le Développement de l’Afrique

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

PIB : Produit Intérieur Brut

PRICI : Projet Infrastructures Côte d’Ivoire

PVC : PolyVinyl Chloride

RGPH : Recensement Général de la Population et de l’Habitat

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UJLoG : Université Jean Lorougnon Guédé

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Observation macroscopique du stade de maturation des ovaires des femelles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	27
Tableau II : Observation macroscopique du stade de maturation des testicules des mâles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	27
Tableau III : Nombre d'individus par structure expérimentale	50
Tableau IV : Nombre d'individus par structure expérimentale.....	50
Tableau V : Sexe, situation matrimoniale et âge des différents acteurs du secteur du prélèvement, la commercialisation et la consommation de <i>H. occipitalis</i>	67
Tableau VI : Niveau d'étude et profession des différents acteurs du secteur du prélèvement, la commercialisation et la consommation de <i>H. occipitalis</i>	67
Tableau VII : Prix de vente de la grenouille <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> par les différents acteurs.....	73
Tableau VIII : Taux d'agressivité des différentes techniques de prélèvement de la grenouille <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	75
Tableau IX : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau des milieux d'accouplement et de l'air des milieux de reproduction	99
Tableau X : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau des milieux d'accouplement et de l'air des milieux de reproduction	100
Tableau XI : Paramètres de reproduction induite en bassins bétonnés	102
Tableau XII : Paramètres de reproduction induite en enclos dans le bas-fond.....	103
Tableau XIII : Résultats des tests de reproduction induite en bassins bétonnés avec quatre dosages (D1, D2, D3 et D4)	104
Tableau XIV : Résultats des tests de reproduction induite en enclos dans le bas-fond avec quatre dosages (D1, D2, D3 et D4)	104
Tableau XV : Longueurs et poids moyens des individus mâle et femelle des différents stades de développement.....	106
Tableau XVI : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau et de l'air des bassins bétonnés durant la période d'élevage des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> avec différentes densités de mise en charge	116
Tableau XVII : Poids corporels et tailles des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> de différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours.....	119
Tableau XVIII : Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> de différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours ...	120

Tableau XIX : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau et de l'air des bassins bétonnés durant la période d'élevage des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> avec différentes densités de mise en charge	121
Tableau XX : Poids corporels et tailles des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> de différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours.....	124
Tableau XXI : Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> des différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours..	125

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la ferme piscicole de l'APDRACI.....	7
Figure 2 : Plan de masse des infrastructures d'élevage de la ferme piscicole de l'APDRACI..	7
Figure 3 : Grenouilles comestibles.....	11
Figure 4 : Peau de grenouille traitée en Australie	15
Figure 5 : Dispositif de capture de grenouilles par fosse-barrière	17
Figure 6 : Dispositifs d'élevage de grenouille en étang au Congo.....	19
Figure 7 : Dispositif d'élevage de grenouille en serre avec utilisation de bâche en France	20
Figure 8 : <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> adulte	22
Figure 9 : Aire de distribution de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> en Afrique	23
Figure 10 : Observation macroscopique des œufs de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> à la ponte .	25
Figure 11 : Coupes histologiques des stades III et IV de développement du tissu gonadique des femelles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	28
Figure 12 : Coupes histologiques des stades III et IV des gonades mâles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	28
Figure 13 : Morphologie externe des larves de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> ; A : vue latérale, B : vue latérale verticale, C : vue ventrale	29
Figure 14 : Bassins en plastique de l'écloserie du Laboratoire de Recherche sur les Zones Humides (LRZH) de l'Université d'Abomey-Calavi.....	31
Figure 15 : Bassins circulaires en béton d'expérimentation du Laboratoire de Recherches sur les Zones Humides (LRZH) de l'Université d'Abomey-Calavi	31
Figure 16 : Spécimens de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> à différent stade de développement....	33
Figure 17 : Quatre enclos en moustiquaire dans un canal du bas-fond utilisés pour la reproduction induite	34
Figure 18 : Bassin bétonné recouvert de rameaux et d'une natte utilisée pour la reproduction induite	35
Figure 19 : Milieu restreint de reproduction induite	35
Figure 20 : Bassins bétonnés utilisés pour les tests de densité.....	35
Figure 21 : Intrants de l'aliment formulé	36
Figure 22 : Matériel utilisée pour la fabrication et de l'aliment.....	37
Figure 23 : Matériel de laboratoire ayant servi aux coupes histologiques	38
Figure 24 : Matériel de prélèvement des têtards et des adultes, de suivi et de mesures	39
Figure 25 : Matériel d'induction de la reproduction induite	40
Figure 26 : Produits chimiques utilisées pour les coupes histologiques	40

Figure 27 : Mise en place des bassins bétonnés pour les essais d’adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i>	43
Figure 28 : Différents habitats des essais d’adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i>	44
Figure 29 : Schémas des trois habitats des essais d’adaptabilité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i>	45
Figure 30 : Étang de reproduction spontanée entouré de filets moustiquaires	46
Figure 31 : Vue d’ensemble de l’intérieur de l’étang de reproduction spontanée	47
Figure 32 : Injection intramusculaire de l’hormone Ovaprim.....	51
Figure 33 : Vue de l’intérieur d’un bassin bétonné de reproduction induite.....	52
Figure 34 : Dispositif expérimental mis en place pour le test de densité des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	52
Figure 35 : Dispositif expérimental mis en place pour le test de densité des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	53
Figure 36 : Production de granulés de l’aliment standard.....	54
Figure 37 : Suivi de l’essai sur l’effet de la densité des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i>	58
Figure 38 : Répartition des acteurs par activité en relation avec la consommation de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	65
Figure 39 : Répartition des acteurs exerçant plusieurs activités en relation avec <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	65
Figure 40 : Proportion par ethnie des consommateurs au restaurant de la grenouille <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	68
Figure 41 : Proportion par ethnie des consommateurs à domicile de la grenouille <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	69
Figure 42 : Ethnies des pêcheurs (A) et des chasseurs (B) de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	70
Figure 43 : Ethnies des vendeurs de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> au restaurant (A) et à domicile (B).....	71
Figure 44 : Ethnies des vendeurs de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> sur les marchés	72
Figure 45 : Ethnies des restaurateurs spécialisés (A) et occasionnels (B) de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	72
Figure 46 : Proportion des collecteurs de grenouilles en fonction de techniques utilisées.....	74
Figure 47 : Torche et flèche de prélèvement de la grenouille	74
Figure 48 : Proportion de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> prélevée par semaine	75

Figure 49 : Effort de capture de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> en ville et à sa périphérie par les préleveurs	76
Figure 50 : Taux de prélèvement de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> dans différents milieux	76
Figure 51 : Stade de développement des <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> prélevées	77
Figure 52 : Différentes raisons de consommation de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	77
Figure 53 : Différents modes de consommation de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	78
Figure 54 : Photographies d'une soupe (A) et de spécimens fumés (B) de grenouille <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	78
Figure 55 : Nombre de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> consommé (A) et vendu (B) par	79
Figure 56 : Paramètres physico-chimiques liés à l'air des différents habitats relevés à 08 h, 12 h et 18 h	83
Figure 57 : Potentiels hydrogène de l'eau des différents habitats relevés à 8 h, 12 h et 18 h ..	84
Figure 58 : Températures de l'eau des différents habitats relevées à 08 h, 12 h et 18 h	85
Figure 59 : Conductivités de l'eau des différents habitats relevées à 8 h, 12 h et 18 h	86
Figure 60 : Moyennes de la luminosité des différents habitats relevées à 08 h, 12 h et 18 h ..	87
Figure 61 : Paramètres physico-chimiques de l'eau enregistrés dans les structures d'élevage	87
Figure 62 : Paramètres physico-chimiques de l'air enregistrés dans les structures d'élevage.	88
Figure 63 : Poids corporel et taux de survie des mâles de <i>H. occipitalis</i> sur les 30 premiers jours	89
Figure 64 : Poids corporel et taux de survie des femelles de <i>H. occipitalis</i> sur les 30 premiers jours	90
Figure 65 : Poids corporel et taux de survie des mâles de <i>H. occipitalis</i> sur les 30 derniers jours	91
Figure 66 : Poids corporel et taux de survie des femelles de <i>H. occipitalis</i> sur les 30 derniers jours	92
Figure 67 : Taux de survie des adultes sauvages de <i>H. occipitalis</i> en bassin bétonné et en enclos en étang	93
Figure 68 : Taux de survie des géniteurs de la reproduction spontanée de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	100
Figure 69 : Récupération des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> de la première vague dans l'étang de reproduction spontanée	101
Figure 70 : Taux de survie des géniteurs de la reproduction induite de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	101

Figure 71 : Différents stades d'évolution de la ponte à la pré-éclosion pendant la reproduction induite en bassins bétonnés	102
Figure 72 : Différents stades d'évolution de la ponte à l'éclosion pendant la reproduction induite dans le canal du bas-fond de l'APDRACI	103
Figure 73 : Rapport gonado-somatique en fonction de cinq stades de développement	105
Figure 74 : Coupes histologiques montrant les aspects des ovaires de 06 à 09 mois	107
Figure 75 : Coupes histologiques montrant les aspects des ovaires de 10,5 à 12 mois	108
Figure 76 : Coupes histologiques montrant les aspects des testicules de 06 à 09 mois	109
Figure 77 : Coupes histologiques montrant les aspects des testicules de 10,5 à 12 mois	110
Figure 78 : Photographies de dissection de deux spécimens mâles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> à 06 mois (A) et 07,5 mois (B)	111
Figure 79 : Différents stades des gonades en fonction de l'âge	111
Figure 80 : Taux de survie moyen des différentes densités de mise en charge des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	117
Figure 81 : Évolution des poids corporels moyens des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> des différentes densités élevées dans les bassins bétonnés pendant 42 jours.....	118
Figure 82 : Évolution de la taille moyenne des têtards de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> des différentes densités élevées dans les bassins bétonnés pendant 42 jours.....	119
Figure 83 : Têtards de <i>H. occipitalis</i> issus du test de densité de l'une des unités expérimentales.....	120
Figure 84 : Taux de survie moyen des différentes densités de mise en charge des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> élevés dans les bassins bétonnés pendant 42 jours	122
Figure 85 : Tailles et poids des juvéniles de <i>Hoplobatrachus occipitalis</i> des différentes densités élevés dans les bassins bétonnés pendant 42 jours.....	123
Figure 86 : Juvéniles de <i>H. occipitalis</i> issus du test de densité de l'une des unités expérimentales.....	124

INTRODUCTION

Les Amphibiens ou Batraciens comptent 8579 espèces (Frost, 2022), constituant une classe de Vertébrés qui se retrouvent à l'état naturel dans toutes les régions du monde à l'exception de l'Arctique et l'Antarctique. Ils sont généralement absents du milieu marin ; néanmoins, certains s'adaptent aux eaux saumâtres (Benito-Espinal, 1997 ; Lecointre & Le Guyader, 2006). Ce sont des animaux poïkilothermes (Morin, 2008), leur peau nue et humide ainsi que les échanges gazeux qui s'y opèrent les rendent très sensibles aux variations des conditions du milieu. Ainsi, les amphibiens constituent-ils d'excellents indicateurs de stress dans leurs milieux de vie (Harwell & Olivier, 1998 ; Adams, 1999). Du point de vue écologique, ces animaux jouent un rôle important dans le réseau trophique et sont indispensables à l'équilibre des habitats humides (Channing, 2001). Sur le plan économique, certaines espèces de grenouilles comestibles sont génératrices de revenus et constituent une importante source de protéines animales pour l'Homme (Neveu, 2004 ; Nzigidahera, 2006). En raison de l'appétence de leur chair et du goût similaire à celui de la viande de poulet, les grenouilles sont recherchées dans de nombreux pays pour la consommation humaine (Tokur *et al.*, 2008). En Europe, la consommation des grenouilles porte essentiellement sur les cuisses importées d'Asie constituant ainsi un mets recherché. Ces cuisses sont vendues fraîches ou congelées (Hardouin, 1991). Une évaluation mondiale (Jean-Christophe *et al.*, 2008) a révélé que près d'un tiers (32 %) des amphibiens du monde est menacé. Cette réduction serait causée principalement par la surexploitation par l'homme (Munyuli Bin, 2002 ; Jensen et Camp, 2003 ; Kusriini et Alford 2006 ; Verburg *et al.*, 2007, Gonwouo *et al.*, 2008 ; Warkentin *et al.*, 2009). Par conséquent, les stocks naturels de grenouille sont en fort déclin dans le monde. En outre, l'activité agricole impacte aussi négativement les grenouilles sauvages. Ainsi, de nombreuses études consacrées aux pesticides agricoles montrent leur toxicité pour les amphibiens (Cooke, 1979 ; 1981 ; Lyons *et al.* 1976 ; Marchal-Segault, 1976 ; Hall & Kolbe, 1980 ; Marchal-Segault & Ramade, 1981).

Vu l'importance des grenouilles au niveau agricole, écologique et nutritionnel et la baisse avérée des stocks dans le monde, l'élevage de grenouille ou la ranaculture s'avère une alternative incontournable pour réduire les pressions sur les populations sauvages (Neveu, 2004). Les premières tentatives d'élevage de grenouilles (*Rana catesbeiana*) ont eu lieu au Brésil entre 1915 et 1917. La ranaculture se pratiquait par un simple contrôle de la prédation des étangs aménagés (Viosca, 1934). Ce n'est qu'au cours des années 80 que des essais d'élevage intensif ont été effectués, en Louisiane, pour fournir des grenouilles vivantes pour l'enseignement. Ensuite des essais ont été conduits au Brésil et en Taïwan, avec de bons

résultats sur les aliments artificiels (Chen, 1990 ; Lima & Agostino, 1992). Ainsi, le Brésil est un des pays les plus avancés en ranaculture, avec de très nombreuses fermes commerciales Produisant la grenouille-taureau américaine. Certains élevages perdurent en Chine. Des fermes à grenouilles sont apparues vers 1975 en Thaïlande (Putsatee & Daorerk, 1975). En Afrique, le Burundi a envisagé d'organiser une production rationnelle avec une des espèces locales *Hoplobatrachus occipitalis* (Verbanis *et al.*, 1993).

Ces dernières années la population ivoirienne a commencé à intégrer progressivement la grenouille *H. occipitalis* dans son alimentation. En effet, une forte augmentation de sa consommation dans de nombreuses régions du pays est constaté, surtout à cause de sa saveur dite agréable (Tohé *et al.*, 2016). C'est une espèce robuste à croissance rapide dont le poids des spécimens adultes peut atteindre 400 g (Mazyambo, 1981). Par ailleurs, des travaux réalisés dans le milieu naturel sur le régime alimentaire (Tohé, 2009 ; Tohé *et al.*, 2014), la reproduction (Tohé, 2009 ; Tohé *et al.*, 2016), l'éthologie et la phénologie (Assemian *et al.*, 2006 ; Tohé *et al.*, 2008 ; Assemian, 2009 ; Assemian *et al.*, 2015a ; Assemian *et al.*, 2015b) de *Hoplobatrachus occipitalis* ont permis de mieux connaître sa biologie et son écologie. Aussi, une étude récente menée à Daloa a montré une bonne performance de reproduction de *Hoplobatrachus occipitalis* dans les milieux fortement anthropisés (Aliko *et al.*, 2018). Cependant, les données relatives à leur élevage semi-intensif sont fragmentaires (Munyuli, 2002). Dans la sous-région africaine, les études récentes réalisées sur l'élevage de la grenouille de *H. occipitalis* en milieu contrôlé sont celles de Godomé (2020) au Bénin. Ces études ont porté sur les différents stades d'évolution des œufs de la grenouille *H. occipitalis*, ainsi que la ration alimentaire et les densités de mises en charge des têtards et des grenouillettes en milieu contrôlé. L'objectif générale de cette étude a été de déterminer l'intérêts socio-économiques et les conditions maximales de croissance et de survie de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* en côte d'Ivoire. De façon spécifique, il s'est agit de :

- faire l'état des lieux de la consommation et du prélèvement de *H. occipitalis* dans la ville de Daloa ;
- faire des essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis* en condition d'élevage ;
- faire une étude comparative des reproductions spontanée et induite de la grenouille *H. occipitalis* en bassin et en enclos ;
- déterminer les densités recommandées de mise en charge des têtards et des juvéniles en bassin.

Ce document comporte trois chapitres. Le premier chapitre traite des connaissances générales sur les caractéristiques socio-économiques de la région d'étude, sur les dispositifs et les conditions d'élevage de la grenouille en général et de l'espèce *H. occipitalis* en particulier. Le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés pour atteindre les différents objectifs fixés. Le troisième chapitre est consacré aux résultats et leurs discussions. Une conclusion générale et des perspectives de recherche mettent fin à la présente étude.

Chapitre 1 : GÉNÉRALITÉS

1.1 - MILIEU D'ETUDE

1.1.1 Situation géographique

Situé dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire, le département de Daloa est le chef-lieu de la région administrative du Haut Sassandra. Il est localisé entre 06° 52'38'' N et 06° 27'00'' W (Konaté *et al.*, 2018). Il est limité au nord par les départements de Vavoua et de Zuénoula, au sud par ceux d'Issia et de Sinfra, à l'ouest par ceux de Duékoué et Bangolo et à l'est par celui de Bouaflé. Avec une superficie de 5 450 km², le département de Daloa occupe 28 % de la surface de la région (OCDE, 2002).

Cette étude a été menée au sein de la ferme piscicole de l'association pisciculture et développement rural en Afrique tropicale humide Côte d'Ivoire (APDRACI) à Daloa (Figure 1 et 2), dont les coordonnées géographiques sont 6°51'30 latitude nord et 6°27'50 longitude ouest. Cette ferme est située à la sortie de la ville sur l'axe Daloa-Issia à environ 500 m de l'ancien corridor. Elle dispose d'une dizaine d'étangs piscicoles, d'un grand barrage, de trois grands bassins bétonnés, de plusieurs éclosiers couverts, d'un château d'eau et d'autres installations nécessaires à la pisciculture.

1.1.2 Situation socio-économique

La commune de Daloa a, en son sein, une quarantaine de quartiers dont les plus emblématiques sont Tazibouo, Lobia, Abattoir 1 et 2, Millionnaire, Gbeuliville, Manioc, Savonnerie, Orly, Kennedy. Daloa est la deuxième zone de production du cacao et la première de café (MINAGRI, 2010). De plus, de par son statut de pôle économique régional, Daloa dispose d'infrastructures routières facilitant une mobilité des hommes et bénéficie également d'une présence remarquable des services publics, parapublics et privés régionaux (Koukougnon, 2020). Daloa est un pôle de développement économique régional (Kra & Kanga, 2020). Selon le recensement général de la population (RGPH) de la ville de Daloa, celle-ci est passée de 173 107 habitants en 1998 à 266 324 habitants en 2014. La population de Daloa est cosmopolite avec plusieurs ethnies (Malinké, Bété, Yacouba, Baoulé, Agni, Attié, Guéré, Sénoufo, Gouro...) de la Côte d'Ivoire. Les autochtones de cette ville sont les Bété, majoritairement dans les villages (OCDE, 2002). Daloa compte aussi une forte communauté d'allogènes dont des populations de la CEDEAO (Burkinabès, Maliens, Guinéens, Sénégalais et Nigériens) et les communautés libanaises et Mauritanienes (PRICI, 2016). Cette importante démographie engendre d'une part une importante consommation de protéine animale dont celle des amphibiens (Patel, 1993 ; Veith *et al.*, 2000), et d'autre part la perte et

l'altération de leur habitat participant au déclin touchant plus de 30 % des espèces d'amphibiens (Hillers *et al.*, 2008).

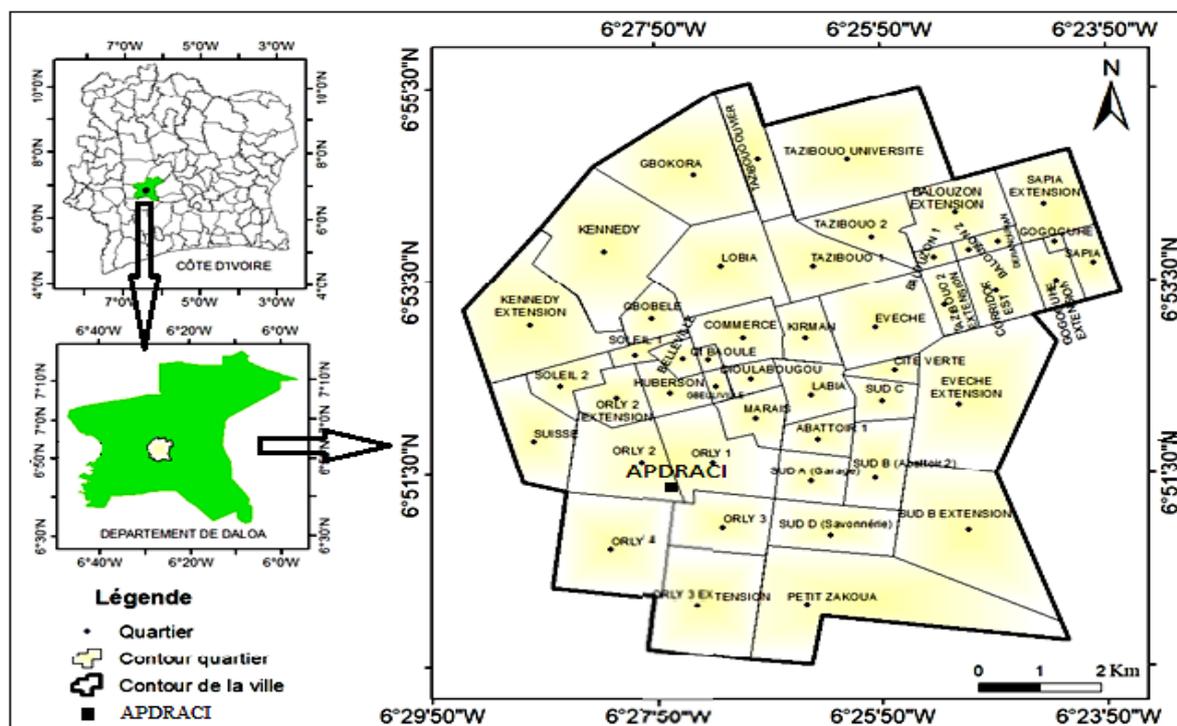


Figure 1 : Localisation de la ferme piscicole de l'APDRACI

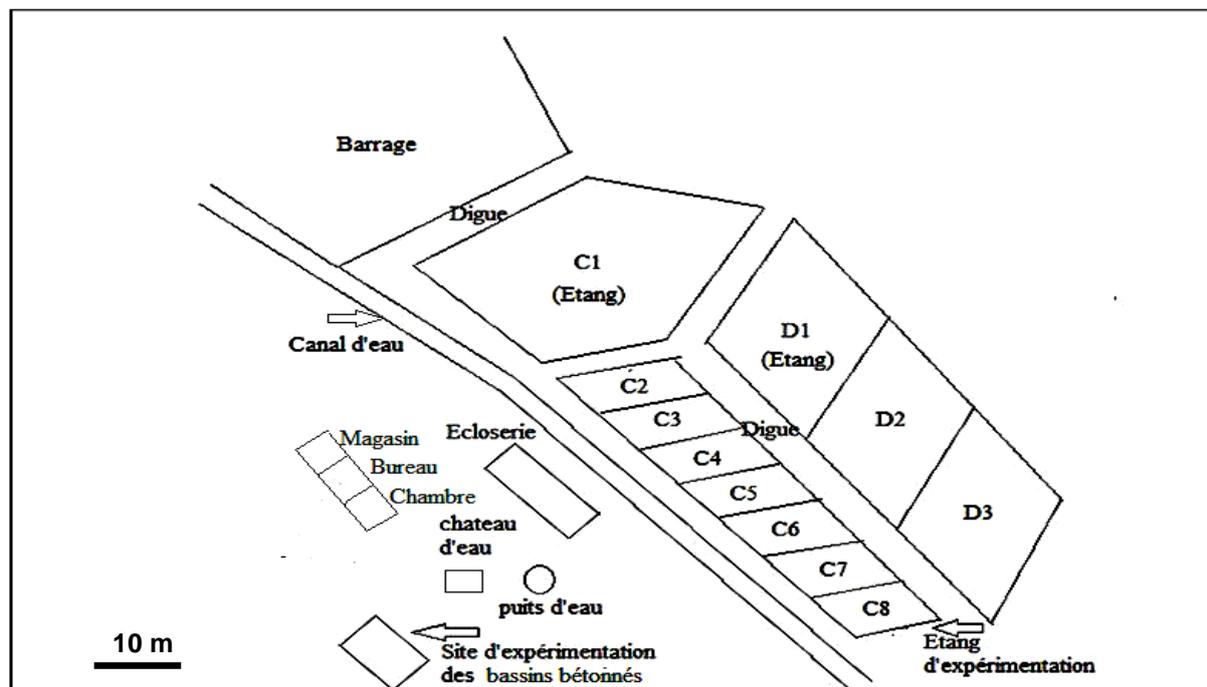


Figure 2 : Plan de masse des infrastructures d'élevage de la ferme piscicole de l'APDRACI (Source : APDRACI)

A : localisation, B : vue d'ensemble des infrastructures d'élevage

1.1.3 Végétation, sols, relief et climat

La région du Haut Sassandra est située dans la Moyenne Côte d'Ivoire Forestière. Elle est couverte par une forêt dense humide semi-décidue à une forêt défrichée mésophile (Kouamé & Zoro Bi, 2010). Depuis quelques années, une savanisation des régions d'étude (Niamien, 2019) est observée. Les sols du département de Daloa sont de type ferrallitique remanié faiblement à moyennement désaturés et des ferrisols (Brou, 2010 ; Konaté *et al.*, 2018). Ces sols sont dans l'ensemble profond, meubles, moyennement argileux et peu humifères. Par endroits, on rencontre des espaces hydromorphes, généralement tourbeux ou humiques (Assi kaudjhis, 2011). Le relief de la région de Daloa est aplani et constitué de plateaux granitiques de 200 à 300 m d'altitude. Une dizaine de vallées ou bas-fonds (Fatiga, Tazibouo, quartier suisse, Savonnerie, Lobia etc), entourent la ville ou pénètrent au cœur des quartiers. Certains bas-fonds sont de véritables frontières naturelles délimitant les quartiers. Ils ne constituent pas pour autant des barrières infranchissables, comme en témoigne un réseau dense de pistes qui traversent et parcourent les vallées (Cadot *et al.*, 1997). Le climat est de type équatorial de transition caractérisé par deux saisons des pluies : une grande saison (Avril-Juillet) et une petite saison (Septembre-Novembre) et deux saisons sèches. Cette période sèche s'étend de novembre à avril. La pluviométrie est comprise entre 1000 et 1500 mm / an avec des températures variant de 24,65 °C à 27,75 °C en moyenne (Akedrin *et al.*, 2020).

1.1.4 Réseau hydrographique

La rivière Lobo est un affluent du fleuve Sassandra. Son bassin hydrographie est situé en Afrique de l'ouest, au centre-ouest de la Côte d'Ivoire, à 25 km de Daloa (région du Haut-Sassandra). Elle prend sa source dans la région de Séguéla, drainant une superficie de 12745 km² et parcourt 355 km² avec un périmètre de 530 km (Groga *et al.*, 2017). La submersion quasi permanente en eau et la structure hydromorphe des sols à inondation temporaire ou permanente rendent ces bas-fonds propices au développement des cultures exigeantes en eau (riziculture, maraîchage et arboriculture) grâce aux possibilités d'arrosage (Mendy, 2014). Ces espaces hydromorphes sont aménagées pour les pratiques aquacoles. Le centre-ouest regorgent de vastes espaces de bas-fonds qui sont valorisés par la riziculture, la pisciculture et de plus en plus, par la rizipisciculture (Assi-kaudjhis, 2005). La disponibilité des bas-fonds constitue un potentiel de production pour l'aquaculture paysanne dans le centre-Ouest.

1.2 - ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LES GRENOUILLES COMESTIBLES

1.2.1 Présentation des principales espèces de grenouilles comestibles du monde

Le marché international de grenouilles pour l'alimentation humaine est approvisionné principalement par des captures dans la nature, mais il est difficile de dresser la liste des espèces consommées dans le monde. Les espèces communes rencontrées sur le marché sont en l'occurrence : *Rana catesbeiana*, *Rana temporaria*, *Rana tigrina*, *Rana hexadactyla*, *Rana esculenta*, *Rana ridibunda* et *Leptodactylus ocellatus* (Negroni & Farina, 1993).

1.2.1.1 Position systématique

Les grenouilles comestibles ont la même position systématique du règne au sous ordre (Frost, 2008). Ainsi du Règne à la Classe se sont respectivement Animalia, Chordata, Vertebrata et Amphibia. Ensuite Lissamphibia, Saliente, Anura et Neobatrachia correspondent respectivement à la Sous-classe, le Super-ordre, l'Ordre et le Sous-ordre.

1.2.1.2 Description

Rana catesbeiana ou *Lithobates catesbeianus* ou grenouille taureau (Figure 3A) est l'une des plus grosses grenouilles comestibles sur le marché. Cette grenouille peut atteindre 15 cm de taille et 500 g de masse corporelle (Hardouin, 1997), et exceptionnellement, peut atteindre 1 kg (Viosca, 1934). La couleur du dos varie du vert olive au brun foncé avec souvent des tâches plus sombres. L'abdomen est crème moucheté de gris.

Rana esculenta ou *Pelophylaxe sculentus* (Linné, 1758) ou grenouille verte comestible (Figure 3B) est reconnue comme un taxon hybride issu du croisement de la grenouille verte rieuse (*Rana ridibunda*) et de la grenouille verte de Lessona. Cette grenouille a une coloration variable verte, verte-jaune et brunâtre et possède une ligne vertébrale plus claire (Touratier, 1992).

Rana hexadactyla ou *Euphlyctis hexadactylus* (Lesson, 1834), également connue sous le nom de grenouille verte d'étang (Figure 3C), est une grenouille verte indienne qui mesure 90 mm pour les mâles et 130 mm pour les femelles. Son dos est de couleur vert prairie ou vert olive et présente, parfois, une ligne longitudinale jaune pâle. Son ventre et ses flancs sont blancs ou jaune pâle (Oza, 1990).

Rana ridibunda ou *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), a reçu son affiliation au genre *Pelophylax* qu'en 2006 lors de la révision phylogénétique des amphibiens du monde (Frost *et al.*, 2006). Elle possède un museau qui, vu de profil, est assez pointu chez le jeune et arrondi chez les individus plus âgés (Figure 3D). La grenouille rieuse est une espèce de grande taille,

certains individus dépassant les 130 mm (Holsbeek *et al.*, 2008). Les individus de taille supérieure à 100 mm sont presque toujours des femelles.

Rana trigrina ou *Hoplobatrachus tigerinus* (Daudin, 1802) ou grenouille-tigre ou encore grenouille taureau asiatique, est une grenouille qui mesure de 65 à 170 mm. La couleur de son dos varie du vert olive au gris avec des tâches sombres (Figure 3E). La ligne longitudinale, de couleur jaune clair, est rarement absente. Ses membres présentent des rayures sombres, parfois discontinues. Son ventre est blanc avec, parfois, une légère pigmentation au niveau de la gorge (Lannoo *et al.*, 1994).

Leptodactylus latrans (Steffen, 1815) était anciennement nommée *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1758). Cette grenouille a un dos sombre (Figure 3F), gris ou brun rougeâtre avec des plis longitudinaux proéminents et de grandes tâches bordées de blanc foncé (ocelles). La gorge est tâchetée de noir. La femelle a une taille de 80-110 mm, alors que celle du mâle est de 90-120 mm (Lavilla *et al.*, 2010).

Rana temporaria ou grenouille rousse (Figure 3G) mesure de 50 à 65 mm en plaine, et à haute altitude de 70 à 80 mm chez le mâle et 75 à 85 mm chez la femelle avec au maximum 100 mm (Duguet & Melki 2003). Son corps est trapu, un œil doré à la pupille horizontale, un tympan en général bien visible, de la même taille ou plus petit que l'œil, inclus dans une longue tache temporale sombre se prolongeant au-delà de l'œil jusqu'à la narine (Duguet & Melki 2003).

1.2.1.3 Distribution géographique

La grenouille taureau ou *Rana catesbeiana* est plutôt territoriale, sédentaire et habite de préférence les lacs, les grands étangs permanents. Elle est une prédatrice vorace qui mange, sans discernement, tout ce qu'elle peut capturer (Richard, 2008). La distribution originelle de *Rana catesbeiana* est confuse en raison des introductions en dehors de l'aire de répartition naturelle dans l'ouest des États-Unis (Bury & Whelan, 1984). Des grenouilles taureau ont également été introduites en Europe (Stumpel, 1992), en Amérique du Sud, en Asie (Kupferberg, 1997), en Colombie-Britannique, au Mexique.

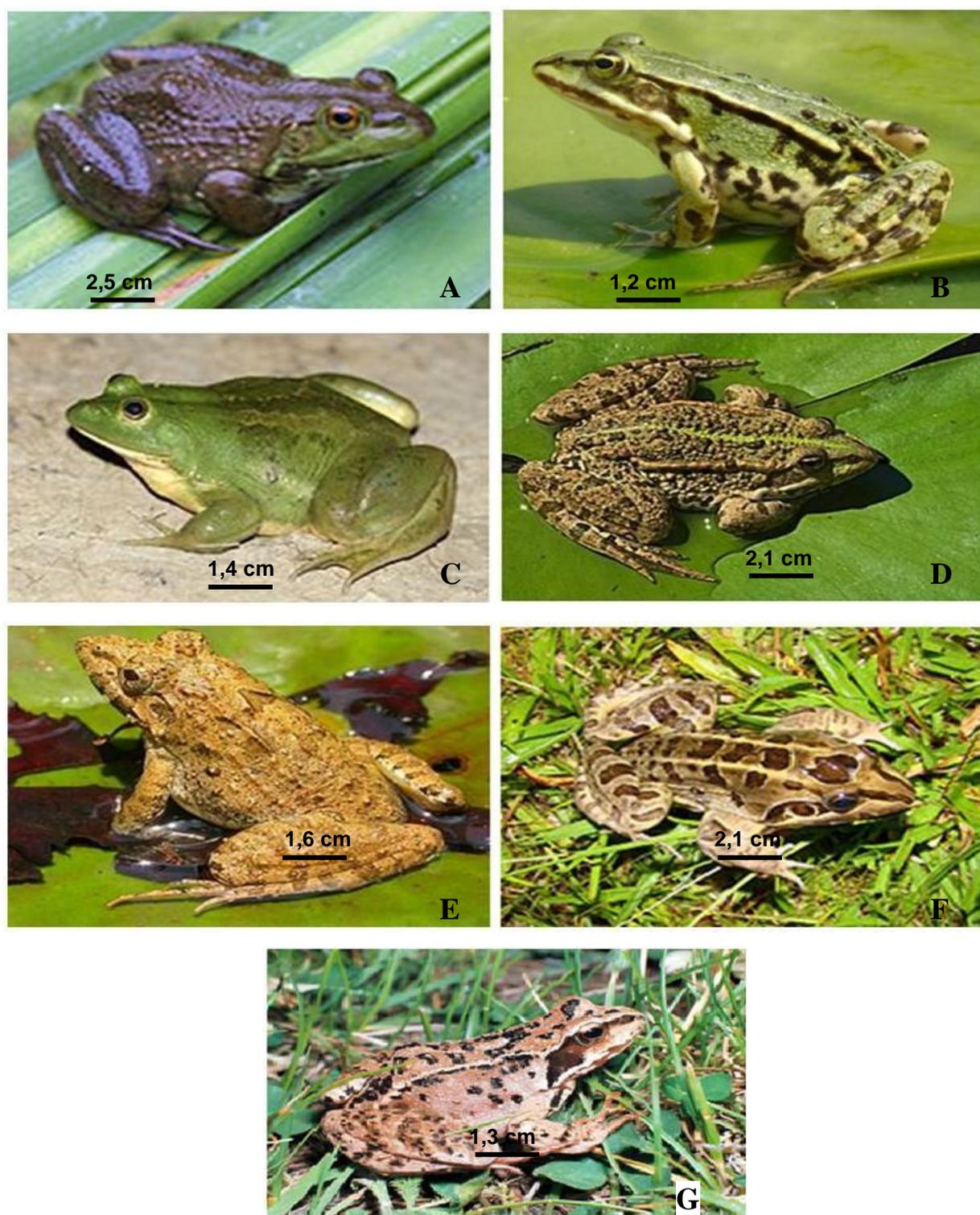


Figure 3 : Grenouilles comestibles (Negroni & Farima, 1993)

A : *Rana catesbeiana* ; B : *Rana esculenta* ; C : *Rana hexadactyla* ; D : *Rana ridibunda* ; E : *Rana tigrina* ; F : *Leptodactylus ocellatus* ; G : *Rana temporaria*

Ainsi des tentatives d'élevage ont été effectuées notamment à Singapour (Hardouin, 1997). Selon UICN (2021), la grenouille taureau est classée de « préoccupation mineure ».

Rana lessonae ou grenouille verte d'Europe s'étend de la France au bassin de la Volga en Russie (Günther, 1997). Pour la partie occidentale de son aire de répartition, Graf & Polls (1989) précisent que l'espèce est présente dans toute la partie nord et le centre de la France continentale et dans la majeure partie de l'Europe centrale, à l'exception des zones les plus méridionales. La grenouille verte comestible occupe préférentiellement les zones de marais.

Cette grenouille est protégée par la législation française, sauf la pêche destinée à une consommation familiale. En Turquie la production de *Rana esculenta* est proche de 28 tonnes par an. Ensuite, elle est vendue vers la France pour la consommation humaine. Selon UICN (2021), *Rana esculenta* est classée « préoccupation mineure ».

Rana hexadactyla est la grenouille verte indienne à cinq doigts. Elle est une espèce commune de grenouille aquatique trouvée au Pakistan, en Inde, au Bangladesh et au Sri Lanka. En Inde, l'exportation illégale d'amphibiens à des fins alimentaires, a été estimée à 70 millions, chaque année provoquant un déclin sévère de *Rana hexadactyla* (Oza, 1990). Cette grenouille est également classée « préoccupation mineure » par UICN (2021).

Venue d'Europe de l'Est, *Rana ridibunda* (grenouille rieuse) est plus forte et plus féconde que les batraciens de la région. Les scientifiques expliquent cette aptitude par le fait que la grenouille rieuse vit plus longtemps et croît plus rapidement que les espèces indigènes. Elle était très prisée des nobles du fait de ses cuisses charnues. La grenouille rieuse fait 300 à 400 grammes donc deux fois plus grosse que les grenouilles indigènes (Dirk, 2008). Selon UICN (2021), cette grenouille est classée « préoccupation mineure » sauf dans certaines régions de la France (Aquitaine, Basse-Normandie et Bourgogne) où elle est en danger.

Rana tigrina (grenouille tigre) est une grosse grenouille comestible. Elle est vorace et se rencontre dans l'est de l'Afghanistan et du Pakistan, en Inde, au Bhoutan, au Népal, au Bangladesh et dans l'ouest de la Birmanie. Elle a été introduite à Madagascar et aux Maldives (Hoque & Saidapur, 1994). La grenouille tigre est classée « préoccupation mineure » par UICN (2021).

Leptodactylus latrans habite les prairies ouvertes, très souvent trouvées dans les étangs, les petits lacs ou les zones inondées du sud du Brésil, de l'Argentine, de l'Uruguay et du Paraguay oriental (Lavilla *et al.*, 2010). Cette grenouille est également classée « préoccupation mineure » par UICN (2021).

Rana temporaria est la grenouille brune la plus répandue en Europe. Elle est largement répandue dans le nord de la France, en Belgique et en Corse (Duguet & Melki, 2003). En France, elle est produite par des ranaculteurs cultivant un savoir-faire d'élevage depuis des décennies. *Rana temporaria* est classée « préoccupation mineure » (UICN, 2021).

1.2.2 Stocks naturels des espèces de grenouilles comestibles

1.2.2.1 Ecosystèmes tempérés

La majorité des grenouilles consommées est prélevée sur des stocks naturels causant ainsi une forte diminution de ces stocks, particulièrement depuis les années 80 (Collins & Storfer, 2003). Cette diminution est sous l'influence conjuguée de la régression des habitats favorables et de l'augmentation des activités humaines (Green, 1997). En 1993, plus de 500 espèces de grenouilles et de salamandres présentes sur les cinq continents présentaient un déclin de leur population (Vial & saylor, 1993). Le fait que la majorité des amphibiens aient un mode de vie à la fois terrestre et aquatique, et que leur peau soit très perméable laisse à penser qu'ils pourraient être plus vulnérables que les autres espèces de vertébrés terrestres (Vitt *et al.*, 1990). Cette vulnérabilité de la peau des amphibiens serait due aux toxines présentes dans l'environnement, ainsi qu'aux modifications de température, de précipitations et d'hygrométrie (Rödel & Branch, 2002). Le déclin de populations a été particulièrement intense dans l'ouest des États-Unis, en Amérique centrale et en Amérique du sud. En France, la réduction des stocks de *Rana temporaria* et les progrès en matière de conservation ont conduit à importer des animaux vivants puis des cuisses surgelées et, finalement, à s'interroger sur les possibilités d'élevage (Neveu, 2004).

1.2.2.2 Ecosystèmes tropicaux

Les forêts africaines sont nettement plus pauvres en espèces d'amphibiens que celles d'Amérique du sud. Les salamandres sont totalement absentes, bien que de nombreuses espèces restent à décrire. La République Démocratique du Congo n'en possède que 216 espèces dont seulement 24 % sont endémiques. Mais, le secteur forestier central du Congo n'a pas encore été exploré. Les inventaires étant limités à l'est et dans les parcs nationaux (Vande, 2004). Le séjour dans les eaux salées, en général ne convient pas aux amphibiens, ni à leurs œufs. La nutrition chez les amphibiens diffère grandement selon qu'il s'agit des adultes ou des jeunes. Les amphibiens sont les proies d'un nombre considérable de prédateurs des zones tropicales tels que les hérons, les rats, les chats, les crocodiles, les tortues d'eau douce, les oiseaux, les cigognes, les corneilles, les canards sauvages ou domestiques. Ceux-ci leur font une chasse acharnée et peuvent anéantir en peu de temps toute la population batracienne d'un étang (Angel, 1947).

1.2.3 Importances des grenouilles

Selon Negroni & Farina (1993), les grenouilles sont utiles à l'Homme à différents niveaux : nutritionnelle, scientifique, médicale et économique. Elles jouent aussi un rôle écologique très important en tant que proie et prédateur (Channing, 2001).

1.2.3.1 Importance nutritionnelle

En Asie, les importations de grenouilles pour la consommation humaine se sont fortement développées dans les années 1970-1980. Ces importations concernent d'une part celles des surgelés avec des cuisses importées surtout d'Extrême-Orient et d'autre part celles des cuisses fraîches qui sont préparées à partir d'animaux importés vivants issus de capture (Neveu & Regnier, 1985). Dans cette dernière filière, les grenouilles circulent en camion réfrigéré et sont stockées chez des grossistes en attendant leur abattage. En Amérique, dès la fin du XIX^e siècle, ce sont des dizaines de milliers de grenouilles qui ont été récoltées chaque année dans des zones humides pour des raisons alimentaires (Jennings & Hayes, 1985). En Europe, plusieurs pays européens ont progressivement intégré la grenouille dans leur gastronomie à partir du XVI^{ème} siècle. Plus récemment, le développement de la chaîne du froid a permis une forte augmentation de sa consommation qui est aujourd'hui de 8 000 à 10 000 tonnes de cuisses par an dans l'ensemble des pays concernés (Hardouin, 1994). En Afrique, plusieurs espèces de grenouille sont consommées dont *Xenopus muelleri*, *Phrynobatrachus latifrons* et *Hoplobatrachus occipitalis*. Cette dernière est la plus grande grenouille d'Afrique de l'ouest. Sa chair est beaucoup appréciée pour la consommation humaine (Mazyambo, 1981).

1.2.3.2 Importance scientifique

Selon Negroni & Farina (1993), les grenouilles à usage scolaire et pour la recherche en général peuvent être les mêmes que celles prises pour la consommation. Selon le même auteur, aux États Unis, c'est la grenouille taureau qui est la plus utilisée comme matériel biologique.

1.2.3.3 Importance médicale

En chine, certaines pathologies ont été soignées avec la peau d'amphibien notamment des affections cardiaques (Brosset, 1989). Aux États-Unis et en Australie, d'autres ont été expérimentées comme psychotrope (Little, 1993), mais leurs effets psychoactifs sont en partie discutés (Little *et al.*, 1996). Les toxines de nombreux amphibiens protègent efficacement la peau d'infections fongiques et bactériennes, y compris lors de leurs longs séjours

d'hibernation (Lelogeais, 1956). La médecine traditionnelle chinoise considère la viande de grenouille épineuse géante comme étant de saveur douce et de nature équilibrée et ayant un rôle de détoxification. La peau de grenouille est utilisée en chirurgie plastique, en particulier pour traiter les brûlures graves (Negroni & Farina, 1993).

1.2.3.4 Importance économique

Selon Neveu (2004) en 2002, 3290 tonnes de cuisses surgelées ont été importées en France en provenance d'une part de la chine avec 02,6 euro / kg et d'Indonésie avec 04,5 euro / kg d'autre part. La même année, 553 tonnes de grenouilles vivantes ont été importées en France de la Turquie et de l'Algérie à 06 euro / kg.

La peau de grenouille (Figure 4A) est un sous-produit qui semble posséder des perspectives d'avenir. Son usage est de plus en plus apprécié dans le domaine de l'habillement et de la maroquinerie de luxe. Pour obtenir un produit de qualité constante, il convient de dépouiller habilement les animaux avant de faire subir à leur peau de très faible épaisseur un traitement minutieux (Negroni & Farina, 1993). La peau de la grenouille *Rhinella marina* est utilisée pour fabriquer des portes-monnaies (Figure 4B), en pièce unique et fabriquée à la main.

1.2.3.5 Importance écologique

Selon Petranka et Murray (2001), la grenouille joue un rôle crucial dans de nombreux écosystèmes, mais aussi permet de réduire les vecteurs de certaines maladies telles que le paludisme. En effet, les têtards dans les mares et points d'eau, se nourrissent des larves des insectes de toutes sortes (mouches, papillons, libellules, moustiques...). Une fois adultes, ils deviennent carnivores de tous ces insectes.

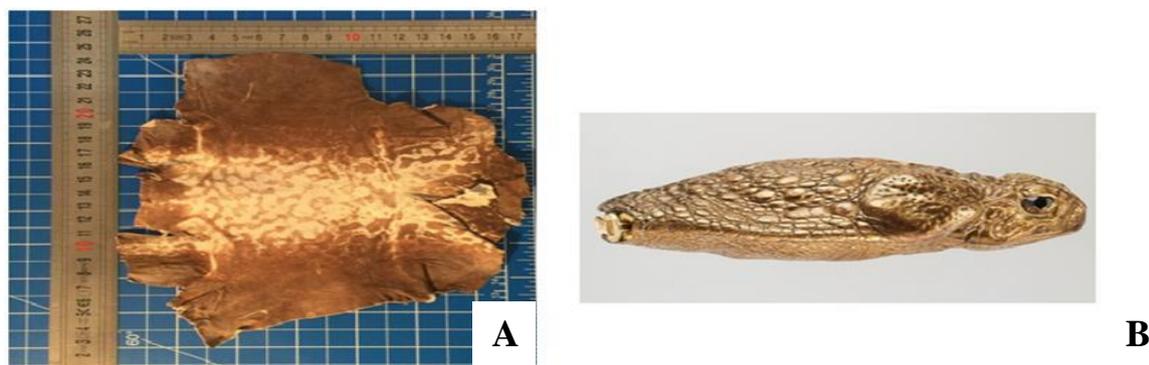


Figure 4 : Peau de grenouille traitée en Australie (Kobja, 2013)

A : cuir de la peau grenouille ; B : porte-monnaie en peau de grenouille

Selon Francis (1994), les grenouilles sont utiles dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles, et certaines espèces de grande taille ont été introduites à cette fin dans plusieurs

régions du monde. Les têtards, juvéniles et adultes de grenouille constituent les proies d'un grand nombre de prédateurs, jouant ainsi un rôle important dans l'écosystème (Channing, 2001).

1.2.4 Méthode de capture des grenouilles

Les grenouilles comestibles sont capturées par différentes techniques dont la pêche, la chasse, l'utilisation de pièges et d'autres techniques.

1.2.4.1 Pêche

Selon Neveu & Régnier (1985), les méthodes traditionnelles de capture varient suivant l'espèce et la saison. Pour les grenouilles vertes, la méthode la plus courante est effectivement le prélèvement à la ligne, soit avec le traditionnel bout de tissu rouge, soit de plus en plus avec une boulette de bas de nylon qui accroche les petites dents des grenouilles. Dans ce dernier cas, l'hameçon n'est pas nécessaire et les animaux, n'étant pas blessés, peuvent être stockés. Selon les mêmes auteurs, la pêche avec un hameçon est aussi très pratiquée. Elle permet d'harponner un grand nombre d'animaux et elle prend plus de mâles que de femelles. Ce mode de capture a l'inconvénient de blesser les animaux et les cuisses doivent être prélevées rapidement. D'autres méthodes sont plus rarement employées comme la pêche aux esches naturelles (sauterelles et vers.). La plupart des espèces d'amphibiens qui migrent vers ou hors de leur lieu de reproduction peut être interceptée par des systèmes de filets et trappes. Ces dispositifs sont souvent assez lourds à installer et à surveiller car ils nécessitent une présence lumineuse journalière pour le ramassage des animaux capturés.

1.2.4.2 Chasse

La chasse s'effectue pour les grenouilles rousses au moment de la reproduction, à la main, éventuellement avec une épuisette, très généralement la nuit à l'aide d'une lumière qui tend à immobiliser l'animal. Localement, il est possible de déterminer les lieux d'hibernation et de récolter des animaux hibernants profitant de leur inactivité et d'une certaine concentration (Neveu & Régnier, 1985).

1.2.4.3 Capture par piégeage

Des seaux sont utilisés pour constituer des pièges permettant de collecter les grenouilles (Figure 5). Ils ont une profondeur de 25 à 40 cm. La distance recommandée entre les seaux est de 10 m (urodèles) et 20 m (anoures). Ils sont percés (quelques trous de 3 mm à la mèche à bois) et posés, de préférence, sur un lit de gravier pour faciliter l'évacuation de l'eau et éviter

la noyade des animaux piégés. Le bord des seaux doit être situé au niveau du sol, au plus près de la bâche. Ils peuvent être remplacés par un tuyau de PVC (même diamètre). Les seaux alimentaires à bords verticaux (obtenus dans les restaurants collectifs) possèdent un couvercle qui peut être découpé au cutter en laissant un rebord de 02 à 03 cm pour empêcher les animaux de s'échapper (Alain & Jean, 2019).



Figure 5 : Dispositif de capture de grenouilles par fosse-barrière (Source : Morand & Carsignol, 2019)

1.3- STRUCTURES D'ÉLEVAGE DES GRENOUILLES

Différentes structures de production de grenouilles existent à travers le monde. Les plus utilisées sont les bassins bétonnés, les étangs modifiés et les enclos en bâches.

1.3.1 Cas de bassins bétonnés

La structure décrite par Hardouin (1997), concerne la production de la grenouille taureau *Rana catesbeina* d'origine américaine en Malaisie. La ferme est essentiellement composée de séries de bassins à sol bétonné et à murs pleins étanches. La surface au sol de chaque enclos varie de 15 à 25 m², et les murs ont une hauteur de 01,2 m environ. Chaque bassin dispose de son tuyau d'approvisionnement en eau propre et de son circuit d'évacuation des eaux usées. Le niveau d'eau dans chaque bassin peut être réglé de manière précise mais simple, afin de répondre aux besoins physiologiques des grenouilles. Une partie de chaque enclos est recouverte d'un toit simple destiné à fournir de l'ombre. Des filets à larges mailles entourent complètement les côtés et le dessus de chaque série d'enclos pour éviter la prédation des grenouilles par les oiseaux. Le toit et les supports pour les filets de protection permettent à ceux qui entreront dans l'enclos d'y travailler debout.

1.3.2 Cas d'étangs modifiés

Un essai de production de grenouilles portant sur des étangs modifiés s'est déroulé en République Démocratique du Congo. Cinq étangs séparés de 30 m ont été aménagés

manuellement à la houe, à la bêche et à la machette par remodelage des cavités précédemment creusées pour la fabrication des briques et réaménagées en période de faibles activités des briqueteries. Les étangs ont été installés parallèlement aux courbes de niveau sur un terrain en pente. L'alimentation en eau a été assurée par des tuyaux en PVC ou des morceaux de bambou, chaque étang possédant des tuyauteries distinctes pour l'entrée et la sortie de l'eau. L'eau d'alimentation circule par gravité naturelle, le trop-plein de chaque étang alimentant un réseau de canalisations pour l'évacuation des eaux usées en aval vers la rivière principale. La pente de l'assiette de l'étang vers l'orifice de vidange est de 02,5 % pour faciliter le regroupement des grenouilles et leur capture après vidange des étangs. Les prises d'eau aménagées dans les parois en terre des étangs sont munies de treillis (2 X 2 mm) de façon à empêcher les têtards et les grenouilles de sortir de l'étang. Les divers tuyaux répondent aux besoins en oxygène des amphibiens (Angel, 1947). Les étangs sont recouverts d'un toit simple fabriqué avec des feuilles de bananier séchées pour fournir l'ombre supplémentaire à celle que donne la bananeraie proche des étangs. Des filets à petites mailles, laissant passer les insectes, entourent complètement le toit et le dessus de chaque étang pour d'une part éviter la prédation par les animaux terrestres et les oiseaux et, d'autre part, pour empêcher les grenouilles de s'enfuir. Une petite porte est aménagée dans les parois du filet et une plateforme émergée de 0,6 à 02 m de large et de 02 à 05 m de longueur a été aménagée (Figure 6). Dans les extrémités et les bordures de l'assiette de chaque étang, sur les terrasses, diverses plantes (*Pilosa bidens*, *Commelina sp.*, *Digitaria sp.*, *Cyperus sp.*, *Eleusine indica*, *Azola sp.*, *Dicondra repens*, etc.) sont cultivées de façon à simuler les conditions naturelles d'un marais ou d'une rivière. En quelques mois, les végétaux récoltés en milieu naturel voisin (marais en dessèchement) colonisent les terrasses (Mushambanyi, 2002).

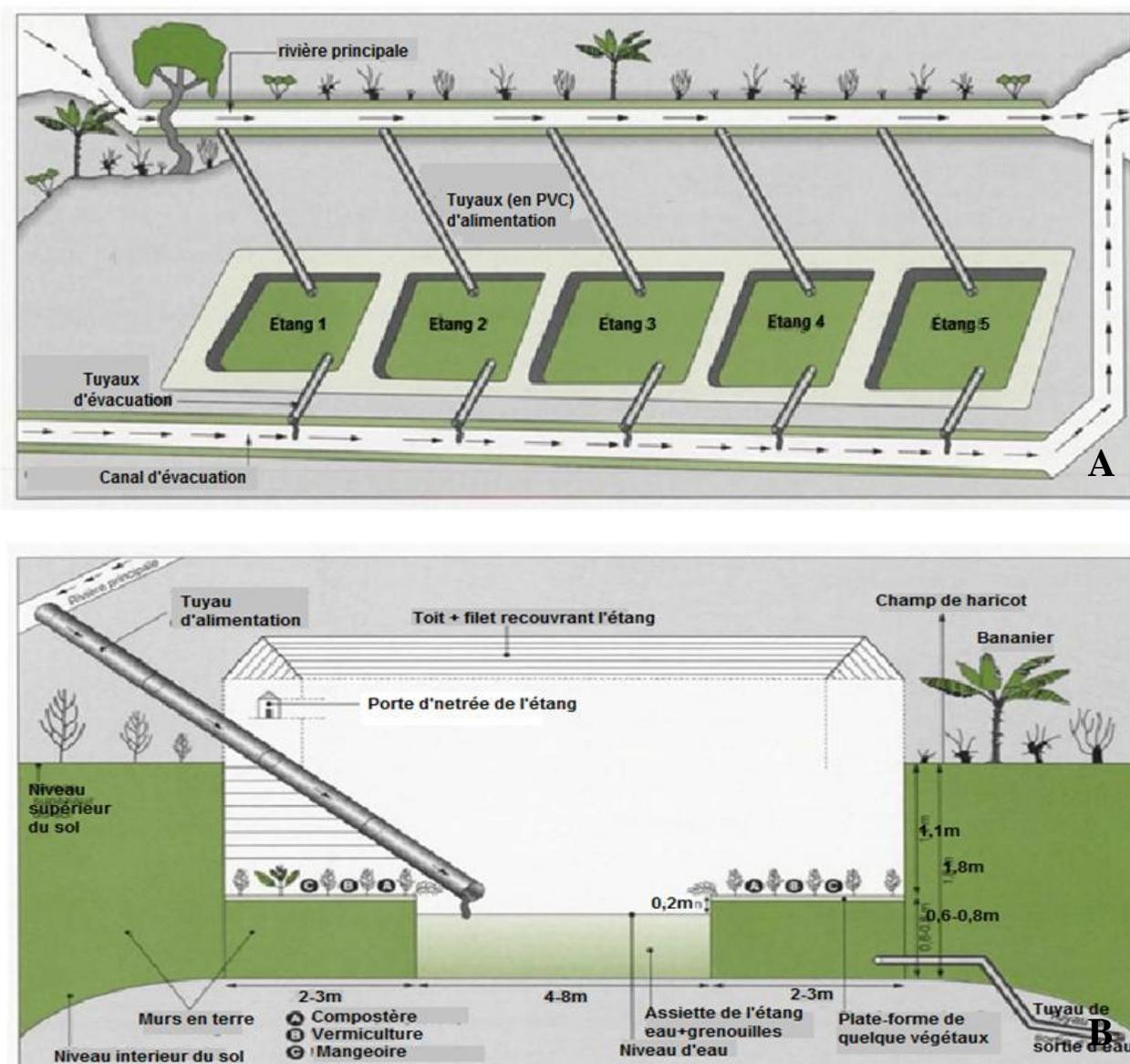


Figure 6 : Dispositifs d'élevage de grenouille en étang au Congo (Mushambanyi, 2002)

A : plan général et disposition des étangs ; B : coupe-type d'un étang creusé dans le sol

1.3.3 Cas des enclos en bâche

Patrice François, poissonnier dans la Loire, a installé son élevage de grenouilles sur la zone des Serres de Pierrelatte depuis 2010. C'est le seul élevage industriel de France. Le dispositif est constitué de 2500 m² de serre qui est fait de bâche sous forme de bac d'une dimension d'environ 02 m sur 03 m couvert par un toit fait d'une charpente en fer et recouvert de bâches transparentes (Figure 7). A l'intérieur de chaque bassin il y a de l'eau et au centre un support flottant sur lequel les grenouilles peuvent se tenir ainsi que quelques végétaux. Chaque bassin dispose d'un système d'évacuation et d'approvisionnement.



Figure 7 : Dispositif d'élevage de grenouille en serre avec utilisation de bâche en France
(Anonyme 1, 2010)

1.4 – PRÉSENTATION DE L'ESPÈCE *Hoplobatrachus occipitalis*

1.4.1 Caractéristiques importantes

En Côte d'Ivoire, les travaux réalisés dans le milieu naturel sur le régime alimentaire (Tohé, 2009 ; Tohé *et al.*, 2014), la reproduction (Tohé, 2009 ; Tohé *et al.*, 2016), l'éthologie et la phénologie (Assemian *et al.*, 2006 ; Tohé *et al.*, 2008 ; Assemian, 2009 ; Assemian *et al.*, 2015a ; Assemian *et al.*, 2015b) de *Hoplobatrachus occipitalis* ont permis de mieux connaître la biologie et l'écologie de ce batracien. *Hoplobatrachus occipitalis* est l'espèce la plus abondante et la plus prisée car répandue sur les différents marchés de Daloa (Kouamé *et al.*, 2015). Mais aussi, la plus grande grenouille d'Afrique de l'ouest pouvant atteindre jusqu'à 400g et sa chair est beaucoup appréciée pour la consommation humaine (Mazyambo, 1981 ; Mohneke *et al.*, 2011). Aliko *et al.* (2018) ont montré une résilience de la reproduction *H. occipitalis* en milieux fortement anthropisés.

1.4.2 Position systématique

Le nom de l'espèce a connu une évolution dans le temps. En effet, *Rana occipitalis* (Scortecci, 1936), *Rana tigrina occipitalis* (Dekeyser & Villiers, 1956) ou encore grenouille tigrée africaine sont des synonymes de *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858).

Selon Frost (2013), la position systématique de l'espèce *Hoplobatrachus occipitalis* est la suivante :

Règne	: Animalia
Embranchement	: Chordata
Sous-embranchement	: Vertebrata
Classe	: Amphibia
Sous-classe	: Lissamphibia
Super-ordre	: Saliente
Ordre	: Anura
Sous-ordre	: Neobatrachia
Famille	: Dicroglossidae
Sous-famille	: Dicroglossinae
Genre	: <i>Hoplobatrachus</i>
Espèce	: <i>Hoplobatrachus occipitalis</i>

1.4.3 Description

Les travaux de Rödel (2000) et de Vidal-García *et al.* (2014) rapportent que sa longueur, du museau à l'anus, varie entre 52 et 110 mm chez le mâle et entre 110 et 135 mm chez la femelle. Ses yeux très globuleux et proéminents sont situés en position occipitale (Figure 8). La peau du dos est formée de plis très courts discontinus et irrégulièrement disposés. La coloration du dos et des cuisses est gris-brunâtre constellée de tâches sombres irrégulières et souvent peu distinctes. Une ligne claire transversale est située en arrière des deux orbites (Vidal-García *et al.*, 2014). Une peau très verruqueuse où les yeux et les narines sont dorsalement positionnés. En raison de nombreuses glandes, la peau est très glissante. Le poids des mâles oscille entre 24 à 84 g et celui des femelles varie entre 20 et 132 g (Rödel, 2000). Le bord de la mâchoire inférieure porte trois dents comme des structures. La peau de la gorge entourant les fentes des sacs vocaux est fortement pliée. Les membres postérieurs sont relativement courts, mais très musclés. Les tibias sont généralement plus longs que les cuisses. Elle présente de nombreux petits tubercules sur la partie postérieure des cuisses (Rödel, 2000). Le corps et les membres de *H. occipitalis* sont de couleur vert-jaunâtre, olive ou brun terne, son dos est tacheté de grandes tâches vert foncé, voir noirâtres, qui forment parfois des lignes. Les parties extérieures des cuisses sont en marbre et le ventre est de couleur blanche. On observe, parfois, quelques tâches noires (Rödel, 2000). Les sacs vocaux sont gris-foncé et bleu clair (Burton, 1972).



Figure 8 : *Hoplobatrachus occipitalis* adulte (Source : moroccoherps.com consulté le 14/06/2021)

1.4.4 Distribution géographique

Hoplobatrachus occipitalis est une espèce d'amphibien qui a une large distribution aussi bien en Afrique qu'en Côte d'Ivoire. En effet, cette grenouille est présente dans les écosystèmes dégradés de forêt et de savane du nord au sud de la Côte d'Ivoire et en Afrique au sud du Sahara (Rödel, 2000 ; Rödel & Branch, 2002 ; Rödel, 2003 ; Rödel & Ernest, 2004 ; Assemanian *et al.* 2006). En Afrique sub-saharienne, elle se retrouve sur la côte de l'Atlantique en allant vers l'est, notamment en Ethiopie, au Tchad, en Erythrée, au Soudan, dans le Sud de l'Angola et du Mozambique (Figure 9). *H. occipitalis* se retrouve également dans beaucoup d'autres pays d'Afrique sub-saharienne notamment dans le nord de la Zambie, l'ouest du Congo, au Sénégal, en Gambie, Guinée Bissau, au Libéria, en Sierra Leone, en Guinée, au Mali, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Togo, au Bénin, au Niger, au Nigeria, au Cameroun, au Congo, en République Démocratique du Congo, en République Centrafricaine, en Ouganda, au Kenya, en Tanzanie, au Rwanda et au Burundi (Rödel, 2000). Des recherches effectuées par Frost (1985) confirment l'existence de *H. occipitalis* sur l'étendue allant du Sénégal en Ethiopie, du Nord vers le Sud de la Zambie, en Angola et au sud du Congo. Selon Alfredo (1996), *H. occipitalis* est une espèce rencontrée dans le sud-ouest de la Libye, de l'Adrar Iforas (Mali), de l'Adrar (Mauritanie) et dans les aires montagneuses du Niger. *H. occipitalis* est classée sur la Liste Rouge de l'UICN dans la catégorie « préoccupation mineure » (UICN, 2021).

1.4.5 Écologie

Concernant son écologie, *Hoplobatrachus occipitalis* se retrouve le long des berges, les réservoirs rocheux et les étangs avec une préférence observée pour les environnements de savane. En Côte d'Ivoire, elle se rencontre dans les mares rocheuses bordant les forêts primaires et dans le Parc National du Banco (PNB) dans les aires anthropisées (Assemien *et al.*, 2006). Cette espèce évite les forêts, mais peut se rencontrer dans certains milieux boisés (Poynton et Broadley, 1985). *H. occipitalis* peut aussi se rencontrer à la fois dans une écorégion où il y a la savane et la forêt. C'est le cas de la forêt de Miombo du Zambézien central (Grushwitz *et al.*, 1991). Cette espèce se retrouve également dans les réservoirs rocheux des rivières, entourés de forêt primaire où la température de l'eau est parfois élevée jusqu'à 40 °C (Rödel, 2000). Le cycle de vie de cette espèce se déroule en deux phases très distinctes, aquatique et terrestre. Cette dernière est caractérisée par la nécessité de consommer



- Point de rencontre de *Hoplobatrachus occipitalis*
- Zone de rencontre forestière de *Hoplobatrachus occipitalis*
- Zone de rencontre savanicole de *Hoplobatrachus occipitalis*

Figure 9 : Aire de distribution de *Hoplobatrachus occipitalis* en Afrique (Amphibia.Web.org, 15 septembre 2016)

des aliments d'une haute valeur protéique pour leur croissance (Olvera-Novoa *et al.*, 2007). Les relations étroites entre cette espèce et les habitats aquatiques ont été fréquemment signalées par Poynton & Broadley (1985). Pendant la nuit et durant la saison des pluies, cette

espèce se rencontre non loin de l'eau (Spieler & Linsenmair, 1998). Elle a été également trouvée dans les régions boisées (Hughes, 1988).

1.4.6 Habitudes alimentaires

Cette espèce est reconnue comme un animal à régime alimentaire éclectique (Perret, 1979). Selon Simbotwe & Mubamba (1993) ce sont des prédateurs qui ne s'attaquent qu'à des proies vivantes et mobiles à l'état adulte. *Hoplobatrachus occipitalis* se nourrit principalement de Coléoptères, de Lépidoptères, d'Arachnides, de débris végétaux, de poissons, de Crustacés, de Formicidés, d'Orthoptères, d'Odonates, de Mollusques, de Squamates, de Diptères et d'Hyménoptères (Nzigidahera, 2006 ; Mady-Goma *et al.*, 2012 ;Tohé *et al.*, 2014). Cette grenouille se nourrit d'autres espèces d'anoures et de leurs têtards ainsi que de leurs congénères (Noble, 1924 ; Loveridge, 1942 ; Alfredo, 1996).

1.4.7 Reproduction

1.4.7.1 Reproduction en milieu naturel

Les grenouilles se reproduisent lorsque la température extérieure est suffisamment chaude et les conditions leur sont favorables. Chez *H. occipitalis*, cette activité intervient en saison des pluies en milieu sub-tropical (Rödel, 2000 ; Tohé, 2009). Les mâles sont de petite taille et possèdent des sacs vocaux qui interviennent dans le coassement. Cette activité est surtout liée à la reproduction (Heyer *et al.*, 1994). Comme chez la plupart des grenouilles, la fécondation est externe et nécessite la présence d'eau. Pendant la période de reproduction, les mâles possèdent des pouces présentant des brosses copulatrices qui leur permettent de s'agripper aux femelles lors de l'amplexus. La ponte a lieu habituellement dans l'eau. La ponte est fractionnée (les œufs sont pondus en petits groupes à divers endroits) chez *H. occipitalis* (Rödel, 2000 ; Channing, 2001). Les femelles pondent de grandes quantités d'œufs dont le nombre peut varier de 800 à 1500 (Barbault, 1984 ; Rödel, 2000 ; Tohé, 2009).

1.4.7.2 Ponte, embryogénèse et caractéristique des œufs

Selon les travaux de Godomé *et al.*, (2020), la ponte de *H. occipitalis* a lieu six (06) heures après l'injection de l'hormone ovaprim à une température de $26,45 \pm 0,35$ °C. A la ponte, les œufs de *H. occipitalis* sont opaques avec une forme sphérique (Figure 10). L'hémisphère animal est de couleur noire et celui végétatif est de couleur blanche. Les grappes d'œufs sont maintenues ensemble grâce à une substance adhésive transparente.

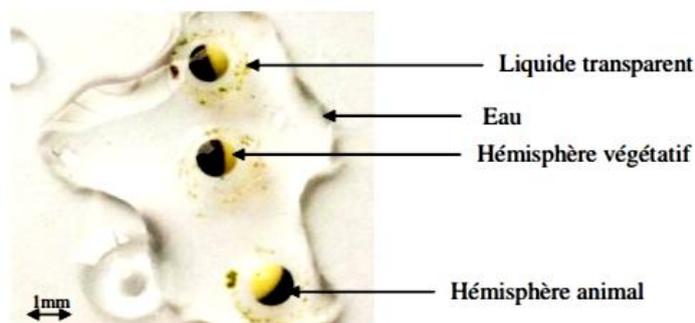


Figure 10 : Observation macroscopique des œufs de *Hoplobatrachus occipitalis* à la ponte (Godomé *et al.*, 2020)

1.4.7.3 Paramètres de reproduction

Des travaux menés en milieu contrôlé par Godomé (2020) au Bénin, ont permis de déterminer que le nombre total d'œufs pondus par les femelles de *H. occipitalis* est de 1726. Le taux de fécondité moyen est $93,07 \pm 03,23$ %. La masse totale d'œufs pondus par les femelles est 75,710 g. La fécondité absolue moyenne est de $1467 \pm 217,50$ œufs et celle du taux d'éclosion moyenne est de $88,17 \pm 03,14$ %. Par ailleurs, la fécondité relative moyenne est de $10,09 \pm 0,74$ œufs / g. Selon Aliko *et al.* (2018), les valeurs de fécondité absolue moyenne des femelles de *H. occipitalis* oscillent entre $1872,47 \pm 499,87$ œufs et $2467,13 \pm 1314,65$ œufs.

1.4.7.4 Rapport gonado somatique

Selon les travaux de Kohou (2021) dans la commune de Yakassé-Attobrou, l'évolution du rapport gonado-somatique des femelles de *H. occipitalis* présente 2 pics. Le premier en mai (04,62 %) a une étendue qui part de mars à juillet et le second en octobre (03,6 %) a une étendue qui part de septembre à novembre. Il a aussi montré que celui des mâles comporte deux pics. Le premier en mai (01,74 %) a une étendue qui part de mars à juillet et le second en octobre (01,33 %) a une étendue qui part de septembre à novembre. Dans le département de Daloa, Aliko *et al.* (2018) ont obtenu des rapports gonado-somatiques de femelles de *H. occipitalis* variant entre $09,54 \pm 05,05$ % et $11,59 \pm 05,25$ %.

1.4.7.5 Sex-ratio

La sex-ratio globale (F : M), de *H. occipitalis* échantillonnée dans la commune de Yakassé-Attobrou par Kohou (2021) est de 01,21 femelle pour 1 mâle. Quant au taux de masculinité, il est de 45,24 % tandis que le taux de féminité de 54,76 %. Les tailles maximales des spécimens participant à la reproduction sont de 115 mm chez les mâles et 138 mm chez les

femelles. Dans les classes de petite taille (taille inférieure à 70 mm) les mâles prédominent. Par contre dans les classes de grande taille (taille supérieurs à 70 mm) les femelles prédominent. Les travaux de Aliko *et al.*, (2018) sur *H. occipitalis* dans le département de Daloa, ont montré un sex-ratio oscillant de 1 femelle pour 0,04 mâle et de 1 femelle pour 0,68 mâle.

1.4.7.6 Taille de première maturité sexuel

Selon Kohou (2021), la taille de première maturité sexuelle de *H. occipitalis* calculée est de 77,2 mm contre 118 mm pour les femelles. Les plus petits individus matures mesurent respectivement 58 mm pour les mâles et 82 mm pour les femelles. Tous les spécimens sont matures à 134 mm pour les femelles et à 111 mm pour les mâles. Alors que selon Aliko *et al.* (2018), les femelles de *H. occipitalis* ont une taille de première maturité sexuelle variant entre 86,6 mm et 90,55 mm.

1.4.7.7 Histologie des gonades

Cette étude a été menée par Kohou (2021) sur des mâles et femelles de *H. occipitalis* prélevés dans le milieu naturel dans la commune de Yakassé-Attobrou.

1.4.7.7.1 Observations macroscopiques

La maturation des gonades des femelles de *H. occipitalis* se déroule en cinq stades de développement avec des colorations très variées. Les stades sont les suivants : indifférencié, développement, maturation, ponte et post ponte (Tableau I). La maturation des gonades des mâles de *Hoplobatrachus occipitalis* se fait en cinq stades de développement suivant des colorations très peu variées. Les stades : indifférenciés, développement, maturation, émission et post émission (Tableau II).

Tableau I : Observation macroscopique du stade de maturation des ovaires des femelles de *Hoplobatrachus occipitalis* (Kohou, 2021)

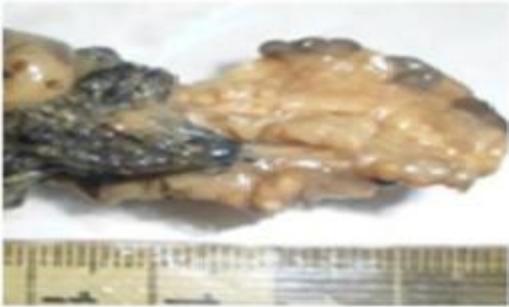
Stade de maturation	Caractéristiques des gonades	Images
Stade III : Maturation	Gonades : poids entre 0,750 et 1,600 g, ovocytes petits, de coloration jaune ou grise plus ou moins foncés.	

Tableau II : Observation macroscopique du stade de maturation des testicules des mâles de *Hoplobatrachus occipitalis* (Kohou, 2021)

Stade de maturation	Mâle	Caractéristiques
Stade III : Maturation	Gonades : poids entre 0,200 g et 0,400 g, la coloration orangée foncé la forme allongée	

1.4.7.7.2 Observations microscopiques

Le suivi microscopique (Figure 11) de la dynamique ovarienne chez les femelles de *H. occipitalis* a montré cinq stades de développement (indifférencié, début vitéllogénèse, maturation, ponte et post ponte). Chez les mâles (Figure 12), cinq stades ont aussi été observés (indifférencié, développement, maturation, émission et repos).

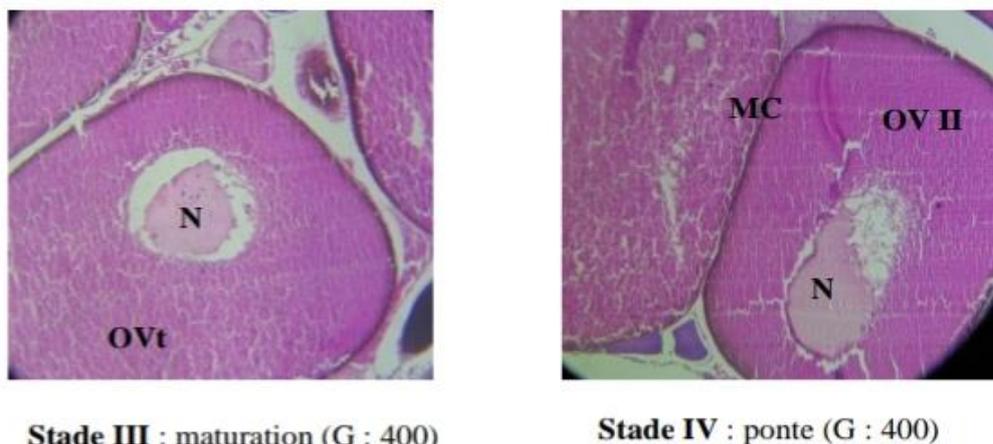


Figure 11 : Coupes histologiques des stades III et IV de développement du tissu gonadique des femelles de *Hoplobatrachus occipitalis* (Kohou, 2021)

Ov : ovogonie ; OVI : ovocyte I ; OVII : ovocyte II ; Ot : ovotide ; Mc : membrane cytoplasmique ; Fc : follicule cavitaire ; N : noyau ; Fv : follicule vide ; C : cytoplasme

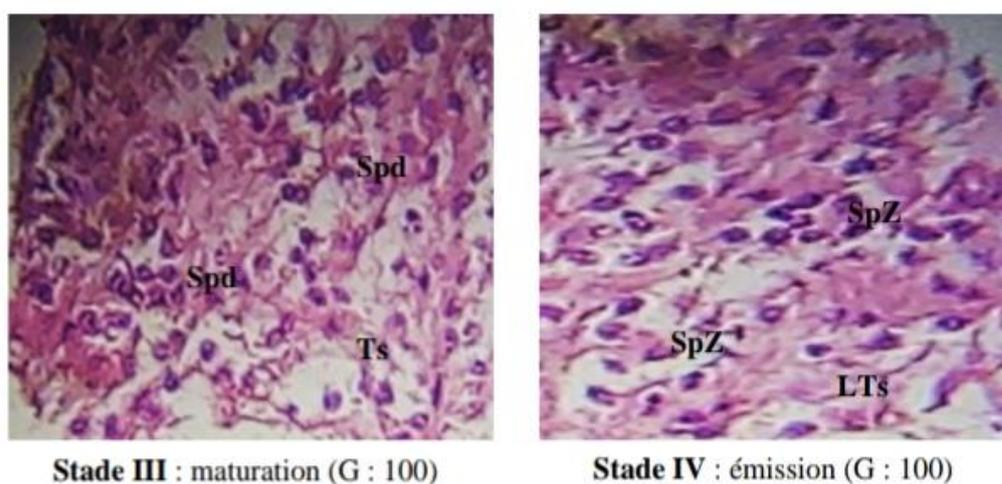


Figure 12 : Coupes histologiques des stades III et IV des gonades mâles de *Hoplobatrachus occipitalis* (Kohou, 2021)

Spg : spermatogonie ; Mc : membrane cytoplasmique ; Ts : tube séminifère ; Tc : tissu conjonctif ; SPZ : spermatozoïdes ; LTs : lumière du tube séminifère

1.4.8 Croissance des têtards et juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis*

1.4.8.1 Description

A trois semaines d'âge, les larves de *H. occipitalis* présentent une taille qui varie de 20 à 49,5 mm avec une moyenne $36,2 \pm 0,32$ mm (Figure 13). La coloration de la larve est gris argenté. Le disque oral de ce têtard est pointu avec des yeux situés en position latérale et un corps déprimé (plus haut que large). Les narines de cette larve, ont une forme arrondie, de taille

moyenne et occupent une position dorso-latérale. Le spiracle de cette larve s'ouvre en position postéro-dorsale. Quant au tube anal, il a une position médiane dans l'alignement de la nageoire caudale et ventrale. L'observation de l'intestin de ce têtard, après dissection montre un enroulement irrégulier. Le muscle caudal de cette larve est développé et ne possède pas de stries en forme de V. La pointe de jonction de la nageoire dorsale s'établit entre le corps et la queue (corps-queue). La pointe de jonction de la nageoire ventrale s'établit entre l'abdomen et le muscle caudal (Kohou, 2021).

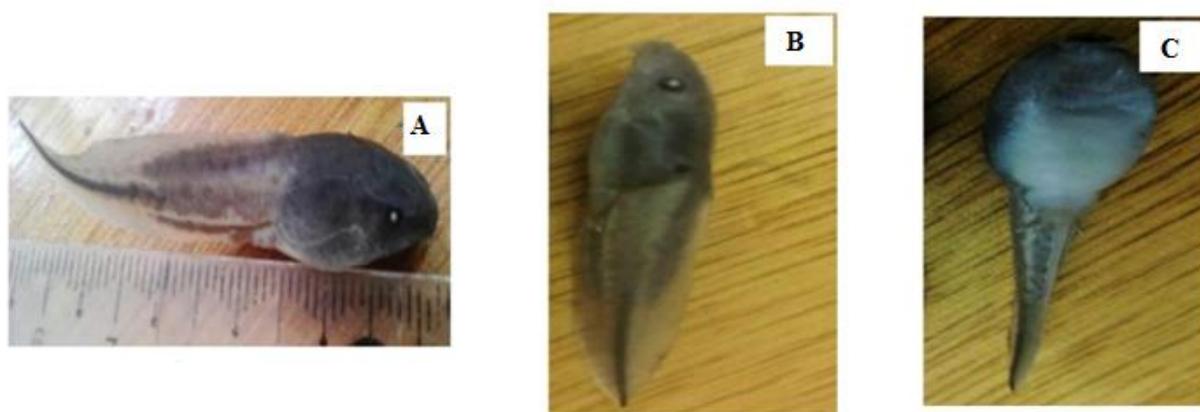


Figure 13 : Morphologie externe des larves de *Hoplobatrachus occipitalis* ; A : vue latérale, B : vue latérale verticale, C : vue ventrale (Kohou, 2021)

1.4.8.2 Évolution morphologique

Selon Kohou (2021), l'évolution du développement larvaire des espèces *H. occipitalis* permettent de diviser ce phénomène en cinq stades. Les trois premiers stades durent chacun deux semaines chez les larves de *H. occipitalis*. S'agissant de la longueur de la queue des larves, elle évolue de 15 à 57 mm. La longueur totale des pattes postérieures des larves évolue de 07 – 35 mm chez l'espèce *H. occipitalis*. Quant aux pattes antérieures des larves de 05 – 17 mm pour *H. occipitalis*.

1.4.8.3 Effet de la densité de mise en charge sur la croissance et la survie des têtards et des juvéniles

Des essais réalisés par Godomé (2020), au Bénin en milieu contrôlé ont montrés que les taux de survie (TS) des têtards de *H. occipitalis* varient entre $30,38 \pm 01,73$ % et $86,33 \pm 03,33$ %. Le plus fort TS a été observé dans les bassins en plastique de faibles densités de mise en charge (5 têtards / l), tandis que le plus faible ($30,38 \pm 01,73$ %) est noté dans les

bassins en plastique (Figure 13) de fortes densités de mise en charge (20 têtards / l). L'augmentation du nombre d'individus dans les bassins en plastique a conduit à une baisse de la performance de croissance des têtards de *H. occipitalis*. La densité de 5 têtards / l a obtenu le poids moyen final le plus élevée $0,95 \pm 0,03$.

Selon le même auteur, les taux de survie (TS) des juvéniles de *H. occipitalis* varient entre $66,66 \pm 16,66$ et 100 %. Le TS le plus élevé est observé dans les bassins en béton (Figure 14) à faibles densités de mise en charge (40 ind / m³). Durant toute la période de l'essai, les poids moyens des grenouillettes ont augmenté progressivement. Le poids moyen final (Pmf) le plus élevé ($01,75 \pm 0,17$ g) a été enregistré dans les bassins en béton de faibles densités de mise en charge.

1.4.8.4 Mortalité

L'évaluation de la mortalité des larves, de *H. occipitalis* au cours de leur culture, a montré que le nombre de larves mortes est moins élevé en milieu naturel qu'au laboratoire. Ainsi, 06 larves sont mortes en étang et 10 en milieu contrôlé. Les taux de mortalité sont donc de 26,66 % au laboratoire contre 20 % en étang (Kohou, 2021).

1.4.8.5 Nourrissage

Au cours de l'essai de densité réalisé par Godomé (2020), l'alimentation des têtards de *H. occipitalis* a été constituée d'aliments vivants (zooplancton et nauplii d'*Artemia salina*). Ces aliments vivants ont été progressivement remplacés par des aliments commerciaux pour poissons Coppens (0,5 - 0,8 mm de diamètre, 56 % de protéines et 15 % de lipides) à 6 % du poids corporel, administrés toutes les 2 heures de 8 h à 18 h.

Selon le même auteur, l'aliment artificiel utilisé pour les juvéniles de *H. occipitalis* a été le Coppens (diamètre 0,5 - 0,8 mm, 56 % de protéines et 15 % de lipides). Cet aliment a été distribué manuellement toutes les trois (03) heures de 8 h 00 mn à 17 h 00 mn à une ration 4,9 % de la biomasse.

Les figures 14 et 15 présentent les milieux des tests de densité des têtards et des juvéniles de *H. occipitalis* (Godomé, 2020).

1.4.8.6 Paramètres physico-chimiques en milieu d'élevage

Les paramètres physico-chimiques du milieu de la reproduction semi-artificiel de *Hoplobatrachus occipitalis* ont été les suivants $26,4 \pm 0,3$ °C de température de l'eau, $06,55 \pm 0,35$ mg / l d'oxygène dissous et $07,8 \pm 0,7$ de pH (Godomé *et al.*, 2020).

Pour le test de densité, les valeurs moyennes de la température de l'eau, du pH et de l'oxygène dissous du milieu aquatique ont été respectivement de $28,33 \pm 0,09$ °C, $7,01 \pm 0,01$ et $03,98 \pm 0,02$ mg / l (Godomé *et al.*, 2018).

Concernant le test de densité des juvéniles de la même espèce, la température de l'eau a varié entre $27,22 \pm 1,20$ à $28,46 \pm 0,87$ °C. Le pH a oscillé entre $07,60 \pm 0,20$ et $07,85 \pm 0,25$ et le taux d'oxygène dissous a varié entre $05,73 \pm 0,17$ et $06,61 \pm 0,08$ mg / l (Godomé, 2020).



Figure 14 : Bassins en plastique de l'écloserie du Laboratoire de Recherche sur les Zones Humides (LRZH) de l'Université d'Abomey-Calavi (Godomé, 2020)



Figure 15 : Bassins circulaires en béton d'expérimentation du Laboratoire de Recherches sur les Zones Humides (LRZH) de l'Université d'Abomey-Calavi (Godomé, 2020)

Chapitre 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 - MATÉRIEL

2.1.1 Matériel biologique

Le matériel animal est constitué de grenouilles de l'espèce *Hoplobatrachus occipitalis* aux stades têtard (Figure 16A), juvénile (Figure 16B) et adulte (Figure 16C),

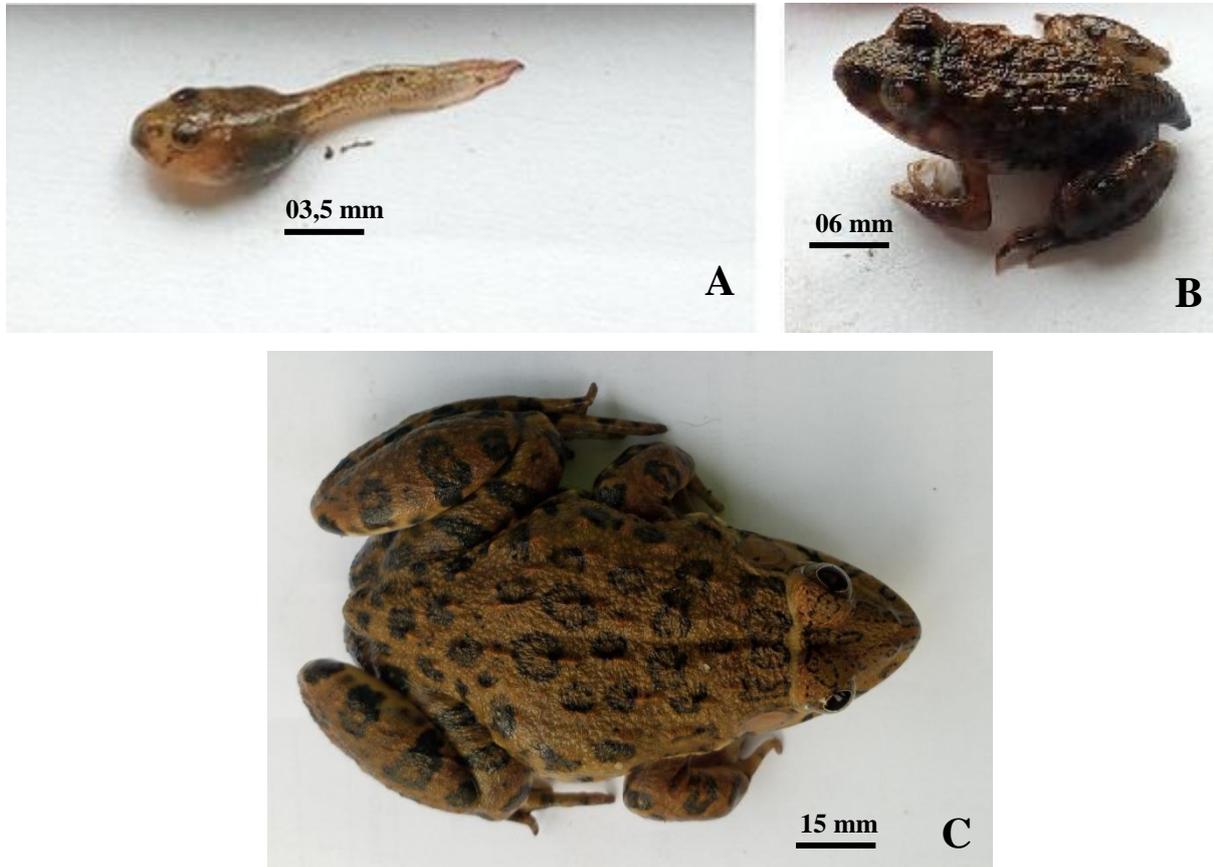


Figure 16 : Spécimens de *Hoplobatrachus occipitalis* à différent stade de developpement

A : têtard (A) ; B : juvénile ; C : adulte (C)

2.1.2 Matériel technique

2.1.2.1 Matériel d'enquête sur le prélèvement et la consommation de *H. occipitalis*

Pour cette enquête sur l'état des lieux du prélèvement et de la consommation de *H. occipitalis*, un questionnaire a servi d'outil de collecte des données socio-économiques.

2.1.2.2 Infrastructures expérimentales

Les structures différentes des essais d'adaptabilité des adultes sauvages *Hoplobatrachus occipitalis*, ont été constituées de deux types de bassins bétonnés et d'enclos installés en étang. Le premier lot de bassins bétonnés avait un volume de 01,8 m³ (01,5 m x 01,2 m x 01 m) avec un compartiment terrestre de 0,6 m³ (0,5 m x 01,2 m x 01 m) et un compartiment

aquatique $01,2 \text{ m}^3$ ($01,2 \text{ m} \times 01,2 \text{ m} \times 01 \text{ m}$). Le second lot de bassins bétonnés avait un volume de 3 m^3 ($02,5 \text{ m} \times 01,2 \text{ m} \times 01 \text{ m}$) avec un compartiment terrestre de $0,6 \text{ m}^3$ ($0,5 \text{ m} \times 01,2 \text{ m} \times 01 \text{ m}$) et un compartiment aquatique $02,4 \text{ m}^3$ ($02 \text{ m} \times 01,2 \text{ m} \times 01 \text{ m}$). L'enclos installé en étang ou enclos en étang avait une capacité de $13,5 \text{ m}^3$ ($03 \text{ m} \times 03 \text{ m} \times 01,5 \text{ m}$) avec un compartiment terrestre de $04,5 \text{ m}^3$ ($01 \text{ m} \times 03 \text{ m} \times 01,5 \text{ m}$) et un compartiment aquatique 09 m^3 ($02 \text{ m} \times 03 \text{ m} \times 01,5 \text{ m}$).

Deux milieux de captivité ont servi pour la reproduction spontanée. Le premier milieu est un étang de 375 m^2 entouré de filets moustiquaires de 02 m et le deuxième milieu est constitué de bassins bétonnés de 03 m^2 .

Concernant la reproduction induite, elle a été réalisée aussi en bas-fond qu'en bassins bétonnés. Dans l'eau du canal du bas-fond, le milieu de reproduction (Figure 18) constitué de 4 hapats a été fait de moustiquaire de 03 m^3 ($02 \text{ m} \times 01 \text{ m} \times 01,5 \text{ m}$). Alors que sur terre ferme, deux milieux ont servi pour la reproduction. Les 4 bassins bétonnés de 03 m^3 constituent le premier milieu pour l'acclimatation des géniteurs et comme enceinte de reproduction (Figure 18). Le deuxième milieu a été réalisé à l'aide de bidons de 25 litres avec ouverture sur un côté. Ce dispositif constitue le milieu restreint pour l'accouplement et la ponte (Figure 19).

Le matériel technique du test de densité des têtards et des juvéniles a été composé essentiellement de 12 bassins bétonnés de 03 m^3 . Ces bassins ont été constitués et améliorés après une étude préliminaire sur la durée de survie des têtards de grenouille (Figure 20). Le milieu aquatique avait une capacité de 504 litres ou $0,504 \text{ m}^3$ d'eau ($02 \text{ m} \times 01,2 \text{ m} \times 0,21 \text{ m}$) et le milieu terrestre a été planté de végétaux.



Figure 17 : Quatre enclos en moustiquaire dans un canal du bas-fond utilisés pour la reproduction induite



Figure 18 : Bassin bétonné recouvert de rameaux et d'une natte utilisée pour la reproduction induite



Figure 19 : Milieu restreint de reproduction induite



Figure 20 : Bassins bétonnés utilisés pour les tests de densité

2.1.2.3 Matériel de nourrissage

Divers matériels ont été utilisés pour l'alimentation des grenouilles sauvages adultes lors des essais d'adaptabilité des adultes sauvages en condition d'élevage. Ce sont les pièges lumineux (lampe torche de poche), la bouse de vaches et les restes de poissons pour la production de larves d'insectes. Les intrants utilisés pour la formulation de l'aliment sont constitués de farine de poisson, son de blé, tourteau de coton, farine basse de riz, levure, coquillage, sel de cuisine et huile de palme (Figure 21). Le matériel ayant servi pour la fabrication de l'aliment est composé d'une balance pour la pesée des différents constituants, d'un mixeur ordinaire pour mouliner et faire les mélanges, d'un récipient avec un couvercle pour la fermentation, d'une hacheuse pour la production de granulés (Figure 22A), de papier aluminium pour l'emballage avant séchage, un four électrique pour le séchage (Figure 22B).

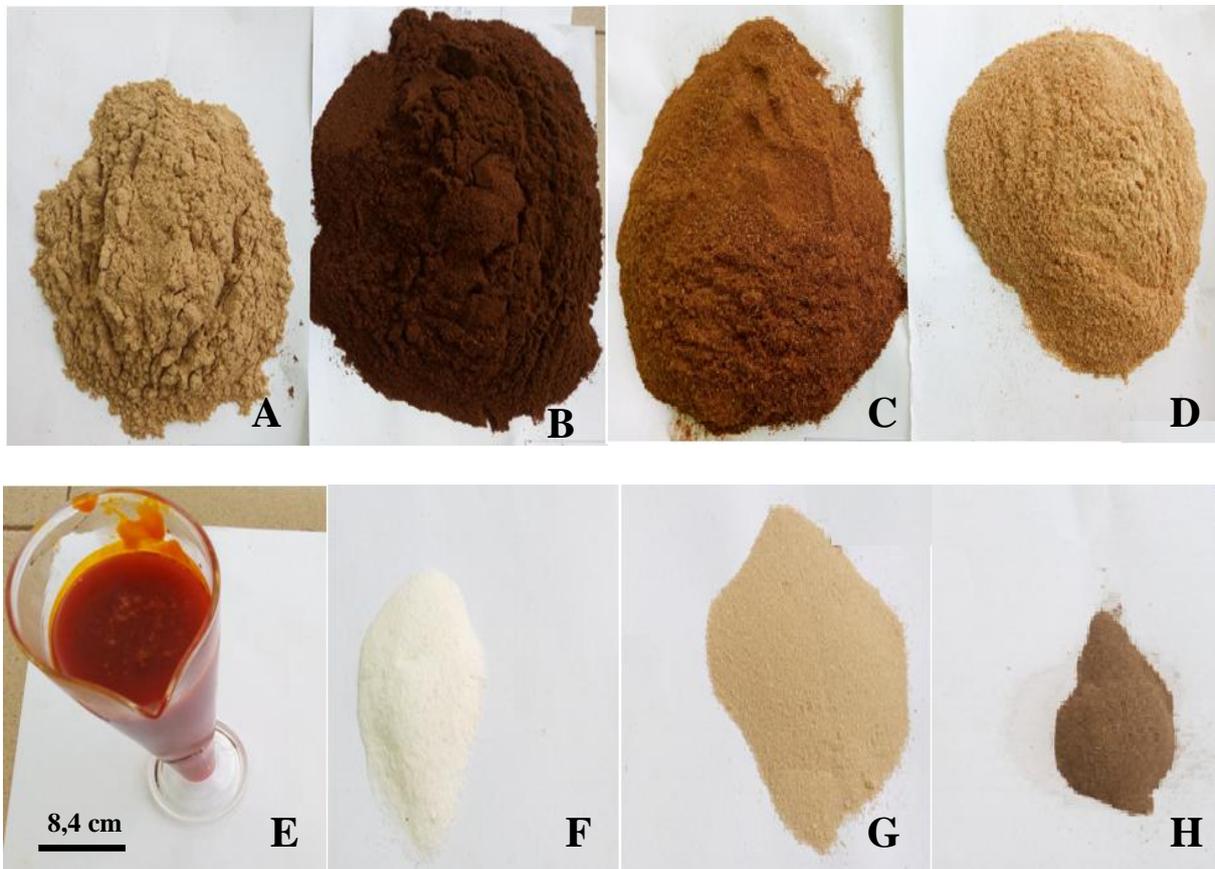


Figure 21 : Intrants de l'aliment formulé

A : farine basse de riz ; B : farine de poisson ; C : poudre de tourteau de coton ; D : son de blé ; E : huile de palme ; F : sel de cuisine ; G : levure naturelle ; H : poudre de coquillage

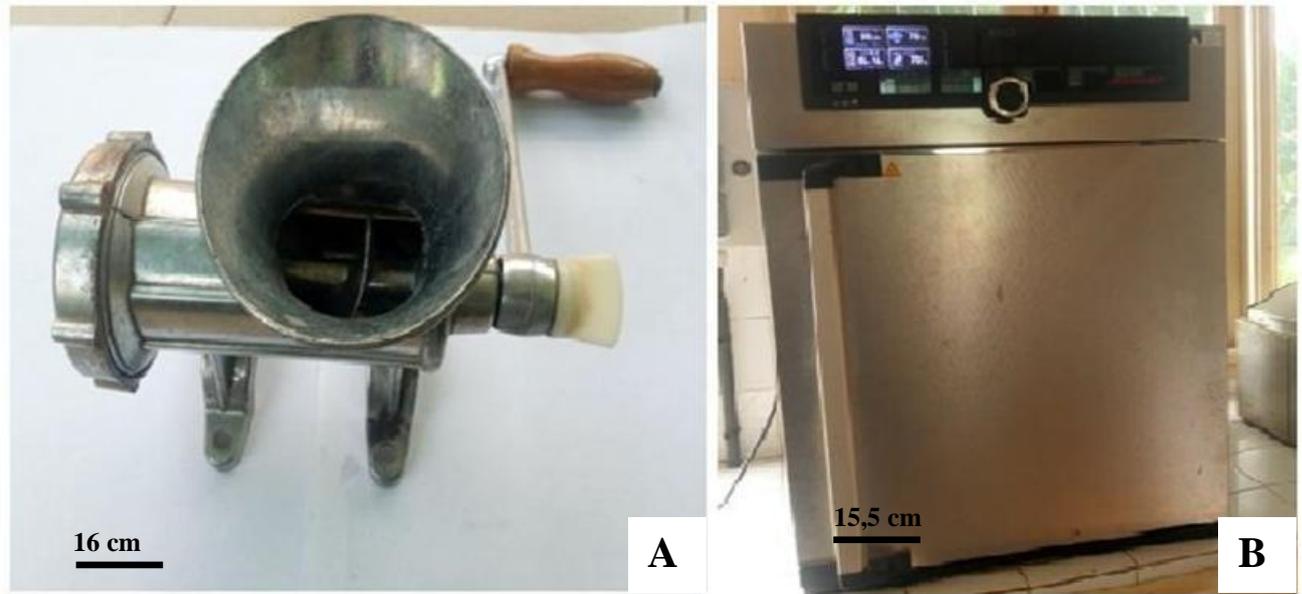


Figure 22 : Matériel utilisée pour la fabrication et de l'aliment

A : hachoir manuel ; B : four Memmert

2.1.2.4 Matériel de laboratoire

Le matériel spécifique utilisé pour la reproduction induite a été composé de seringues d'insuline de 1 ml et de paires de gants chirurgicaux.

Le matériel de dissection a été constitué de trousse à dissection pour les prélèvements des gonades, de bacs en plastique pour servir de support, de tubes en plastique pour la conservation des gonades et d'un appareil photographique pour les prises de vues.

Pour l'obtention des coupes histologiques (Figure 23A à 23E), ont été utilisés un automate déshydratation de Marque SLEE et de type MTP, un appareil d'enrobage ou TEC 2900 Embedding Center (Histo-Line Laboratories) et un appareil de coupes histologiques ou Rotary Microtome (Histo-Line Laboratories). Ensuite un appareil de congélation ou TEC 2900 Cryo Console (Histo-Line Laboratories), un bain marie ou TEC 2900 Thermal Console (Histo-Line Laboratories) et un four Memmert.

Le petit matériel utilisé pour les coupes histologiques a été constitué de cassettes d'inclusion dans lesquelles ont été mis les échantillons, de bocal pour la conservation des cassettes d'échantillons dans le formaldéhyde et de lames de bistouri. Puis de lames porte objet de microscope (76,2 x 25,4 mm) portant les coupes histologiques, des lamelles (24 x 40 mm) pour la protection des coupes histologiques et de portoir des lames porte-objet pour rincer les coupes histologiques.

Le matériel d'exploitation des coupes histologiques a été essentiellement constitué d'un microscope optique muni d'une tablette androïde (Figure 23F) pour les grossissements et les prises de vues.



Figure 23 : Matériel de laboratoire ayant servi aux coupes histologiques

A : automate déshydratation ; B : Embedding Center ; C : Rotary Microtome ; D : Cryo Console ;
E : Thermal Console ; F : microscope optique muni d'une tablette

2.1.2.5 Matériel de prélèvement des têtards et des adultes, de suivi et de mesures

Le matériel pour le prélèvement, le suivi et les mesures (Figure 24) des grenouilles durant tous les essais a été composé de pied à coulisse numérique pour les mesures des longueurs museau anus et de balance de marque Ming Heng Digital Scale-555 de précision 0,01 pour toutes les prises de poids corporelle des grenouilles. Ensuite d'un multi paramètre cobra PHYWE pour les prises des différents paramètres physico-chimiques, de tamis, de seaux et morceaux de moustiquaire pour le prélèvement et le dénombrement des têtards, de paires de bottes, de filets troubleaux et de torches (torche frontale et torche de poche) pour la capture des adultes.

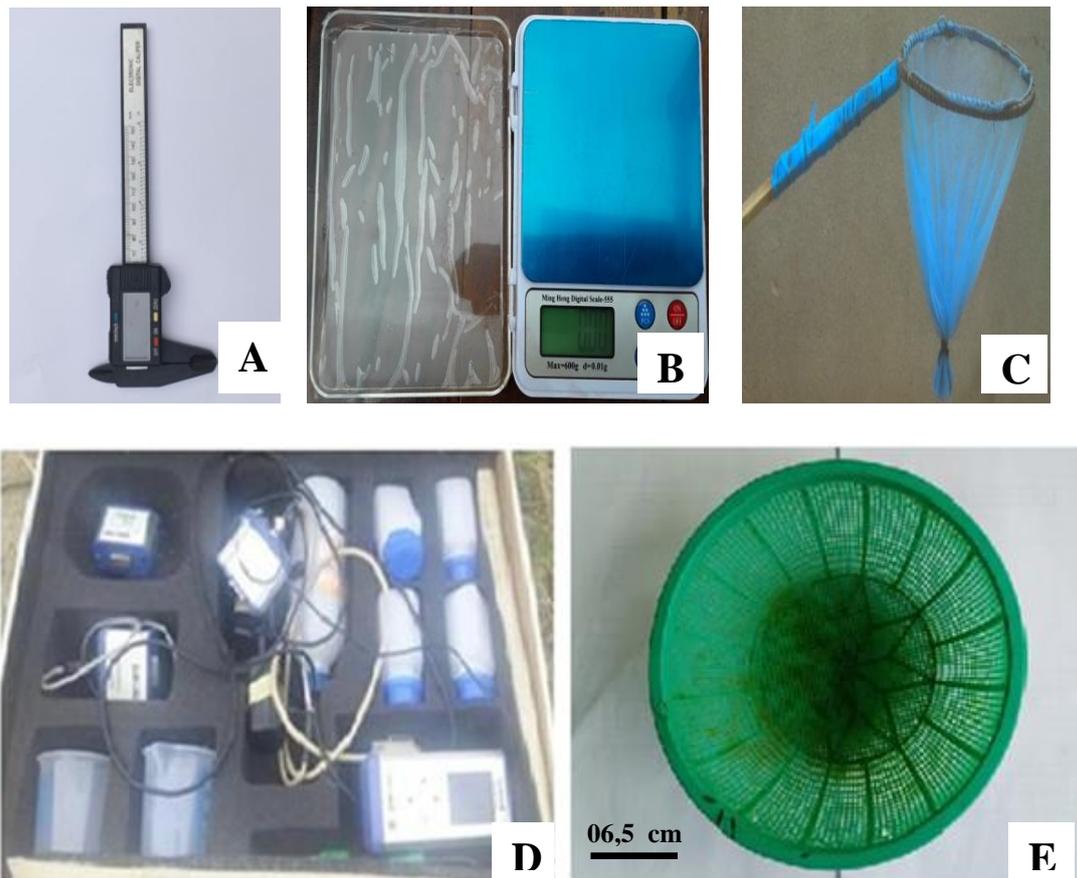


Figure 24 : Matériel de prélèvement des têtards et des adultes, de suivi et de mesures

A : pied à coulisse ; B : balance ; C : filet troubleau ; D : multiparamètre ; E : tamis

2.1.2.6 Produits chimiques

Les tests de reproduction spontanée ont nécessités l'utilisation de l'hormone Ovaprim (Figure 25) pour stimuler l'accouplement et la ponte ainsi que l'alcool à 70 °C pour la stérilisation lors des injections d'hormone.

Les produits chimiques utilisés pour la réalisation les coupes histologiques (Figure 26) ont été dans l'ordre de leur utilisation composée de formaldéhyde (solution 37 %) pour la conservation et la fixation des échantillons, de toluène (> 99,8 %) et d'éthanol (abs. 100 % a.r) pour le processus de déshydratation. Puis de paraffine ou bougie pour durcir les échantillons, de mayer's haematoxylin et d'éosine en solution aqueuse à 1 % pour la coloration des coupes histologiques et d'eukitt pour la fixation des lamelles sur les coupes.

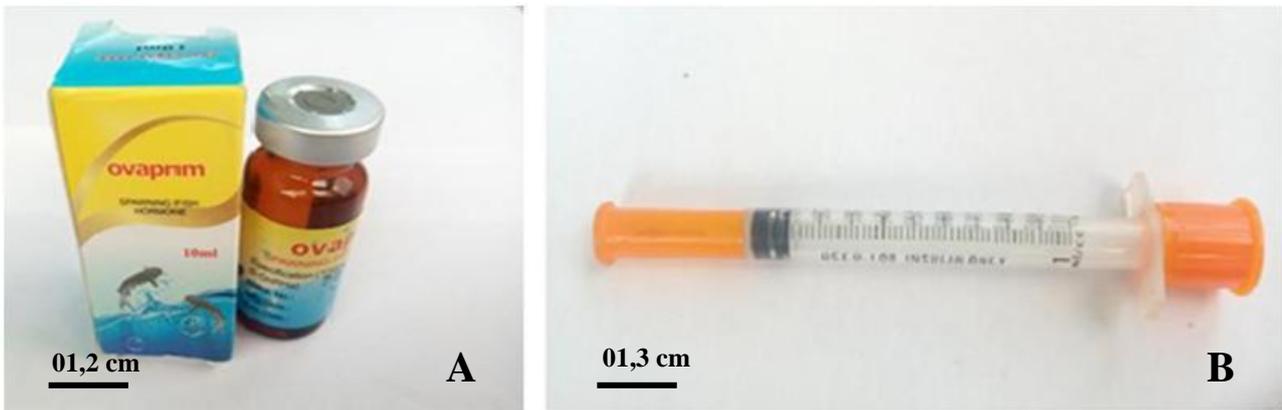


Figure 25 : Matériel d'induction de la reproduction induite

A : hormone Ovaprim de 10 ml ; B : Seringue d'insuline de 1 ml



Figure 26 : Produits chimiques utilisées pour les coupes histologiques

A : formaldéhyde ; B : toluene ; C : mayer's haematoxylin ; D : éosine ; E : eukitt

2.2- MÉTHODES

2.2.1 Enquête sur le prélèvement et la consommation de *H. occipitalis*

2.2.1.1 Choix de la zone d'enquête et des acteurs

Le choix de Daloa comme zone d'enquête a été fondé sur les critères d'importance socio-économique de cette localité. En effet, Daloa est un pôle de développement économique régional (Kra & Kanga, 2020) et une ville universitaire. Les acteurs ont été constitués de tous les habitants de Daloa ayant des activités en relation avec la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*. Le premier groupe a été constitué par les préleveurs (pêcheurs, chasseurs). Le deuxième groupe, concerne ceux qui font le commerce de cette protéine animale. Enfin, le troisième groupe est constitué par les consommateurs.

2.2.1.2 Élaboration du questionnaire

Le questionnaire (Annexe 1) a été élaboré sur la base des objectifs suivants :

- identifier les formes de prélèvement de *H. occipitalis* ;

- estimer le niveau de consommation de *H. occipitalis* ;
- réaliser une étude socio-économique de l'enquêté

Pour mener à bien ce travail, dix huit questions de type semi-ouvertes avec des propositions de réponses ont été posées. Ces questions ont été codifiées avec une phrase courte sans article. Pour les propositions de réponses qualitatives, la codification s'est faite sur la base d'un mot ou groupe de mots exprimant la réponse. Quant aux propositions de réponses quantitatives, elles ont été codifiées par intervalles de chiffres à partir d'enquêtes préliminaires.

D'abord, huit questions ont porté sur l'enquêté. Ces questions étaient relatives au nom, à l'ethnie, à l'âge, au sexe, à la situation familiale, au niveau d'étude, à la situation socio-économique et à l'activité pratiquée en lien avec l'espèce étudiée.

Ensuite pour les formes de prélèvement, plusieurs questions ont été posées portant sur les techniques de prélèvement et leurs impacts. Aussi des questions ont porté sur les techniques de prélèvement et leur impact sur la grenouille, le lieu de prélèvement, la quantité prélevée par semaine, le stade de développement des grenouilles prélevées et l'effort de capture dans différents milieux.

Enfin l'évaluation du niveau de consommation de la grenouille *H. occipitalis* s'est effectuée à partir de quatre questions. Celles-ci ont porté sur les raisons de la consommation, le mode de consommation, les quantités vendues et consommées par semaine.

2.2.1.3 Technique d'enquête

La technique « boule de neige » a permis de mobiliser l'échantillon d'étude ou population observée. En effet, l'échantillonnage en boule de neige (Goodman, 1961) est une forme de plan d'échantillonnage par dépistage de liens où l'on demande aux individus faisant partie de l'échantillon initial d'identifier des connaissances sur les grenouilles. A ces derniers on demande d'identifier, à leur tour des connaissances, et ainsi de suite pour un nombre fixé d'étapes ou de cycles. Cette technique a été choisie car, elle est un moyen pratique de collecte rapide d'informations et s'avère être aussi un outil efficace de prise de décision (Thierry 2009).

Les fiches d'enquête, ont été renseignées auprès de la population cible par interview. Les informations de chaque personne enquêtée ont été centralisées par objectif opérationnel dans des tableaux. Ainsi chaque thématique par objectif a été renseignée quantitativement selon les avis des populations.

2.2.2 Mise en place des infrastructures expérimentales

Cette mise en place s'est effectuée en trois étapes. Elle a débuté d'abord par la construction des bassins bétonnés et des enclos en étang, ensuite l'organisation des dispositifs expérimentaux et enfin la constitution des unités expérimentales et des traitements appliqués.

2.2.2.1 Infrastructures pour les essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H.*

occipitalis en condition d'élevage

Cette expérimentation s'est déroulée de mai 2019 à janvier 2020 sur le site de l'APDRACI. Concernant les bassins bétonnés, deux types ont été construits à partir d'études préliminaires portant sur les travaux de Hardouin (1997). Ainsi quatre bassins bétonnés 1 (noté BS 1) de capacité 01,8 m³ (01,5 m x 01,2 m x 01 m) et quatre bassins bétonnés 2 (noté BS 2) de capacité 03 m³ (02,5 m x 01,2 m x 01 m) ont été construits (Figure 27). Ces bassins bétonnés ont été construits avec des briques 12 pleines à forte teneur de ciment (3 brouettes de sable pour 1 paquet de ciment 42 de 50 kg). La construction a suivi le processus habituel d'une maison, à savoir la fondation, la semelle de béton et le montage des briques. Ensuite, chaque angle a été pourvu de poteau formé de béton armé de fers 8 et 6. Un système d'évacuation d'eau constitué de PVC de diamètre 75 et un système d'approvisionnement en eau constitué de PVC pression 25 ont été mis en place. Deux types de crépissage ont été effectués, à savoir un léger à l'extérieur et un lourd (forte teneur en ciment) à l'intérieur afin d'éviter les fuites de grenouilles et d'eau. Les bassins bétonnés ont été divisés en deux milieux (terrestre et aquatique) afin de tenir compte de la nature mi-aquatique et mi-terrestre des grenouilles. La séparation des 2 milieux a été effectuée grâce à deux rangées de briques et d'une montée de 45 degré de pente de chaque côté. La partie aquatique a été faite en béton lisse de même composition que le crépissage lourd, alors que la partie terrestre a été composée de terre fertile sur laquelle poussent deux groupes de plantes. En effet, des semis de certaines cultures vivrières produisant de grosses fleurs telles qu'*Abelmoschus esculentus* (Gombo), *Cucumis sativus* (Concombre), *Phaseolus vulgaris* (Haricot vert) ont été effectués avant le début de l'essai afin d'attirer les insectes. Aussi, des plantes venant du milieu naturel des grenouilles y ont été transplantées telles que *Ludwigia abyssinica*, *Cyperaceae*, *Asteraceae* et *Panicum sp.* afin d'essayer de recréer leur milieu d'origine. Compte tenu de l'agilité et des capacités exceptionnelles de saut de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*, trois barrières de protection ont été mises en place. L'intérieur lisse des bassins, un grillage fermant les bassins et une clôture en filet moustiquaire entourant le site.



Figure 27 : Mise en place des bassins bétonnés pour les essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis*

A : finition ; B : construction de la clôture ; C : pièges lumineux

En étang, la mise en place des quatre enclos en étang (noté EC) de $13,5 \text{ m}^3$ ($03 \text{ m} \times 03 \text{ m} \times 01,5 \text{ m}$) chacun s'est effectuée en plusieurs phases et selon les travaux de Mushambanyi (2002). D'abord, dix chevrons (6×5) en bois rouge de $02,5 \text{ m}$ de longueur ont été plantés dans le sol à $0,5 \text{ m}$ de profondeur. Ces chevrons ont été séparés de 3 m formant chacun un carré de 09 m^2 avec une partie des chevrons sur la digue et l'autre partie dans l'étang. Cela a permis à chaque enclos d'avoir une partie terrestre et une partie aquatique. Ensuite, deux rangées de filets moustiquaires (02 mm de diamètre de maille) ont été fixées sur les chevrons à l'aide de pointes 4. Trente centimètres de la première rangée de filet moustiquaire ont été mis sous terre et le tout a été damé et renforcé avec des briques 15 pleines. L'intersection des deux filets moustiquaires a été emballée et cousue ensemble. Un filet de pêche (10 mm de maille) a été utilisé pour fermer le haut des enclos afin d'éviter la prédation des oiseaux. Deux entrées en filet moustiquaire ont été installées, en raison d'une entrée à l'intersection de 2 enclos (Figure 28 et 29).



Figure 28 : Différents habitats des essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis*

A : fond du bassin bétonné de 01,8 m³ ; B : vue d'ensemble du bassin bétonné de 01,8m³ ; C : fond du bassin bétonné de 03 m³ ; D : vue d'ensemble du bassin bétonné de 03 m³ ; E : fond de l'enclos en étang de 13,5 m³ ; F : vue d'ensemble de l'enclos en étang de 13,5 m³

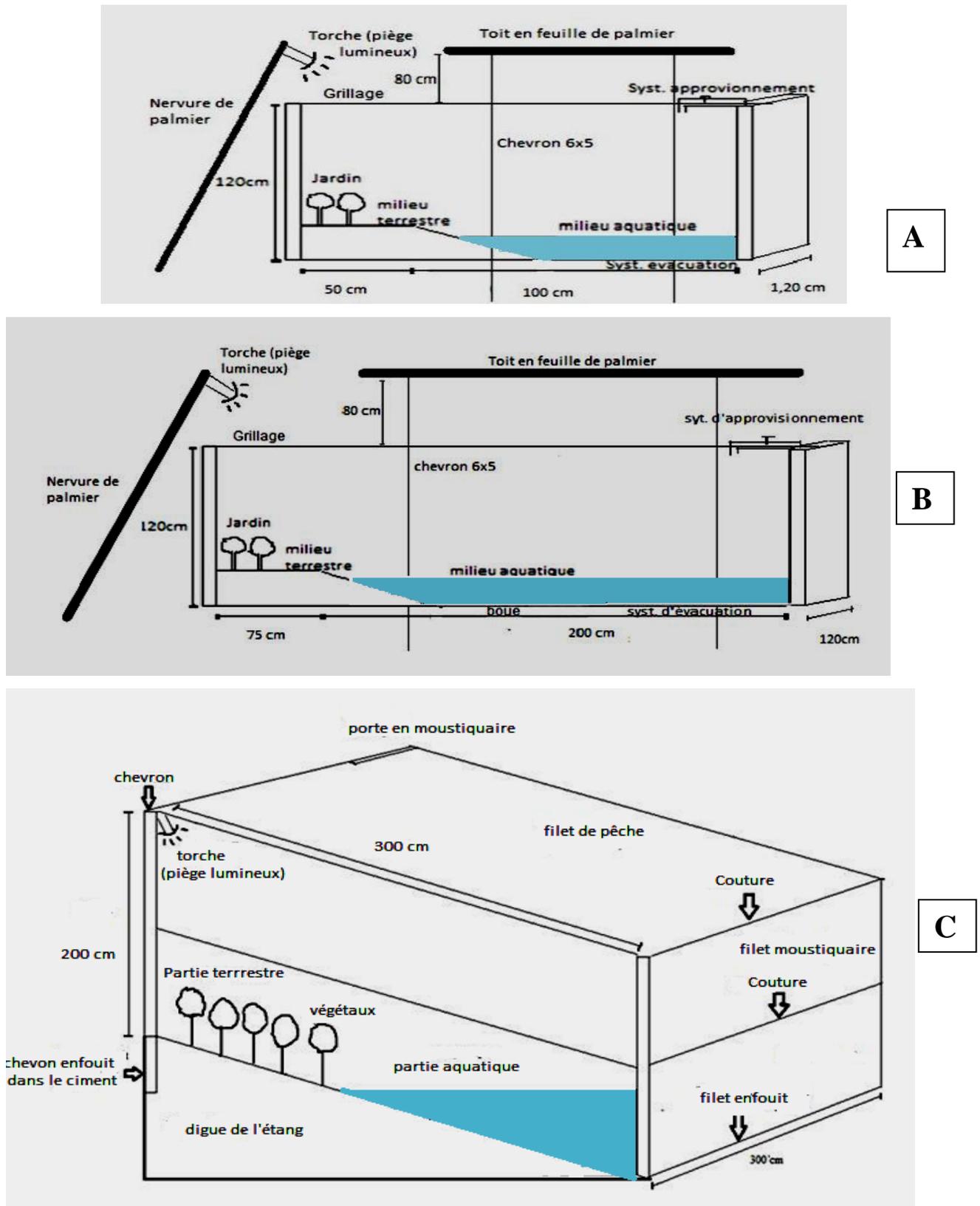


Figure 29 : Schémas des trois habitats des essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis*

A : bassin bétonné de 01,8 m³ ; bassin bétonné de 03 m³ ; C : enclos en étang de 13,5 m³

2.2.2.2 Infrastructures pour les tests de reproduction

Cette expérimentation sur la reproduction spontanée et induite s'est déroulée sur 09 mois d'Août 2020 à Avril 2021 couvrant les deux saisons (sèche et pluvieuse) sur le site de l'APDRACI à Daloa, et a pris en compte les acquis de l'essai de l'effet de la densité des adultes sauvages de *H. occipitalis*.

2.2.2.2.1 Bassins bétonnés et enclos installés en étang de reproduction spontanée

Pour ce test deux milieux ont été sélectionnés, l'un en étang et l'autre en bassins bétonnés.

L'étang C8 de l'APDRACI a servi d'infrastructure d'élevage. La construction de ce milieu s'est effectuée selon les travaux de Mushambanyi (2002) en République Démocratique du Congo. Ainsi, 45 chevrons (6 x 5) de 02,5 m ont été mis en terre à une profondeur de 50 cm dans la terre et renforcé, avec un mélange de ciment. Ils sont espacés de 01,5 m. Deux rangées de filets moustiquaire, de 02 mm de diamètre de maille ont été fixées aux chevrons en raison de 01 m par rangée de filets. Pour éviter l'évasion des grenouilles, au sol les filets ont été couverts de sol puis bien damés. L'intersection des rangées a été mise ensemble et cousue. Pour éviter l'attaque des oiseaux, des filets de pêche de 20 mm de diamètre de maille ont servi à fermer le haut de l'étang (Figure 30 & 31). Pour déterminer le périmètre de l'étang et la surface du lit mouillé, plusieurs mesures de leurs longueurs et leurs largeurs ont été effectuées durant l'étude. Pour la détermination de la profondeur de l'eau, plusieurs mesures ont été prises à différentes sections de l'eau. Cela a permis de déterminer la surface de l'étang (375 m²) et le volume de l'eau (12 m³).

Sur terre ferme, cinq bassins bétonnés de 03 m³ de l'essai de l'effet de la densité des adultes sauvages de *H. occipitalis* ont été sélectionnés pour la reproduction spontanée.

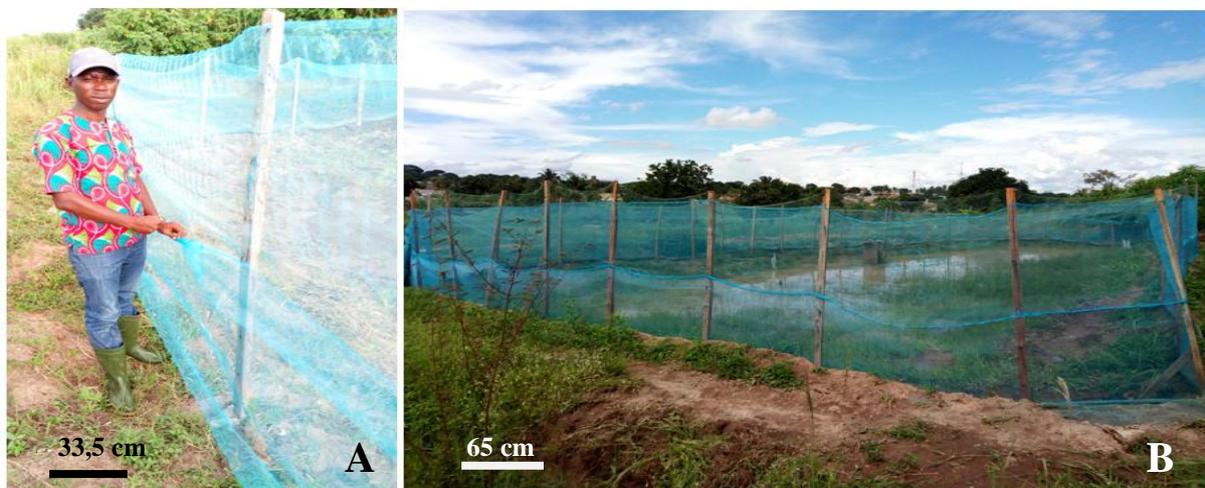


Figure 30 : Étang de reproduction spontanée entouré de filets moustiquaires

A : couture des 2 rangées de filet moustiquaire ; B : vue d'ensemble



Figure 31 : Vue d'ensemble de l'intérieur de l'étang de reproduction spontanée

2.2.2.2 Bassins bétonnés et enclos installés en étang de reproduction induite

Cet essai s'est déroulé dans deux milieux, l'un en étang et l'autre en bassins bétonnés selon les acquis de l'essai portant sur l'effet de la densité des adultes sauvages de *H. occipitalis* dans différents milieux.

En étang, quatre moustiquaires de 03 m³ (02 m x 01m x 01,5 m) ont été mises en place dans le canal d'eau du bas-fond de l'APDRACI. Sur terre ferme, la reproduction spontanée a nécessité deux enceintes pour créer l'environnement permettant l'accouplement. Le premier a été un bassin bétonné fermé pour créer de l'ombre comme recommandé par Godomé *et al.*, (2020). Pour cela, une grande natte de 03 m² et des feuilles de palmier de *Elaeis guineensis* ont été utilisés. Au fond du bassin, de l'eau d'une hauteur de 10 cm a été mise en place afin de réduire la chaleur. La deuxième enceinte a été le milieu restreint du couple constitué d'un bidon de 25 litres avec une ouverture au-dessus. La fermeture du bidon a été percée d'un trou de 02 cm de diamètre. Un filet a été mis avant de mettre la fermeture afin d'une part d'éviter l'évasion des géniteurs ou l'entrée de prédateur et d'autre part d'y maintenir un niveau d'eau constant lors de l'oxygénation. Le milieu aquatique à l'intérieur du bidon a été composé de 08 litres d'eau naturelle de bonne qualité.

2.2.2.3 Tests de densité de mise en charge des têtards et juvéniles

Cette expérimentation sur les deux tests de densité (Têtards et juvéniles) s'est déroulée sur 05 mois d'avril 2021 à août 2021 sur le site de l'APDRACI à Daloa. Pour les tests de densité aucune construction supplémentaire n'a été ajoutée aux 12 bassins bétonnés améliorés de 03 m³ obtenus après une étude préliminaire portant sur l'adaptabilité des têtards de grenouille.

2.2.3 Constitution des unités expérimentales

2.2.3.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis* en condition d'élevage

Pour ces essais, les grenouilles sélectionnées ont été des mâles et femelles sauvages ayant des longueurs museau-anus variant de 70,5 mm à 118,5 mm et de poids corporels oscillant de 61,7 g et 132,4 g. Ces spécimens de *Hoplobatrachus occipitalis* ont été collectés selon les techniques standards de Heyer *et al.* (1994) et Rödel & Ernest (2004) dans les bas-fonds du site de l'APDRACI. Ces spécimens ne présentaient aucune blessure, ni hématome, ni handicap venant de la capture, donc des grenouilles saines.

Pour le premier essai portant sur l'effet de la densité de mise en charge sur le poids corporel et le taux de survie, les mâles et les femelles ont été répartis dans des structures différentes en raison de 15 individus / structure. Les trois milieux ayant des volumes différents, alors des densités différentes des individus ont été obtenus. Ainsi, la densité a été de 08,33 individus / m³ pour les bassins bétonnés de 01,8 m³, elle a été de 05 individus / m³ pour les bassins bétonnés de 03 m³ et de 01,11 individus / m³ pour les enclos installés en étang.

Concernant le deuxième essai portant sur l'effet des structures sur les taux de survie, la densité de 05 individus / m³ a été maintenue pour deux structures, il s'agit des bassins bétonnés de 3 m³ et les enclos en étang en étang de 13,5 m³.

2.2.3.2 Tests de reproduction

L'ensemble des mâles et femelles sauvages de *H. occipitalis* matures selon les critères de maturité de Aliko *et al.* (2018) ont été échantillonnés selon les techniques standards de Heyer *et al.* (1994) et Rödel & Ernst (2004) dans les bas-fonds du quartier Fatiga 2 à la périphérie de Daloa (Latitude N : 06°52'30'' ; longitude O : 07°34'30''). Ces derniers avaient des longueurs museau-anus variant de 82,6 mm à 120,3 mm et de poids corporels variant de 62,26 g à 168,2 g.

Pour la reproduction spontanée, 10 couples dont 10 mâles et 20 femelles de *Hoplobatrachus occipitalis* matures et en bonne santé ont été constitués en étang et en bassins bétonnés.

La technique de reproduction induite adoptée a été celle réalisée par Browne *et al.* (2006a) et Poole & Grow (2012). Les géniteurs de *Hoplobatrachus occipitalis*, au nombre de 60 ont été regroupés et séparés en deux lots selon leur sexe. Un total de 30 mâles et autant de femelles matures et sains ont été mis en acclimatation chacun dans 02 bassins de 03 m³ en raison de quinze par bassin, pendant 10 jours (Godomé *et al.*, 2020). Les géniteurs ont été nourris avec des larves de poissons provenant des étangs de reproduction de l'APDRACI. Au terme de

l'acclimatation, 48 géniteurs en bonnes santé ont été sélectionnés dont 24 pour chaque milieu (étang et bassin bétonné) pour la reproduction induite.

Pour les deux types de reproduction, les génitrices en embonpoint (ventre bien rebondi) faisant suspecter la présence d'œufs (Byrne & Roberts, 2004) ont été sélectionnées.

Les traitements ont concerné uniquement la reproduction induite. Ainsi, l'hormone synthétique Ovaprim (Syndel, Canada) a été utilisée pour induire la maturation des gonades et la ponte chez les grenouilles femelles et la spermiation chez les mâles. Une étude récente (Godomé *et al.*, 2020) a permis d'obtenir des pontes avec un dosage d'Ovaprim de 0,008 ml / g pour les femelles et de 0,006 ml / g pour les mâles de *Hoplobatrachus occipitalis*. Pour cette étude, plusieurs dosages plus faibles de l'hormone ovaprim ont été proposés en plus du dosage dit « standard » de Godomé *et al.* (2020). Ce choix de faire des réductions de dosage découle d'une part d'une étude préliminaire ayant montré des mortalités élevées avec des dosages supérieures à celui de Godomé *et al.* (2020), et d'autre part le coût élevé de l'hormone Ovaprim. Ainsi les dosages retenus ont été les suivants :

- D1 : Dosage standard (0,008 ml / g = femelle et 0,006 ml / g = mâle) ;
- D2 : Moitié du dosage standard (0,004 ml / g = femelle et 0,003 ml / g = mâle) ;
- D3 : Tiers du dosage standard (0,0027 ml / g = femelle et 0,0020 ml / g = mâle) ;
- D4 : Quart du dosage standard (0,0020 ml / g = femelle et 0,0015 ml / g = mâle).

2.2.3.3 Tests de densité de mise en charge des têtards et juvéniles

Les unités expérimentales (UE) des deux tests de densité ont tenu compte d'études similaires en milieu contrôlé au Bénin (Godomé, 2020 ; Godomé *et al.*, 2018) et des réalités du milieu semi-contrôlé.

Pour le test de densité des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*, quatre unités expérimentales ont été mises en place (UE 1 : 0,29 têtard / l, UE 2 : 0,59 têtards / l, UE 3 : 0,89 têtards / l et UE 4 : 1,19 têtards / l). Concernant celui des juvéniles de *H. occipitalis*, quatre unités expérimentales ont été également mises en place (UE 1 : 30 individus / m³, UE 2 : 60 individus / m³, UE 3 : 90 individus / m³ et UE 4 : 120 individus / m³).

2.2.4 Dispositifs expérimentaux mis en place

2.2.4.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis* en condition d'élevage

Pour l'essai de l'effet de la densité de mise en charge des adultes sauvages sur leur poids corporel et leur taux de survie, 12 milieux de captivité ont été mis en place dont 04 de chaque milieu

(Bassins bétonnés de 01,8 m³ ; bassins bétonnés de 03 m³ et enclos en étang de 13,5 m³) avec une répartition de 15 individus adultes regroupés par sexe (Tableau III).

Tableau III : Nombre d'individus par structure expérimentale

Structure expérimentale	Nombre de mâles	Nombre de femelles
<i>Bassin bétonné 1 (BS1)</i>		
<i>Bassin bétonné 1 (BS1)</i>	15	15
<i>Enclos installé en étang (EC)</i>		

NB : Chaque unité expérimentale est en réplification

Concernant l'essai de l'effet des structures sur les taux de survies, 08 milieux de captivité ont été sélectionnés dont 04 de chaque milieu (bassins bétonnés de 03 m³ et enclos en étang de 13,5 m³), avec une répartition selon la densité de 05 individus / m³ (Tableau IV).

Tableau IV : Nombre d'individus par structure expérimentale

Structure expérimentale	Nombre de mâles	Nombre de femelles
<i>Bassin bétonné</i>	15	
<i>Enclos installé en étang</i>	67	

NB : Chaque unité expérimentale est en réplification

2.2.4.2 Tests de reproduction

A l'issue de la mise en place de la structure expérimentale pour la reproduction, un nettoyage du site a été effectué pour débusquer tous les animaux du site et les évacuer. Cette opération a été entreprise afin que l'espèce *Hoplobatrachus occipitalis* soit la seule dans ce milieu de reproduction. A la suite de cela, la mise en charge de la structure a été effectuée avec 10 couples de sex-ratio de 01 mâle pour 02 femelles correspondant a une densité de mise en charge de 0,08 individus / m² (Aliko *et al.*, 2018).

Sur terre ferme, cinq bassins bétonnés de 03 m³ issus de l'essai sur l'effet de la densité des adultes ont été utilisés pour le test de reproduction spontanée. Les 10 couples de sex-ratio de 01 mâle pour 02 femelles ont été repartis en raison de 02 couples par bassin bétonné correspondant à une densité de mise en charge de 02 individus / m².

Concernant la reproduction induite, pour chaque milieu (étang et bassins bétonnés), 24 géniteurs ont été répartis au hasard en 04 lots. Chaque lot étant composé de 03 couples de sex-ratio 1 : 1. Quatre lots ont reçu chacun un dosage respectif (D1, D2, D3 et D4). La dose d'hormone contenue dans les seringues est fonction de la masse des individus à injecter. En

bassins bétonnés, cette opération s'est déroulée à partir de 07 heures au niveau du muscle de la cuisse (intramusculaire) de chaque grenouille (Figure 32) comme recommandée par Poole & Grow (2012). Après les injections, chaque couple a été transféré dans un milieu restreint d'accouplement. Les 12 milieux restreints renfermant chacun un couple ont été ensuite répartis dans l'obscurité des 04 bassins bétonnés de reproduction de 03 m³ (Figure 33), en raison de trois couples de chaque dosage par bassin bétonné.

En étang, trois cycles d'injection ont été effectués avec un couple par dosage pour chaque cycle et pour chaque enclos installé dans le canal. Les cycles ont été espacés de 03 jours pour permettre la ponte, l'éclosion et la récupération des têtards. Les injections ont été effectuées à partir de 18 heures également au niveau du muscle de la cuisse. Dans l'obscurité, un couple de chaque dosage a été transféré directement dans l'eau de chaque structure de 03 m³. Les opérations d'injection des couples dans chaque milieu (bassins bétonnés et étang) se sont déroulées séparément.

Pour la détermination de l'état de maturité des gonades en milieu semi-contrôlé, 02 mâles et 02 femelles ont été capturés à partir du 06^{ème} mois en étang et en bassin bétonné. Le même prélèvement a été effectué tous les 45 jours jusqu'au 12^{ème} mois. Au total, 05 prélèvements ont été effectués notamment le 06 mois, 07,5 mois, 09 mois, 10,5 mois et 12 mois.



Figure 32 : Injection intramusculaire de l'hormone Ovaprim

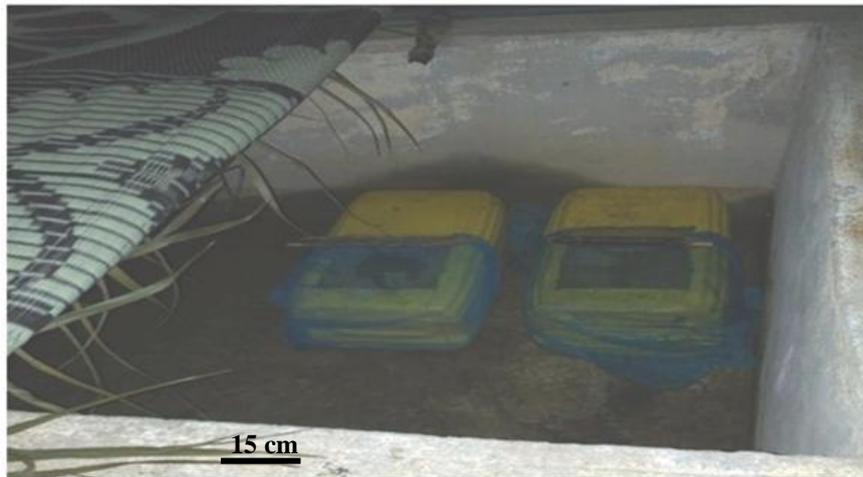


Figure 33 : Vue de l'intérieur d'un bassin bétonné de reproduction induite

2.2.4.3 Tests de densité de mise en charge des têtards et juvéniles

Les têtards de 04 jours au nombre de 4500, issus de la reproduction induite ont servi pour cette étude. Le dispositif retenu a été la randomisation totale sans gradient à un facteur. La variable prise en compte a été le nombre de têtards avec 04 unités expérimentales réparties de façon aléatoire en trois répliques dans les 12 bassins bétonnés de 03 m³ (Figure 34).

0,29 t / l	0,89 t / l	1,19 t / l
0,89 t / l	1,19 t / l	0,59 t / l
0,59 t / l	0,89 t / l	0,29 t / l
0,29 t / l	1,19 t / l	0,59 t / l

Figure 34 : Dispositif expérimental mis en place pour le test de densité des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*

t : têtard

Les juvéniles au nombre de 2700 issues du test de densité des têtards ont servi pour cette étude. Le dispositif retenu a été la randomisation totale sans gradient à un facteur. La variable prise en compte a été le nombre de juvéniles. Quatre unités expérimentales ont été réparties de façon aléatoire en trois répliques dans les 12 bassins bétonnés de 03 m³ (Figure 35). Chaque unité expérimentale a été multipliée par trois pour correspondre au nombre total de juvéniles par bassins bétonnés de 03 m³.

120 i / m ³	30 i / m ³	120 i / m ³
30 i / m ³	60 i / m ³	60 i / m ³
120 i / m ³	60 i / m ³	90 i / m ³
90 i / m ³	90 i / m ³	30 i / m ³

Figure 35 : Dispositif expérimental mis en place pour le test de densité des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis*

i : individu

2.2.5 Traitements appliqués pour les différents tests

2.2.5.1 Conduite de l'élevage dans les dispositifs expérimentaux

La conduite de l'élevage dans les dispositifs expérimentaux a été essentiellement le nourrissage, l'entretien des différents milieux des grenouilles et le suivi pour la détermination de la maturité sexuelle.

2.2.5.1.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages et les reproductions naturelle et artificielle

Des travaux réalisés dans le milieu naturel sur le régime alimentaire de *H. occipitalis* (Tohé, 2009 ; Tohé *et al.*, 2014), ont montré que cette espèce se nourrit au stade adulte essentiellement d'insectes. Afin de confirmer cela, des dissections de grenouilles adultes de *H. occipitalis* ont été effectuées. Cela a permis d'observer des débris d'insectes dans le contenu de leur estomac. Ainsi, des pièges lumineux ont été confectionnés et adaptés aux bassins bétonnés et aux enclos installés en étang afin d'attirer les insectes les nuits. Des larves d'alevins ont été libérées progressivement dans l'eau de tous les bassins bétonnés ainsi que des enclos en étang. Ces dernières, moins mobiles, ont constitué des proies plus faciles pour les grenouilles. Il y a eu aussi une libération progressive de larves de mouches ou asticots qui ont été produits à partir de restes de poissons et de bouses de vaches. Toutes ces techniques d'alimentation se sont effectuées concomitamment pour fournir une alimentation variée aux grenouilles en captivité. En étang et en bassins bétonnés, chaque jour un contrôle des différents dispositifs a été effectué pour éviter les intrusions de prédateurs et les évasions de grenouilles. Concernant la reproduction spontanée, un contrôle de la présence d'œufs ou de têtards a été réalisé quotidiennement

2.2.5.1.2 Tests de densité des têtards et des juvéniles

Un aliment standard a été confectionné. Les intrants de cet aliment à 40,52 % de protéines après calculs, sont les suivants:

Farine de poisson	: 40 % ;
Son de blé	: 10 % ;
Tourteau de coton	: 23,92 % ;
Farine basse de riz	: 09,78 % ;
Levure naturelle	: 05 % ;
Coquillage	: 01 % ;
Sel cuisine	: 0,3 % ;
Huile de palme	: 10 %.

Pour la fabrication de cet aliment, il faut :

- moudre chaque intrant jusqu'à une taille de 01 mm à 0,5 mm et les peser en fonction de leurs proportions respectives ;
- faire le mélange des différents composants dans un récipient en y ajoutant de l'eau jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène ;
- fermer le récipient et laisser fermenter le mélange au minimum 8 heures ;
- après fermentation, mettre la pâte progressivement dans la hacheuse et tourner pour produire les granulés (Figure 35) ;
- séchage dans un four électrique à 65 °C jusqu'à stabilisation de la masse des granulés.

Ces granulés ont la capacité de flotter pendant une dizaine de minutes. Compte tenu des dimensions réduites de la bouche des têtards, les granulés ont été broyés et rendus en poudre puis tamisés.



Figure 36 : Production de granulés de l'aliment standard

Pour le test de densité des têtards *Hoplobatrachus occipitalis*, ceux-ci ont été nourris manuellement pendant 42 jours avec cet aliment en poudre à 40,52 % de protéines tous les jours. Cette opération s'est effectuée trois fois par jour (08 h-09 h ; 11 h-12 h et 15 h-16 h) à 06 % de leur poids corporel (Godomé *et al.*, 2018). Chaque milieu aquatique a été doté d'un système en continu d'approvisionnement en eau naturelle de bonne qualité, d'oxygénation et d'évacuation d'eau souillée. Le milieu aquatique des bassins bétonnés a été presque totalement renouvelé chaque semaine pour l'évacuation des fèces et des restes d'aliments (Hardouin, 1997).

Pour le test de densité des juvéniles, l'approvisionnement et l'oxygénation des bassins bétonnés ont été similaires à ceux du test de densité des têtards. Compte tenu des quantités plus importantes d'aliments dans le milieu aquatique, celui-ci a été complètement renouvelé 02 fois par semaine pour l'évacuation des fèces et des restes d'aliments. Les juvéniles ont été nourries manuellement avec l'aliment standard à 40,52 % de protéines sous forme de granulés, deux fois par jour (09 h-11 h et 15 h-17 h) à 04,9 % de leur biomasse durant 42 jours (Godomé *et al.*, 2018 ; Godomé, 2020).

2.2.5.1.3 Test de reproduction induite

Les géniteurs injectés ont été soumis à un contrôle toutes les 30 minutes, afin de déterminer l'heure exacte de la ponte. Après la ponte en bassins bétonnés et dans le bas-fond (Canal d'eau), les géniteurs ont été retirés de ces milieux. Les œufs des milieux restreints en bassins bétonnés ont été mis en oxygénation permanente jusqu'à éclosion complète de tous les œufs fécondés. Alors que dans le bas-fond, les œufs sont laissés dans l'eau sans intervention extérieure jusqu'à éclosion. Cela a permis de déterminer, avec précision, les périodes d'incubation et d'éclosion. Une comptabilisation des têtards et des ovocytes non fécondés a été réalisée pour la détermination des paramètres de reproduction (Taux de fécondité, fécondité absolue moyenne et taux d'éclosion moyen).

2.2.5.1.4 Détermination de l'état de maturité des gonades en milieu semi-contrôlé

2.2.5.1.4.1 Dissections

A partir de 06 mois d'âge, 04 grenouilles dont 02 femelles et 02 mâles issus des enclos installés, des étangs et des bassins bétonnés ont été disséqués grâce une trousse à dissection. Les opérations de dissections ont débuté par les mesures de la taille et du poids des grenouilles. Ensuite, les grenouilles ont été décérébrées et démédules afin de prélever les gonades. Elles sont pesées et mises dans un tube en plastique contenant du formaldéhyde à 10

%. Le tube est étiqueté et conservé dans un milieu approprié. Cette opération a été répétée chaque 45 jours jusqu'à 12 mois.

2.2.5.1.4.2 Réalisation des coupes histologiques au laboratoire

Cette étape a été réalisée dans le laboratoire d'anatomie et cytologie pathologiques du CHU (Centre Hospitalier et Universitaire) de Treichville, selon le protocole suivant :

➤ Coupe des échantillons

D'abord les échantillons ont été sortis des tubes et une coupe différente (transversale et longitudinale) a été réalisée sur chaque gonade d'un spécimen à l'aide d'un bistouri. Ensuite les deux fragments de chaque coupe ont été placés dans une cassette étiquetée. Au total 40 cassettes ont été obtenues pour les 20 individus et conservées dans le formaldéhyde à 10 %.

➤ La déshydratation

L'appareil qui a servi pour cette étape est l'automate déshydratation de marque SLEE MTP. Son rôle est de faire la déshydratation des fragments se trouvant dans les cassettes à l'aide de 12 bains de produits chimiques. Ces bains sont dans l'ordre les suivants :

- ✓ 2 bains de formol à 10% qui permettent de parachever la fixation des fragments (Élimination total de sang de l'échantillon) ;
- ✓ 5 bains d'alcool avec des concentrations croissantes (01 bain d'alcool à 75 %, 01 bain d'alcool à 85 %, 01 bain d'alcool à 95 % et 02 bains d'alcool absolu ou alcool à 100 %). Ce traitement permet l'élimination progressive et totale de l'eau des fragments ;
- ✓ 02 bains de Toluène à 99,8 % pour éclaircir les fragments afin d'éliminer toutes les impuretés ;
- ✓ 03 bains de paraffine granulée pour l'histologie qui ont été liquéfiés. Ces bains ont permis de durcir les fragments après le départ de l'eau.

Le temps mis par les fragments dans chaque bain de formol, d'alcool et de toluène a été de 01 heure. Alors que ce temps diminue à 45 minutes pour chaque bain de paraffine.

➤ Inclusion ou enrobage

L'appareil d'enrobage ou TEC 2900 Embedding Center qui a été utilisé pour cette étape. Son rôle est mettre le prélèvement en bloc. Cela a consisté à associer trois éléments (fragment, cassette et paraffine). D'abord a débuté par la mise dans l'appareil de paraffine liquide, ensuite l'échantillon déposé dans le moule, sur la paraffine en respectant le plan de coupe (transversale et longitudinale). L'ensemble a été recouvert par la cassette sans son couvercle.

Ces 3 éléments associés sont déposés sur une plaque réfrigérante du même appareil afin de fixer le tout ensemble. A la fin du processus le moule est détaché du reste.

➤ **Les coupes fines de 03 microns**

Cette étape a nécessité l'utilisation de 03 appareils qui sont le Rotary Microtome, le Cryo Console et le Thermal Console. L'ensemble échantillon et cassette dans la paraffine solide a été taillé à l'aide du Rotary Microtome grâce à sa lame à microtome. En effet, une première étape consiste à éliminer la paraffine recouvrant le fragment. Pour cela, des coupes de 25 microns ont été réalisées progressivement jusqu'à apparition du fragment. Ensuite, l'échantillon ayant chauffé suite aux différentes coupes de 25 microns a été recongelé sur le Cryo Console. Puis des coupes de 3 microns des fragments ont été réalisées pour former des rubans. Les rubans sont ensuite déposés sur bains marie du Thermal Console. La lame porte-objet est étiquetée et un ruban du fragment est déposé sur la lame.

➤ **Chauffage de la lame portant un ruban**

Cette étape consiste à chauffer l'ensemble lame et ruban dans un four de marque Memmert à 55 °C pendant 01 heure afin de permettre une bonne adhésion du ruban sur la lame.

➤ **Coloration des coupes**

Cette étape nécessite la réhydratation progressive des coupes. Ce processus est l'inverse de celui de la déshydratation. La réhydratation a débuté avec les lames dans 02 bains successifs de Toluène pendant 05 min chacun. Ces bains ont pour rôle d'enlever les résidus de paraffine sur la lame. Ensuite, la réhydratation a suivi les 05 bains successifs d'alcool, mais cette fois-ci dans l'ordre décroissant des concentrations (02 bains d'alcool à 100 %, 01 bain d'alcool à 95 %, 01 bain d'alcool à 85 % et bain d'alcool à 75 %). La durée a été de 05 min pour chaque bain. Pour parachever la réhydratation des coupes, elles ont été rincées dans de l'eau distillée pendant 05 min.

La coloration a été effectuée avec 02 bains successifs de colorants. D'abord, un bain d'Hematoxylin pendant 05 min qui a permis de colorer le noyau en bleu ou violet, puis rincé afin de faire ressortir la couleur. Ensuite, les lames ont été plongées dans un bain d'éosine pendant 03 min maximum. A la fin de ce processus, les lames ont été déshydratées par le processus correspondant.

➤ **Collage des lamelles**

Le processus de montage consiste à mettre des gouttes d'Eukite (colle spéciale) sur la lamelle et à couvrir la coupe de la lame préalablement recouverte de quelque goutte de toluène. Le rôle de l'Eukite est d'éclaircir la lame, d'évacuer l'air et de bien coller l'ensemble afin de

permettre la conservation et la protection de l'échantillon pendant des années. L'ensemble lame porte objet, coupe colorée et lamelle est chauffé dans le four à 55 °C pendant 01 heure.

Chaque coupe histologique a été reliée à ses informations (âge, sexe, taille et poids). Ensuite, au laboratoire de l'Université Jean Lorougnon Guede, des prises de vue à différents grossissements ont été effectuées suivies de leur description

2.2.6 Collecte de données

La collecte des données physico-chimiques et morphologiques s'est effectuée durant pratiquement tous les tests de cette étude, mais avec des différences.

2.2.6.1 Essais d'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis* en condition d'élevage

Pour l'essai de l'effet de la densité de mise en charge, tous les paramètres physico-chimiques (pH, température de l'eau et de l'air, conductivité, humidité relative de l'air et luminosité) ont été mesurés quotidiennement à 08 heures, 12 heures et 18 heures (Figure 37A).

Parallèlement, l'évaluation de l'effet de la densité des adultes sur leur poids corporel et leur taux de survie a été effectuée d'une part par la comptabilisation des morts. D'autre part, par la mesure des paramètres morphométriques de chaque individu tous les deux semaines (Figure 37B). Cet écart important entre les périodes de manipulation permet de réduire le stress (Barnett *et al.*, 2001) et d'éviter de nuire aux propriétés antibactériennes de la peau des amphibiens (Mattute *et al.*, 2000 ; Nascimento *et al.*, 2003).



Figure 37 : Suivi de l'essai sur l'effet de la densité des adultes sauvages de *H. occipitalis*

A : mesure des paramètres-chimiques de l'eau d'un enclos en étang ; B : mesure de la taille d'un géniteur

Pour la reconnaissance et le suivi de chaque individu dans les différents milieux, des fils de différentes couleurs ont été attachés à leur abdomen sans gêner leurs mouvements.

Pour l'essai de l'effet des structures sur le taux de survie, les paramètres physico-chimiques (pH, température de l'eau et de l'air et humidité relative de l'air) ont été mesurés quotidiennement dans les deux structures. Aussi, tous les 15 jours une comptabilisation des individus a été effectuée permettant de déterminer les taux survie.

2.2.6.2. Tests de reproduction spontanée et induite

La pesée et la mesure de la taille de chaque géniteur ont été réalisées avant leur transfert dans les milieux de reproduction.

Pour la reproduction spontanée, la mesure des paramètres physico-chimiques (température de l'eau et de l'air, humidité et pH) a été effectuée quotidiennement dans l'étang de reproduction et dans les bassins bétonnés de reproduction.

Concernant la reproduction induite, la mesure des paramètres physico-chimiques a été effectuée au cours des périodes de ponte, d'oxygénation et d'éclosion de façon régulière. En bassins bétonnés, la température et le pH de l'eau des milieux restreints d'accouplement ont été mesurés et la température et l'humidité de l'air des bassins bétonnés de reproduction ont été enregistrées régulièrement. Dans le bas-fond, ces paramètres ont été aussi mesurés dans chaque enclos en moustiquaire. Pour l'état de maturité des gonades, les paramètres morphologiques des grenouilles ainsi que de leurs gonades ont été prélevés afin de déterminer les rapports gonado-somatiques.

2.2.6.3 Tests de densité des têtards et des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis*

La mesure des paramètres physico-chimiques (pH, humidité de l'air et températures de l'eau et de l'air) s'est effectuée quotidiennement pour les deux tests de densité (Têtards et juvéniles). La mesure des paramètres morphométriques de 10 têtards et de 10 juvéniles a été effectuée chaque semaine. Cette opération s'est effectuée rapidement afin d'éviter des mortalités dues aux stress (Barnett *et al.*, 2001) et de nuire aux propriétés antibactériennes de la peau des amphibiens (Mattute *et al.*, 2000 ; Nasciemento *et al.*, 2003). Les résultats des tests de densités ont permis de déterminer les densités optimales des têtards et des juvéniles en prenant en compte les meilleurs taux de survies, les poids corporels moyens finaux et le nombre d'individus.

2.2.7 Paramètres de croissance et de reproduction

2.2.7.1 Paramètres de croissance

✓ Taux de survie

Exprimé en pourcentage, le taux de survie (TS) est le nombre de têtards, juvéniles ou adultes vivants à un stade précis ou en fin d'élevage sur leur nombre initial (Castell & Tiews, 1980)

$$\text{TS (\%)} = \frac{\text{Nombre final d'individus}}{\text{Nombre initial d'individus}} \times 100$$

✓ Poids corporel moyen

Ce paramètre est la moyenne de poids corporel d'un ensemble de têtards ou juvéniles évalué chaque semaine avec dix individus par stade physiologique à l'aide de la formule ci-dessous.

$$\text{Pm (g)} = \frac{\text{Poids total des têtards ou des juvéniles}}{\text{Nombre total des têtards ou des juvéniles}} \times 100$$

✓ Gain moyen quotidien de poids

Le gain de poids quotidien (GMQ) représente le poids que les têtards ou les juvéniles acquiert par jour (Castell et Tiews, 1980).

$$\text{GMQ (g/j)} = \frac{\text{Poids moyen final (g)} - \text{Poids moyen initial (g)}}{\text{Nombre de jours de l'expérimentation (j)}}$$

✓ Taille moyenne

La taille moyenne d'un ensemble de têtards ou juvéniles a été évalué chaque semaine avec dix individus par stade physiologique à l'aide de la formule ci-dessous.

$$\text{Tm (mm)} = \frac{\text{Taille total des têtards ou des juvéniles}}{\text{Nombre total des têtards ou des juvéniles}} \times 100$$

✓ Taux de croissance spécifique

Ce paramètre permet d'exprimer le gain de poids en termes de pourcentage du poids corporel initial. Il est généralement élevé chez les jeunes animaux et décroît avec l'âge (Delincé, 1992).

$$\text{TCS (\%/j)} = \frac{\ln(\text{Poids moyen final (g)}) - \ln(\text{Poids moyen initial (g)})}{\text{Durée de l'expérience (jours)}} \times 100$$

2.2.7.2 Paramètres de reproduction

✓ Fécondité absolue

La fécondité absolue est le nombre total d'œufs produits par une femelle. Elle désigne le nombre total d'œufs, ou d'ovules avant fécondation, présents chez une femelle (Tossavi, 2017).

✓ Taux de fertilité

Le taux de fertilité est le nombre de femelles matures ayant effectivement pondus (Tossavi, 2017). Pour le test de reproduction stimulée, le nombre de femelles ayant pondu a été déterminé simplement par la comptabilisation des femelles ayant des œufs dans leur milieu de reproduction.

$$TF (\%) = \frac{\text{Nombre de femelles ayant pondu}}{\text{Nombre de femelles mises en reproduction}} \times 100$$

✓ Taux d'éclosion

Le taux d'éclosion est le rapport du nombre de têtards éclos sur le nombre d'œufs fécondés (Tossavi, 2017). Pour le test de reproduction stimulée par hormone, après éclosion les têtards ont été comptabilisés ainsi que le nombre d'œufs non fécondés par femelle.

$$TE (\%) = \frac{\text{Nombre de têtards éclos}}{\text{Nombre d'œufs fécondés}} \times 100$$

✓ Rapport gonado-somatique

Selon Yin (1993), le rapport gonado-somatique (RGS) ou "Indice gonadique", traduit l'accroissement des gonades au cours du cycle de reproduction. Il se définit comme étant le rapport du poids des gonades sur le poids éviscéré exprimé en pourcentage. Sa formule est la suivante :

$$RGS (\%) = \frac{\text{Poids des gonades}}{\text{Poids éviscéré de la grenouille}} \times 100$$

Un rapport très élevé traduit un état de maturation avancé des gonades. En revanche, un rapport faible indique un repos sexuel.

2.2.8 Analyses statistiques

2.2.8.1 Données d'enquête

Les données obtenues ont été traduites en diagrammes en bâton, en camemberts, en courbes et en tableaux, grâce au logiciel EXCEL 2016.

2.2.8.2 Données zootechniques

La vérification de la normalité des données biotiques et abiotiques a consistée à vérifier la taille des échantillons (n) à l'aide du test de Shapiro-Wilk ($n < 50$) (Shapiro *et al.*, 1968) ou du test de Kolmogorov ($n > 50$) (Shapiro *et al.*, 1968). Ensuite, à suivre la distribution des observations (P) et à faire le choix des tests de comparaisons (paramétriques ou non paramétriques) à utiliser grâce aux résultats de l'homogénéité des variances (P). Lorsque la « P-value » est inférieure à 0,05, les tests non paramétriques sont utilisés. Par contre, pour une « P-value » supérieure à 0,05, les tests paramétriques sont utilisés. Les tests non paramétriques tels que le test de Kruskal-Wallis (comparaisons de plus de deux échantillons) et le test U de Mann-Whitney (comparaison de deux échantillons) ont été employés pour les comparaisons inter et intra sujets lorsque la distribution des variables ne respectait pas l'une des conditions d'utilisation d'une ANOVA (comparaisons de plus de deux échantillons) ou le test t de Student (comparaison de deux échantillons). Le test de Kruskal-Wallis a été employé pour tester la variabilité des paramètres environnementaux entre différents groupes d'habitats. Le test U de Mann-Whitney a par la suite été utilisé pour identifier des différences entre les groupes pris deux à deux. En effet, la valeur de la « signification asymptotique » indique qu'il n'y a pas de différences significatives entre les variables quand elle est supérieure à 0,05, et inversement lorsque celle-ci est inférieure à 0,05. Ces méthodes non-paramétriques n'impliquent pas l'estimation de paramètres comme la moyenne ou l'écart-type mais plutôt les médianes. Lorsque les conditions des tests paramétriques sont respectées, alors le test de Student Newman-Keuls (SNK) est utilisé pour faire les comparaisons multiples lorsque l'ANOVA a révélé une différence significative au seuil de 05 % (Kinnear & Gray, 2005). L'analyse de variance à un critère de classification (ANOVA 1) a été utilisée pour comparer les performances zootechniques et les paramètres physico-chimiques des différents traitements. Les données recueillies ont été traitées à l'aide du Logiciel Statistica version 7.1 (Statsoft, 2005)

Chapitre 3 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1- PRELÈVEMENT ET CONSOMMATION DE *Hoplobatrachus occipitalis* DANS LA VILLE DE DALOA

3.1.1 Résultats

3.1.1.1 Effectifs des acteurs profitant du prélèvement, de la commercialisation et de la consommation de *Hoplobatrachus occipitalis*

Cinq groupes d'activités en relation avec la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* ont été enquêtés dont l'ensemble a constitué 354 enquêtés. Les consommateurs (restaurant et domicile) constituent le groupe le plus important avec 47,45 % de personnes. Les pêcheurs et les chasseurs forment le groupe intermédiaire en nombre avec respectivement 22,59 % et 15,53 % de personnes. Enfin les groupes avec les plus faibles effectifs sont les vendeurs et les restaurateurs composés respectivement 11,58 % et 02,82 % personnes (Figure 38).

La majorité des habitants enquêtés exerce plusieurs fonctions en rapport avec la grenouille *H. occipitalis*. Dans cet échantillon d'étude, il y a des habitants qui ont une seule activité. Ce sont par ordre d'importance les consommateurs avec 30 %, ensuite les pêcheurs, les chasseurs et les vendeurs avec respectivement 06 %, 02 % et 01,5 %. Mais les restaurateurs ne figurent pas dans ce groupe. Le deuxième groupe est constitué de ceux qui exercent deux activités. Les combinaisons avec les effectifs les plus élevés sont les pêcheurs et consommateurs avec 17 % et les chasseurs et consommateurs avec 15 %. Le troisième groupe est constitué des habitants exerçant trois activités. Ils sont au nombre de trois. Les pêcheurs, consommateurs et vendeurs ; les pêcheurs, chasseurs et consommateurs et les chasseurs, consommateurs et vendeurs avec respectivement 06 % ; 03 % et 0,5 %. Enfin le dernier groupe est constitué des habitants exerçant toutes les activités sauf celle de restaurateur avec 03 % (Figure 39).

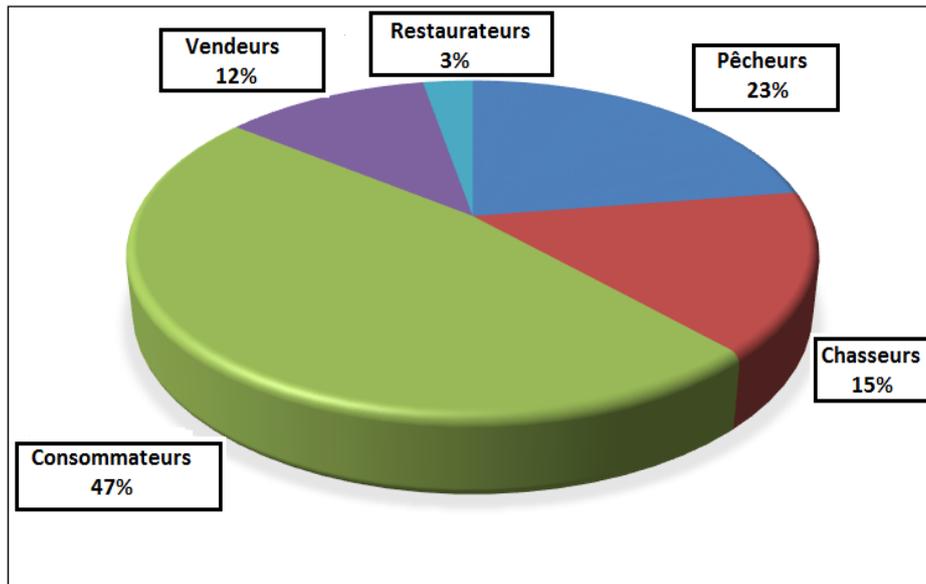


Figure 38 : Répartition des acteurs par activité en relation avec la consommation de *Hoplobatrachus occipitalis*

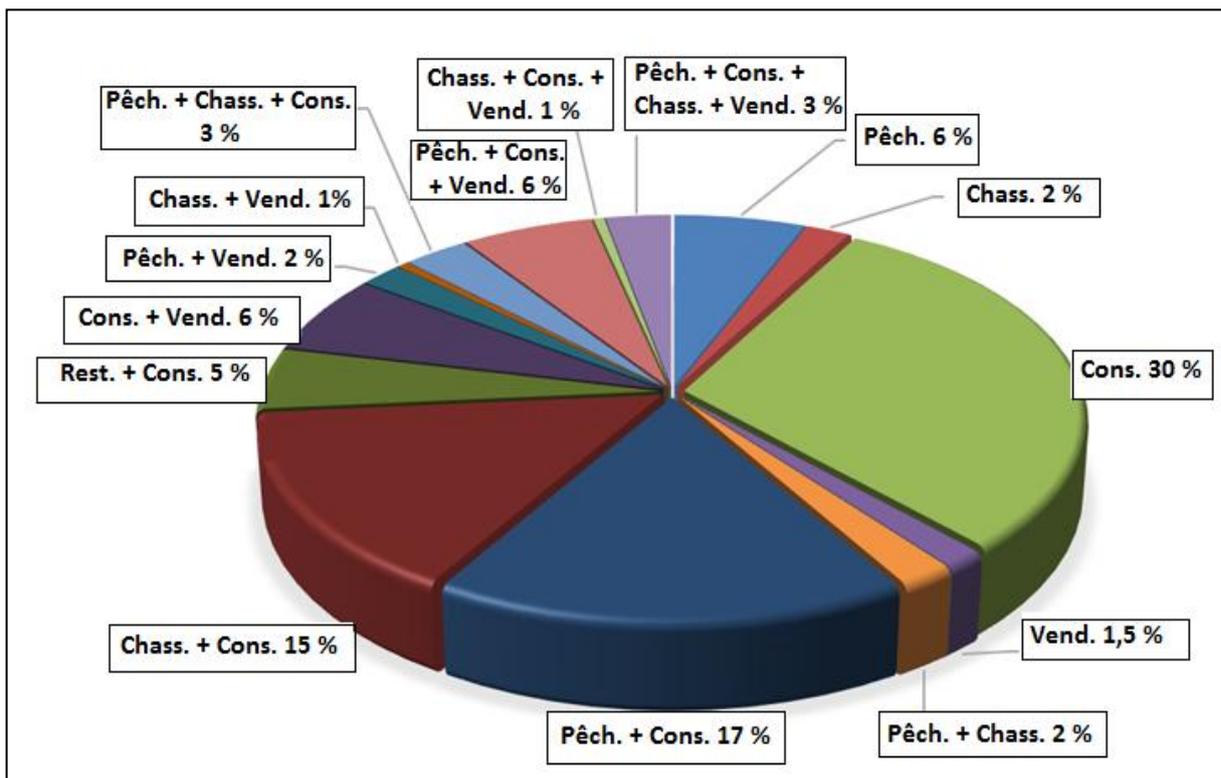


Figure 39 : Répartition des acteurs exerçant plusieurs activités en relation avec *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.2 Profil des acteurs

3.1.1.2.1 Sexe, situation matrimoniale et âge

Les populations de l'échantillon d'étude qui chassent, pêchent, consomment et vendent la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* sont en majorité des hommes avec respectivement 96,15 %, 89,15 %, 75,00 % et 66,66 %. Les restaurateurs sont à 90 % des femmes. Concernant la situation matrimoniale de tous les acteurs, ce sont les célibataires qui sont la catégorie la plus importante avec des pourcentages variant entre 52,32 % et 70 %. Ensuite, viennent les mariés puis les divorcés et les veufs. Pour l'âge, les consommateurs, pêcheurs, chasseurs et vendeurs ont en majorité un âge compris entre 10 et 40 ans avec des pourcentages oscillant entre 19,56 % et 34,17 %. Alors que les restaurateurs ont un âge compris entre 31 et 50 ans avec des pourcentages variant entre 22,22 % et 44,44 % (Tableau IV).

3.1.1.2.2 Niveau d'études et profession

Les consommateurs, pêcheurs, chasseurs et vendeurs de l'échantillon d'étude ont en majorité un niveau secondaire avec des pourcentages variant 47,88 % et 55,55 %. Par contre pour les restaurateurs, le niveau primaire prime avec 50 %. Les élèves avec 29,33 % à 39,28 % forment la catégorie la plus importante chez les consommateurs, pêcheurs, chasseurs et vendeurs de grenouille. Ensuite, viennent les cultivateurs et les salariés privés. Les restaurateurs sont à 40 % des ménagères, ensuite les déscolarisés avec 30 % (Tableau V).

Tableau V : Sexe, situation matrimoniale et âge des différents acteurs du secteur du prélèvement, la commercialisation et la consommation de *H. occipitalis*

Acteur	Sexe		Situation matrimoniale				Âge				
	Homme	Femme	Veuf	Marié	Célibataire	Divorcé	Adolescent (10-18 ans)	Adulte 1 (19-30 ans)	Adulte 2 (31-40 ans)	Adulte 3 (41-50 ans)	Adulte 4 (51-60 ans)
Consommateur	75%	25%	0,62%	34,59%	61%	3,77%	34,10%	28,00%	27,74%	5,20%	3,46%
Pêcheur	89,15%	10,14%	0%	31,39%	52,32%	6,97%	34,17%	26,58%	25,31%	8,86%	3,79%
Chasseur	96,15%	3,84%	1,88%	24,52%	69,81%	3,77%	31,14%	32,78%	26,22%	4,10%	3,27%
Vendeur	66,66%	33,33%	0%	27,77%	63,88%	8,33%	21,73%	19,56%	30,43%	13,04%	8,69%
Restaurateur	10%	90%	0%	20%	70%	10%	11,11%	11,11%	22,22%	44,44%	11,11%

Tableau VI : Niveau d'étude et profession des différents acteurs du secteur du prélèvement, la commercialisation et la consommation de *H. occipitalis*

Acteur	Niveau d'étude				Profession							
	Analphabète	Primaire	Secondaire	Universitaire	Fonctionnaire	Salarié privé	Chômeur	Ménagère	Cultivateur	Elève	Déscolarisé	Etudiant
Consommateur	0,19%	14,58%	55,55%	10,41%	5,81%	8,72%	13,95%	8,72%	23,83%	36,04%	1,16%	1,74%
Pêcheur	25,35%	8,45%	47,88%	18,30%	2,66%	13,33%	20%	2,66%	28%	29,33%	1,33%	2,66%
Chasseur	23,63%	14,54%	54,54%	7,27%	0%	12,50%	10,71%	3,57%	8,57%	39,28%	3,57%	1,78%
Vendeur	30,30%	12,12%	48,48%	9,09%	0%	12,12%	6,06%	9,09%	33,33%	30,30%	3,03%	6,06%
Restaurateur	20%	50%	30%	0%	0%	20%	0%	40%	0%	10%	30%	0%

3.1.1.3 Repartition en fonction des groupes ethniques

3.1.1.3.1 Consommateurs

Les Bété constituent l'ethnie qui consomme le plus la grenouille *H. occipitalis* au restaurant avec 27,27 %, suivi des Yacouba avec 22,72 % et des Baoulé avec 13,63 %. Les ethnies originaires du nord à savoir les Sénoufo, Mahouka et Dioula ainsi que les Agni consomment le moins la grenouille au restaurant (Figure 40).

Les groupes ethniques qui consomment cette grenouille à domicile sont plus nombreux par rapport ceux des restaurants. Au niveau quantitatif, parmi les consommateurs à domicile, les Yacouba et les Baoulé sont les ethnies qui consomment le plus la grenouille à domicile avec respectivement 24,00 % et 20,66 %. Ensuite le groupe intermédiaire est formé des Gouro, Bété et Guéré avec respectivement 14,66 %, 11,33 % et 08,66 %. Les ethnies qui consomment le moins la grenouille à la maison sont les Gnamboua, les Toura, les Wan et les Malinké en plus des peuls avec des pourcentages oscillant entre 01,33 % et 0,66 % (Figure 41).

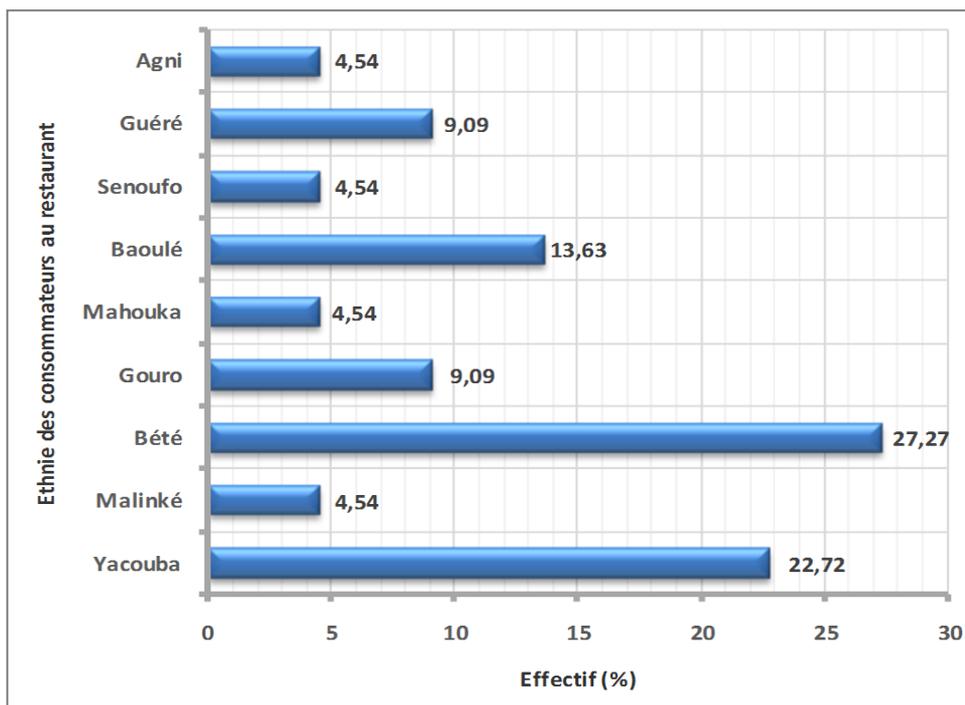


Figure 40 : Proportion par ethnie des consommateurs au restaurant de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*

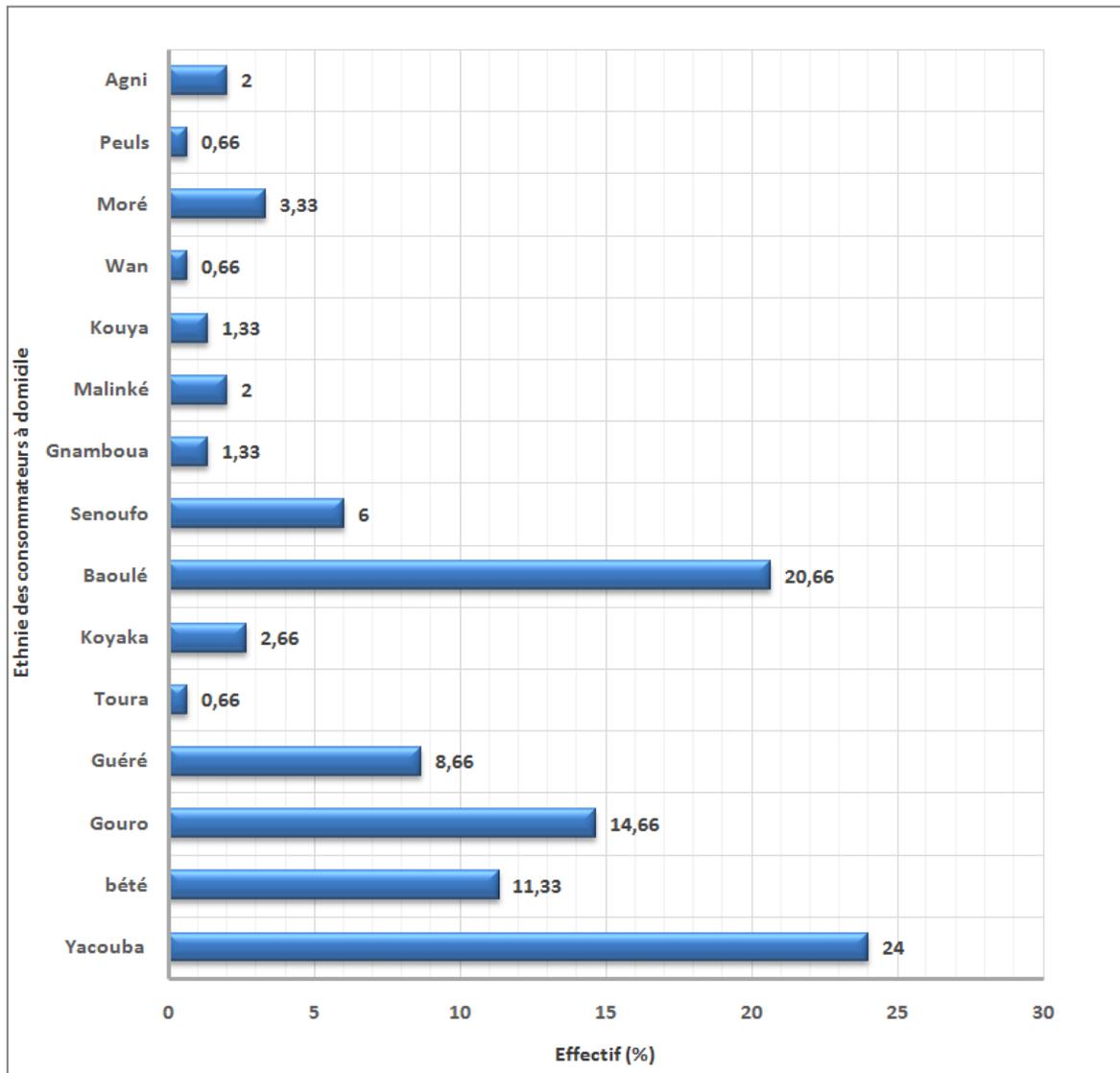


Figure 41 : Proportion par ethnie des consommateurs à domicile de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.3.2 Pêcheurs et chasseurs

Les Yacouba, Baoulé, Agni, Bété, Toura, Gouro, Senoufo, Koyaka, Dioula, Kouya sont aussi bien chasseurs que pêcheurs. Les Baoulé sont les plus nombreux chez les pêcheurs que chez les chasseurs avec respectivement 24,65 % et 18 %. Les Gouro et les Yacouba constituent les deuxièmes ethnies respectivement chez les pêcheurs (Figure 42A) avec 14 % et chez les chasseurs (Figure 42B) avec 11 %. Les ethnies avec les plus faibles pourcentages variant entre 01 % et 03 % sont les Malinké, Wan, Kouya, Gnamboua, Senoufo et Toura en plus des peuls chez les chasseurs et chez les pêcheurs, se sont les Dan, Kouya, Malinké et Toura.

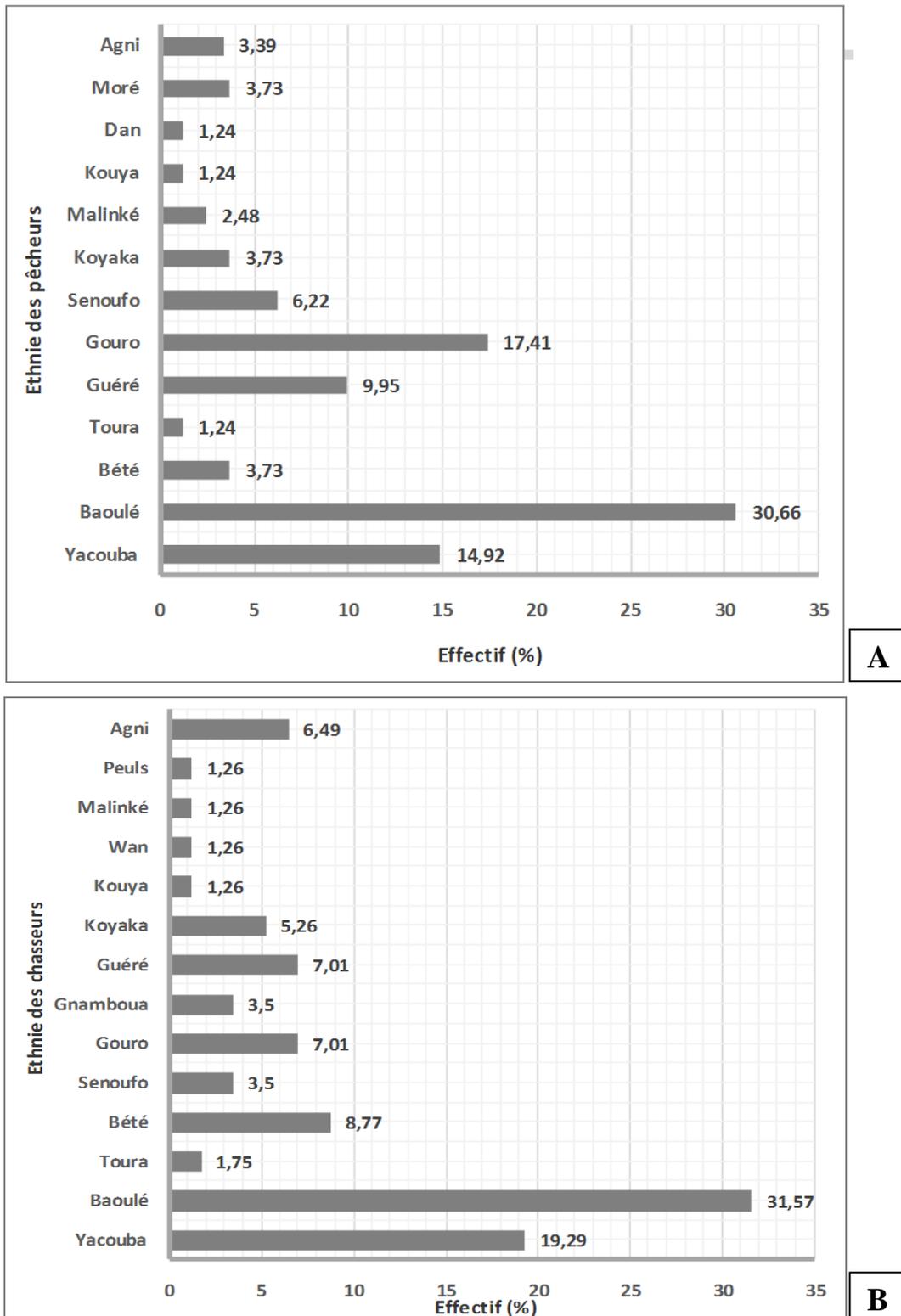


Figure 42 : Ethnies des pêcheurs (A) et des chasseurs (B) de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.3.3 Vendeurs

Les Guéré, Baoulé, Gouro et Yacouba sont des vendeurs au restaurant, à domicile et sur les marchés. Les Sénoufo et les Moré sont des vendeurs au restaurant et à domicile alors que les

Bété sont des vendeurs sur les marchés et à domicile. Les Malinké et les Agni sont uniquement des vendeurs au restaurant (Figure 43A). Au niveau quantitatif, les Baoulé, Agni, Gouro, Yacouba sont les vendeurs les plus nombreux au restaurant avec le même pourcentage de 16,66 %. Les Baoulé sont les vendeurs les plus nombreux à domicile (Figure 43B) avec 35 % et les Gouro et les Bété sont les vendeurs les plus nombreux sur les marchés (Figure 43C) avec 27,27 %.

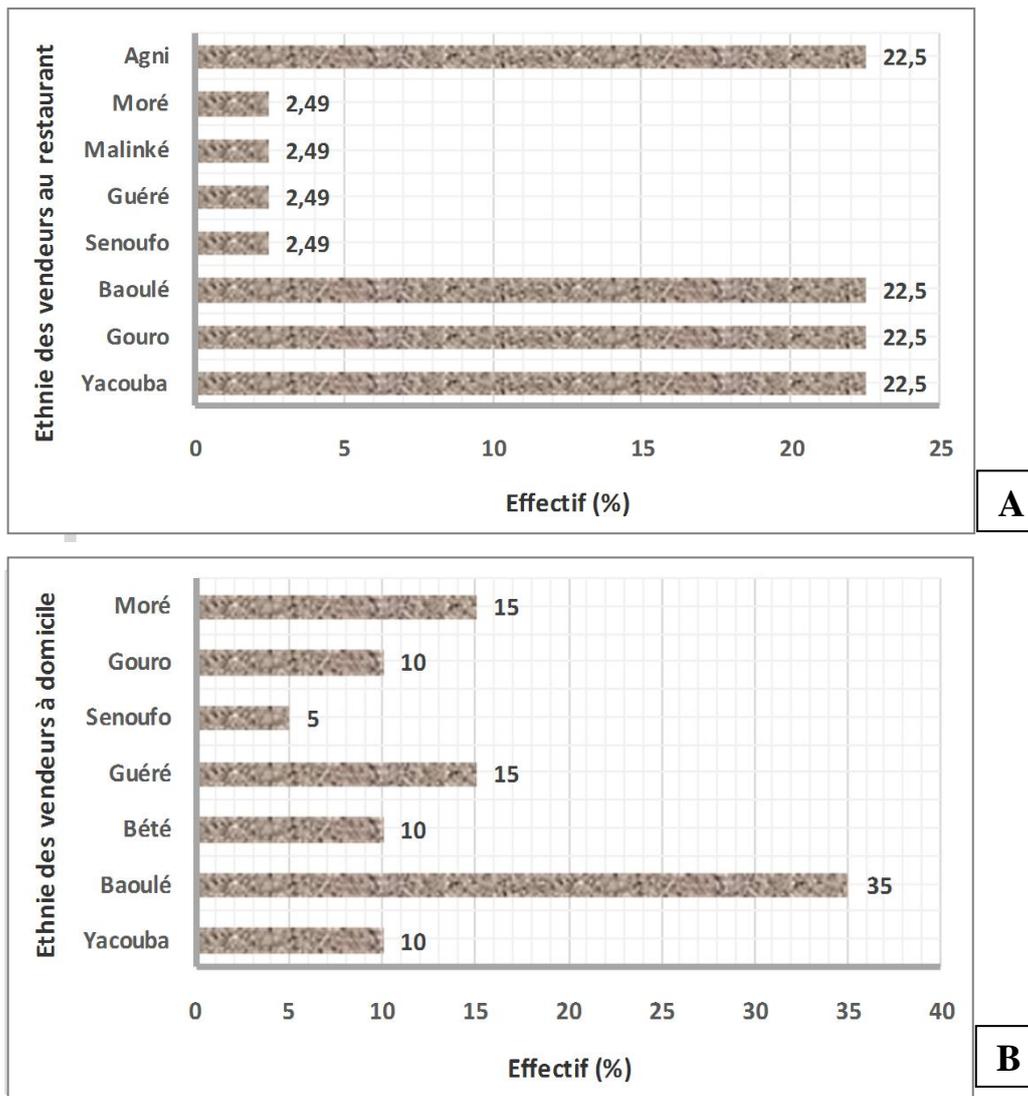


Figure 43 : Ethnies des vendeurs de *Hoplobatrachus occipitalis* au restaurant (A) et à domicile (B)

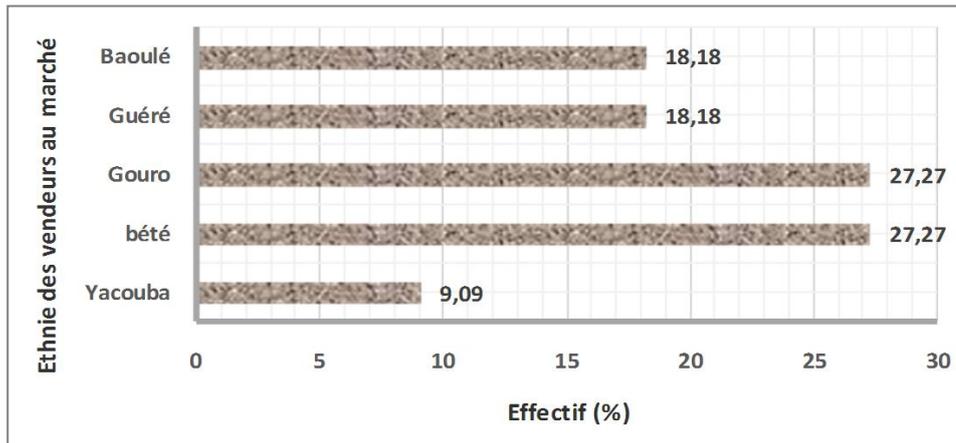
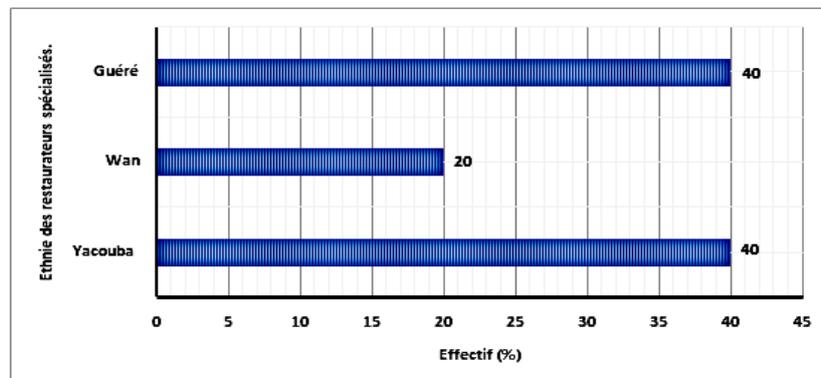


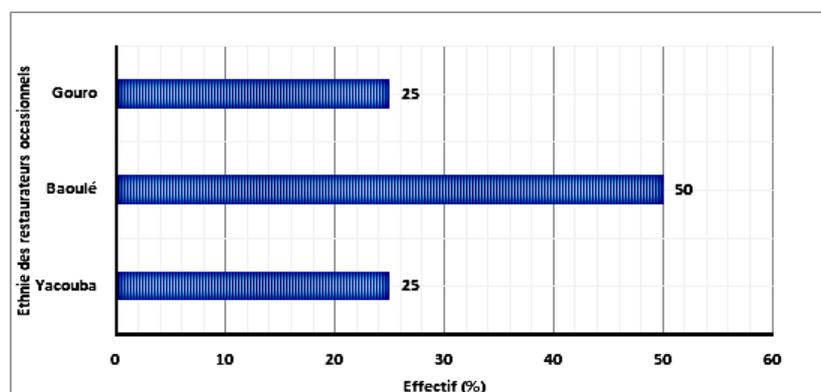
Figure 44 : Ethnies des vendeurs de *Hoplobatrachus occipitalis* sur les marchés

3.1.1.3.4 Restaurateurs

Les ethnies des restaurateurs sont en nombre d'ethnie, les plus faibles par rapport aux autres groupes d'acteurs. En effet les Yacouba sont des restaurateurs occasionnels et spécialisés alors que les Gouro et Baoulé sont uniquement des restaurateurs occasionnels et les Guéré et Wan sont eux des restaurateurs spécialisés (Figure 45A). Les Baoulé sont les plus nombreux avec 50 % chez les restaurateurs occasionnels (Figure 45B) alors que les Guéré et Yacouba sont les plus nombreux chez les restaurateurs spécialisés avec 40 % chacun.



A



B

Figure 45 : Ethnies des restaurateurs spécialisés (A) et occasionnels (B) de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.4 Valeur marchande des grenouilles

Le prix de vente de cette grenouille est élevé sur le marché local. En effet les pêcheurs, chasseurs et autres préleveurs vendent aux restaurateurs et aux vendeurs, 10 juvéniles ou 08 adultes à mille francs cfa (1000 f cfa) en saison pluvieuse. Alors que ces vendeuses, les revendent au double du prix d'achat. Les restaurateurs revendent les grenouilles quatre fois au prix d'achat, accompagnées d'un repas moyen. En saison sèche tous ces prix de ventes et reventes sont quasiment doublés (Tableau VII).

Tableau VII : Prix de vente de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* par les différents acteurs

Acteurs	Âge	SAISON PLUVIEUSE		SAISON SECHE	
		Quantité	Prix	Quantité	Prix
Pêcheurs et	<i>Jeune</i>	10 GN	1 000f cfa	8 GN	1 000f cfa
Chasseurs	<i>Adulte</i>	8 GN	1 000f cfa	6 GN	1 000f cfa
Restaurateurs	<i>Jeune</i>	1 plat de 2 GN	700f cfa	1 plat de 2 GN	1 000f cfa
(Plat de grenouille)	<i>Adulte</i>	1 plat de 1 GN	700f cfa	1 plat de 1 GN	1 000f cfa
Vendeurs (marché et	<i>Jeune</i>	5 GN	1 000f cfa	6 GN	2 000f cfa
domicile)	<i>Adulte</i>	4 GN	1 000 f cfa	4GN	2 000f cfa

GN : grenouille ; cfa : communauté financière Africaine

3.1.1.5 Techniques de prélèvement de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.5.1 Inventaire des techniques de prélèvement

Les techniques de collecte de la grenouille *H. occipitalis* les plus utilisées sont la chasse nocturne avec flèche à 36 % et la pêche avec hameçon à 32,40 % (Figures 46 et 47). Les techniques les moins utilisées sont la capture avec piège et l'utilisation de lance-pierre.

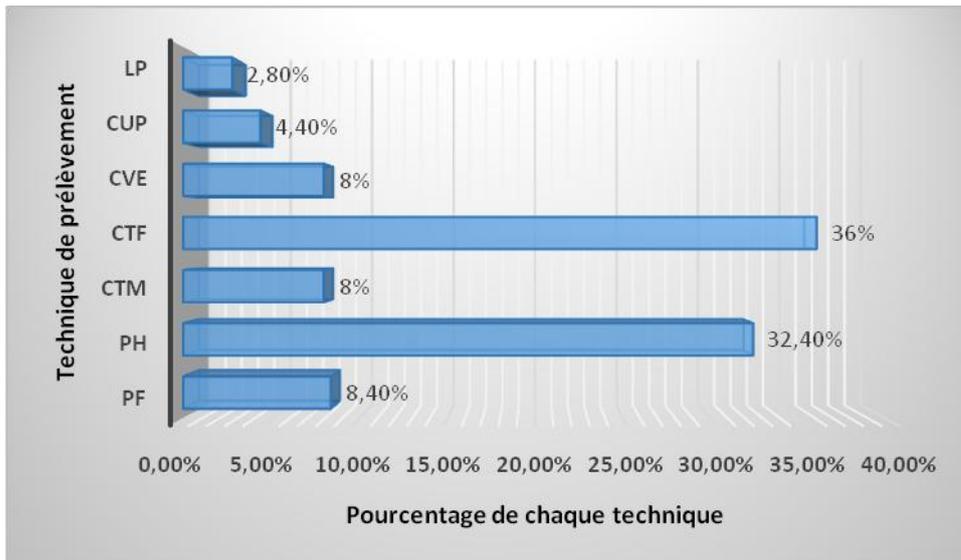


Figure 46 : Proportion des collecteurs de grenouilles en fonction de techniques utilisées

LP : lance pierre ; CUP : capture avec utilisation de piège ; CVE : capture drainage étang, CTF : chasse avec torche et flèche, CTM : chasse avec torche et machette, PH : pêche avec hameçon, PF : pêche avec filet



Figure 47 : Torche et flèche de prélèvement de la grenouille

3.1.1.5.2 Ethique dans le prélèvement de la grenouille

Les techniques les plus agressives qui entraînent les blessures les plus graves sont les techniques de chasse avec machette à 81,81 % et flèche à 60,22 %. La pêche avec hameçon et l'utilisation de lance pierre entraînent de faibles blessures avec respectivement des proportions de 76,92 % et 60,00 %. Les techniques de prélèvement préservant l'intégrité de la grenouille sont l'utilisation de piège (70 %), le drainage des étangs (63,15 %) et la pêche avec filet (57,89 %) (Tableau VII).

Tableau VIII : Taux d'agressivité des différentes techniques de prélèvement de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*

Technique de Prélèvement	Saine	Blessé Faiblement	Blessé Grièvement
Pêche au filet troubleau	57,89%	26,31%	15,78%
Pêche à l'hameçon	11,53%	76,92%	11,53%
Chasse à la machette (avec une Torche)	0%	18,18%	81,81%
Chasse à la flèche (avec une Torche)	0%	39,77%	60,22%
Chasse avec un Lance pierre	20%	60%	20%
Capture par dainage d'étang	63,15%	31,57%	5,26%
Capture par piégeage	70%	20%	10%

3.1.1.6 Prélèvement de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.6.1 Efficacité des techniques de prélèvement

La pêche prime sur les autres techniques de prélèvement (40,78 % à 54,09 %), pour les intervalles de prélèvement en semaine de [10 - 30] et [31 - 50] grenouilles. Alors que pour les intervalles de quantités supérieures de [51 - 70], de [71 à 100] et de [101 à 150] de grenouilles, c'est la chasse qui prime sur les deux autres techniques avec respectivement 45,55 % ; 40,00 % et 75,00 % (Figure 48).

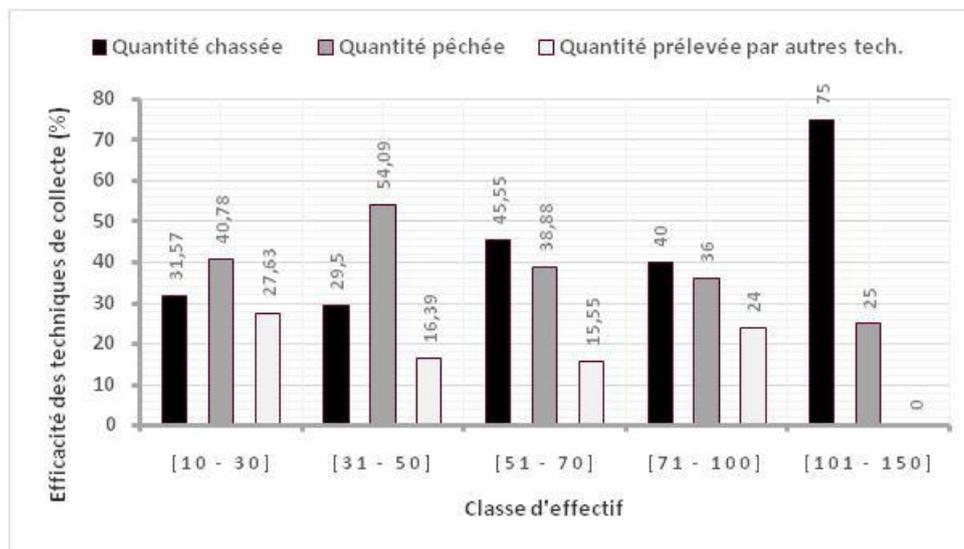


Figure 48 : Proportion de *Hoplobatrachus occipitalis* prélevée par semaine

3.1.1.6.2 Effort de capture

Dans les bas-fonds, l'effort de capture est plus important dans l'ensemble que dans les rivières. Ainsi dans les bas-fonds de la ville de Daloa, l'effort capture est le plus élevé avec 41,19%.

Alors que ce paramètre est plus faible avec 11,95 % dans les rivières de la périphérie de la ville de Daloa (Figure 49).

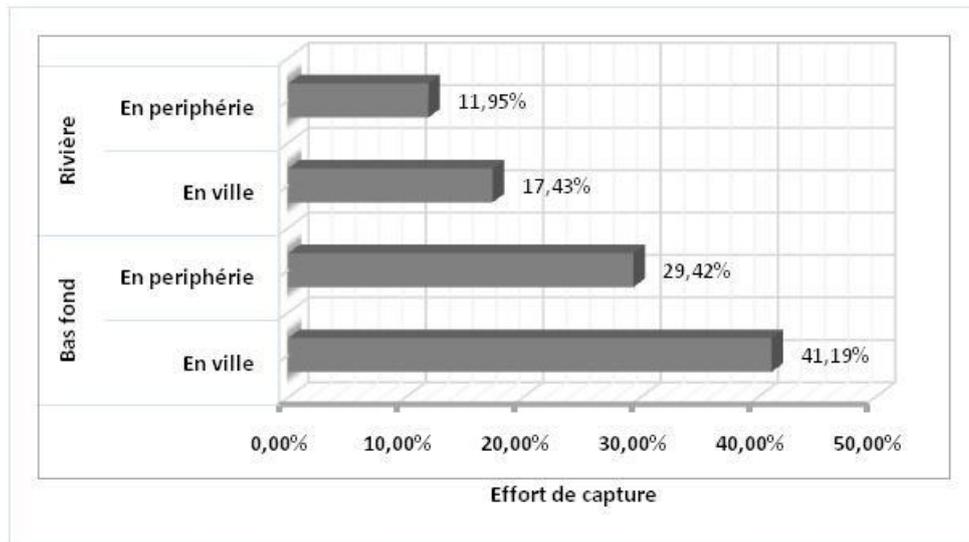


Figure 49 : Effort de capture de *Hoplobatrachus occipitalis* en ville et à sa périphérie par les préleveurs

3.1.1.6.3 Quantités prélevées en fonction des milieux

L'enquête montre que les bas-fonds sont les milieux les plus prisés pour le prélèvement des grenouilles *Hoplobatrachus occipitalis* en ville comme en périphérie avec respectivement 74,60 % et 62,63 %. Ensuite, viennent les rivières (29,67 % à 21,42 %) et les mares temporaires (07,60 % à 03,60%) (Figure 50).

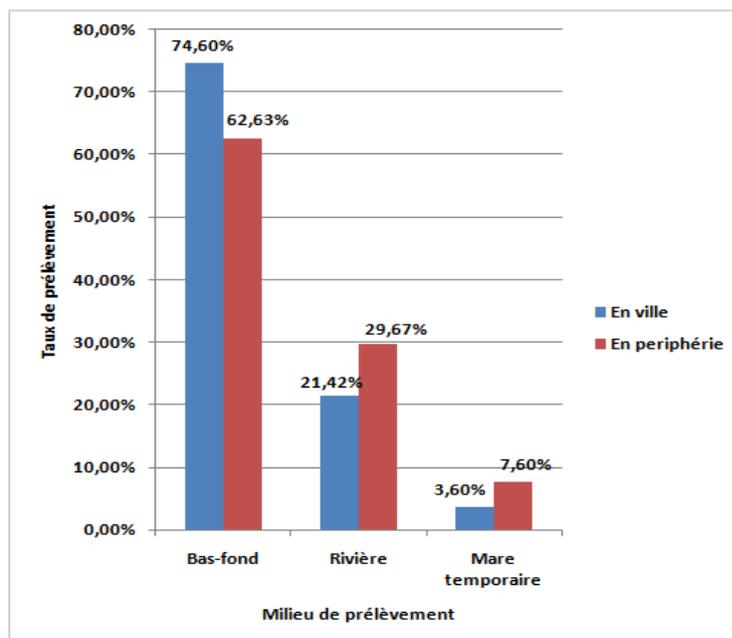


Figure 50 : Taux de prélèvement de *Hoplobatrachus occipitalis* dans différents milieux

3.1.1.6.4 Stade de développement des grenouilles prélevées

Le stade de développement le plus collecté est le stade adulte. Les adultes représentent 80 % des individus capturés dans le milieu naturel (Figure 51).

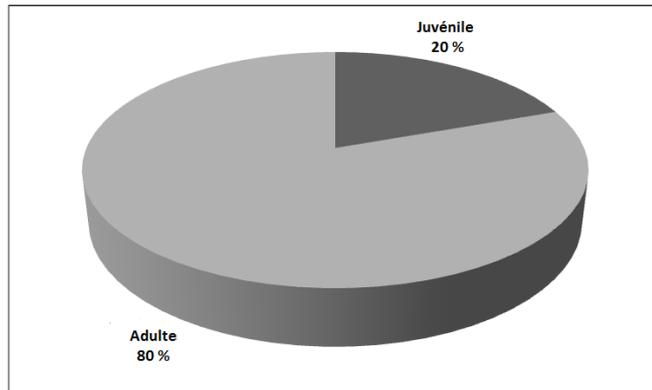


Figure 51 : Stade de développement des *Hoplobatrachus occipitalis* prélevées

3.1.1.7 Consommation

3.1.1.7.1 Motifs et modes de consommation de la grenouille

Les consommateurs préfèrent la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* du fait de son goût très apprécié à 57,00 %. Les cuisses de grenouille sont les plus appréciées à 20,00 % (Figure 52). Cette protéine animale peut être consommée sous différentes formes (Figure 53). Les consommateurs de *H. occipitalis* la consomment en soupe (kédjénou) à 52,00 % (Figure 54A), sous forme fumée (Figure 54B) à 28,00 % et grillée à 20,00 %.

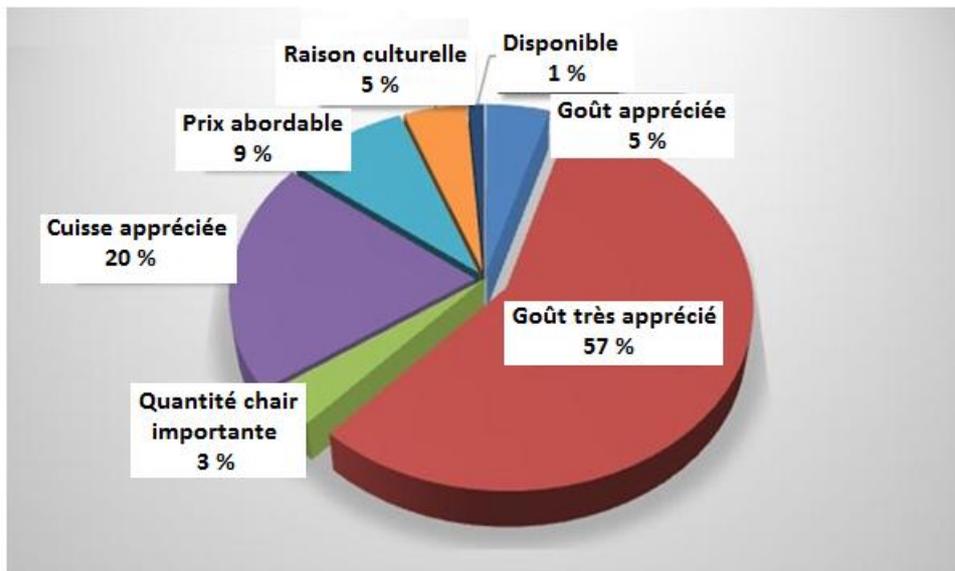


Figure 52 : Différentes raisons de consommation de *Hoplobatrachus occipitalis*

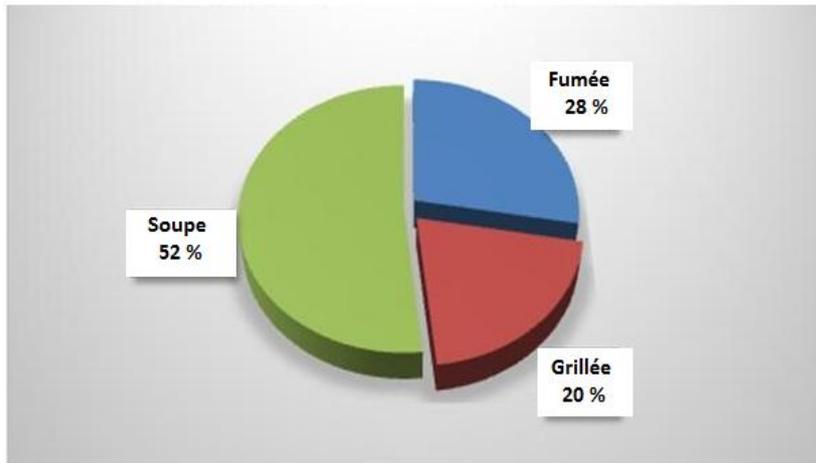


Figure 53 : Différents modes de consommation de *Hoplobatrachus occipitalis*



Figure 54 : Photographies d'une soupe (A) et de spécimens fumés (B) de grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*

3.1.1.7.2 Quantité de grenouille vendue et consommée

Les quantités de 101 à 150 grenouilles sont vendues en semaine avec 33,33 % pour les restaurateurs et 30,58 % pour les vendeurs. Les quantités les plus faibles vendues en semaine sont de 10 à 30 grenouilles avec 10,23 % pour les vendeurs et 08,33 % pour les restaurateurs (Figure 55A). Au niveau des consommateurs, les quantités de 06 à 10 grenouilles sont celles consommées le plus à domicile avec 40,76 % en semaine, alors que celles qui sont le plus consommées au restaurant sont de 20 à 30 grenouilles en semaine avec 26,82 % (Figure 55B).

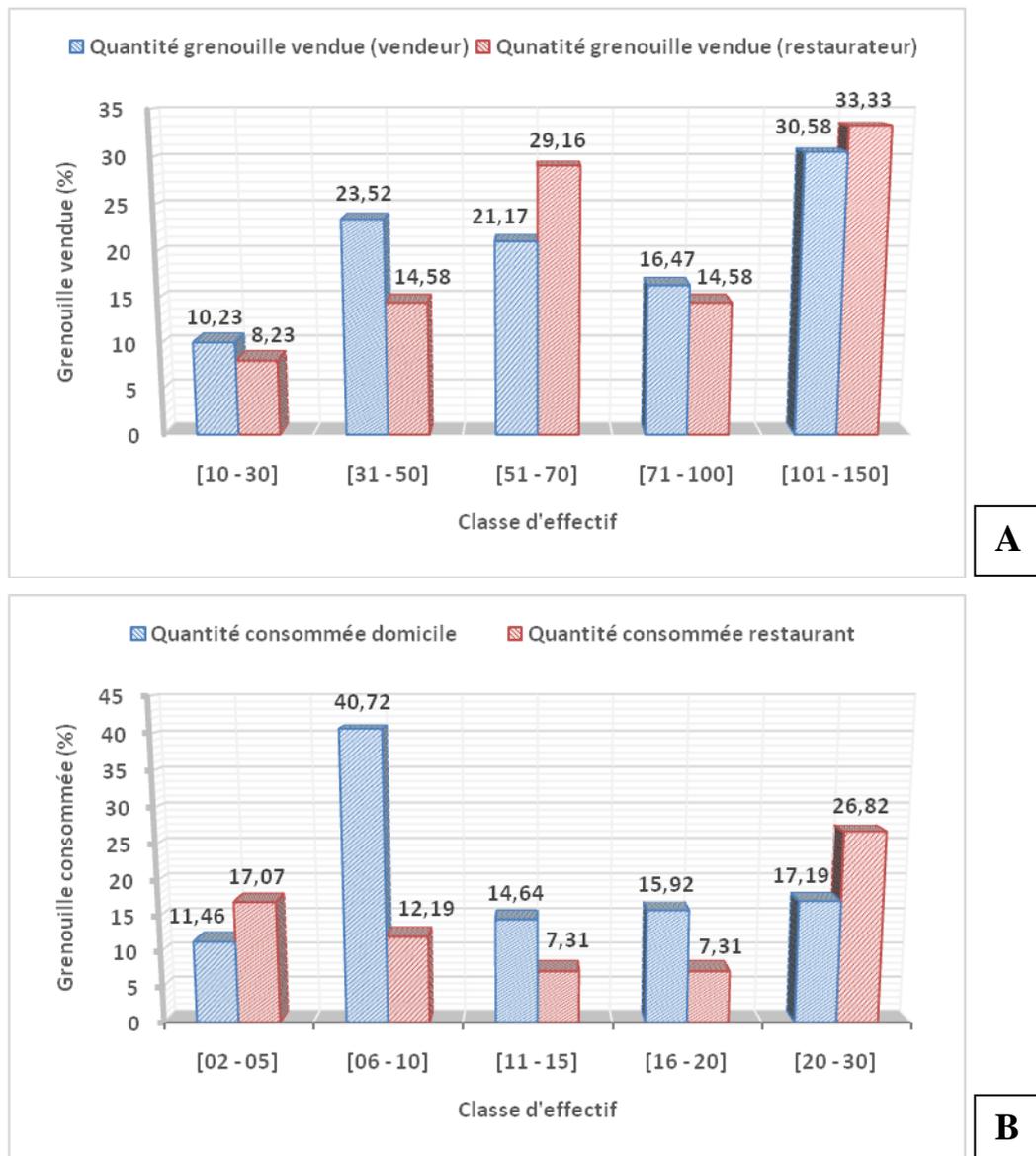


Figure 55 : Nombre de *Hoplobatrachus occipitalis* consommé (A) et vendu (B) par semaine

3.1.2 Discussion

Les consommateurs sont les acteurs les plus nombreux représentant 47,45 % des enquêtés. Cela voudrait dire qu'ils sont à la base de la demande, et les autres acteurs moins nombreux s'attèlent à la satisfaire. Le groupe d'acteurs formé uniquement de consommateurs représentent 30 % des enquêtés. Ces personnes ne peuvent pas aller elles-mêmes capturer les grenouilles dans le milieu naturel, cette attitude serait due au fait que la capture de cette espèce de grenouilles nécessite de bonnes aptitudes physiques eu égard à l'agilité exceptionnelle de cette espèce. La majorité des acteurs cumulent plusieurs activités vis-à-vis de cette grenouille. Cela pourrait s'expliquer par les difficultés d'accès à cette grenouille sur les marchés et donc leur prélèvement dans le milieu naturel et éventuellement la revente d'une partie.

Au niveau de l'ethnie des acteurs du secteur de la consommation, le nombre d'ethnies est plus ou moins proportionnel à l'effectif des personnes de chaque groupe d'acteurs. Cette similarité serait due au fait que le secteur de la consommation de cette grenouille n'est pas l'apanage d'un nombre limité d'ethnies. La plupart des ethnies ivoiriennes et non ivoiriennes sont concernées, notamment les Yacouba, Bété, Gouro, Guéré, Toura, Gnamboua, Wan, Kouya, Baoulé, Agni, Senoufo, Koyaka, Mahouka, Malinké et les peuls et Moré. En effet, la chair de cette grenouille est très appréciée par les enquêtés à 57 % particulièrement les cuisses. Cette appréciation est confirmée par des auteurs tels que, Mazyambo (1981), Hardouin (1991) et Tohé *et al.* (2016). De plus, *Hoplobatrachus occipitalis* peut être consommée sous différentes formes, en soupe, fumée ou grillée. Les Yacouba sont l'ethnie présente à tous les niveaux de la chaîne de consommation de cette grenouille en occupant les trois premières places. Cette prédominance montre que c'est cette ethnie ivoirienne qui préfèrent le plus la consommation de *Hoplobatrachus occipitalis*. Les Baoulé sont la deuxième ethnie qui apprécie cette grenouille, surtout leur prélèvement où ils occupent la première place. La place occupée par les Baoulé serait liée d'une part au fait que c'est un grand peuple en terme d'effectif et d'autre part, ce peuple est reparti sur tout le territoire ivoirien en ville comme en campagne (Alla, 1991). Après les Baoulé, viennent les Bété, Gouro, Guéré qui sont respectivement les ethnies autochtones des régions suivantes du Haut Sassandra et de la Marahoué et du Guémon (OCDE, 2002).

Les hommes sont en majorité les pêcheurs et chasseurs alors que la restauration est dominée par les femmes à 90 %. La cuisine en Afrique est considérée comme une activité plus féminine. Les résultats de l'enquête ont montré que ce secteur à part la restauration est dominé par les jeunes et les adultes de moins de 41 ans, avec un niveau secondaire majoritaire. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les élèves représentent la catégorie la plus importante avec 29,33 % à 39,28 % de l'effectif de l'échantillon d'étude. En effet, selon la direction régionale de l'éducation nationale et de l'alphabétisation (DRENA) de Daloa, en 2021 cette ville comptait 225 collèges privés et 06 établissements secondaires publics.

En terme de techniques de prélèvement des grenouilles, les plus utilisées sont la pêche avec hameçon et la chasse avec flèche. Cela serait dû aux succès de la pêche avec hameçon le jour et celui de la chasse avec flèche la nuit. En effet, la pêche est la technique de prélèvement la plus utilisée pour les quantités variant entre 10 à 50 grenouilles avec des valeurs oscillant entre 40,78 % et 54,09 %. Alors que c'est la chasse qui est la plus utilisée pour les quantités supérieures avec un pourcentage variant entre 45,55 % et 75,00 %. Les techniques de capture entraînant de grandes souffrances aux grenouilles sont celles utilisant des instruments dangereux comme la machette et la flèche. Concernant le taux de prélèvement et l'effort de

capture de *Hoplobatrachus occipitalis* dans la ville de Daloa, on constate que ces paramètres sont dans l'ensemble plus élevés. Cela pourrait s'expliquer par une baisse générale des stocks sauvages de *H. occipitalis* en ville comme en périphérie (Blaustein & Wake, 1990 ; Griffiths & Beebee, 1992 ; Blaustein *et al.*, 1994 ; Bailey *et al.*, 2004), surtout dans les bas-fonds et ensuite dans les rivières. En effet les quantités les plus vendues par les restaurateurs et vendeurs sont de 101 à 150 grenouilles par semaine, avec des pourcentages oscillant entre 30,58 % et 33,33 % et cela avec des bénéfices de 50 % à 100 %. Cela est confirmé par Kouamé *et al.* (2015). Selon eux *H. occipitalis* est l'espèce la plus abondante et la plus prisée car répandue sur les différents marchés de Daloa. De plus selon Nzigidahera (2006), l'exploitation des grenouilles constitue une source de revenus incontestable. On note une pression plus importante sur *H. occipitalis* dans les bas-fonds, en ville par rapport respectivement aux rivières et à la périphérie. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la ville et les bas-fonds sont les milieux de vie prisés par l'espèce étudiée car elle est un amphibien caractéristique des habitats dégradés (Assemian *et al.*, 2015a & 2015b). Donc cette proximité la rend encore plus vulnérable à la pression anthropique notamment la pêche et la chasse. En effet dans les bas-fonds les prélèvements de cette grenouille en ville comme en périphérie oscillent entre 62,63 % et 74,60 %.

3.1.3 Conclusion partielle

Cette étude a montré que plusieurs techniques sont utilisées pour le prélèvement de *Hoplobatrachus occipitalis* dans le milieu naturel. Malheureusement, les techniques les plus utilisées sont celles qui font le plus de mal aux grenouilles à savoir l'utilisation de torche avec machette à 81,81 % et avec flèche à 60,22 %. Le prélèvement est principalement assuré par les hommes de moins de 41 ans et par les Baoulé. *Hoplobatrachus occipitalis* est beaucoup consommé à domicile comme au restaurant par les Yacouba et les Baoulé. Les quantités prélevées et vendues sont assez importantes et oscillent entre 101 à 150 grenouilles par semaine. Évidemment cela entraîne une pression importante sur cette grenouille surtout dans les bas-fonds. Au regard de ces résultats, il s'avère nécessaire et urgent de mettre en place des politiques de préservation des populations sauvages de *Hoplobatrachus occipitalis*, notamment son élevage.

3.2- ADAPTABILITÉ DES ADULTES SAUVAGES DE *Hoplobatrachus occipitalis* EN CONDITION D'ÉLEVAGE

3.2.1 Résultats

3.2.1.1 Caractérisation des milieux d'élevage de l'essai de l'effet de la densité de mise en charge des adultes sauvages de *H. occipitalis* sur leur poids corporel et leur taux de survie

3.2.1.1.1 Humidité relative et température de l'air

En début de journée (08 h) et en fin de journée (18 h), l'humidité relative de l'air est élevée et la température de l'air est faible alors qu'à 12 h cela s'inverse. Concernant la température de l'air, les valeurs médianes au niveau des bassins bétonnés 1 (BS1), des bassins bétonnés 2 (BS2) et des enclos installés en étang (EC) sont respectivement à 08 h de 28,1°C, de 26,7 °C et de 28,5 °C. Dans ce même ordre, les valeurs médianes sont à 12 h de 41,5 °C, de 39,8 °C et de 35,9 °C et à 18 h de 25,7 °C, de 26,2 °C et de 25,1 °C (Figure 56A).

Les valeurs médianes de l'humidité relative de l'air, sont à 8 h de 61,5 %, de 60,2 % et de 56,3 % respectivement au niveau des BS1, BS2 et des EC. Dans ce même ordre, ces valeurs médianes sont à 12 h de 20,5 %, de 18,7 % et de 21,2 % et à 18 h de 74,5 %, de 73,8 % et de 72,3 % (Figure 56B).

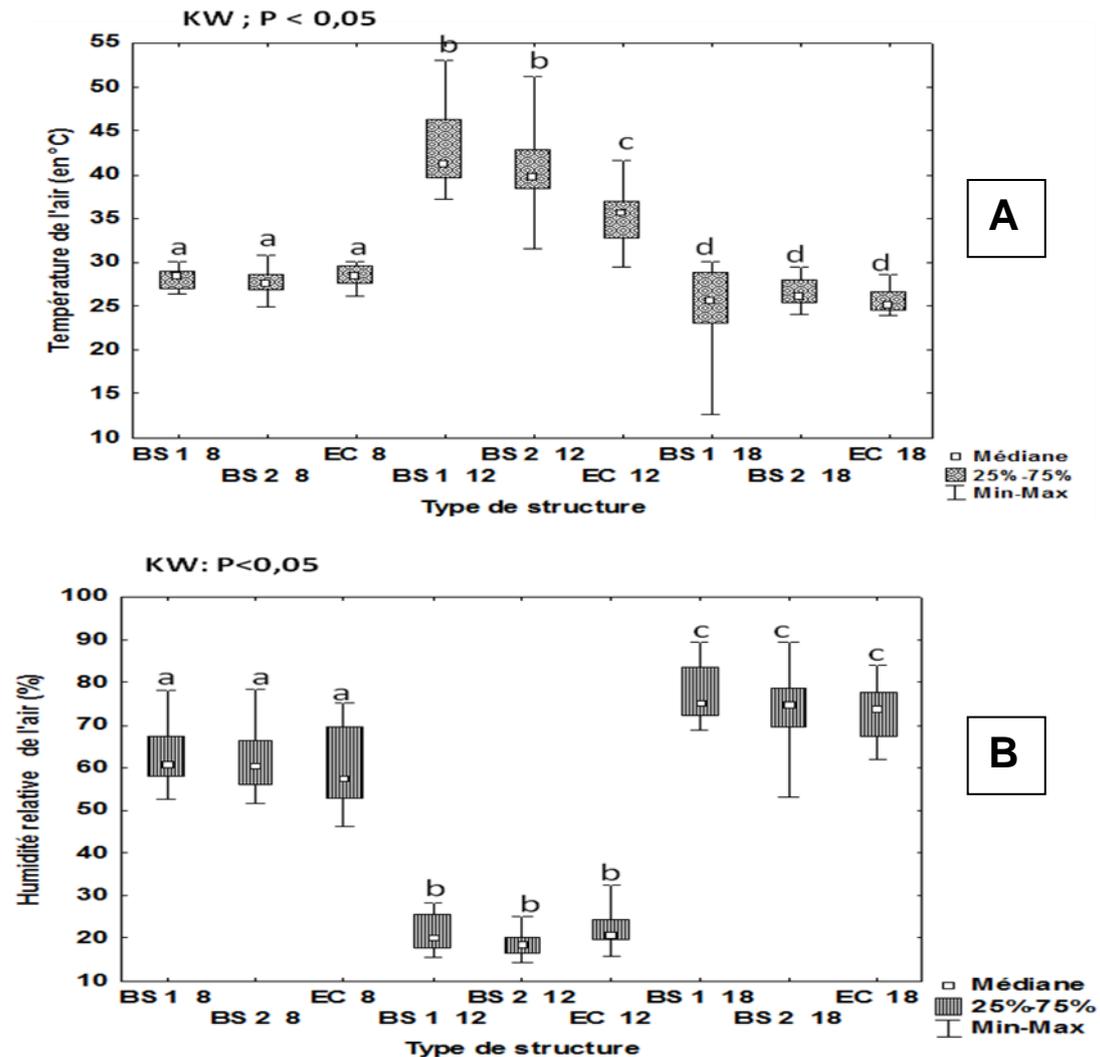


Figure 56 : Paramètres physico-chimiques liés à l'air des différents habitats relevés à 08 h, 12 h et 18 h

A : température de l'air, B : humidité relative de l'air ; BS : bassin bétonné, EC : enclos. Les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW) au seuil de significativité de 0,05).

3.2.1.1.2 Potentiel hydrogène (pH) de l'eau des milieux d'élevage

Dans l'ensemble, le pH baisse dans les bassins bétonnés 1 (BS1) aux enclos installés en étang (EC) en passant par les bassins bétonnés 2 (BS2). Aussi le pH augmente légèrement de 08 h à 18 h. En effet, les valeurs médianes du pH à 08 h varient de 09,8 à 10,1 au niveau des BS1, de 08,6 à 08,4 au niveau des BS2 et de 06,4 à 06,6 au niveau des EC. A midi, au niveau des BS1, BS2 et EC, les valeurs médianes de pH sont respectivement de 10,2 à 09,9, de 08,7 à 08,8 et de 06,6 à 06,9. Dans ce même ordre, en fin de journée (18 h) ces valeurs varient de 10,1 à 10,5, de 09,1 à 09,2 et de 06,9 à 07,0 (Figure 57). Les analyses statistiques ont montré une différence

significative entre les moyennes de pH pour les trois milieux à 08 h, 12 h et 18 h (KW ; $p < 0,05$).

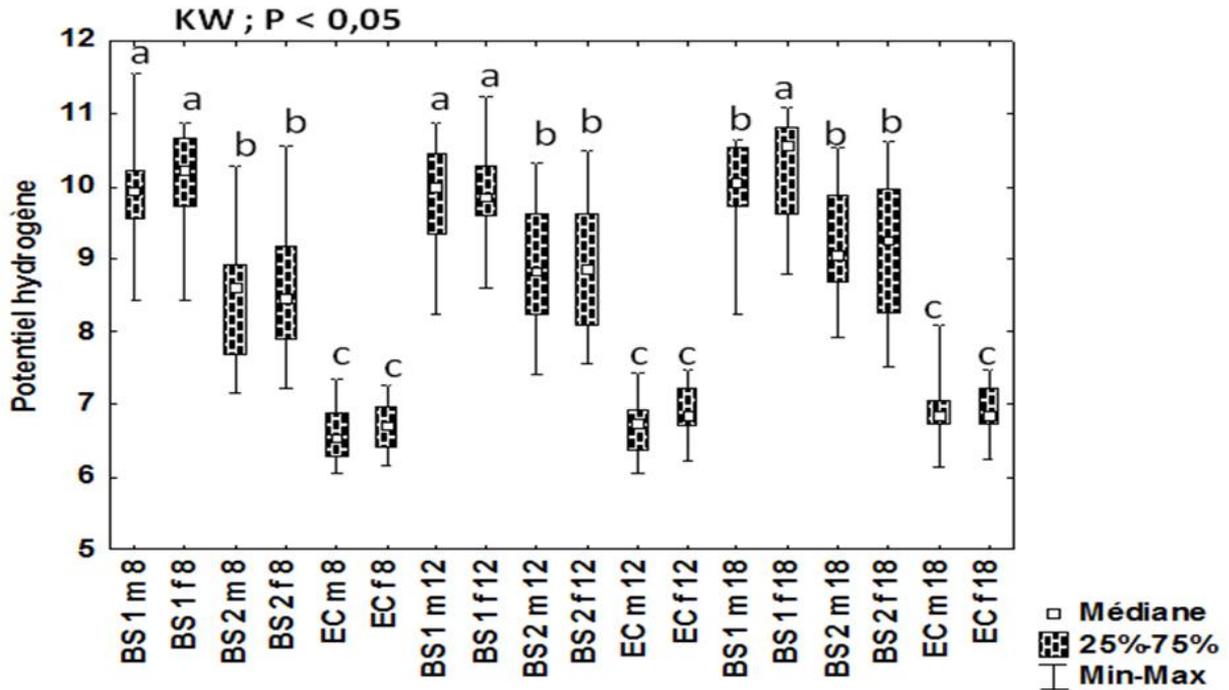


Figure 57 : Potentiels hydrogène de l'eau des différents habitats relevés à 8 h, 12 h et 18 h

BS : bassin bétonné, EC : enclos, m : milieux des mâles, f : milieux des femelles. Les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW) au seuil de significativité de 0,05).

3.2.1.1.3 Température de l'eau des milieux d'élevage

La température de l'eau est plus élevée dans les bassins bétonnés 1 (BS1) et plus faible dans les enclos installés en étang (EC) comme le pH, et cela du lever au coucher du soleil. Les valeurs médianes de la température de l'eau sont à 08 h de 30,4 à 30,5 °C au niveau des BS1, de 29,6 à 29,8 °C au niveau des BS2 et de 29,7 à 30,1 °C au niveau des EC. À 12h au niveau des BS1, BS2 et EC, les valeurs médianes de la température de l'eau sont respectivement de 31,5 à 31,9 °C, de 30,7 à 30,9 °C et de 29,8 à 30,1 °C. Dans ce même ordre, en fin de journée (18 h) ces valeurs varient de 30,0 à 30,9 °C, de 30,1 à 29,8 °C et de 29,5 à 29,4 °C (Figure 58). Les médianes des températures de l'eau diffèrent significativement entre les trois milieux (KW, $p < 0,05$). Il n'y a pas de différence significative entre les bassins bétonnés 2 et les enclos installés en étang à 08 h et à 18 h (Mann-whitney, $p > 0,05$).

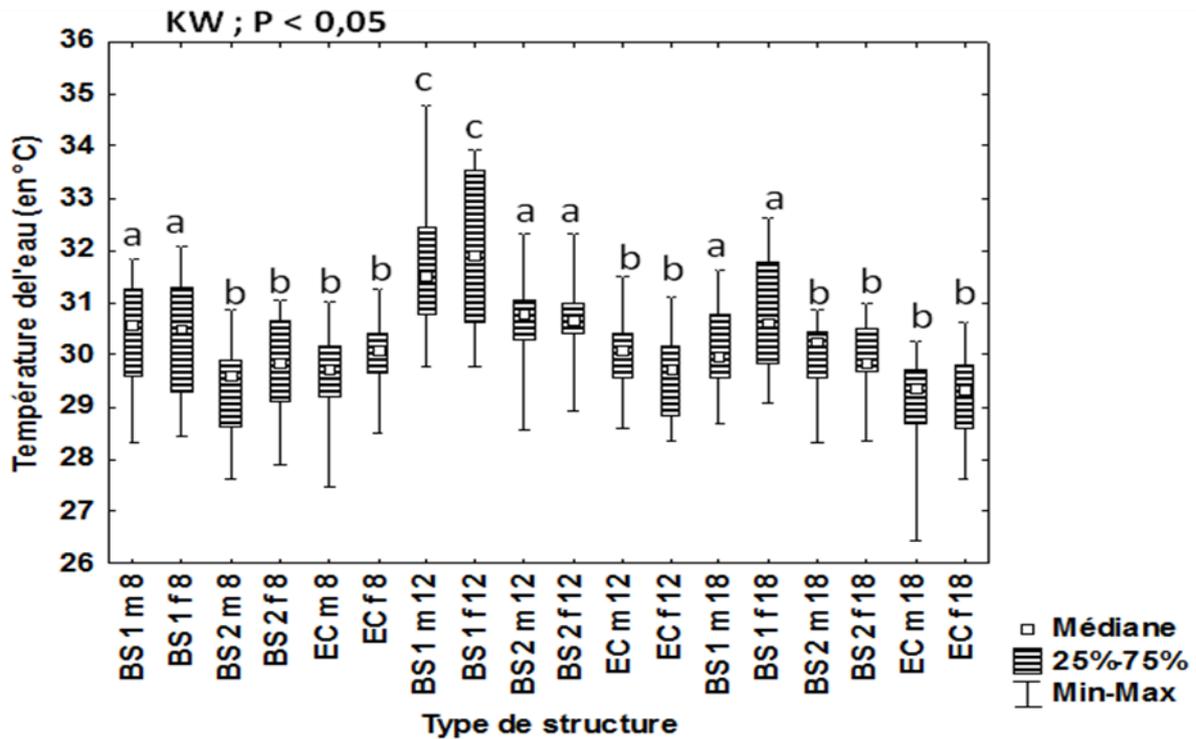


Figure 58 : Températures de l'eau des différents habitats relevées à 08 h, 12 h et 18 h

BS : bassin bétonné, EC : enclos, m : milieux des mâles, f : milieux des femelles. Les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW) au seuil de significativité de 0,05).

3.2.1.1.4 Conductivité de l'eau des milieux d'élevage

La conductivité est dans l'ensemble plus élevée dans les bassins bétonnés 1 (BS1) et 2 (BS2) par rapport aux enclos installés en étang (EC). Les valeurs médianes de ce paramètre sont à 8h de 240,9 à 275,5 $\mu\text{S} / \text{cm}$, de 255,6 à 305,2 $\mu\text{S} / \text{cm}$ et de 115,7 à 113,8 $\mu\text{S} / \text{cm}$ respectivement au niveau des BS1, BS2 et EC. Dans ce même ordre, à midi ces valeurs varient de 350,8 à 230,9 $\mu\text{S} / \text{cm}$, de 245,4 à 308,5 $\mu\text{S} / \text{cm}$ et de 110,8 à 111,2 $\mu\text{S} / \text{cm}$. En fin de journée (18 h), les valeurs médianes au niveau des BS1 varient de 250,4 à 290,1 $\mu\text{S} / \text{cm}$, de 290,4 à 318,1 $\mu\text{S} / \text{cm}$ et de 150,3 à 150,5 $\mu\text{S} / \text{cm}$ (Figure 59). Les tests statistiques (Mann-whitney) montrent qu'il y a une différence significative entre les bassins et les enclos à 08 h, 12 h et 18 h ($p < 0,05$). Alors que ces tests montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les bassins bétonnés 1 et 2 et cela à 08 h 12 h et à 18 h ($p > 0,05$)

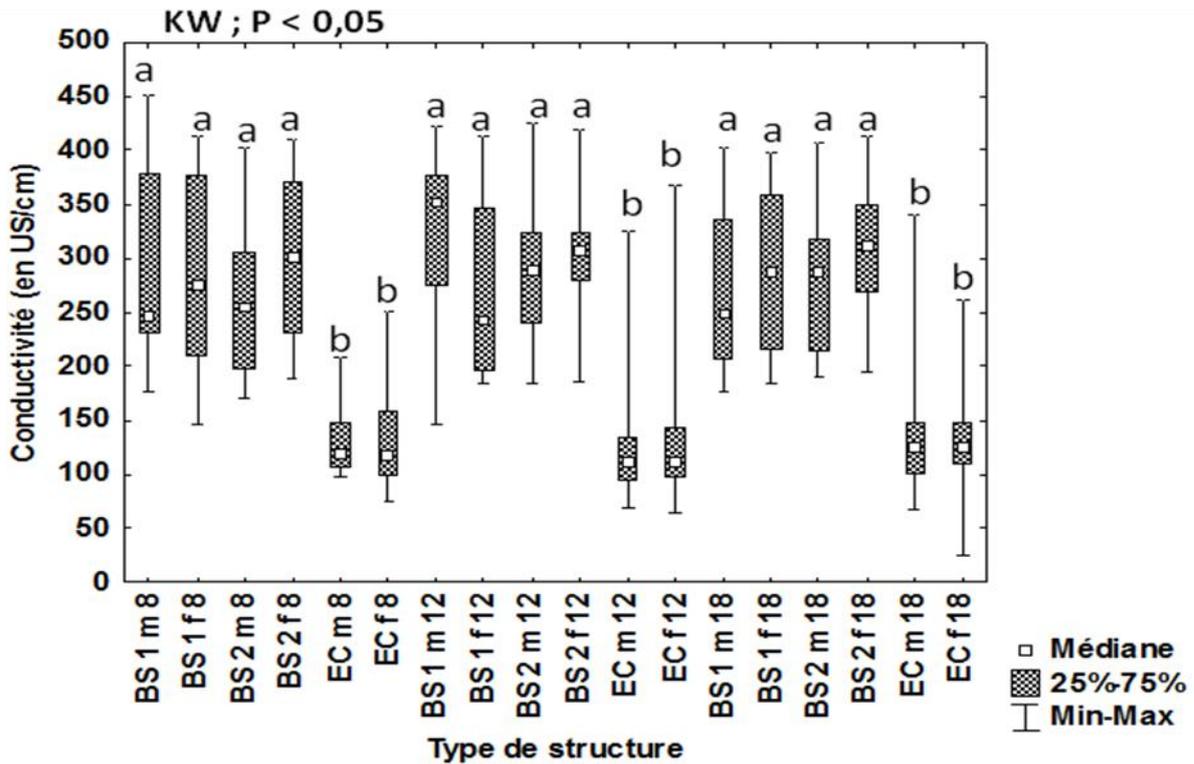


Figure 59 : Conductivités de l'eau des différents habitats relevées à 8 h, 12 h et 18 h

BS : bassin bétonné, EC : enclos, m : milieux des mâles, f : milieux des femelles. Les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis (KW) et de Mann-Whitney (MW) au seuil de significativité de 0,05).

3.2.1.1.5 Luminosité ambiante dans les structures d'élevage

Dans les bassins bétonnés 1 ou BS1, la luminosité est en moyenne de $1828,40 \pm 254,97$ lux à 08 h, de $27326 \pm 2803,2$ lux à 12 h et de $243,87 \pm 6,71$ lux à 18 h. Dans les bassins bétonnés 2 ou BS2, la luminosité est de $2576,73 \pm 912,15$ lux, de $34363,17 \pm 784,47$ lux et de $233,5 \pm 9,53$ lux respectivement à 08 h, 12 h et à 18 h. Enfin dans les enclos installés en étang ou EC, la luminosité est en moyenne de $1852,40 \pm 574,51$ lux à 08 h, de $27911,37 \pm 7104,62$ lux à 12 h et de $242,8 \pm 97,69$ lux à 18 h (Figure 60).

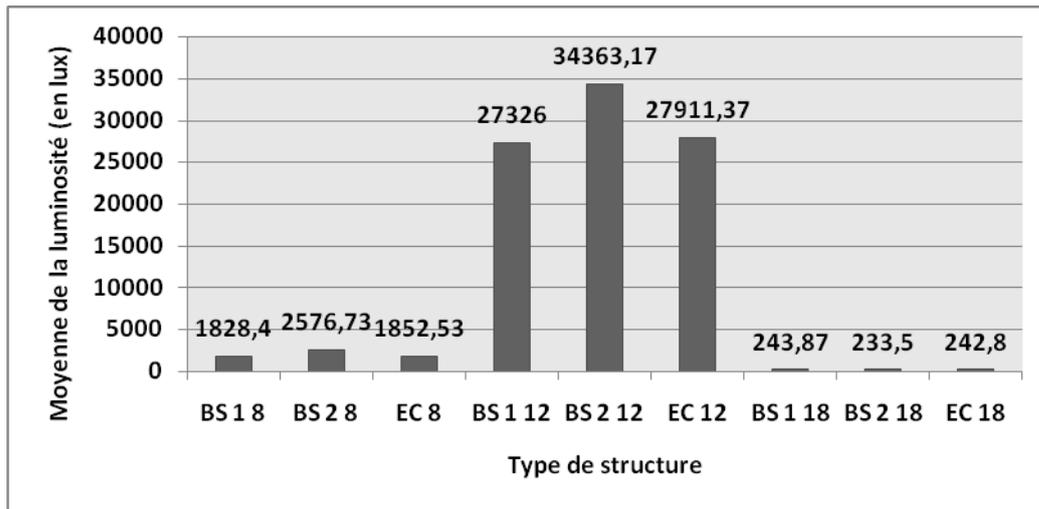


Figure 60 : Moyennes de la luminosité des différents habitats relevées à 08 h, 12 h et 18 h

BS : bassins bétonnés, EC : enclos

3.2.1.2 Caractérisation des milieux d'élevage de l'essai de l'effet des structures sur les taux de survie des adultes sauvages de *H. occipitalis*

Le pH et la température de l'eau des bassins bétonnés sont élevés à ceux de l'eau des enclos installés en étang. En bassins bétonnés et en enclos installés en étang, les valeurs médianes ont été respectivement de 8,9 et 6,8 pour le pH (Figure 61A), de 29,8 °C et 27,2 °C pour la température de l'eau (Figure 61B). Concernant la température de l'air, elle a été de 30,7 °C en bassin bétonné et de 30,2 °C en enclos installés en étang (Figure 62A). Dans le même ordre pour l'humidité relative de l'air, les valeurs médianes ont été de 40 % et de 48 % (Figure 62B). Le pH et la température de l'eau diffèrent significativement (Mann-whitney ; $p < 0,05$) entre les deux habitats. Alors qu'il n'y a pas de différences significatives au niveau de l'humidité relative de l'air et de la température de l'air (Mann-whitney ; $p > 0,05$).

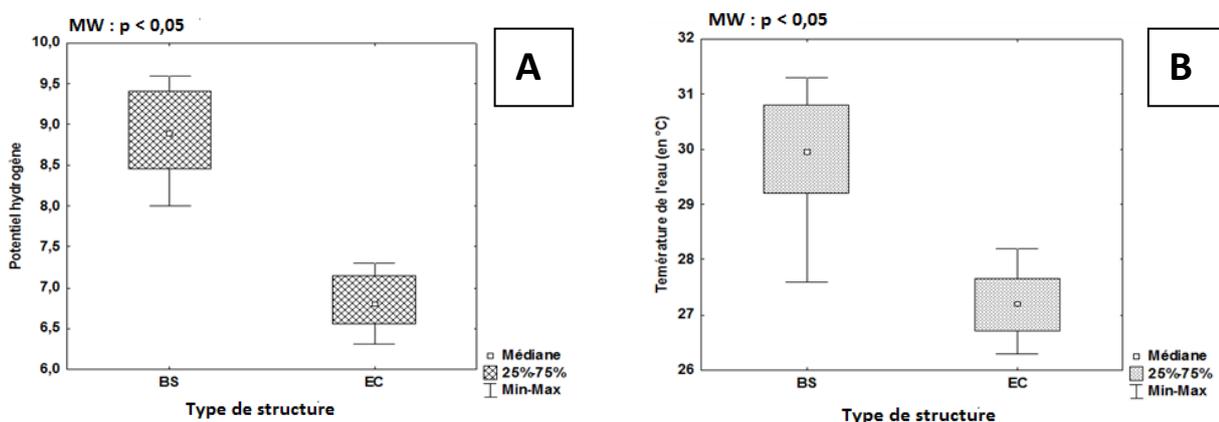


Figure 61 : Paramètres physico-chimiques de l'eau enregistrés dans les structures d'élevage

A : pH ; B : température de l'eau ; BS : bassins bétonnés ; EC : enclos en étang

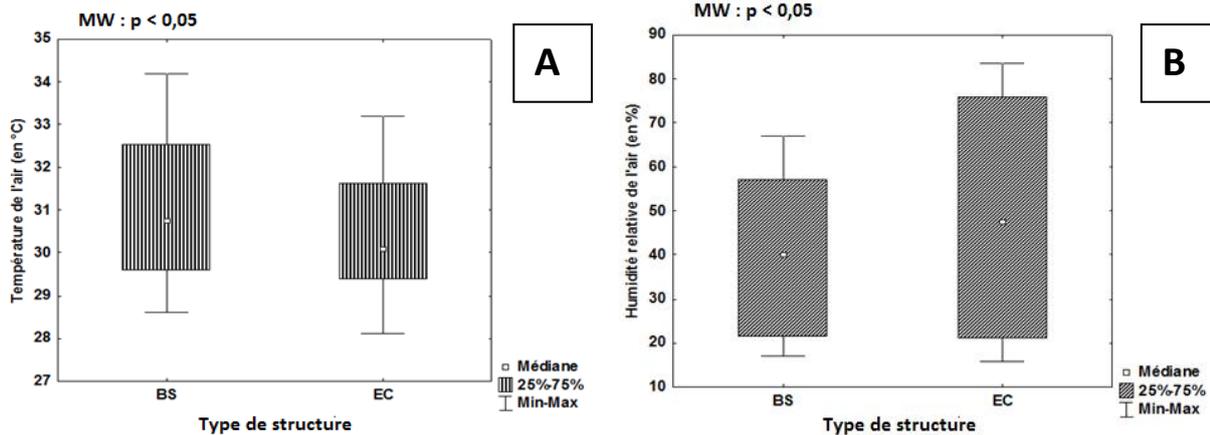


Figure 62 : Paramètres physico-chimiques de l'air enregistrés dans les structures d'élevage

A : température de l'air ; B : humidité relative de l'air ; BC : bassins bétonnés ; EC : enclos en étang

3.2.1.3 Effet de la densité de mise en charge des adultes sauvages de *H. occipitalis* sur leur poids corporel et leur taux de survie

3.2.1.3.1 Évolution du poids corporel et du taux de survie des mâles et femelles sauvages de *H. occipitalis* durant le premier mois

Une chute importante du nombre de grenouilles mâles et femelles a été enregistrée du début de l'essai au trentième jour, pour la densité de 08,33 individus / m³ (bassins bétonnés 1). Par contre au niveau des densités de 05 individus / m³ (bassins bétonnés 2) et de 01,1 individus / m³ (enclos installés en étang), il y a un nombre sensiblement élevé de grenouilles mâles et femelles ayant survécu durant cette période (Figure 63 et 64).

Les poids corporels des grenouilles de la densité de 08,33 individus / m³, baissent globalement de façon importante durant les deux premières semaines, ensuite il y a eu un gain ou une perte légère de ce poids. Pour les deux autres densités, elles évoluent en dents de scie, ainsi, après une perte il ya un gain et vice versa et cela à des degrés divers. Néanmoins, il y a de plus grandes variations chez les femelles compte tenu de leurs poids corporels plus importants.

Concernant les taux de survie (TS) des grenouilles, ils sont très faibles pour la densité de 08,33 individus / m³ et élevés au niveau des densités de 05 individus / m³ et de 01,1 individus / m³ avec une légère prépondérance des taux de survie des grenouilles de la dernière densité citée. Ainsi en moyenne ils ont variés le trentième jour, de 10,00 ± 01,52 à 16,83 ± 02,06 % pour la densité de 08,33 individus / m³. Alors que pour les densités de 05 individus / m³ et de 01,1 individus / m³ dans la même période, les taux de survie ont variés de 80,00 ± 04,12 à 96,67 ± 10,46 %. Les tests statistiques de comparaison deux à deux montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les TS des grenouilles mâles des densités de 05 individus / m³ et

de 01,1 individus / m³ (SNK; p > 0,05). Alors qu'il y a une différence significative (SNK; p < 0,05) entre les TS de 08,33 individus / m³ et de 05 individus / m³ d'une part et d'autre part entre les TS de 08,33 individus / m³ et de 01,1 individus / m³. Les tests statistiques montrent des résultats similaires avec les femelles. La comparaison des taux de survie des grenouilles mâles et femelles des trois densités montre qu'il n'y a pas de différence significative entre eux (Test t ; p > 0,05).

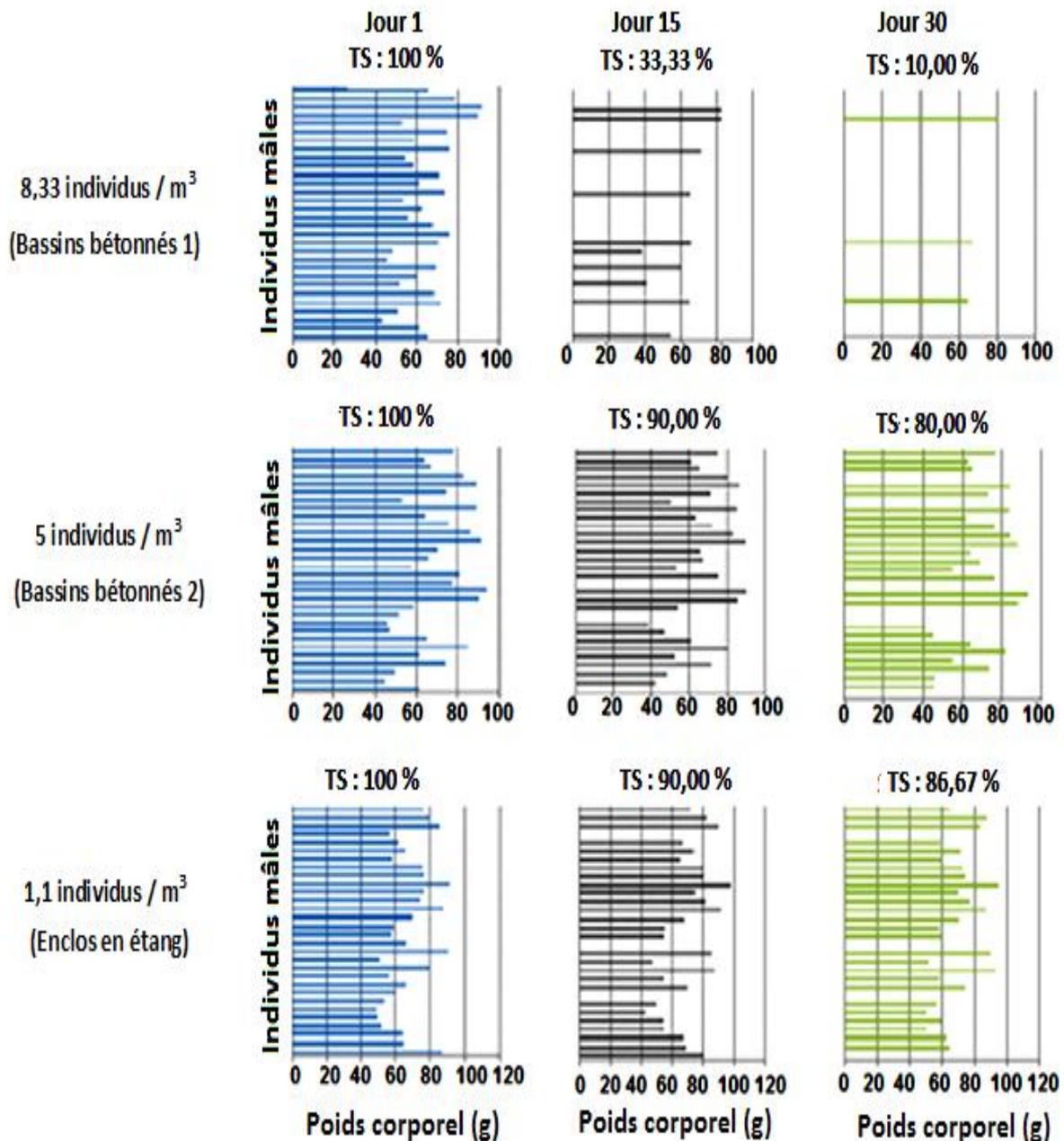


Figure 63 : Poids corporel et taux de survie des mâles de *H. occipitalis* sur les 30 premiers jours

TS : taux de survie

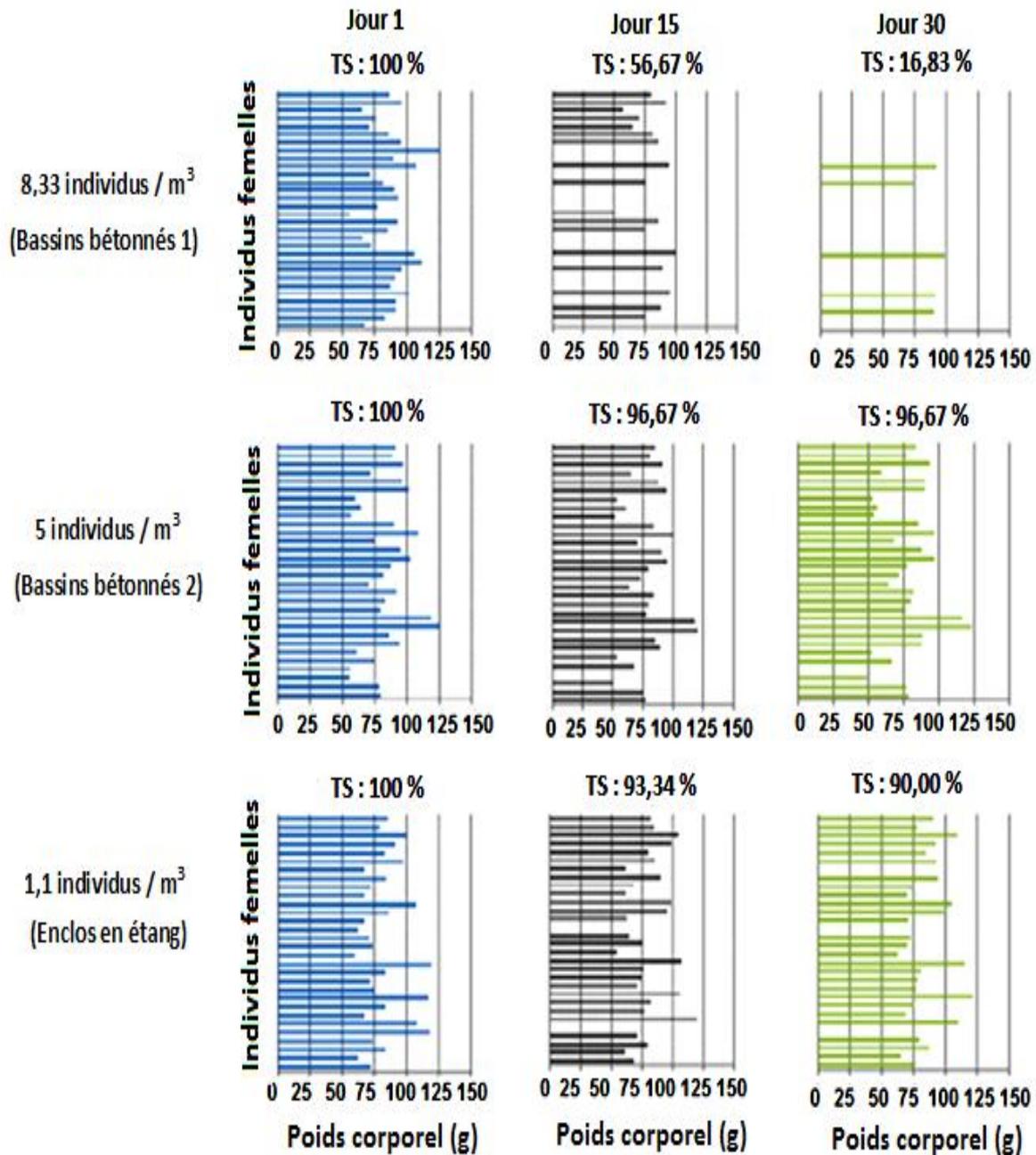


Figure 64 : Poids corporel et taux de survie des femelles de *H. occipitalis* sur les 30 premiers jours

TS : taux de survie

3.2.1.3.2 Évolution du poids corporel et du taux de survie des mâles et femelles de *H. occipitalis* durant le second mois

Les résultats de la seconde partie de l'expérience montrent la perte de tous les individus de la densité de 08,33 individus / m³ au niveau des deux sexes. Par contre les résultats sont meilleurs pour les autres densités avec une perte limitée d'individus. Le poids corporel des individus

évolue en dents de scie comme dans la première partie de l'expérience. Les taux de survie sont nuls pour la densité la plus élevée. En fin d'expérience (Soixantième jour), les taux de survie ont été de $73,33 \pm 06,22 \%$ chez les mâles et de $80,00 \pm 05,70 \%$ pour la densité 05 individus / m^3 . Quant à la densité de 01,1 individus / m^3 , les taux de survie ont été de $76,67 \pm 07,02 \%$ et de $86,67 \pm 10,32 \%$ respectivement chez les mâles (Figure 65) et les femelles (Figure 66). Les tests statistiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les taux de survie mâles et femelles pour cette deuxième partie de l'expérience entre ces deux dernières densités (Test t ; $p > 0,05$).

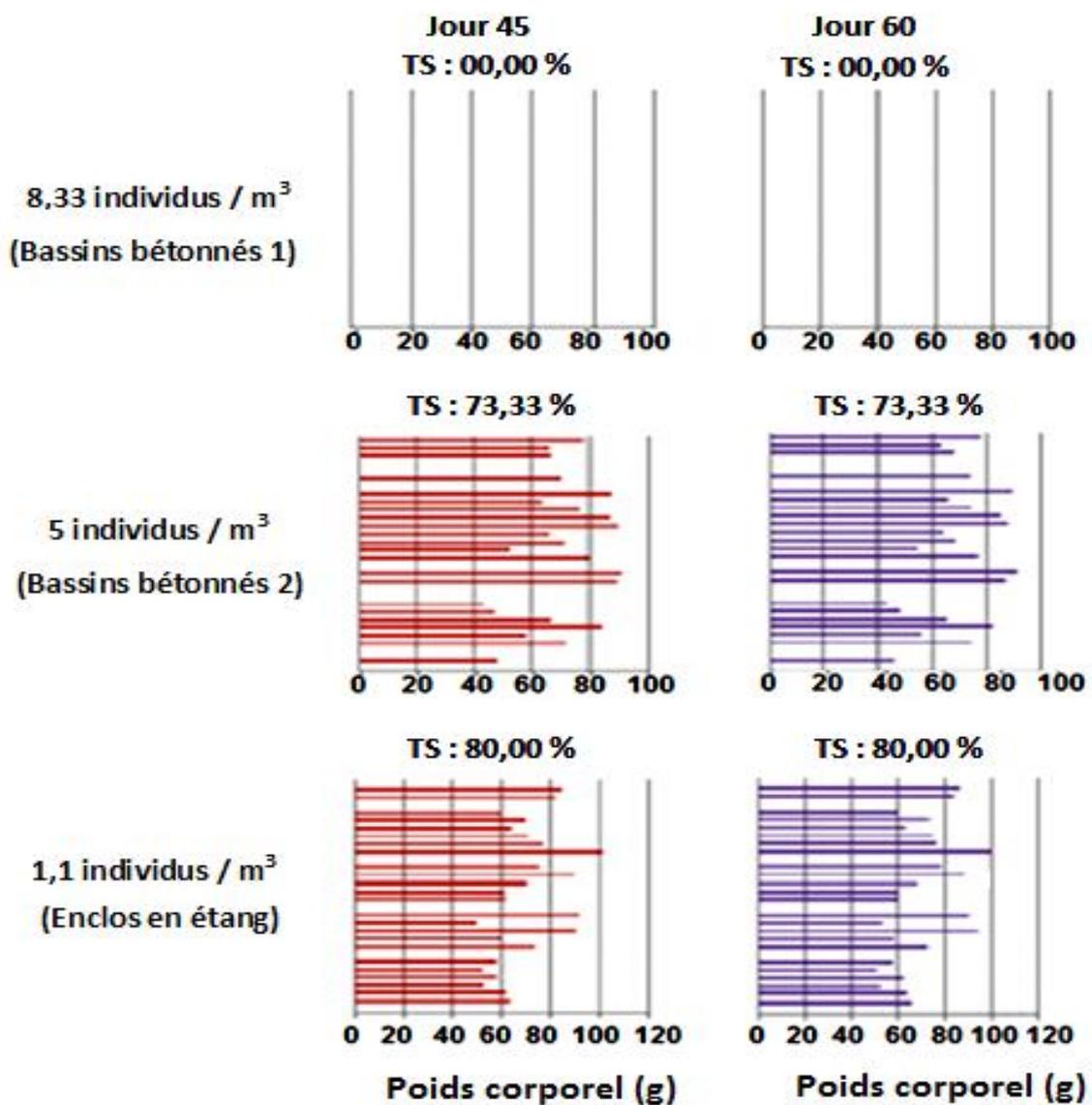


Figure 65 : Poids corporel et taux de survie des mâles de *H. occipitalis* sur les 30 derniers jours

TS : taux de survie

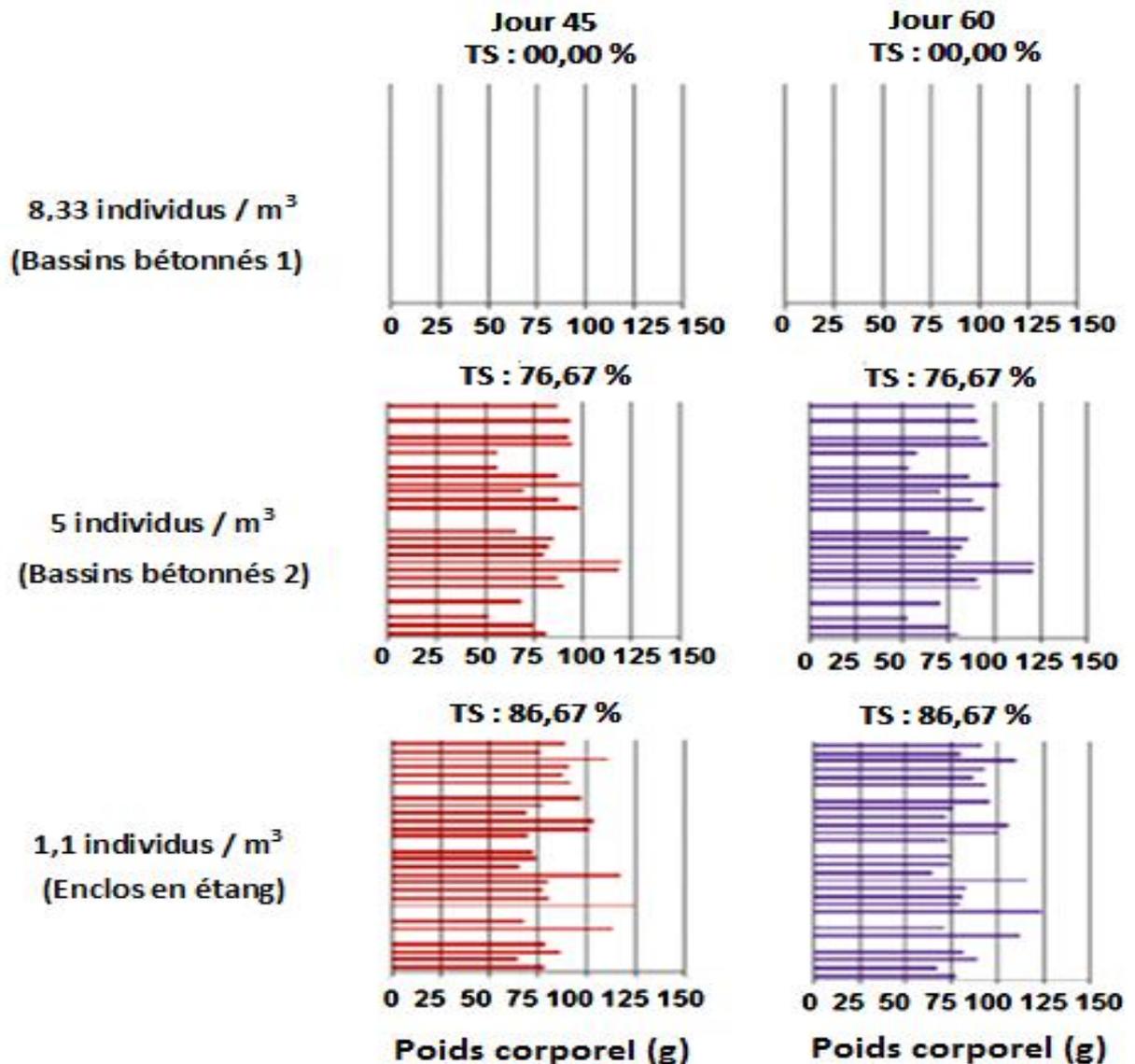


Figure 66 : Poids corporel et taux de survie des femelles de *H. occipitalis* sur les 30 derniers jours

TS : taux de survie

3.2.1.4 Effet des structures sur le taux de survie des adultes sauvages de *Hoplobatrachus occipitalis*

Les taux de survie (TS) sont globalement supérieurs en bassins bétonnés par rapport aux enclos en étang au niveau des deux sexes pour la même densité de mise en charge dans les deux structures (05 individus / m³). Concernant les mâles, en bassins bétonnés, une baisse du taux de survie a été observée durant le premier mois et ensuite ce taux est resté en moyenne constant jusqu'à la fin de l'expérience à 80,00 ± 07,25 %. Alors qu'en enclos en étang, les TS ont diminués progressivement jusqu'à se maintenir à 76,11 ± 09,06 % (Figure 67A). Chez les femelles les résultats sont similaires en

enclos en étang avec une moyenne de taux de survie de $83,58 \pm 12,11$ % en fin d'expérience. En bassins bétonnés, les TS se maintiennent à 100% durant les 30 premiers jours et ensuite baissent $86,66 \pm 08,89$ % (Figure 67B). Il existe une différence significative entre les résultats des TS en bassins bétonnés en enclos en étang en fin d'essai pour les mâles et en début d'essai pour les femelles (Test t ; $p < 0,05$). Alors qu'il n'existe de différence significative globalement entre les mâles et les femelles (Test t ; $p > 0,05$).

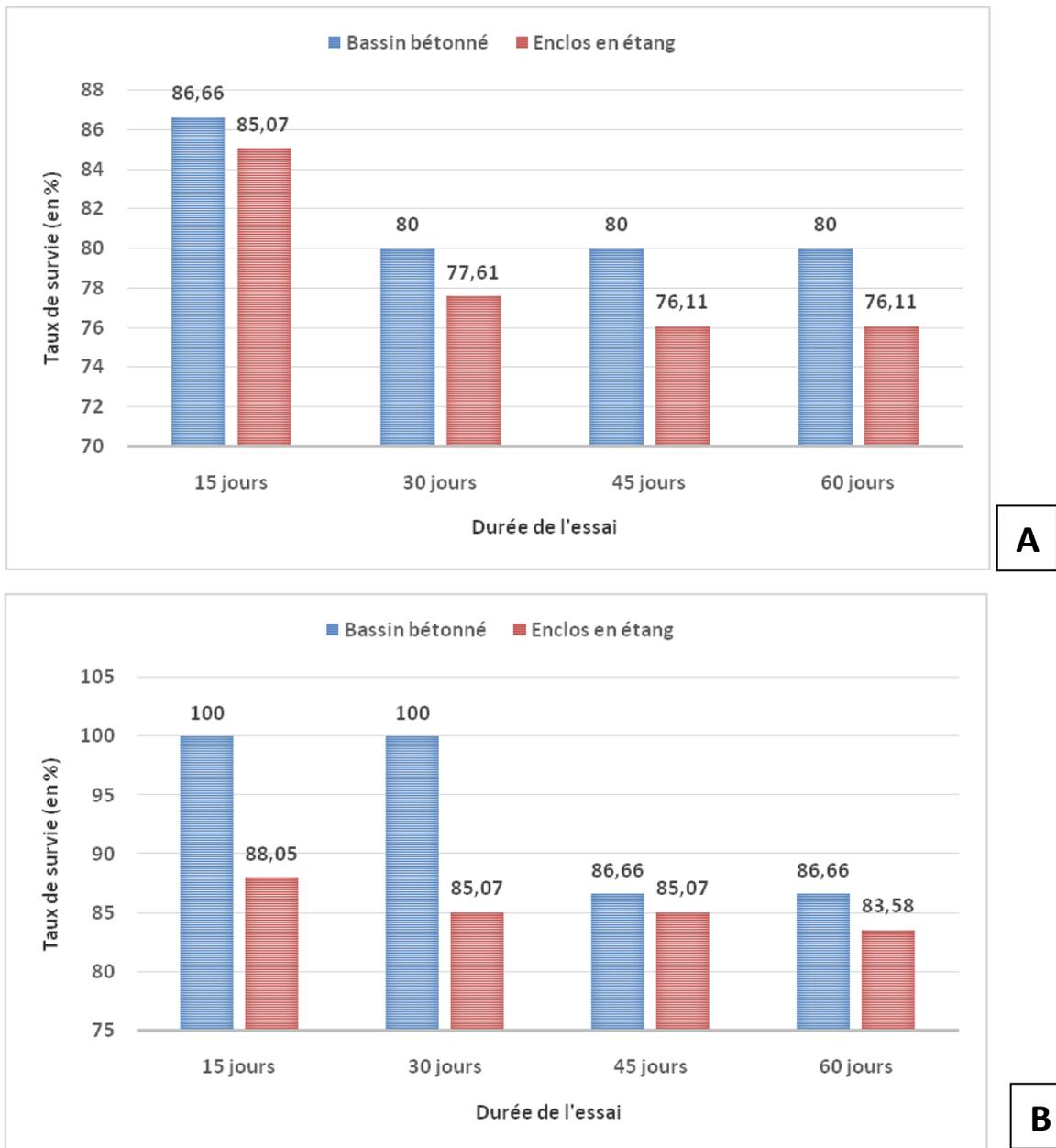


Figure 67 : Taux de survie des adultes sauvages de *H. occipitalis* en bassin bétonné et en enclos en étang

A : mâles ; B : femelles

3.2.2 Discussion

Les paramètres physico-chimiques dans les trois milieux pour le premier essai ont montré une différence majeure entre les pH des bassins bétonnés (1 et 2) et des étangs correspondant respectivement aux densités 08,33 individus / m³, 05 individus / m³ et 01,1 individus / m³. En effet les bassins bétonnés ont un pH variant entre 08,4 et 10,5 alors que celui des enclos installés en étang varie entre 06,4 et 06,9. Ce résultat pourrait s'expliquer par le pH élevé du ciment de portland utilisé pour concevoir les bassins bétonnés. Cela est soutenu par le centre scientifique et technique de la construction (CSTC, 2007), selon lequel le béton est un matériau basique et son pH est supérieur à 12,5. Le pH inférieur à 7 des enclos installés en étang ou enclos en étang pourrait s'expliquer par l'acidification du milieu aquatique de l'enclos installés en étang (EC) suite à la décomposition ou humification des végétaux morts avant l'installation du dispositif. De 08 h à 18 h, le pH en moyenne augmente de 09,95 à 10,3, de 08,5 à 09,15 et de 06,5 à 06,85 respectivement au niveau des bassins bétonnés 1, bassins bétonnés 2 et des enclos installés en étang. Cette augmentation pourrait s'expliquer par deux phénomènes, la photosynthèse et la respiration réalisés par les végétaux aquatiques. En effet au lever du jour, le pH est au plus bas du fait de l'accumulation du CO₂ dans l'eau par la respiration au cours de la nuit. Au fil de la journée la photosynthèse augmente à mesure que l'intensité lumineuse augmente. Une quantité de plus en plus grande de CO₂ est libérée dans l'eau et absorbée par les végétaux, ce qui entraîne l'élévation du pH. Cela est corroboré par Guy *et al.* (1993) selon lesquels en milieu à pH élevé la photosynthèse est intense. Le pH moyen en étang et celui des bassins bétonnés 2 (BS2) sont les plus proches du pH convenable pour l'élevage qui varie entre 06,4 et 08,9 (Anonyme 2, 2020). Cette affirmation est aussi soutenue par Laurentides (2013), selon cet auteur l'intervalle de pH permettant la protection de la vie aquatique se situe entre 06,5 et 09,0 selon les critères établis par le MDDETP. Le pH des bassins bétonnés 1 ou BS1 (09,95 et 10,3) est différent significativement du pH des deux autres milieux. Ainsi les pH des BS1 ne seraient pas convenables pour l'élevage. De plus, selon Eric & Nora (2006), un pH élevé est défavorable au développement des amphibiens. Il y a une différence significative entre les pH des trois milieux, cela montre que ces habitats ont des milieux aquatiques différents les uns des autres.

La température de l'eau des trois milieux (29,4 à 30,9 °C) est supérieure à celle de l'air (25,1 à 28,5 °C) au lever (08 h) et au coucher du soleil (18 h) dans les trois habitats avec une humidité de l'air élevée (56,3 à 74,5 %). Cette supériorité pourrait s'expliquer par le fait que la période de l'expérimentation correspond à la période de l'harmattan. Ainsi à ces moments

l'ensoleillement étant faible (233,50 à 2576 lux), l'air est devenu plus froid alors que les différents milieux ont conservé la chaleur. Cette conservation de la chaleur est importante pour les grenouilles car ces dernières ont besoin que la température de l'eau soit supérieure à 26°C (Carmona, 1997). Les bassins bétonnés 1 conservent plus de chaleur du fait de leur milieu plus restreint.

A midi (12 h) les températures de l'eau et de l'air ainsi que l'humidité de l'air s'inversent, cela serait dû à un ensoleillement plus important (27326 à 34363,17 lux). Les BS2 et les EC arrivent à garder des températures plus faibles (29,8 à 30,9 °C) par rapport aux bassins bétonnés 1 (31,5 à 31,9 °C), malgré des températures de l'air élevées (35,9 °C à 39,8 °C) et une humidité de l'air plus faible (18,7 % à 21,2 %). Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces milieux soient plus vastes avec des quantités d'eau plus importantes des BS2 et des enclos installés en étang. En plus il y a de l'infiltration d'eau dans l'enclos et présence de boue au fond de l'eau des bassins bétonnés 2. La température de l'air en étang est encore plus faible à midi (35,9 °C) que celles des bassins bétonnés (39,8 °C à 41,5 °C) du fait de la présence de plusieurs plans d'eaux en étangs de pisciculture qui adoucissent l'air. D'une part il n'y a pas de différence significative entre les températures des bassins bétonnés 2 et des enclos installés en étang à 8 h et entre les températures des BS1 et BS2 à 18 h, et d'autre part il y a une différence significative entre les trois milieux à 12 h. On pourrait expliquer ces résultats par le fait qu'en période de chaleur, chaque milieu réagit différemment et dans ce cas, ce sont les bassins bétonnés 2 et les enclos installés en étang qui arrivent à maintenir des températures plus faibles pour le bien être des grenouilles.

Pour la conductivité de l'eau, elle est plus élevée significativement dans les bassins bétonnés (230,9 à 350,8 $\mu\text{S} / \text{cm}$) par rapport aux enclos installés en étang (110,8 à 150,5 $\mu\text{S} / \text{cm}$). Cette supériorité pourrait s'expliquer par le fait que l'eau douce qui est celle de l'étang à une conductivité plus faible par rapport à une eau minérale. Concernant l'eau des bassins, elle est proche d'une eau minérale du fait de la présence du béton d'une part et d'autre part l'eau des bassins bétonnés provient d'un puits de la ferme qui à été creusé dans la roche mère. Cela expliquerait que sa conductivité soit plus élevée. Cette affirmation est corroborée par Hade (2002) selon eux l'eau douce à une conductivité de moins de 200 $\mu\text{S} / \text{cm}$ et l'eau minérale à une conductivité comprise entre 200 $\mu\text{S} / \text{cm}$ et 1000 $\mu\text{S} / \text{cm}$.

Concernant le comportement des grenouilles adultes mâles et femelles dans les différents milieux, les taux de survie (TS) des grenouilles mâles et femelles sont plus élevés significativement pour les densités de 05 individus / cm^3 (73,33 à 80,00 %) et de 01,1 individus / cm^3 (76,67 % à 86,67 %) après 60 jours. Alors que, les taux de survie des

grenouilles de la densité de 08,33 individus / m³ sont plus faibles après 30 jours (10,00 % à 16,67 %). Les tests statistiques montrent que les TS des deux premières densités ne diffèrent pas significativement entre eux alors que c'est l'inverse avec les TS de la densité de 08,33 individus / m³. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que, les bassins bétonnés 2 et les enclos installés en étang soient des habitats plus propices à la vie et au bien-être de *Hoplobatrachus occipitalis* contrairement au milieu du bassin bétonné 1. Dans les bassins bétonnés, il y a la présence de toit en palme pour réduire l'ensoleillement (Hardouin, 1997) et les mêmes apports en nourriture (piège lumineux, alevins, asticots) et enfin un système d'approvisionnement et d'évacuation en continue d'eau. En plus, la densité faible (05 individus / m³) dans les BS2 par rapport aux BS1 (08,33 individus / m³) permet de réduire la compétition pour la nourriture et d'augmenter l'espace de vie pour les grenouilles. Aussi la présence de boue au fond de l'eau des BS2 permet d'éviter les contacts entre les grenouilles et la dalle de béton et donc de créer un environnement proche du milieu naturel. Au niveau des paramètres physico-chimiques des bassins bétonnés 2, le pH (08,4 à 09,2) est proche du pH convenable (06,5 à 08,5) aussi ces bassins bétonnés permettent de garder des températures de l'eau plus faibles même quand la température de l'air est élevée. En captivité les amphibiens doivent avoir à leur disposition un plan d'eau suffisamment grand pour qu'ils s'y submergent (Stewart, 1984). Toutes ces caractéristiques permettent de réduire le stress lié à la captivité pour la densité de 05 individus / m³ des BS2 et donc de créer les conditions idoines pour l'augmentation des taux de survie comme constaté. La densité très faible de 01,1 individus / m³ combinée aux avantages des enclos installés en étang ont permis d'obtenir les meilleurs taux de survie. Concernant ces avantages, les EC sont des milieux naturels de vie des grenouilles avec une partie terrestre constituée de végétaux de leurs milieux de vie et une partie aquatique et cela avec des restrictions spatiales raisonnables. En effet l'espace de vie est de 09 m² supérieure à celui des bassins bétonnés 2 et le béton a été remplacé par du filet moustiquaire moins agressif. Au niveau des paramètres physico chimiques, ce milieu a un pH idéal de 06,63 à 06,89 et comme les bassins bétonnés 2, ils arrivent à garder des températures de l'eau plus basses (29,83 °C) quand la température de l'air est élevée. En plus à midi au fort ensoleillement en étang la température de l'air est plus modérée. Ceci est favorable aux grenouilles qui peuvent rester dans le milieu terrestre à la recherche de proies. En captivité, la température doit être contrôlée et maintenue dans des limites qui permettent aux amphibiens de fonctionner (Stewart, 1984). Le faible taux de survie des grenouilles observé en BS1, pourrait se justifier par un handicap majeur de ce milieu qui est l'espace de vie restreint des grenouilles (01,8 m²) et donc de la densité élevée de 08,33 individus / m³. En effet ce

paramètre a engendré une surpopulation et une compétition pour la nourriture et l'espace. Aussi cela a entraîné une augmentation du pH (10,11) du fait de la proximité avec le béton et de même pour les températures d'eau (31,77 °C) et d'air (42,72 °C). La résultante de toutes ces conséquences est l'augmentation de la sensation de captivité et donc engendrant un stress plus élevé qui aurait inhibé le réflexe de se nourrir. Cela a été confirmé par le constat de l'abdomen vide d'un grand nombre de grenouilles mortes dans les BS1. Ces résultats sont corroborés par le conseil canadien de protection des animaux selon lequel les amphibiens et les reptiles sont sensibles à la chaleur, au froid, à la déshydratation et au stress (CCPA, 2004). Cette dépendance des amphibiens à leur milieu de vie est également confirmée par EAZA (2008). La perméabilité de leur peau rend les amphibiens extrêmement vulnérables aux faibles écarts de températures selon cet auteur.

La comparaison des TS des femelles et des mâles de *H. occipitalis* est en faveur des femelles (57,83 % et 47,78 % dans les BS1 ; 89,33 % et 83,33 % dans les BS2 et 91,33 % et 87,33 % dans les EC), bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre ces taux de survie. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les femelles de cette espèce soient de tailles plus grandes avec parfois le double du poids et de la taille des mâles. Ainsi les femelles auraient plus de réserves nutritives avec leur stock important d'œufs, leur permettant de supporter de longs moments sans nourriture alors que les mâles étant de tailles plus réduites ont peu de réserves nutritives donc ont eu besoin de se nourrir plus fréquemment. Ce résultat pourrait également être dû au tempérament plus actif des mâles. Ils ont tendance à être plus en mouvement entraînant plus de dépense d'énergie alors que les femelles sont plus calmes donc aptes à vivre dans un milieu confiné.

L'évolution du poids corporel des grenouilles en dents de scie pourrait s'expliquer par le fait que le stress engendré par la captivité les empêche de se nourrir engendrant une perte de leur poids. Aussi du fait des ressources limitées les grenouilles n'arrivent pas aux mêmes moments à se nourrir ce qui explique une évolution différente du poids de chaque individu ayant survécu. Cette affirmation est confirmée par leur comportement lors d'observations nocturnes, autour des pièges lumineux. En effet lorsqu'un insecte était pris dans le piège lumineux chaque grenouille tentait sa chance pour l'avalier. Ainsi, selon Deborah & Williams (2008), captifs les amphibiens doivent recevoir des proies appropriées. Aussi selon Hardouin (2000) beaucoup d'insectes seront attirés si l'on installe des éclairages (ampoules électriques, lampes à pétrole...).

Concernant l'essai de l'effet des structures sur les taux de survie, les résultats montrent que contrairement à l'essai de l'effet de la densité, c'est dans les bassins bétonnés de 3 m³ que les

taux de survie sont meilleurs. Ces résultats pourraient être dus aux conséquences de l'effet de masse. En effet, compte tenu des dimensions plus importantes dans les enclos en étang (13,5 m³), l'effectif dans ces structures représente plus de 4 fois celui des bassins bétonnés de 3 m³. Selon Nwipie *et al.* (2015), les fortes densités de mise en charge pourraient être à l'origine de stress des individus induit par les comportements agressifs entre eux. Les taux de survie élevés en bassins bétonnés pourraient aussi s'expliquer par des pH légèrement moins élevés que dans l'essai précédent et donc plus proches des valeurs convenables à la vie aquatique (Laurentides, 2013).

3.2.3 Conclusion partielle

Les résultats de l'essai sur l'effet de la densité des adultes de *H. occipitalis* montrent que le milieu et la densité de mise en charge convenable des adultes pour la ranaculture est très difficile à trouver compte tenu de la nature et du mode de vie très complexe des grenouilles et particulièrement de l'espèce étudié. Malgré ces difficultés, la densité de 05 individus / m³ dans les bassins bétonnés de 03 m³ et la densité de 01,1 individus / m³ dans les enclos installés en étang ont été favorables à la survie des grenouilles adultes *Hoplobatrachus occipitalis* sur 02 mois, avec des taux de survie variant de 73,33 à 86,67 %. Quant aux paramètres physico chimiques de ces milieux, ils sont convenables pour la vie des grenouilles. Cependant, les résultats du deuxième essai, montrent d'une part une confirmation des taux de survie élevés en bassins bétonnés de 3 m³ et en enclos en étang (76,11 à 86,66 %), et d'autre part cet essai révèle que lorsque les individus sont trop nombreux dans un milieu même favorable, cela impacte négativement les taux de survie. Ces deux essais ont permis de montrer que les grenouilles sauvages de *H. occipitalis* se sont bien adaptées au milieu des bassins bétonnés de 3 m³ et des enclos en étang. Il est souhaitable que d'autres études notamment sur l'oxygène dissous soient menées, afin de parfaire ces milieux pour le bien-être des grenouilles en captivité et la préservation du stock naturelle des grenouilles *Hoplobatrachus occipitalis*.

3.3- REPRODUCTION SPONTANÉE ET INDUITE DE *Hoplobatrachus occipitalis* EN BASSINS ET EN ENCLOS

3.3.1 Résultats

3.3.1.1 Caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans les structures expérimentales

Les moyennes des paramètres physico-chimiques du milieu de reproduction spontanée et induite en étang sont inférieures à celles des bassins bétonnés à l'exception de l'humidité relative de l'air (Tableau IX).

Pour la reproduction spontanée en étang, le pH moyen est de $07,97 \pm 0,20$, les températures de l'eau et de l'air sont respectivement de $28,64 \pm 0,26$ °C et de $31,33 \pm 0,60$ °C et l'humidité relative de l'air est de $50,33 \pm 03,98$. Alors qu'en bassins bétonnés, le pH moyen est de $08,53 \pm 0,12$; quant aux températures de l'eau et de l'air, elles sont respectivement de $29,74 \pm 0,25$ °C et de $31,50 \pm 0,46$ °C et l'humidité relative de l'air est de $47,26 \pm 04,09$ %. Les tests statistiques montrent une différence significative uniquement entre les valeurs de pH, de température de l'eau et d'humidité relative de l'air (Test *t* ; $P < 0,05$) des deux habitats.

Concernant la reproduction induite en étang, en moyenne le pH et la température de l'eau des milieux d'accouplement sont respectivement de $07,02 \pm 0,10$ et de $26,51 \pm 0,13$ °C alors que la température et l'humidité relative de l'air des milieux de reproduction sont respectivement de $27,42 \pm 0,40$ °C et de $72,14 \pm 05,78$ %. Contrairement aux bassins bétonnés, les moyennes de pH et de température de l'eau des milieux restreints d'accouplement sont respectivement de $08,55 \pm 0,75$ et de $27,56 \pm 0,46$ °C et la température et l'humidité relative de l'air des milieux confinés des bassins bétonnés sont respectivement de $30,18 \pm 01,47$ °C et de $54,33 \pm 02,15$ %. Les tests statistiques montrent une différence significative (Test *t* ; $P < 0,05$) entre tous les paramètres physico-chimiques des deux habitats.

Tableau IX : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau des milieux d'accouplement et de l'air des milieux de reproduction

		pH	Température de l'eau (°C)	Température de l'air (°C)	Humidité relative de l'air (%)
Reproduction spontanée	<i>Étang</i>	$7,97 \pm 0,20^a$	$28,64 \pm 0,26^a$	$31,33 \pm 0,60^a$	$50,33 \pm 3,98^a$
	<i>Bassins bétonnés</i>	$8,53 \pm 0,12^b$	$29,74 \pm 0,25^b$	$31,50 \pm 0,46^a$	$47,26 \pm 4,09^b$
Reproduction induite	<i>Étang</i>	$7,02 \pm 0,10^a$	$26,51 \pm 0,13^a$	$27,42 \pm 0,40^a$	$72,14 \pm 5,78^a$
	<i>Bassins bétonnés</i>	$08,55 \pm 0,75^b$	$27,56 \pm 0,46^b$	$30,18 \pm 1,47^b$	$54,33 \pm 2,15^b$

^{abcd} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (test *t*, $p < 0,05$)

3.3.1.2 Paramètres de reproduction enregistrés dans les structures expérimentales

3.3.1.2.1 Reproduction spontanée

Les Taux de survie sont meilleurs avec 95 % en étang pour les femelles contre 70 % pour les mâles. En bassins bétonnés les TS sont de 80 % pour les femelles et 50 % pour les mâles (Figure 68).

Pour les résultats des pontes en étang, 02 vagues de têtards ont été obtenues en début de saison pluvieuse. La première vague était composée de 580 têtards le 31 mars 2021 et la seconde vague, obtenue un mois plus tard soit le 02 mai 2021 était composée de 322 têtards. Le total des têtards obtenus à la suite de la reproduction spontanée dans l'étang C8 a été de 902. En bassins bétonnés, malheureusement aucune ponte n'a été observée (Tableau X). La figure 69 présente la récupération des têtards de la première vague.

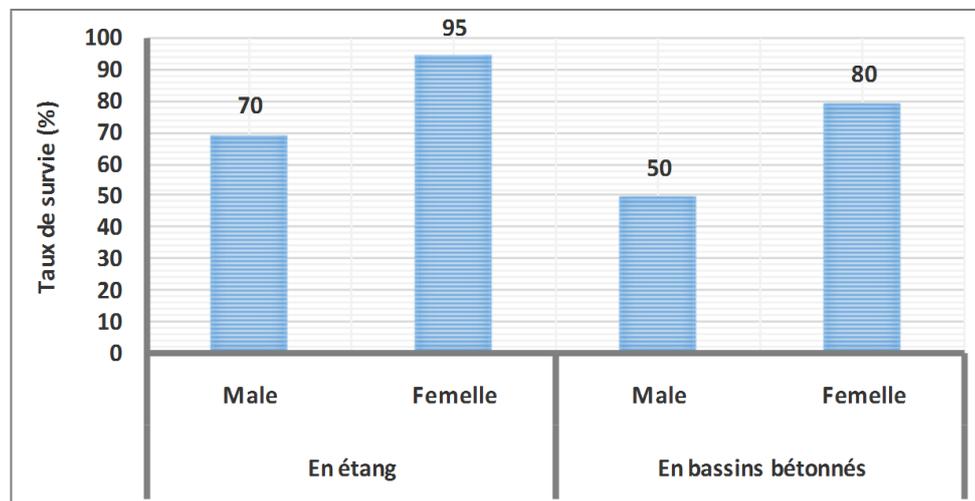


Figure 68 : Taux de survie des géniteurs de la reproduction spontanée de *Hoplobatrachus occipitalis*

Tableau X : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau des milieux d'accouplement et de l'air des milieux de reproduction

Milieu de reproduction	Date de mise en reproduction	1 ^{er} trimestre	2 ^e trimestre	3 ^e trimestre	4 ^e trimestre
<i>Etang</i>	En août 2020	Pas de ponte	Pas de ponte	580 têtards (31 mars)	Pas de ponte
				322 têtards (02 mai)	
<i>Bassins bétonnés</i>		Pas de ponte	Pas de ponte	Pas de ponte	Pas de ponte



Figure 69 : Récupération des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* de la première vague dans l'étang de reproduction spontanée

3.3.1.2.2 Reproduction induite

Les géniteurs ont eu un Taux de survie de 100 % en étang et de 91,66 % en bassins bétonnés avec la perte d'un couple (Figure 70).

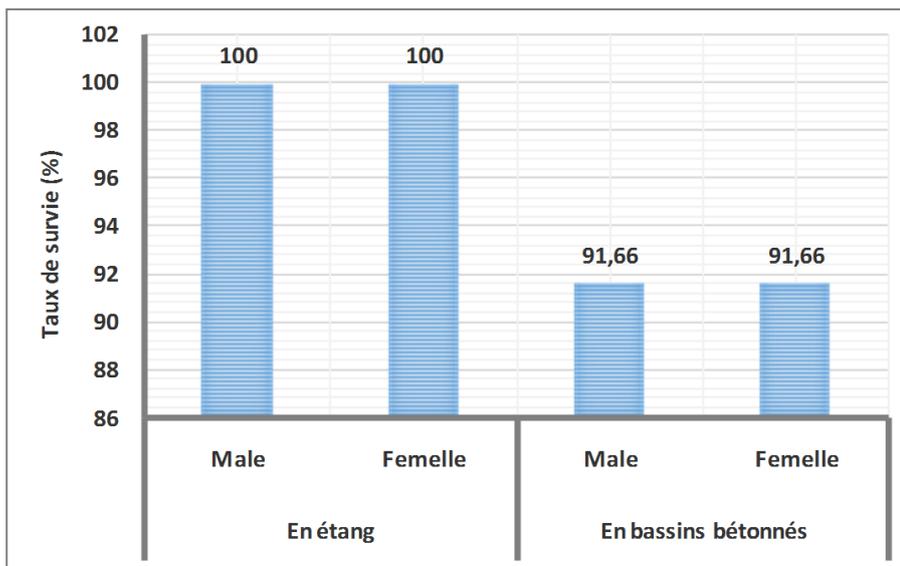


Figure 70 : Taux de survie des géniteurs de la reproduction induite de *Hoplobatrachus occipitalis*

Concernant les pontes, de façon générale, dans les deux milieux, le dosage 4 (0,0020 ml / g = femelle et 0,0015 ml / g = mâle) n'entraîne pas de ponte. Par contre les trois autres dosages (D1, D2 et D3) ont permis d'obtenir des pontes. Le dosage 2 (0,004 ml / g = femelle et 0,003 ml / g = mâle) a donné de meilleurs résultats (100 %) contrairement aux dosages 1 et 3 qui ont des taux de fécondité qui sont identiques (66,66 %). Cependant le dosage 1 (0,008 ml / g = femelle et 0,006 ml / g = mâle) a entraîné la mort du couple n'ayant pas pondu en bassins

bétonnés. Le dosage 2 a eu la meilleure fécondité absolue moyenne avec $1238 \pm 190,08$ œufs alors que pour le taux d'éclosion, c'est le dosage 3 ($0,0027$ ml / g = femelle et $0,0020$ ml / g = mâle) avec $88,16 \pm 05,05$ % (Tableau XI) (Figure 71). Les tests statistiques montrent qu'il y a une différence significative entre les moyennes des fécondités absolues (Anova, $p < 0,05$) et elles montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les taux d'éclosion de D2 et D3 (SNK, $p > 0,05$).

Tableau XI : Paramètres de reproduction induite en bassins bétonnés

Paramètres de reproduction	Bassins bétonnés			
	Dosage 1	Dosage 2	Dosage 3	Dosage 4
<i>Nombre total d'œufs pondus</i>	1277	3714	1857	0
<i>Taux de fécondité (%)</i>	66,66	100	66,66	0
<i>Fécondité absolue moyenne (œufs)</i>	$638,5 \pm 103,5^a$	$1238 \pm 190,08^b$	$928,5 \pm 176,5^c$	0
<i>Taux d'éclosion moyen (%)</i>	$76,03 \pm 0,13^a$	$86,83 \pm 4,74^b$	$88,16 \pm 5,05^b$	0

^{abcd} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, $p < 0,05$).

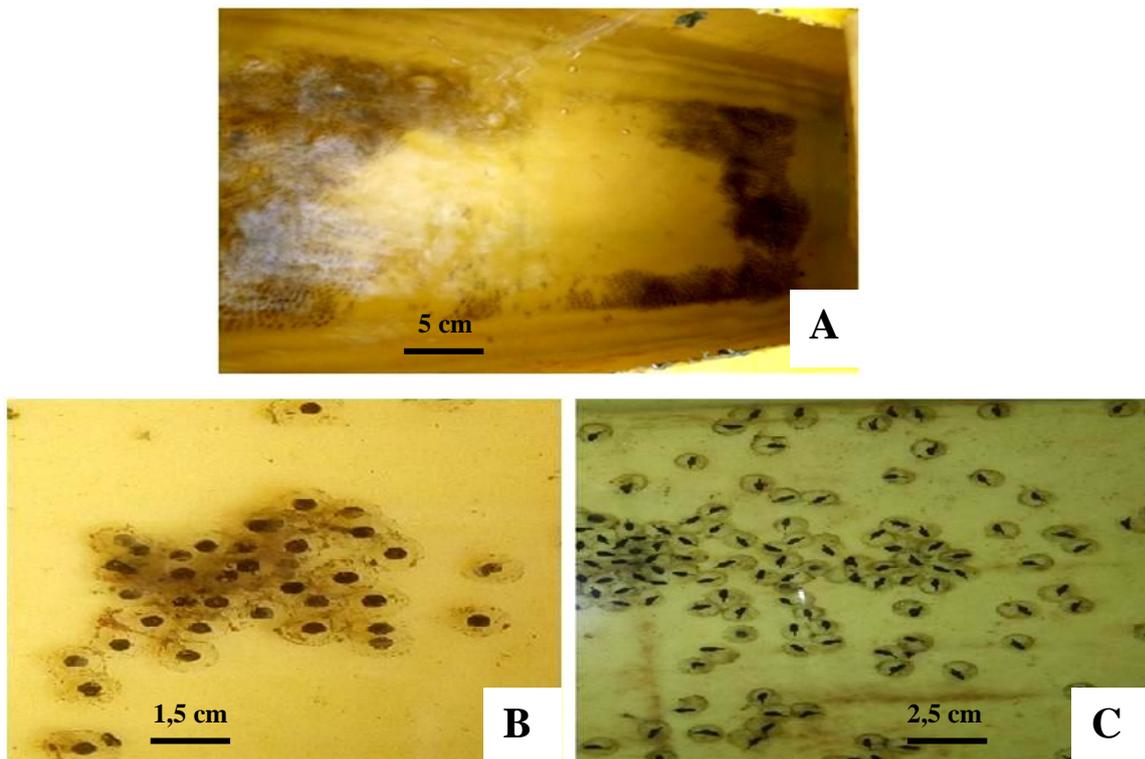


Figure 71 : Différents stades d'évolution de la ponte à la pré-éclosion pendant la reproduction induite en bassins bétonnés

A : ponte ; B : 12 h après ponte ; C : 24 h après ponte ou pré-éclosion

En enclos dans le bas-fond, les trois premiers dosages (D1, D2 et D3) permettent d'obtenir des résultats similaires. Pour ces trois dosages, les taux de fécondité sont de 100 %, la fécondité absolue et le taux d'éclosion sont plus élevés pour le D2 avec respectivement $873,3 \pm 306,5$ œufs et $88,10 \pm 09,05$ % (Tableau XII) (Figure 72). Les tests statistiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative d'une part entre D1 et D3 pour la fécondité absolue, et d'autre part entre D1 et D2 pour le taux d'éclosion (SNK ; $p > 0,05$).

Tableau XII : Paramètres de reproduction induite en enclos dans le bas-fond

Paramètres de reproduction	Enclos dans le bas fond			
	Dosage 1	Dosage 2	Dosage 3	Dosage 4
<i>Nombre total d'œufs pondus</i>	2013	2620	1765	0
<i>Taux de fécondité (%)</i>	100	100	100	0
<i>Fécondité absolue moyenne (œufs)</i>	$671 \pm 236,7^a$	$873,3 \pm 306,5^b$	$588,4 \pm 184,1^a$	0
<i>Taux d'éclosion moyen (%)</i>	$85,02 \pm 01,5^a$	$88,10 \pm 09,05^a$	$75,33 \pm 05,69^b$	0

^{abcd} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, $p < 0,05$).

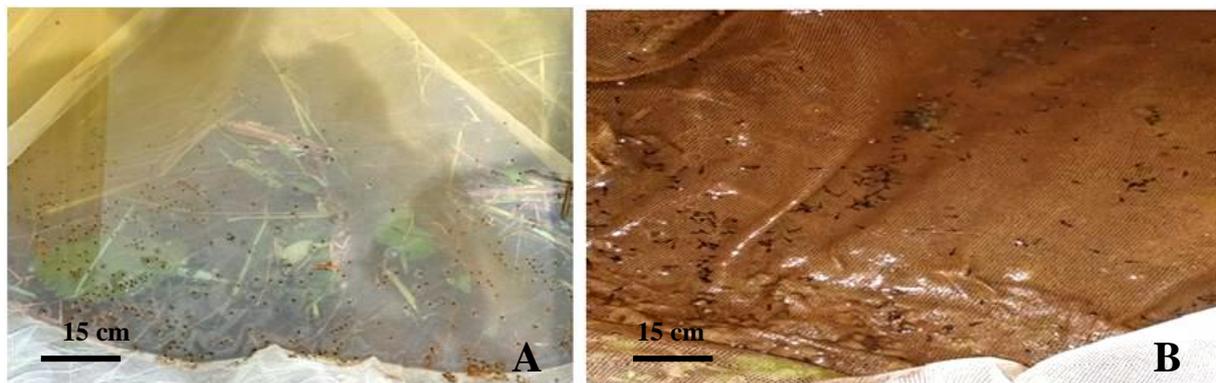


Figure 72 : Différents stades d'évolution de la ponte à l'éclosion pendant la reproduction induite dans le canal du bas-fond de l'APDRACI

A : ponte ; B : têtards après éclosion

Concernant le nombre d'heures de ponte après injection, il augmente avec la diminution du dosage de l'hormone ovaprim dans les deux milieux. Quant à la durée d'éclosion, elle est légèrement plus élevée dans le bas-fond par rapport aux bassins bétonnés (Tableau XIII et XIV).

Tableau XIII : Résultats des tests de reproduction induite en bassins bétonnés avec quatre dosages (D1, D2, D3 et D4)

Dosage	Couple	Durée de ponte après injection	Durée d'éclosion	Nombre de têtards obtenus	Nombre d'œufs non fécondés
D1	1	08 h 00 min	26 h	565	177
	2	09 h 00 min	25 h	406	129
	3	Néant (couple mort)	Néant (couple mort)	Néant (couple mort)	Néant (couple mort)
D2	1	09 h 00 min	26 h	1435	150
	2	09 h 30 min	25 h	1110	89
	3	10 h 00 min	27 h	720	210
D3	1	11 h 30 min	25 h	1030	75
	2	Néant (Couple vivant)	Néant (Couple vivant)	Néant (Couple vivant)	Néant (Couple vivant)
	3	12 h 00 min	26 h	625	127
D4	1				
	2	Néant (Couple vivant)	Néant (couple vivant)	Néant (couple vivant)	Néant (couple vivant)
	3				

Tableau XIV : Résultats des tests de reproduction induite en enclos dans le bas-fond avec quatre dosages (D1, D2, D3 et D4)

Dosage	Couple	Durée de ponte après injection	Durée d'éclosion	Nombre de têtards obtenus	Nombre d'œufs non fécondés
D1	1	08 h 30 min	27 h	300	41
	2	08 h 00 min	26 h	950	180
	3	09 h 00 min	28 h	450	92
D2	1	09 h 30 min	27 h	607	98
	2	08 h 30 min	28 h	1230	238
	3	09 h 00 min	27 h	420	27
D3	1	10 h 00 min	25 h	540	135
	2	09 h 30 min	28h	704	151
	3	11 h 30 min	27h	150	85
D4	1				
	2	Néant (Couple vivant)	Néant (couple vivant)	Néant (couple vivant)	Néant (couple vivant)
	3				

3.3.1.3 Paramètres de maturité sexuelle des reproducteurs de *Hoplobatrachus occipitalis* enregistrés en milieu d'élevage

3.3.1.3.1 Rapport gonado-somatique

Les rapports gonado-somatique augmentent dans l'ensemble avec l'âge chez les mâles et femelles. Au niveau des mâles, on observe un écart important entre le RGS des mâles de 06 mois et celui des autres stades. En effet, la moyenne des RGS des mâles de 06 mois est de $0,045 \pm 0,015$ %, alors qu'il est de 07,5 à 12 mois les RGS oscillent entre $0,42 \pm 0,04$ % et $0,73 \pm 0,06$ %. Concernant les femelles, on constate que les RGS de celle-ci à 06 et 07,5 mois sont largement en dessous de ceux des stades supérieurs (Figure 73). Les valeurs moyennes des RGS différent chez les mâles et chez les femelles (Anova, $p > 0,05$).

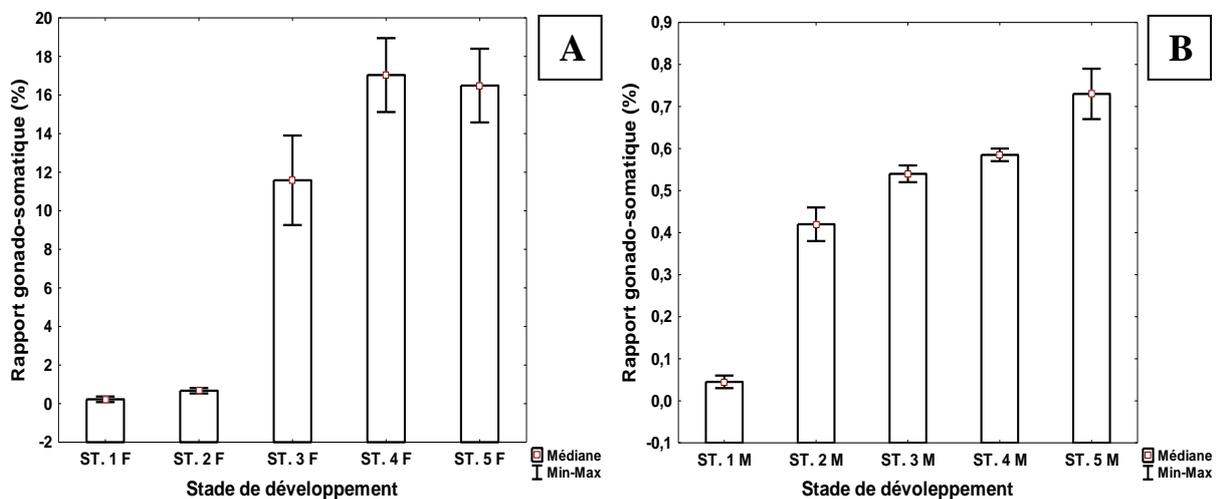


Figure 73 : Rapport gonado-somatique en fonction de cinq stades de développement

A : rapport gonado-somatique femelle ; B : rapport gonado-somatique mâle ; ST.1F : femelles à 06 mois ; ST.2F : femelles à 07,5 mois ; ST.3F : femelles à 09 mois ; ST.4F : femelles à 10,5 mois ; ST.5F : femelles à 12 mois ; ST.1M : mâles à 06 mois ; ST.2M : mâles à 07,5 mois ; ST.3M : mâles à 09 mois ; ST.4M : mâles à 10,5 mois ; ST.5M : mâles à 12 mois ;

3.3.1.3.2 État histologique des gonades selon les stades physiologiques des grenouilles

Différents stades d'ovocytes ont été observés avec l'augmentation progressive de leur diamètre de 50 μ m à 1800 μ m (Figure 74 et 75). Ainsi, à 06 mois, des ovocytes de stades I et II prévitellogéniques ont été observés donnant à l'ovaire une couleur jaune avec des granulations. À 07,5 mois ($69,75 \pm 02,25$ mm), des ovocytes vitellogéniques de stades III et IV marquant le début du processus de maturité des ovaires ont été observés. Les ovocytes de stade V vitellogénique avec leurs zones pellucides plus épaisses et de grosses plaquettes vitellines apparaissent 01,5 mois plus tard. De 10,5 mois ($92,5 \pm 0,5$ mm) à 12 mois ($103 \pm 02,1$ mm), les ovaires des grenouilles femelles de *Hoplobatrachus occipitalis* possèdent en

plus des autres stades, les ovocytes vitellogéniques VI. Ces dernières sont les plus grosses cellules (1800 μm) avec de grosses plaques de vitellus.

Les grenouilles mâles à 06 mois ($60,5 \pm 02,5$ mm), ne présentent pas de sacs vocaux permettant de les identifier et ont des testicules de très petites tailles (01mm x 02,5 mm). À ce stade, des cellules germinales précoces telles que les spermatogonies et les spermatocytes ont été observés (Figure 76 et 77). Les sacs vocaux apparaissent 07,5 mois, ainsi que les premiers faisceaux de spermatozoïdes dans les testicules, observables sur les coupes (Figure 78). À ce stade, les grenouilles ont une taille moyenne de $71,75 \pm 1,75$ mm (Tableau XV). Le nombre de faisceaux de spermatozoïdes augmente et apparaissent les premiers spermatozoïdes libres dans la lumière des tubes séminifères à 09 mois d'âge. À partir de 10,5 mois ($85,0 \pm 04,05$ mm) jusqu'à 12 mois ($93,0 \pm 01,01$ mm), des faisceaux de spermatozoïdes et de spermatozoïdes libres dans la lumière de pratiquement tous les tubes séminifères des testicules sont observés. Les gonades mâles à ce stade sont de grandes tailles (Figure 79).

Tableau XV : Longueurs et poids moyens des individus mâle et femelle des différents stades de développement

Stades de développement	Âge (mois)	Femelles		Mâles	
		Poids (g)	Taille (mm)	Poids (g)	Taille (mm)
<i>Stade 1</i>	06	$19,95 \pm 2,72$	$61,5 \pm 4,25$	$21,61 \pm 2,23$	$60,5 \pm 2,5$
<i>Stade 2</i>	07,5	$38,09 \pm 7,75$	$69,75 \pm 2,25$	$33,42 \pm 0,12$	$71,75 \pm 1,75$
<i>Stade 3</i>	09	$56,16 \pm 4,86$	$83 \pm 1,05$	$46,38 \pm 0,95$	$77,25 \pm 0,25$
<i>Stade 4</i>	10,5	$74,23 \pm 0,15$	$92,5 \pm 0,5$	$58,87 \pm 4,66$	$85,0 \pm 4,05$
<i>Stade 5</i>	12	$98,34 \pm 4,08$	$103 \pm 2,1$	$74,32 \pm 2,88$	$93,0 \pm 1,01$

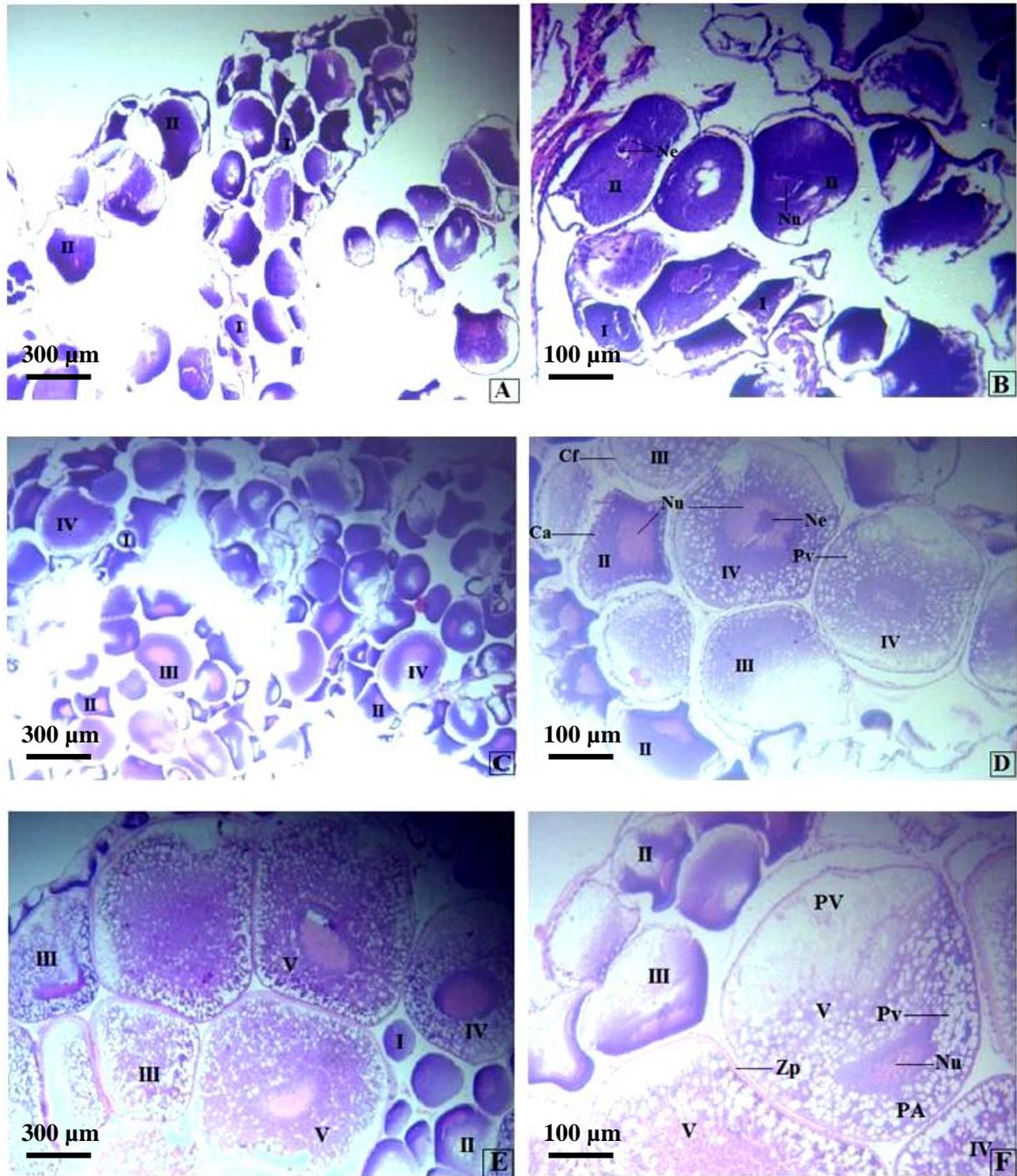


Figure 74 : Coupes histologiques montrant les aspects des ovaires de 06 à 09 mois

A & B : ovaire à 06 mois ; C & D : ovaire à 07,5 mois ; E & F : ovaire à 09 mois ; I : ovocyte stade 1 ; II : ovocyte stade 2 ; III : ovocyte stade 3 ; IV : ovocyte stade 4 ; V : ovocyte stade 5 ; Nu : noyau ; Ne : nucléole ; Cf : cellule folliculaire ; Ca : alvéole corticale ; Pv : plaquette vitellines ; Zp : zone pellucide ; PA : pôle animale ; PV : pôle végétale

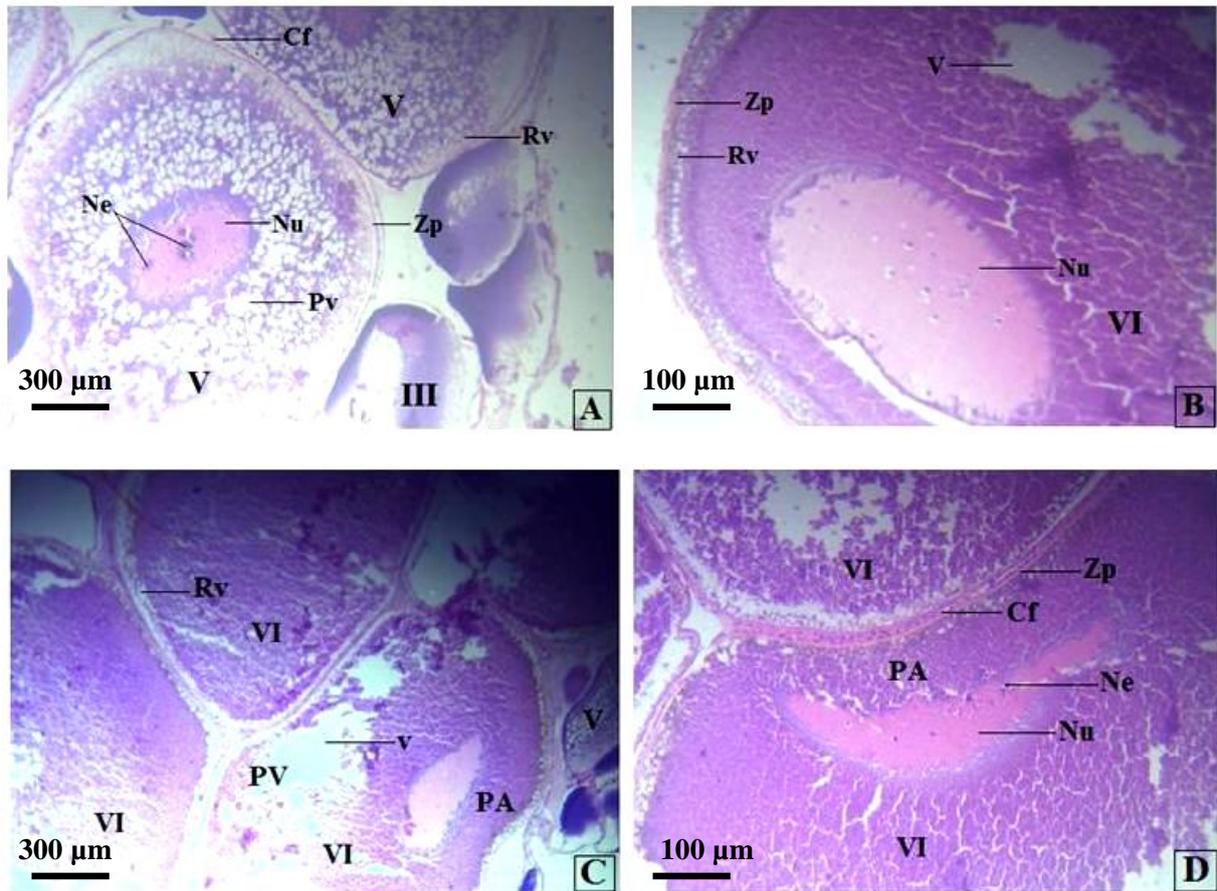


Figure 75 : Coupes histologiques montrant les aspects des ovaires de 10,5 à 12 mois

A & B : ovaire à 10,5 mois ; C & D : ovaire à 12 mois ; III : ovocyte stade 3 ; V : ovocyte stade 5 ; VI : ovocyte stade 6 ; Nu : noyau ; Ne : nucléole ; Cf : cellule folliculaire ; Pv : plaquette vitellines ; Zp : zone pellucide ; v : vitellus ; Rv : rangé de vacuole ; PA : pôle animale ; PV : pôle végétale

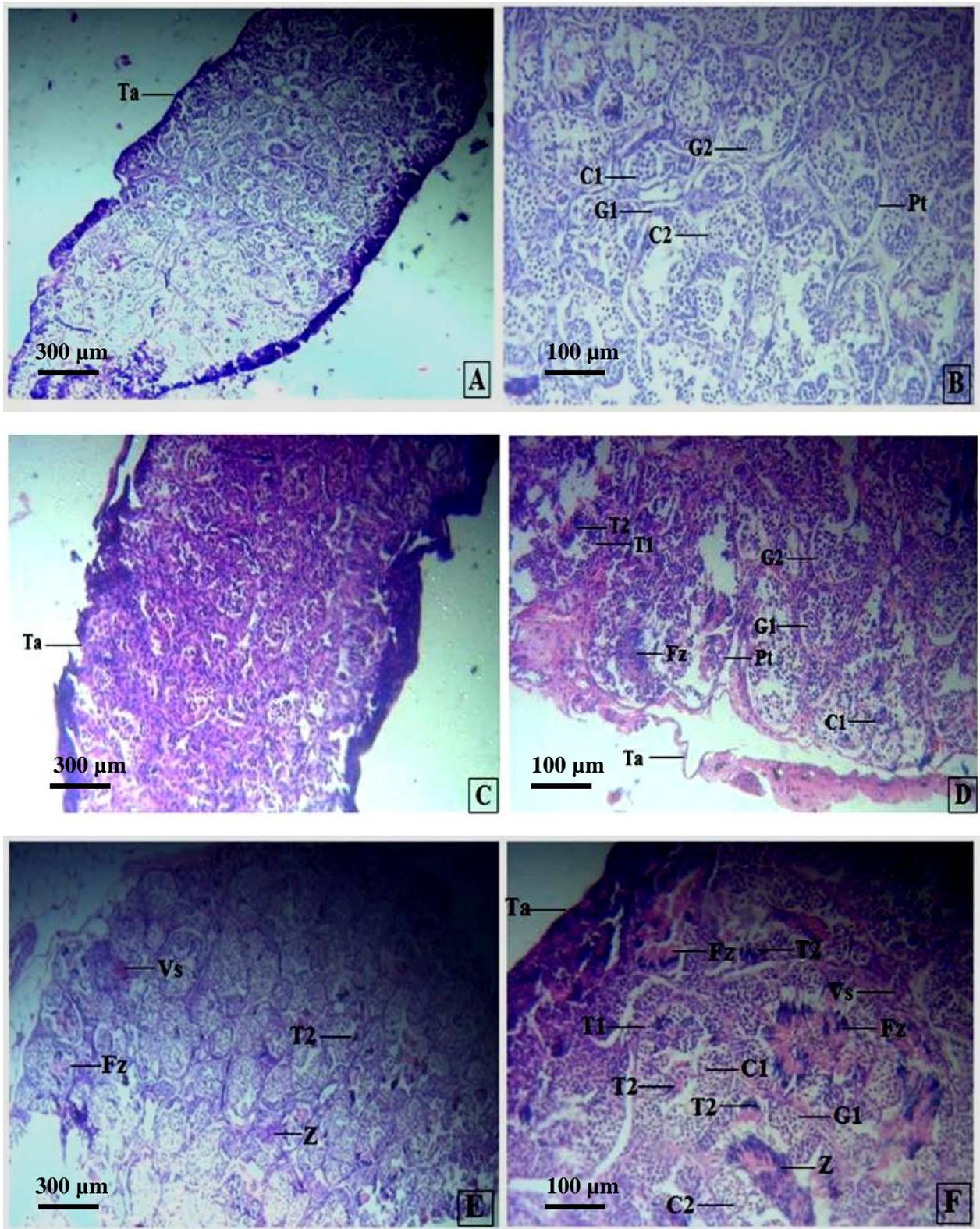


Figure 76 : Coupes histologiques montrant les aspects des testicules de 06 à 09 mois

A & B : testicule à 06 mois ; C & D : testicule à 07,5 mois ; E & F : testicule à 09 mois ; G1 : spermatogonie primaire ; G2 : spermatogonie secondaire ; C1 : spermatocyte primaire ; C2 : spermatocyte secondaire ; T1 : spermatide précoce ; T2 : spermatide tardif ; Fz : faisceau de spermatozoïde ; Z : spermatozoïde dans la lumière ; Pt : paroi tubulaire ; Ta : tunique albuginée ; Vs : vaisseau sanguin

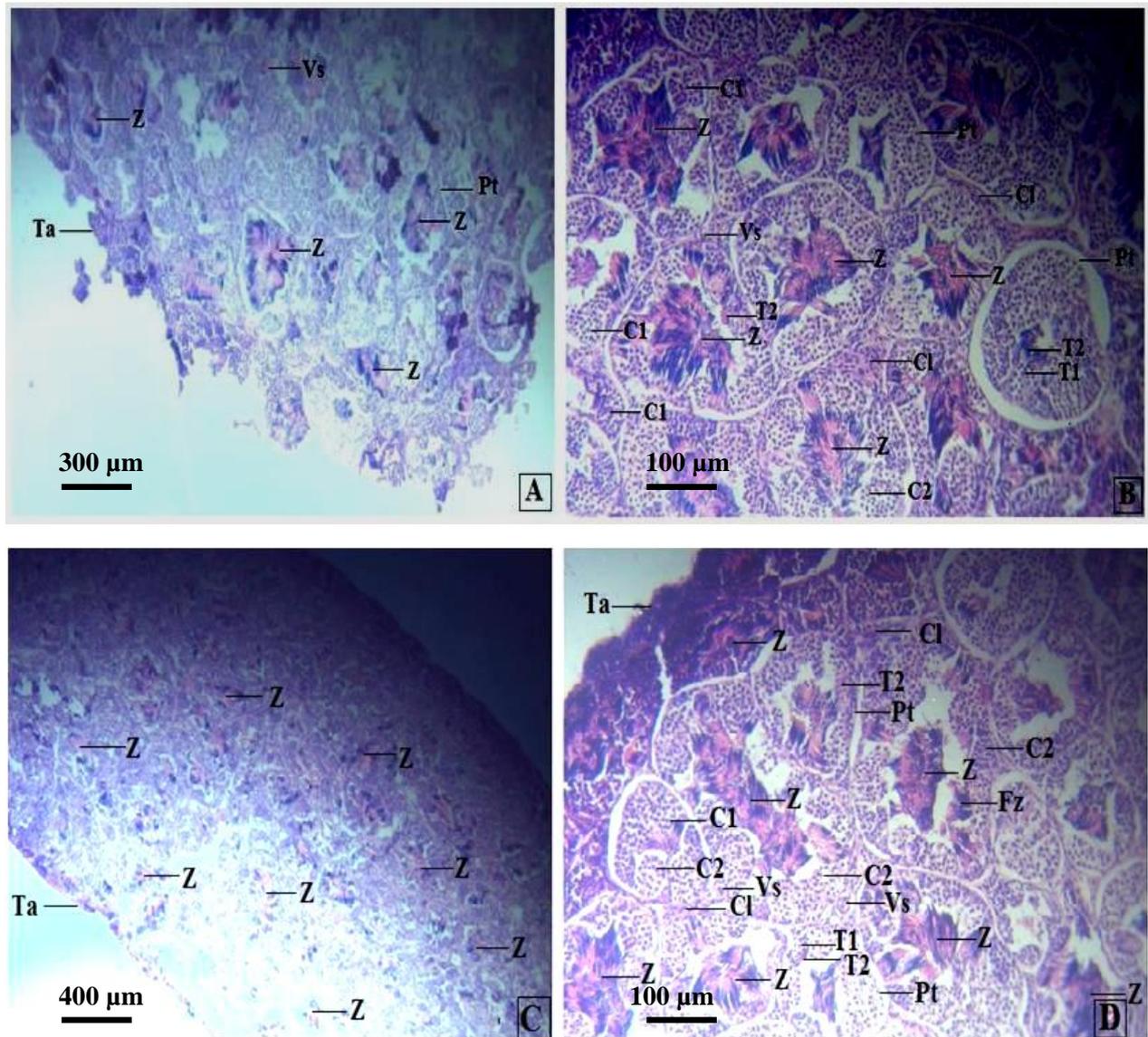


Figure 77 : Coupes histologiques montrant les aspects des testicules de 10,5 à 12 mois

A & B : testicule à 10,5 mois ; C & D : testicule à 12 mois ; C1 : spermatocyte primaire ; C2 : spermatocyte secondaire ; T1 : spermatide précoce ; T2 : spermatide tardif ; Fz : faisceau de spermatozoïde ; Z : spermatozoïde dans la lumière ; Pt : paroi tubulaire ; Ta : tunique albuginée ; Vs : vaisseau sanguin ; Cl : cellule de leydig

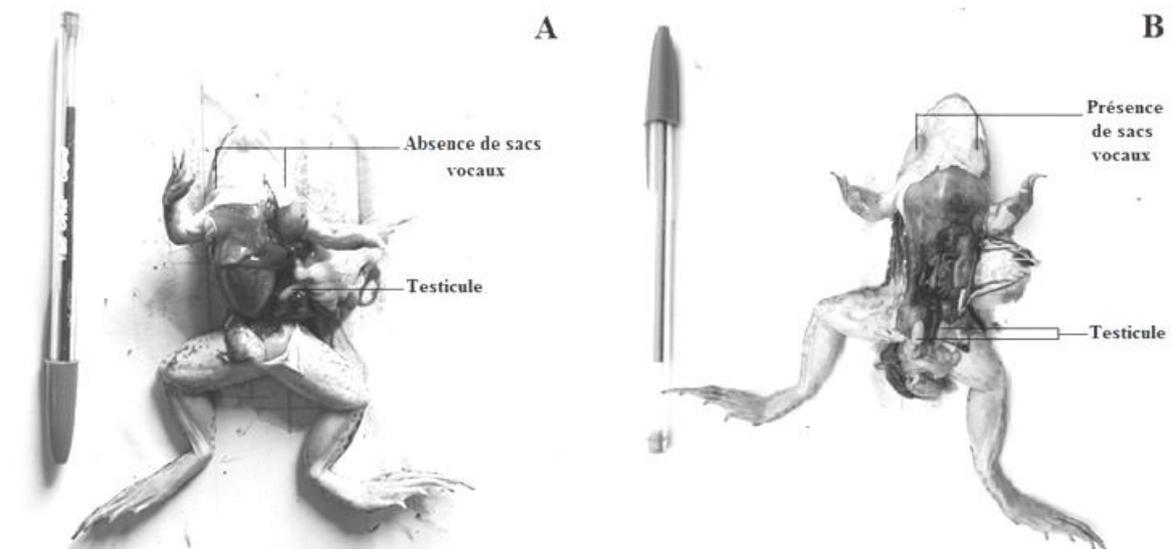


Figure 78 : Photographies de dissection de deux spécimens mâles de *Hoplobatrachus occipitalis* à 06 mois (A) et 07,5 mois (B)

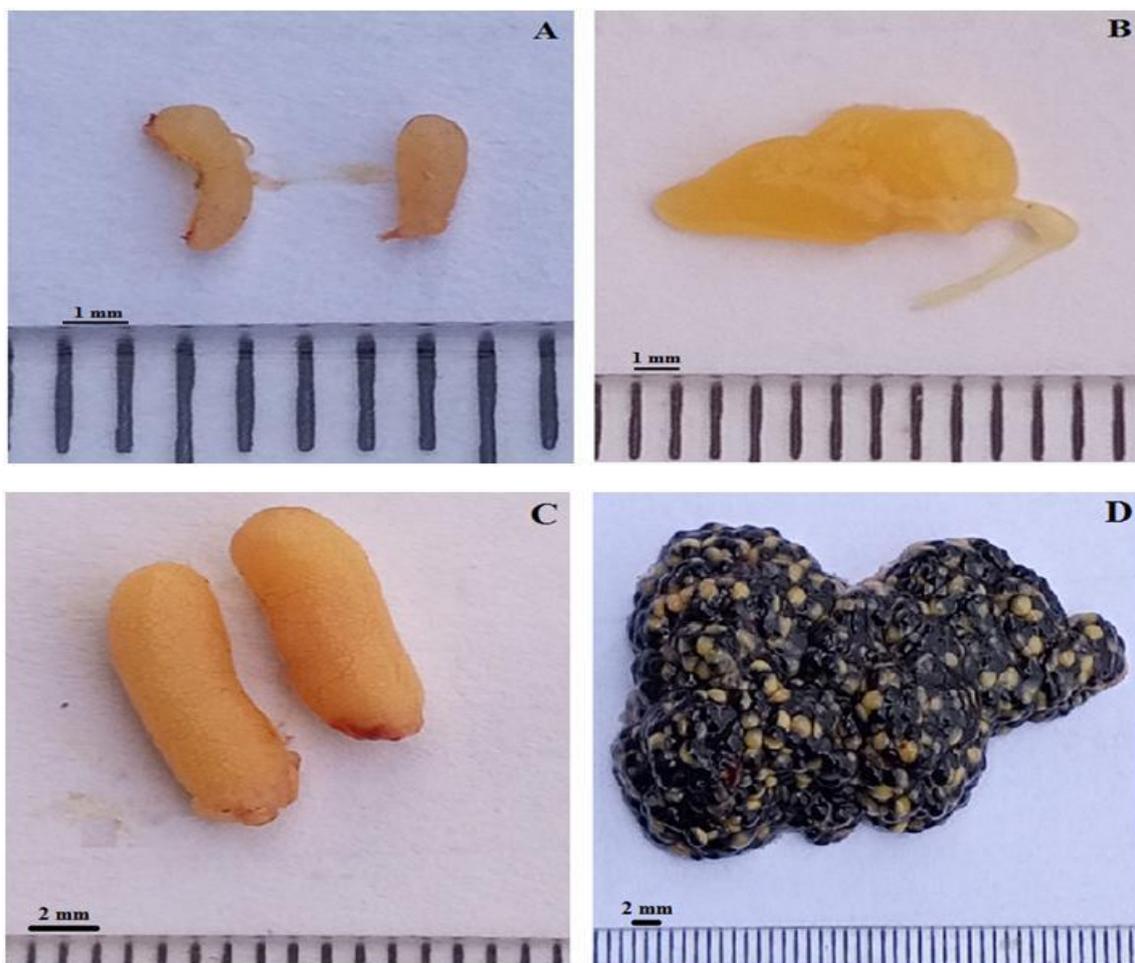


Figure 79 : Différents stades des gonades en fonction de l'âge

A : Testicule à 06 mois ; B : ovaire à 06 mois ; C : testicule à 12 mois ; D : ovaire à 12 mois

3.3.2 Discussion

En étang, la reproduction spontanée a permis d'obtenir 902 têtards uniquement en début de saison pluvieuse et en deux vagues. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que *H. occipitalis* ne se reproduit qu'en début de saison pluvieuse, comme indiqué par Tohé *et al.* (2014) dans le parc national du Banco. Le nombre réduit de têtards pourrait être dû à l'action des prédateurs et au cannibalisme des géniteurs comme en témoignent Hardouin (2000) et Smith (1983). Selon ces auteurs, dans la nature, la plus grande partie des œufs pondus disparaît avant de donner des individus adultes par suite d'une prédation très intense (oiseaux, certains poissons, autres animaux) mais également à cause du cannibalisme exercé par les grenouilles elles-mêmes. Les têtards affichent donc un taux de mortalité élevé et imprévisible. En bassins bétonnés, la reproduction spontanée n'a pas permis d'obtenir des pontes malgré des taux de survie élevés des géniteurs (50 % mâles et 80 % femelles). Ces résultats pourraient être dus au fait que l'adaptation acquise dans les bassins bétonnés soit encore insuffisante pour réveiller l'instinct de reproduction chez les géniteurs. Cette explication est confirmée par Poole & Grow (2012). Selon ces auteurs, le stress lié à la captivité est défavorable à la reproduction des grenouilles. Le fait que la reproduction naturelle ne produit pas de têtards en bassins bétonnés et en étang produit un nombre limité de têtards et à une période précise de l'année, montre que cette forme de reproduction n'est pas adaptée à une ranaculture moderne mais plutôt à une exploitation domestique. En effet, l'élevage moderne de la grenouille nécessite une production importante de têtards toute l'année, d'où la reproduction induite.

Le pH de l'eau du milieu restreint ainsi que des enclos en étang où a lieu l'accouplement et la ponte sont respectivement en moyennes de $07,02 \pm 0,10$ à $08,55 \pm 0,75$. Ces pH se situent dans la gamme (06,5 - 09) recommandée par MDDELCC (2014). Quant à la température de l'eau, elle est légèrement supérieure à la température optimale (26,45 °C) de Godomé *et al.* (2020) pour la reproduction chez *H. occipitalis*. Ces températures élevées seraient bénéfiques pour la ponte, car selon Jorgensen (1992), la température peut affecter à la fois la maturation ovarienne et la production de la laitance chez le mâle. Cela a été corroboré par Tohé *et al.* (2014). Selon ces auteurs les températures élevées constituent un facteur stimulant de la maturation des ovocytes.

En étang comme en bassins bétonnés le dosage 4 (D4) n'a pas permis d'obtenir de ponte. Cela serait dû à la faible concentration de l'hormone dans ce dosage qui est le tiers de D1. Dans ces deux milieux, les trois autres dosages entraînent des pontes en étang et en bassins bétonnés. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que ces dosages sont suffisants pour permettre

la maturation finale et la libération des œufs chez la femelle et la spermiation chez le mâle de *Hoplobatrachus occipitalis*. En effet, le traitement hormonal induit efficacement l'ovulation et la maturation finale des œufs (Mansour *et al.*, 2011). Ainsi, l'ovaprim pourrait être spécifique pour l'induction de la spermiation et de la ponte de *H. occipitalis* car l'efficacité relative des hormones est très spécifique à l'espèce (Kouba *et al.*, 2009). Cependant, le dosage 1 entraîne des mortalités en bassins bétonnés. Cette mortalité pourrait être due au concentration, au milieu confiné et aux paramètres physico-chimiques élevés. Concernant les paramètres de reproduction, D2 donne les meilleurs résultats pour la fécondité absolue bassins et en bas fond ($873,3 \pm 306,5$ à $1238 \pm 190,08$ œufs) et le meilleur taux d'éclosion en étang ($88,10 \pm 09,05$ %), alors que les performances de D1 viennent en deuxième position pour ces paramètres en étang. Quant à D3, il permet d'obtenir le meilleur taux d'éclosion en bassins bétonnés. Les bonnes performances de D2 pourraient être dues au fait que ce dosage est moyen mais adapté pour la reproduction des géniteurs de *H. occipitalis*. Néanmoins le dosage 1 présente un avantage, en réduisant la période de ponte d'environ 11 h à 08 h. Cette réduction pourrait s'expliquer par la concentration plus élevée de D1 qui accélère l'ovulation et la maturation des œufs, ainsi que la spermiation chez le mâle (Mansour *et al.*, 2011 ; Kouba *et al.*, 2009). Au vue de ces résultats, le meilleur dosage en étang comme en bassin bétonné pour la reproduction artificielle est D2, car donne les meilleures performances zootechniques de reproduction mais aussi est moins onéreux du fait de la réduction de sa concentration par rapport au dosage 1 (D1).

Pour la détermination de la maturité sexuelle des reproducteurs de *Hoplobatrachus occipitalis* enregistrés en élevage semi-contrôlé, plusieurs paramètres ont été évalués dont le rapport gonado-somatique (RGS), l'état histologique des gonades en fonction des stades physiologiques des grenouilles. Les résultats ont montrés que les RGS des mâles (0,045 à 0,73 %) sont en dessous de ceux des femelles (0,22 à 17,03 %). Cette supériorité du RGS des femelles pourrait être due au poids important des ovaires renfermant un nombre élevés d'ovocytes. Cela est confirmé par les fécondités absolues oscillant entre 588,4 et 1238 œufs obtenues dans cette étude. Concernant les femelles, les RGS de 06 mois à 07,5 mois d'âge sont inférieurs (0,22 à 0,67 %), à ceux des femelles plus âgés (11,58 à 17,03 %). Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'à partir de 09 mois (RGS = 11,58 %), le développement des ovaires *Hoplobatrachus occipitalis* est plus important. Les coupes histologiques des ovaires des femelles de 09 mois confirment cet accroissement avec la présence d'ovocytes de tous les stades à l'exception du stade VI. Alors que les ovaires des femelles de 06 à 07,5 mois sont moins diversifiés en nombre de stades d'ovocytes. Ces résultats sont corroborés par Prapee *et*

al. (2001), selon ces auteurs il n'y a que des ovocytes de stade I dans les ovaires des grenouilles âgées de 01 à 04 mois et les ovocytes de stade II, III et IV deviennent évidents au cours du cinquième mois. Les valeurs élevées des RGS des femelles de 10,5 à 12 mois d'âge (16,99 à 17,03 %) sont en accord avec les coupes histologiques qui montrent la présence de tous les stades des ovocytes (I à VI) mais avec une prédominance des stades V et VI de diamètres allant jusqu'à 1800 μm . Ces diamètres ovocytaires sont proches de celle de *Rana tigerina* qui oscillent entre 1510 à 1700 μm pour le stade VI (Prapee *et al.*, 2001). Les RGS des femelles matures de cette étude sont nettement supérieures à ceux obtenus dans la commune de Yakassé-Attobrou (Côte d'Ivoire) par Kohou (2021) qui oscillaient de 03,60 à 04,62 %. L'ensemble de ces résultats montrent qu'à partir de 09 mois d'âge, les femelles de *H. occipitalis* sont matures et peuvent réaliser des pontes. Cela en raison de la présence de tous les stades ovocytaires et d'un RGS important de 11,58 %. Cette valeur est dans la gamme des rapports gonado-somatiques (09,54 à 11,59 %) des femelles matures *H. occipitalis* du milieu naturel du Département de Daloa (Aliko *et al.*, 2018). Cependant pour une ponte et un taux d'éclosion plus élevés, les femelles d'âge débutant à 10,5 mois seraient plus adaptées du fait de la présence de tous les stades ovocytaires, des RGS très élevés et du nombre élevé d'ovocytes matures (V et VI). En définitive, on pourrait affirmer qu'à 10,5 mois la femelle de *Hoplobatrachus occipitalis* est mature.

Au niveau des mâles les rapports gonado-somatiques évoluent différemment des femelles. En effet, les RGS des mâles de 06 mois d'âge *Hoplobatrachus occipitalis* sont inférieurs (0,045 %) à ceux des mâles plus âgés (0,42 à 0,73 %). Ces résultats seraient dus à ce stade, à la petite taille très faible des testicules (01 mm x 02,5 mm) et à la présence uniquement de cellules germinales précoces dont les spermatogonies et les spermatocytes dans les coupes histologiques des gonades. Ces résultats ont été observés par Jittipan *et al.* (2000) chez *Rana catesbeiana*. Selon ces auteurs la présence de spermatogonies peut être distinguée au 4^{ème} mois et les spermatocytes apparaissent chez les grenouilles âgées de 05 mois. En outre, les caractéristiques morphocytologiques des spermatogonies primaires analysées dans ce travail sont similaires à celles rapportées dans la littérature pour divers groupes d'Anoures (Cavicchia et Moviglia, 1983 ; Oliveira et Vicentini, 1998). Néanmoins ces valeurs de RGS des mâles de *H. occipitalis* sont inférieures à celles de Kohou (2021) qui variaient de 01,33 à 01,74 %. L'augmentation importante des RGS à partir de 07,5 mois d'âge montre une activité élevée des testicules confirmés par les coupes histologiques. Ces coupes présentent à 07,5 mois d'âge des cellules germinales évoluées dont les spermatides (précoces et tardifs) et surtout des

faisceaux de spermatozoïdes, même si ces derniers sont en nombre limité. A partir de 09 mois d'âges, on observe la présence des premiers spermatozoïdes libres dans la lumière de quelques tubes séminifères des grenouilles mâles. C'est à partir de 10,5 mois d'âge que les spermatozoïdes libres sont présents dans la lumière de tous les tubes séminifères avec la présence importante de faisceaux de spermatozoïdes et de spermatides des deux stades. L'ensemble de ces résultats montrent que l'âge de maturité des grenouilles mâles de *H. occipitalis* est semblable à celui des femelles. Ainsi à 09 mois, le mâle en milieu semi-contrôlé peut féconder des œufs car ayant des spermatozoïdes libres dans la lumière de certains tubes séminifères. Cependant, c'est à 10,5 mois d'âge qu'il est pleinement mature avec une grande capacité de production de spermatozoïdes. En effet, la prédominance de spermatides (précoces et tardives) et de spermatozoïdes (en fascicules et libres) confirme la maturité sexuelle et l'activité reproductive des organismes (Iturriaga *et al.*, 2012).

3.3.3 Conclusion partielle

Ces résultats ont montrés que la reproduction induite donne les meilleurs résultats. Elle a permis d'obtenir au total 11242 têtards en toute saison contre 902 têtards pour la reproduction spontanée uniquement en début de saison pluvieuse. Plusieurs dosages de l'hormone ovaprim ont été utilisés pour la reproduction induite. Les résultats finaux ont montrés que le dosage le plus prometteur est de 0,004 ml/g pour les femelles et de 0,003 ml / g pour les mâles en étang comme bassins bétonnés. Le deuxième volet concerne la maturité sexuelle des reproducteurs de *Hoplobatrachus occipitalis* mâles et femelles enregistrés en élevage semi-contrôlé à partir de coupes histologiques et de rapport gonado-somatiques (RGS). Les résultats de cette étude ont montrés une maturité sexuelle absolue des mâles et femelles à 10,5 mois d'âges pour une taille moyenne de $92,5 \pm 0,5$ mm pour les femelles et $85,0 \pm 04,05$ mm pour les mâles. A ce stade les RGS moyens sont de $11,58 \pm 02,32$ % pour les femelles et de $0,54 \pm 0,02$ % pour les mâles. Il est souhaitable que des études ultérieures soient menées sur la maturité sexuelle des géniteurs de *H. occipitalis* à la deuxième et à la troisième génération en milieu semi-contrôlé.

3.4- DENSITÉ DE MISE EN CHARGE DES TÊTARDS ET DES JUVÉNILES DE *Hoplobatrachus occipitalis* EN BASSINS

3.4.1 Résultats

3.4.1.1 Têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.4.1.1.1 Caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans les bassins bétonnés

Durant cette expérimentation, les valeurs moyennes du pH varient entre $07,99 \pm 0,06$ (0,29 têtards / l) et $08,15 \pm 0,07$ (1,19 têtards / l) (Tableau XVI). Les valeurs de pH ont été similaires dans tous les bassins bétonnés d'élevage (Anova ; $p > 0,05$). La température moyenne de l'eau des différents bassins bétonnés varient entre $28,14 \pm 0,28$ et $29,34 \pm 0,34$ °C. Les valeurs de température de l'eau des différentes densités sont également similaires comme les pH (Anova ; $p > 0,05$). Concernant la température moyenne de l'air et l'humidité moyenne relative de l'air, elles sont respectivement de $29,42 \pm 0,38$ °C et de $44,5 \pm 03,10$ %.

Tableau XVI : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau et de l'air des bassins bétonnés durant la période d'élevage des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* avec différentes densités de mise en charge

Densité de charge (têtards / l)	Potentiel Hydrogène	Température eau (°C)	Température air (°C)	Humidité relative de l'air (%)
UE1 (0,29 têtards / l)	$7,99 \pm 0,06^a$	$28,14 \pm 0,28^a$		
UE2 (0,59 têtards / l)	$8,05 \pm 0,13^a$	$29,34 \pm 0,34^a$	$29,42 \pm 0,38$	$44,5 \pm 3,10$
UE3 (0,89 têtards / l)	$8,02 \pm 0,13^a$	$28,78 \pm 0,36^a$		
UE4 (1,19 têtards / l)	$8,15 \pm 0,07^a$	$28,62 \pm 0,30^a$		

^{abc} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, $p < 0,05$).

3.4.1.1.2 Effet de la densité de mise en charge sur les paramètres zootechniques des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.4.1.1.2.1 Taux de survie

Les taux de survie des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* enregistrés dans cette étude varie entre $41,51 \pm 02,54$ et $78,21 \pm 02,67$ % (Figure 80). Le plus fort taux de survie (TS) a été observé dans les bassins bétonnés de faibles densités de mise en charge (0,29 têtards / l), alors que le plus faible TS a été noté dans les bassins bétonnés de fortes densités de mise en charge (1,19 têtards / l). Les taux de survie pour les densités intermédiaires sont respectivement $66,86 \pm 01,60$ et $63,88 \pm 01,47$ %. Ainsi l'on constate que les TS diminuent lorsque la densité

de mise en charge augmente. Les différences entre les TS sont significatives (Anova, $p < 0,05$).

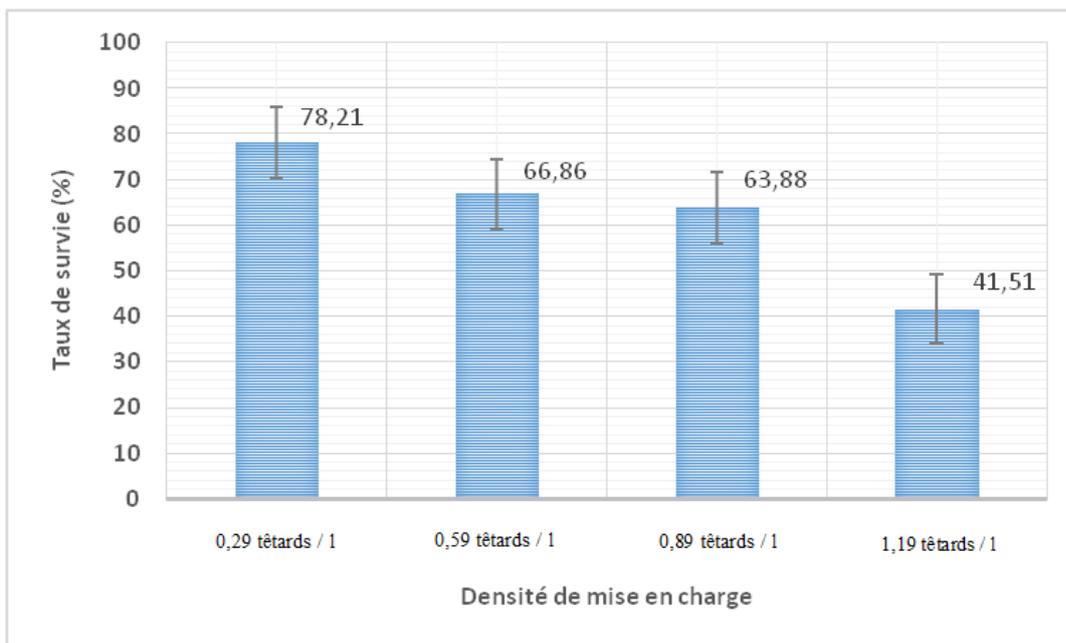


Figure 80 : Taux de survie moyen des différentes densités de mise en charge des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.4.1.1.2.2 Paramètres de croissance

3.4.1.1.2.2.1 Évolution du poids et de la taille

L'évolution du poids corporel des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* dans le milieu semi-contrôlé des bassins bétonnés est similaire dans les différentes densités de mise en charge jusqu'au 28^{ème} jours de l'expérimentation (Figure 81). Toutefois, on note que le poids corporel des têtards de densité faible est au dessus et celui des têtards de forte densité en dessous, surtout à partir du 21^{ème} jours. Dans l'ensemble, les poids corporel moyens des têtards des quatre densités doublent chaque semaine durant les 21 premiers jours. Pour les densités 0,59 têtards / l, 0,89 têtards / l et 1,19 têtards / l, les poids moyens des têtards diminuent jusqu'au 35^{ème} jours avant d'augmenter. Le poids corporel moyen des têtards de faible densité, celui-ci chute jusqu'aux 28^{ème} jours avant de remonter. Le poids corporel moyen des têtards des quatre densités varie entre $01,02 \pm 0,027$ g et $01,17 \pm 0,024$ g pour la fin de la métamorphose (28^{ème} jours), et de $01,07 \pm 0,032$ à $01,35 \pm 0,056$ g à la fin de l'expérimentation (42^{ème} jours). Pour ces deux périodes, il existe une différence significative entre les poids corporel des têtards de forte densité (1,19 têtards / l) et les poids corporels des têtards des autres densités (Anova ; $p < 0,05$).

Pour la taille moyenne des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*, celle-ci évolue similairement pour les quatre densités. Elle croît durant les trois premières semaines avant de diminuer durant 02 semaines (du 21^{ème} au 35^{ème} jours) et d'augmenter légèrement (Figure 82). Comme le poids corporel moyen, la taille moyenne des têtards de la densité élevée est au dessus et celle des têtards de la densité faible est en dessous durant toute l'expérimentation à l'exception du 28^{ème} jours (fin métamorphose) où les tailles s'inversent. La taille moyenne des têtards des quatre densités oscillent entre $26,54 \pm 01,33$ et $38,04 \pm 02,38$ mm pour la fin de la métamorphose, et de $21,30 \pm 0,36$ à $24,13 \pm 0,36$ mm pour la fin de l'expérimentation (42^{ème} jours) (Tableau XVII) (Figure 83). Pour la fin de la métamorphose, il existe une différence significative entre les poids corporels des têtards de forte densité (1,19 têtards / l) et les poids corporels des têtards des autres densités (Anova ; $p < 0,05$). Mais pour la taille finale, il existe une différence significative entre toutes les densités sauf entre les deux densités intermédiaires (0,59 têtards / l et 0,89 têtards / l), (SNK ; $p < 0,05$).

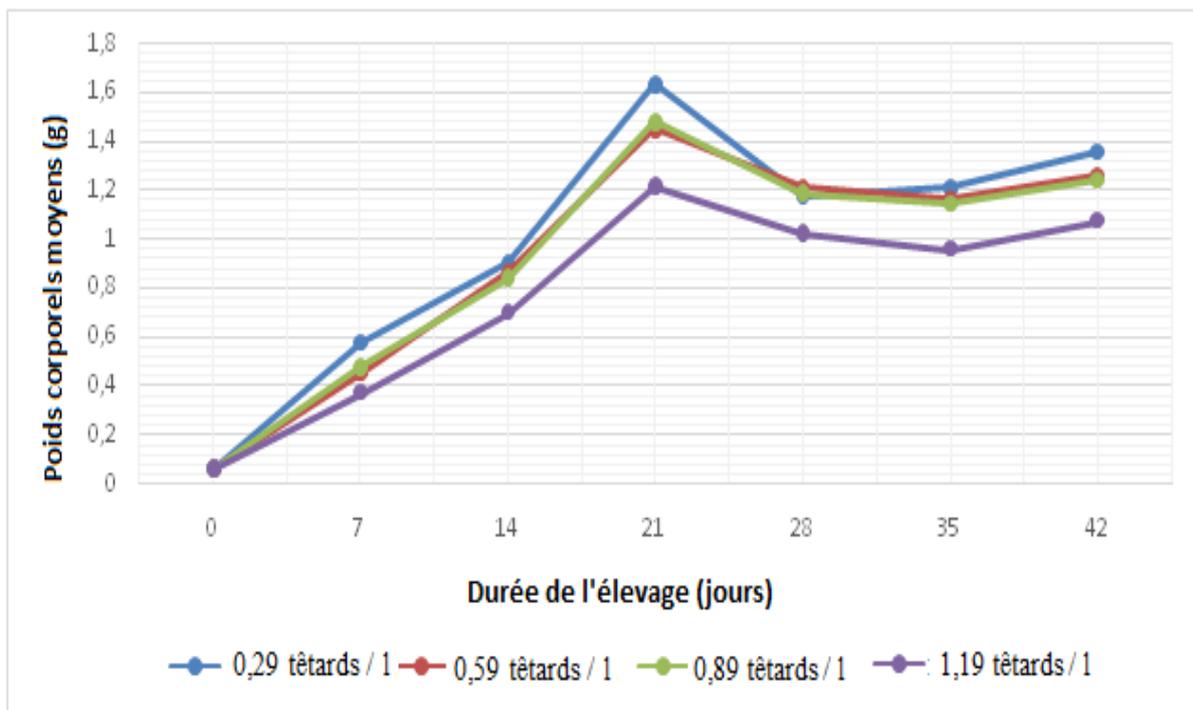


Figure 81 : Évolution des poids corporels moyens des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* des différentes densités élevées dans les bassins bétonnés pendant 42 jours

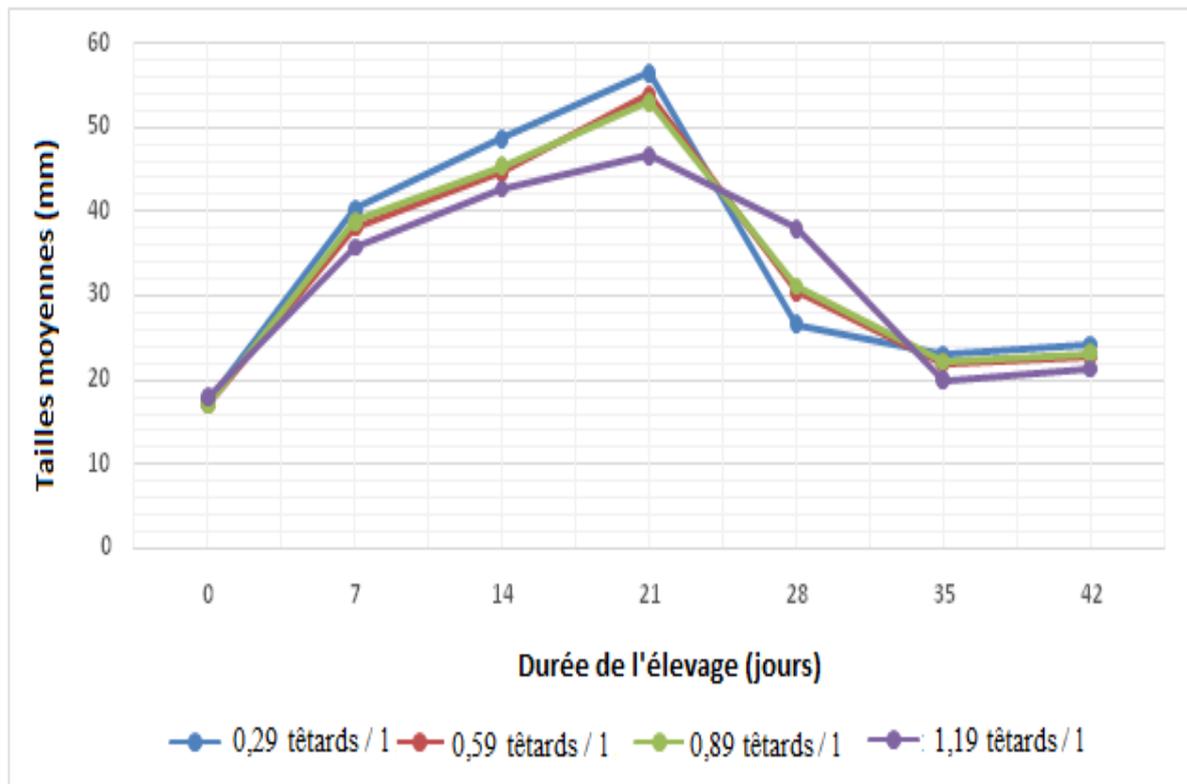


Figure 82 : Évolution de la taille moyenne des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* des différentes densités élevées dans les bassins bétonnés pendant 42 jours

Tableau XVII : Poids corporels et tailles des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* de différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours

Paramètres	Densités			
	(0,29 têtards / l)	(0,59 têtards / l)	(0,89 têtards / l)	(1,19 têtards / l)
<i>Pmi</i> (g)	0,06 ± 0,004 ^a	0,058 ± 0,005 ^a	0,061 ± 0,004 ^a	0,06 ± 0,005 ^a
<i>Pmfm</i> (g)	1,17 ± 0,024 ^a	1,20 ± 0,025 ^a	1,19 ± 0,025 ^a	1,02 ± 0,027 ^b
<i>Pmf</i> (g)	1,35 ± 0,056 ^a	1,25 ± 0,025 ^a	1,24 ± 0,027 ^a	1,07 ± 0,032 ^b
<i>Tmi</i> (mm)	17,22 ± 0,83 ^a	17,02 ± 0,78 ^a	16,93 ± 0,91 ^a	17,88 ± 0,82 ^a
<i>Tmfm</i> (mm)	26,54 ± 1,33 ^a	30,47 ± 1,55 ^a	31,04 ± 1,48 ^a	38,04 ± 2,38 ^b
<i>Tmf</i> (mm)	24,13 ± 0,36 ^a	22,91 ± 0,28 ^b	23,09 ± 0,32 ^b	21,30 ± 0,36 ^c

^{abc} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, p<0,05).

Poids corporel moyen initial (*Pmi*), poids corporel moyen final de métamorphose (*Pmfm*), poids corporel moyen final (*Pmf*), taille moyenne initiale (*Tmi*), taille moyenne finale de métamorphose (*Tmfm*), taille moyenne finale (*Tmf*)



Figure 83 : Têtards de *H. occipitalis* issus du test de densité de l'une des unités expérimentales

3.4.1.1.2.2 Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien

Les taux de croissance spécifique (TCS) et les gains moyens quotidiens (GMQ) sont plus élevés pendant la période de métamorphose que durant toute l'expérimentation (Tableau XVIII). Concernant les taux de croissance spécifique de métamorphose (TCSm), ils varient entre $10,11 \pm 0,037$ et $10,54 \pm 0,018$ % / j, alors que ceux de la fin de l'expérimentation (TCSf) oscillent entre $06,96 \pm 0,22$ et $07,42 \pm 0,14$ % / j. Les TCSm et les TCSf n'ont pas diminué avec l'augmentation de la densité de mise en charge des têtards pour les trois densités les plus faibles.

Les gains moyens quotidiens de la période de métamorphose (GMQm) et de la fin de l'expérimentation (GMQf) varient respectivement de $0,034 \pm 0,0015$ à $0,039 \pm 0,0008$ g / j et de $0,031 \pm 0,0020$ à $0,025 \pm 0,0021$ g / j. Les valeurs de GMQm des trois densités les plus faibles ne diffèrent pas (Anova, $p > 0,05$) contrairement aux valeurs de GMQf.

Tableau XVIII : Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis* de différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours

Paramètres	Densités			
	(0,29 têtards / l)	(0,59 têtards / l)	(0,89 têtards / l)	(1,19 têtards / l)
<i>TCSm</i> (%/j)	$10,54 \pm 0,018^a$	$10,53 \pm 0,027^a$	$10,39 \pm 0,035^a$	$10,11 \pm 0,037^b$
<i>TCSf</i> (%/j)	$7,42 \pm 0,14^a$	$07,31 \pm 0,11^a$	$07,17 \pm 0,08^a$	$06,96 \pm 0,22^b$
<i>GMQm</i> (g/j)	$0,039 \pm 0,0008^a$	$0,041 \pm 0,0019^a$	$0,040 \pm 0,0018^a$	$0,034 \pm 0,0015^b$
<i>GMQf</i> (g/j)	$0,031 \pm 0,0020^a$	$0,028 \pm 0,0011^b$	$0,028 \pm 0,0010^b$	$0,025 \pm 0,0021^c$

^{abc} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, $p < 0,05$).

Taux de croissance spécifique de métamorphose (TCSm), taux de croissance spécifique final (TCSf), gain moyen quotidien de métamorphose (GMQm), gain moyen quotidien final (GMQf)

3.4.1.2 Juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.4.1.2.1 Caractéristiques physico-chimiques enregistrées dans les bassins bétonnés

Au cours de l'expérimentation, les valeurs moyennes du pH varient entre $08,37 \pm 0,10$ et $08,82 \pm 0,09$. Le pH le plus élevé a été observé dans les bassins bétonnés de 120 individus / m^3 et le plus faible dans les bassins bétonnés de 60 individus / m^3 (Tableau XIX). Il n'existe pas de différences significatives entre les pH des trois densités les plus faibles (Anova ; $p > 0,05$). La température moyenne de l'eau des différents bassins bétonnés varient entre $27,28 \pm 0,20$ et $28,01 \pm 0,26$ °C. Les valeurs de températures de l'eau des différentes densités sont similaires (Anova ; $p > 0,05$). Pour la température moyenne de l'eau et l'humidité moyenne relative de l'air, elles sont respectivement de $29,45 \pm 0,65$ °C et de $44,5 \pm 03,10$ %.

Tableau XIX : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau et de l'air des bassins bétonnés durant la période d'élevage des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* avec différentes densités de mise en charge

Densité de charge	Potentiel hydrogène	Température eau (°C)	Température air (°C)	Humidité relative de l'air (%)
UE1 (30 individus / m^3)	$8,39 \pm 0,19^b$	$28,01 \pm 0,26^a$		
UE2 (60 individus / m^3)	$8,37 \pm 0,10^b$	$27,58 \pm 0,21^a$	$29,45 \pm 0,65$	$44,5 \pm 3,10$
UE3 (90 individus / m^3)	$8,41 \pm 0,15^b$	$27,28 \pm 0,20^a$		
UE4 (120 individus / m^3)	$8,82 \pm 0,09^a$	$27,71 \pm 0,33^a$		

^{abc} Les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, $p < 0,05$)

3.4.1.2.2 Effet de la densité de mise en charge sur les paramètres zootechniques des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis*

3.4.1.2.2.1 Taux de survie

Les Taux de survie des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* enregistrés dans cette étude varient en moyenne entre $61,23 \pm 02,10$ et $92,25 \pm 02,70$ %. Le taux de survie le plus élevé a été observé dans les bassins bétonnés de faible densité (30 individus / m^3). Par contre, le plus faible TS a été noté dans les bassins bétonnés de moyenne densité (90 individus / m^3). Les taux de survie moyens diminuent lorsque la densité de mise en charge augmente pour les trois densités les plus faibles à l'exception de la densité la plus forte avec $64,52 \pm 03,42$ % (Figure 84). Les différences entre les TS sont significatives (Anova, $p < 0,05$).

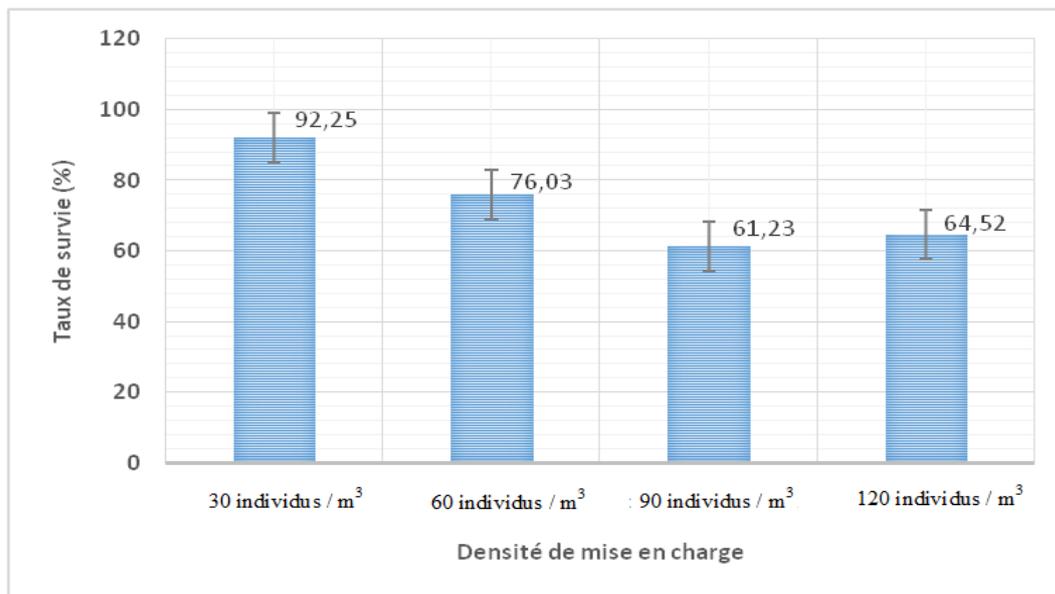


Figure 84 : Taux de survie moyen des différentes densités de mise en charge des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* élevés dans les bassins bétonnés pendant 42 jours

3.4.1.2.2 Paramètres de croissance

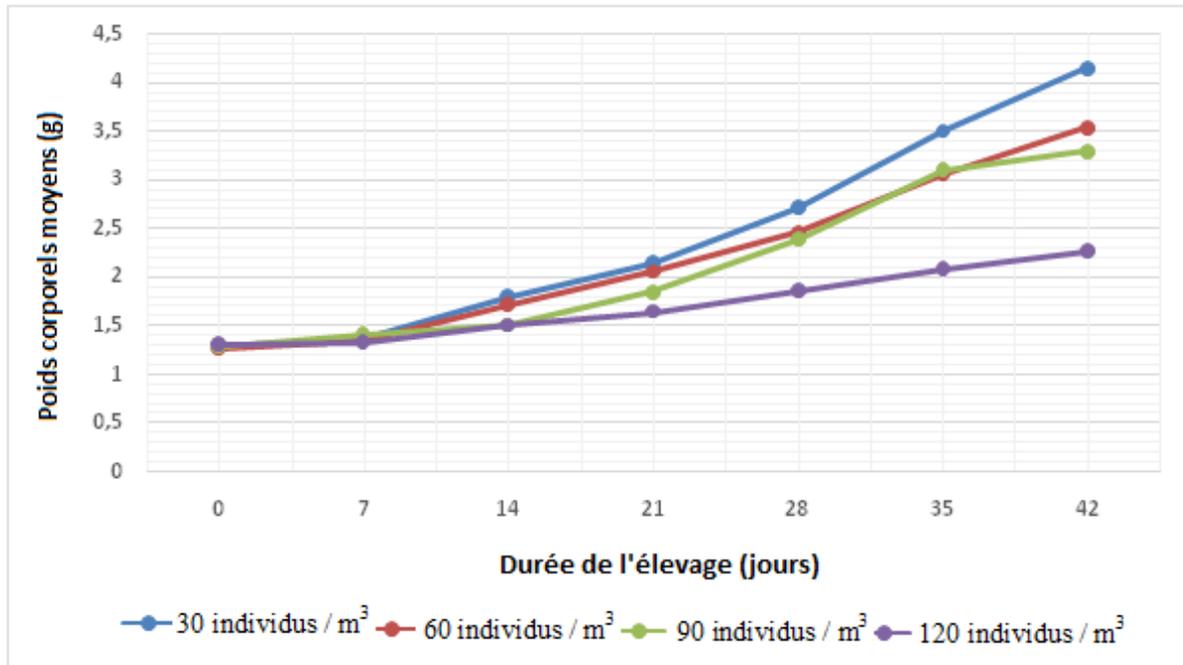
3.4.1.2.2.1 Évolution du poids corporel et de la taille

Le poids corporel moyen et la taille moyenne des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* des bassins bétonnés augmentent progressivement et similairement pour les quatre densités de mise en charge durant toute l'expérimentation (Figure 85A).

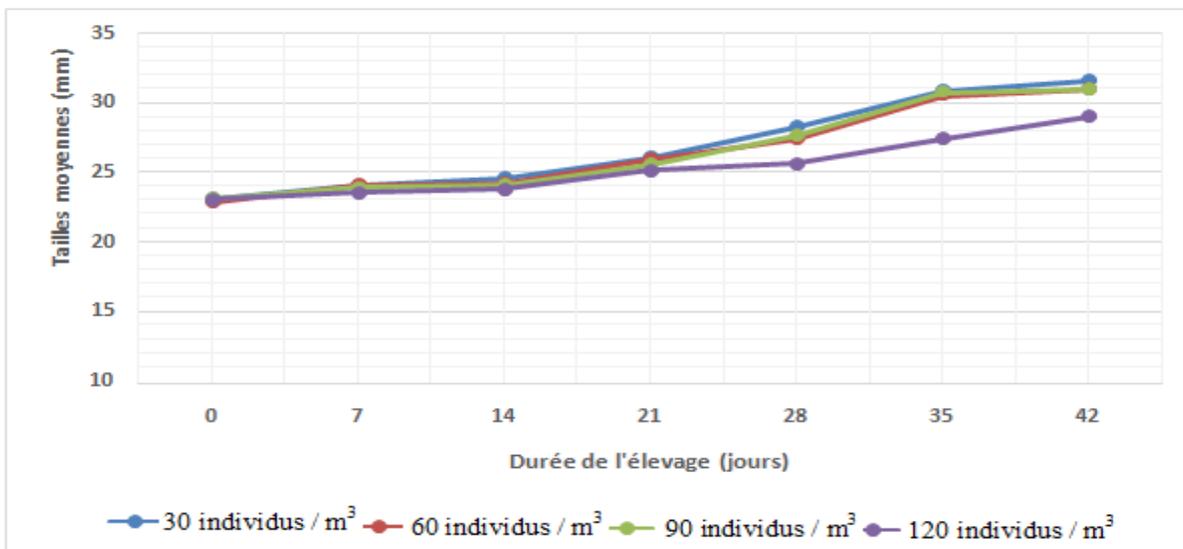
Le poids corporel moyen des juvéniles de densité faible (30 individus / m³) est au dessus et celui des juvéniles de densité forte (120 individus / m³) avec un écart de plus en plus grand à partir du 14^{ème} jour. Dans l'ensemble, les poids corporels moyens des juvéniles des quatre densités augmentent progressivement à des degrés différents. En effet, l'augmentation du poids corporel moyen des juvéniles est inversement proportionnelle à la densité de mise en charge. A la fin de l'expérimentation (42^{ème} jours), le poids corporel moyens des juvéniles des quatre densités varient entre $02,26 \pm 0,20$ et $04,15 \pm 0,25$ g. Il existe une différence entre les poids corporels finaux des juvéniles de toutes les densités (Anova ; $p < 0,05$).

Concernant les tailles moyennes, pour les trois densités les plus faibles, elles évoluent identiquement durant toute l'expérimentation, alors que celle de la densité forte est largement en dessous (Figure 85B). La taille moyenne finale des juvéniles des quatre densités varie entre $26,50 \pm 0,60$ et $32,11 \pm 0,76$ mm, avec la taille des juvéniles inversement proportionnelle à la densité de leur milieu de croissance (Tableau XX) (Figure 86). Il n'existe

pas de différence entre les tailles des juvéniles des trois densités les plus faibles (SNK ; $p > 0,05$).



A



B

Figure 85 : Tailles et poids des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* des différentes densités élevés dans les bassins bétonnés pendant 42 jours

A : variation du poids corporel moyen ; B : variation de la taille moyenne ;

Tableau XX : Poids corporels et tailles des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* de différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours

Paramètres	Densités			
	(30 individus / m ³)	(60 individus / m ³)	(90 individus / m ³)	(120 individus / m ³)
<i>Pmi</i> (g)	1,29 ± 0,052 ^a	1,27 ± 0,049 ^a	1,29 ± 0,044 ^a	1,30 ± 0,051 ^a
<i>Pmf</i> (g)	4,15 ± 0,25 ^a	3,53 ± 0,17 ^b	3,30 ± 0,18 ^b	2,26 ± 0,20 ^c
<i>Tmi</i> (mm)	23,11 ± 0,53 ^a	22,88 ± 0,26 ^a	23,09 ± 0,40 ^a	23,04 ± 0,44 ^a
<i>Tmf</i> (mm)	32,11 ± 0,76 ^a	31,02 ± 0,70 ^a	31,01 ± 0,55 ^a	26,50 ± 0,60 ^b

^{abc} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, p<0,05)

Poids corporel moyen initial (*Pmi*), Poids corporel moyen final (*Pmf*), Taille moyenne initiale (*Tmi*), Taille moyenne finale (*Tmf*) et Taux de Croissance Spécifique (TCS)



Figure 86 : Juvéniles de *H. occipitalis* issus du test de densité de l'une des unités expérimentales

3.4.1.2.2.2 Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien

Le taux de croissance spécifique et le gain moyen quotidien diminuent progressivement avec l'augmentation des densités de mises en charge. Les valeurs de TCS et de GMQ varient respectivement de $01,82 \pm 0,07$ à $02,78 \pm 0,09$ % / j et de $0,036 \pm 0,045$ à $0,068 \pm 0,038$ g / j (Tableau XXI). Les taux de croissance spécifique et les gains moyens quotidiens de toutes les densités sont différents (Anova; $P > 0,05$).

Tableau XXI : Taux de croissance spécifique et gain moyen quotidien des juvéniles de *Hoplobatrachus occipitalis* des différentes densités en bassins bétonnés pendant 42 jours

Paramètres	Densités			
	(30 individus / m ³)	(60 individus / m ³)	(90 individus / m ³)	(120 individus / m ³)
<i>TCS</i> (%/j)	02,78 ± 0,09 ^a	02,43 ± 0,06 ^b	02,23 ± 0,05 ^b	01,82 ± 0,07 ^c
<i>GMQ</i> (g/j)	0,068 ± 0,038 ^a	0,054 ± 0,030 ^b	0,049 ± 0,033 ^b	0,036 ± 0,045 ^b

^{abc} les valeurs moyennes sur la même ligne qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes (SNK, p<0,05)

Taux de croissance spécifique (TCS), gain moyen quotidien (GMQ)

3.4.2 Discussion

Après avoir trouvé le milieu convenable pour la croissance des têtards de grenouille et ensuite produire des têtards de l'espèce à élever dans les travaux antérieures, il fallait alors déterminer les densités recommandées des têtards et des juvéniles pour les bassins bétonnés. Pour cette étude, les valeurs moyennes du pH (07,99 - 08,15) observées au cours de l'expérimentation se situent dans la gamme (06,5 - 09) recommandée par MDDELCC (2014). On observe le pH le plus élevé à tendance basique dans les bassins à forte densité (1,19 têtards / l). Cette basicité serait due à l'accumulation plus importante des produits du métabolisme issu de leur alimentation. Quant à la température moyenne de l'eau, elle est bonne pour la croissance de *H occipitalis* comme indiqué par Lamotte (1977) et Carmona *et al.* (1997). Pour le premier auteur, une température élevée accélère le métabolisme des têtards et pour le second auteur, les grenouilles ont besoin que la température de l'eau soit supérieure à 26 °C. Ainsi, les conditions de vie des têtards dans les bassins bétonnés sont favorables selon Summerfelt (2000). Il affirme que la croissance des espèces aquatiques est influencée négativement lorsque les caractéristiques physico-chimiques ne se situent pas dans les normes recommandées. Pour l'expérimentation sur les juvéniles, le pH et la température de l'eau ont variés respectivement en moyenne de 08,37 ± 0,10 à 08,82 ± 0,09 et de 27,28 ± 0,20 à 28,01 ± 0,26 °C. Ces valeurs sont proches de celles du test de densité des têtards, donc favorables à la vie aquatique.

Concernant le taux de survie, il varie en moyenne entre 41,51 ± 02,54 et 78,21 ± 02,67 % et diminue avec l'augmentation de la densité de mise en charge. Cela est confirmé par plusieurs auteurs (Wilbur, 1977; Hota & Dash, 1981). Pour ces auteurs la densité de mise en charge a des effets sur les têtards de grenouille. Les taux de survie ainsi que les poids et taille les plus

élevés ont été obtenus dans les bassins de faibles densité (0,29 têtards / l). Ces résultats pourraient être attribués à plusieurs facteurs qui sont : l'espace, les conditions environnementales favorables, la réduction de compétition pour la nourriture et du cannibalisme tout au long de la période d'essai. Cette assertion est en accord avec les résultats obtenus par El-Sherif & El-Feky (2009). Ils indiquent que les taux de survie élevés sont liés à des conditions écologiques favorables telles que la température, le pH et l'oxygène dissous ainsi que l'absence du cannibalisme. Les raisons des faibles TS sont inversement proportionnelles à celles des TS élevés. Ces résultats sont conformes à ceux de Godomé *et al.* (2018) qui a obtenu un taux de survie des têtards de *H. occipitalis* $86,33 \pm 03,33$ % pour sa densité faible et de $30,38 \pm 01,73$ % pour sa densité élevée dans des milieux contrôlés en plastique. Des résultats similaires ont été enregistrés avec les têtards de *Litoria aurea* (Browne *et al.*, 2003), de *Pelophylax saharicus* (Meher *et al.*, 2014) et de *Rana catesbeiana* (Munguia-Fragozo *et al.*, 2015). Les résultats pour les densités intermédiaires avec des taux de survie moyens (63,88 – 66,86 %) et des poids corporels moyens finaux (01,24 - 01,25 g) pourraient s'expliquer par le fait que ces deux densités offrent presque les mêmes avantages en terme de confort du milieu de vie. Mais le nombre le plus élevé d'individus de ces densités impacte négativement leurs taux de survie. Cela est corroboré par Ouattara (2004), qui soutient que la diminution du TS avec l'augmentation de la densité pourrait être liée à une agressivité croissante. Par ailleurs, plusieurs études indiquent que la croissance des têtards est négativement liée à l'intensité de la compétition intraspécifique produite dans les milieux de fortes densités (Wilbur & Collins, 1973 ; Crump, 1981 ; Semlitsch & Caldwell, 1982 ; Berven & Chandra, 1988 ; Tejedo & Reques, 1992). La densité de 0,89 têtards / l est la densité optimale de survie pour la croissance des têtards dans le milieu d'élevage. En effet, cette densité permet d'avoir un taux de survie de $63,88 \pm 01,74$ % et des têtards de poids corporel $01,24 \pm 0,027$ g, 46 jours après éclosion. Il est important de noter que pour cette densité le poids corporel moyen des têtards est supérieur ($01,19 \pm 0,025$ g) à celui obtenu par Godomé *et al.* (2018) pour sa densité la plus faible ($0,95 \pm 0,03$ g) durant 31 jours. Cela pourrait s'expliquer par la différence de milieu d'expérimentation (contrôlé et semi-contrôlé). Le poids corporel et la taille des têtards ont triplés pendant les trois premières semaines de l'essai avant de chuter, avec la densité faible au dessus. Ce triplement permettrait aux têtards de gagner suffisamment de poids corporel afin de se métamorphoser. Ainsi, après ce gain important de poids corporel on observe une chute de poids corporel assez importante sur deux semaines pour les trois densités les plus élevées et sur une semaine pour la densité faible. Ces chutes de poids corporel correspondraient à la période de métamorphose, qui est beaucoup plus courte

pour la densité de 0,29 têtards / l. Ces résultats corroborent les affirmations de Wilbur & Collins (1973). Selon ces auteurs, les têtards élevés à de faibles densités de mise en charge sont capables de dépasser la taille corporelle minimale pour initier la métamorphose et de maximiser leur taille à la métamorphose. Cependant, une inversion de la taille moyenne en fin de métamorphose (28^{ème} jour) a été constatée, avec la densité faible en dessous et forte au dessus. Ces résultats pourraient être dus au fait que les têtards de la densité faible (poids importants) auraient pratiquement tous achevés leurs métamorphoses avec une perte de la queue donc de la taille. Alors que pour les têtards de densité élevée c'est l'inverse. Cette évolution particulière est corroborée par Kohou (2021), selon cet auteur, la longueur de la queue des têtards durant les trois premiers stades a une phase de croissance ensuite subit une régression.

L'étude de la densité de mise en charge des juvéniles ou grenouillettes de *Hoplobatrachus occipitalis* a permis d'obtenir des taux de survie oscillant entre $92,25 \pm 02,70$ et $61,23 \pm 02,15$ %. Les juvéniles de la densité faible (30 individus / m³) ont eu un taux de survie ($92,25 \pm 2,70$ %) ainsi que les poids et les tailles moyennes (04,15 g et 32,11 mm) les plus élevés. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que plus l'espace du milieu d'élevage est grand, plus la croissance des grenouillettes est rapide (Lutz & Avery, 1999). Alors que des TS faibles ont été observés au niveau des deux densités élevées, avec une légère prépondérance de la densité de 120 individus / m³ ($64,52 \pm 03,42$ %). Cette diminution des TS pourrait s'expliquer par la faible disponibilité d'aliment et de l'espace dans les structures d'élevage. De même, la faible croissance observée pour les fortes densités de mise en charge pourraient être due au stress des grenouillettes induit par les comportements agressifs entre les individus (Bjoernsson, 1994 ; Nwipie *et al.*, 2015). La densité 90 individus / m³ permet d'avoir un bon taux de survie de $61,23 \pm 02,10$ % et un poids corporel moyen des juvéniles ($03,30 \pm 0,18$ g) proche de celui de 60 individus / m³ ($03,53 \pm 0,17$ g) et largement supérieur à celui de 120 individus / m³ ($02,26 \pm 0,20$ g). Ainsi, cette densité peut être considérée comme la densité optimale de mise en charge des juvéniles dans le milieu semi-contrôlé des bassins bétonnés. La densité optimale enregistrée dans notre étude est proche de celle de Godomé (2020) avec 80 individus / m³ et de Martínez *et al.* (2004) avec 100 individus / m³ respectivement chez les grenouillettes de *H. occipitalis* et de *Rana perezi*. Par contre, le poids corporel optimal des grenouillettes de cette étude ($03,30 \pm 0,18$ g) est supérieur à celui enregistrés par des juvéniles de Godomé (2020) ($01,75 \pm 0,17$ g) pour la même durée d'essai de 42 jours. L'évolution du poids corporel et de la taille moyenne des juvéniles est progressif et inversement

proportionnels à la densité de mise en charge. Cette évolution serait due à la croissance continue des juvéniles en fonction de leur condition de vie.

3.4.3 Conclusion partielle

Au terme de l'étude des densités de mise en charge obtenus dans les bassins bétonnés de 03 m³, nous avons obtenus sont satisfaisant. Concernant le test de densité des têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*, la meilleure densité est de 0,89 têtards / l. Elle a un taux de survie moyen de 63,83 % et un poids corporel moyen et une taille moyenne de 01,24 g et de 23,09 mm au bout de 46 jours. Par ailleurs, pour les juvéniles, la densité de 90 individus / m³ donne les meilleures performances (taux de survie de 61,23 %, un poids corporel moyen de 03,30 g et une taille moyenne de 31,01 mm) au bout de 88 jours. L'évolution morphologique des têtards se fait en deux phases séparées par la métamorphose alors que celle des juvéniles est continue. Des essais de densité des adultes de *H. occipitalis* nés en milieu semi- contrôlé serait souhaitable afin de boucler le cycle pour une ranaculture moderne et optimale.

CONCLUSION

Ce travail a porté sur les bases de l'élevage de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* en milieu d'élevage. Afin de justifier les différentes expérimentations sur l'élevage, une enquête a été menée sur l'état des lieux de la consommation et de la disponibilité de cette grenouille dans la ville de Daloa. Les résultats de cette enquête ont montré que la consommation de la grenouille est un secteur développé qui touche pratiquement toutes les ethnies et les couches de la société. Ainsi, 15 ethnies parmi les plus importantes et représentatives de la Côte d'Ivoire consomment la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* avec les Yacouba en tête (24,00 %). Aussi l'enquête a permis de savoir que la chair de cette grenouille est très appréciée à 57 % des enquêtés et qu'elle est consommée sous différentes formes (fumée, soupe, grillée). Les techniques de prélèvement les plus utilisées sont la pêche avec haméçon à 32,40 % et la chasse avec flèche à 36 %. L'étude a aussi montré une pression anthropique importante sur les grenouilles de cette espèce surtout dans les bas fonds et cela tant en ville (74,60 %) qu'en périphérie (62,63 %).

Fort de ces résultats encourageants, des essais portant sur l'adaptabilité des adultes sauvages de *H. occipitalis* en condition d'élevage ont été menés. Cela a permis de se rendre compte que le milieu et la densité recommandée des adultes sauvages pour la ranaculture est très difficile à trouver compte tenu de la nature et du mode de vie très complexe des grenouilles et particulièrement de l'espèce étudié. Malgré ces difficultés, l'essai de l'effet de la densité de mise en charge sur le taux de survie a permis de montrer que la densité de 05 individus / m³ des bassins bétonnés de 03 m³ et la densité de 01,1 individus / m³ des enclos installés en étang ont facilité la survie des grenouilles adultes *Hoplobatrachus occipitalis* sur 02 mois, avec des taux de survie variant de 73,33 à 86,67 %. Les résultats physico chimiques de ces habitats ont montré un pH (06,4 à 09,2), une conductivité (110 à 318 µS / cm), une température de l'eau (29 à 30 °C) favorables dans les bassins bétonnés de 03 m³ et les enclos en filet moustiquaire par rapport aux bassins bétonnés de 01,8 m³. Quant à l'essai de l'effet de structure, il a permis certe de consolider les acquis du premier essai en terme de taux de survie qui sont élevés mais a montré qu'un trop grand nombre d'individus ensemble entraine une baisse des taux de survie.

Avec ces acquis en termes d'habitats de la ranaculture, des essais de reproduction spontanée et induite ont été réalisés en étang et en bassins bétonnés. Il ressort de ces résultats que les deux formes de reproduction ont permis d'obtenir des pontes dans les deux milieux pour la reproduction induite et uniquement en étang pour la reproduction spontanée. Aussi, la reproduction induite a permis d'obtenir 5891 têtards en bassins bétonnés et 5351 têtards en enclos en étang. Alors que seulement 902 têtards ont été obtenus en étang pour la

reproduction spontanée. Cette étude a aussi permis de proposer des doses plus faibles de l'hormone ovaprim pour stimuler l'accouplement et la ponte chez cette espèce. Parmi ces dosages, les plus prometteurs ont été celui de 0,004 ml / g pour les femelles et celui de 0,003 ml / g pour les mâles en étang comme en bassins bétonnés.

Une étude a été menée pour déterminer la maturité sexuelle des reproducteurs de *Hoplobatrachus occipitalis* mâles et femelles enregistrés en milieu d'élevage à partir de coupes histologiques et de rapport gonado-somatiques (RGS). Les résultats de cette étude ont montré une maturité sexuelle absolue des mâles et des femelles à 10,5 mois d'âge pour une taille moyenne de $92,5 \pm 0,5$ mm pour les femelles et $85,0 \pm 4,05$ mm pour les mâles. A ce stade les RGS moyens des femelles est de $11,58 \pm 2,32$ % et celui des mâles est de $0,54 \pm 0,02$ %. Enfin les derniers essais ont porté sur les tests de densité en milieu semi-contrôlé. Concernant celui des têtards de *H. occipitalis*, la densité de mise en charge recommandée pour une bonne performance et une bonne croissance est de 0,89 têtards / l alors que celle des juvéniles est de 90 individus / m³.

Les différents résultats de cette étude ont permis de mettre en place les fondements de l'élevage de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* en milieu d'élevage. Mais d'autres études doivent être entreprises pour la prise en compte de l'oxygène dissous afin de parfaire ces milieux pour le bien-être des grenouilles en captivité. Concernant la reproduction, des études supplémentaires sont souhaitables sur la maturité sexuelle des géniteurs de *H. occipitalis* à la deuxième et à la troisième génération en milieu semi-contrôlé. Aussi, des essais de densité des adultes de *H. occipitalis* nés en milieu semi-contrôlé serait souhaitable afin de boucler le cycle de densités recommandées. Enfin, il est important que des études soient menées sur la pathologie des têtards, des juvéniles et des adultes en milieu semi-contrôlé pour une ranaculture moderne et optimale et donc la préservation du stock naturelle de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*.

RÉFÉRENCES

- Akedrin T. N., Akotto O. F., Coulibaly K., Coulibaly S. & Ake S. (2020). Monographie des légumineuses subligneuses utilisées pour la biofertilisation des sols dans les jachères améliorées dans la localité de Daloa (Côte d'Ivoire). *Journal of animal & plant sciences*, 7771-7782.
- Alla D.A. (1991). Dynamisme de l'espace péri-urbain de Daloa (Côte d'Ivoire), Etude géographique. Thèse de Doctorat, Faculté des lettres des arts et sciences humaines, Institut de Géographie Tropicale, Université Felix Houphouet-Boigny (Côte d'Ivoire), 318p.
- Alfredo S. (1996). Amphibians of Northwest Africa, 45p. citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455, consulté le 04/08/2017.
- Aliko N. G., Assemian N. E., Boussou K. C., Keita G. & Konan K. F. (2018). Habitat-Based breeding strategies of female *Hoplobatrachus occipitalis* (Anura: Dicroglossidae) from Daloa Department, Midwest of Côte d'Ivoire. *International Journal of Research Studies in Zoology*, 4(3) : 28-36.
- Alin M. & Jean C. (2019). Amphibiens et dispositifs de franchissement des infrastructures de transport terrestre. *Cerema, collection / connaissances*, 58p.
- Angel F. (1947). Vie et mœurs des amphibiens. Paris Ed, Pavot, 303p.
- Anonyme 1 (2010). <https://www.francebleu.fr/infos/societe/un-elevage-industriel-de-grenouilles-unique-en-france>, Consulté le 08/10/2021.
- Anonyme 2 (2020). Améliorer la qualité de l'eau d'un étang. http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709f/x6709f02.htm#top. Consulté le 25/12/2020.
- Assemian N.E., Kouamé N.G., Tohé B., Gourène G. & Rödel M.O.(2006). The anurans of the Banco National Park, Côte d'Ivoire, a threatened West African rainforest. *Salamandra*, 42(1) : 41-51.
- Assemian N.E. (2009). Systématique, diversité et dynamique spatio-temporelle du peuplement d'amphibiens d'une aire protégée Ouest africaine (Parc National Banco). Thèse de doctorat, UFR des sciences et gestion de l'environnement, Université Nangui Abrogoua d'Abidjan (Côte d'Ivoire), 183p.
- Assemian N.E., Kouamé N.G., Tohé B. & Gourène G. (2015a). Anuran communities as indicators of habitat types of a West African rainforest. *International Journal of Multidisciplinary Academic Research*, 3(3) : 28-38.

- Assemian N.E., Kouamé N.G., Tohé B., Gourène G. & Rödel M.O. (2015b). Spatial Distribution Patterns of an Amphibian Community in a Threatened West Africa Rainforest (Ivory Coast). *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(4) : 316-324.
- Assi kaudjhis J. P. (2005). Étude géographique de raqiiaculture en Afrique subsaharienne : Exemple de la Côte d’Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles (Belgique), 369 p.
- Adams, M. J., 1999. Correlated factors in amphibian declines: exotic species and habitat change in western Washington. *J. Wildl. Manage*, 63 : 1162-1171.
- Assi kaudjhis J. P. (2011). « Etude Socio-géographique des systèmes d’entraide paysans dans le secteur piscicole Ivoirien : cas de la région du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d’Ivoire) ». *Revue de Géographie Tropicale et d’Environnement*, Editions Universitaires de Côte d’Ivoire, Abidjan, 4 : 11-21.
- Bailey L.L., Simons T.R. & Pollock K.H. (2004). Spatial and temporal variation in detection probability of Plethodon salamanders using the robust capture-recapture design. *Journal of wildlife management*, 68 : 14-24.
- Barbault R. (1984). Stratégie de reproduction et démographie de quelques amphibiens anoures tropicaux. *Oikos*, 43 : 77-87.
- Barnett S.L., Cover J.F. & Wright K.M. (2001). Amphibian husbandry and housing. *In: Amphibian Medicine and Captive Husbandry*, Malabar FL : Krieger Publishing Company : 35-61.
- Benito-Espinal E. (1997). La classe des batraciens, *In* : «Flore, Faune, Monde marin». Eds. Caraïbes. *Faune*, 2 : 151-159.
- Berven K.A. & Chandra B.G. (1988). The relationship among egg size, density and food level on larval development in the wood frog (*Rana sylvatica*). *Oecologia*, 75 : 67-72.
- Bjoernsson B. (1994). Effect of stocking density on growth and survival of halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) reared in large circular tanks for three years. *Aquaculture*, 123 : 259-271.
- Blaustein A.R., Wake D.B. & Sousa W.P. (1994). Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, 8 : 60-71.

- Blaustein A.R. & Wake D.B. (1990). Declining amphibian populations: a global phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution*, 5 : 203-204.
- Brosset F. (1989). *Bufo bufo* : Etude de ses venins et de leurs emplois en mathématique ; Th. D. Pharm. Lyon, (France), 81p.
- Brou Y.T. (2010). Variabilité climatique, déforestation et dynamique agrodémographique en Côte d'Ivoire. *Sécheresse*, 21 (1) : 1-6.
- Browne K.R., Pomeroy M., & Hamer A.J. (2003). High density effects on the growth, development and survival of *Litoria aurea* tadpoles. *Aquaculture*, 215 : 109-121.
- Browne K.R., Li H., Seratt J. & Kouba A. (2006a). Progesteron improves the number and quality of hormone induced Fowler toad (*Bufo fowleri*) oocytes. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 4(3) : 1-7.
- Burton R.V. (1972). Cross-sex Identity in Barbados. *Developmental Psychology*, 6 : 365-374.
- Bury R.B. & Whelan J.A. (1984). Ecology and management of the bullfrog. USFWS Resource Pub, 155 : 1-23.
- Byrne P.G. & Roberts J.D. (2004). Intrasexual selection and group spawning in quacking frogs (*Crinia georgiana*). *Behavioral Ecology*, 15(5) : 872-882.
- Cadot E., Fournet F., N'Guessan N. & Salem G. (1997). Des « bas-fond » dans la ville, l'impact sanitaire des aménagements agricoles à Daloa (Côte d'Ivoire) : 7-14.
- Carmona C., Olvera M.A., Flores-Navay V. & Ontiveros, A. (1997). La nutrición de la rana y su importancia en ranicultura. In Mem. II Technofrog . International Meeting on Frog Research and Technology. Brésil : 97p.
- Castell J.D. & Tiews K. (1980). Rapport du groupe de travail de la CECPI, de l'UISN et du CIEM sur la normalisation de la méthodologie dans la recherche sur la nutrition des poissons. *Document Technologiques CECPI*, 24p.
- Cavicchia J.C. & Moviglia G.A. (1983). The blood testis barrier in the toad (*Bufo arenarum*): A freeze-fracture and lanthanum tracer study. *The Anatomical Record*, 205(4) : 387-396.
- CCPA (2004). Recommandation du conseil canadien de protection des animaux (ccpa) spécifiques aux espèces : les amphibiens et les reptiles, 31p.
- CSTC (2007). Informatique et construction : partenaires pour réussir. Centre Scientifique et Technique de la Construction. Belgique, 16p.
- Channing A. (2001). Amphibian of Central and Southern Africa. Cornell University press, Ithaca, NY, 415p.

-
- Chen L.C. (1990). Aquaculture in Taiwan. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 273p.
- Collins J.P. & Storfer A. (2003). Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9 : 89-98.
- Cooke A.S. (1979). The influence of rearing density on the subsequent response to DDT dosing of tadpoles of the frog *Rana temporaria*. *Bulletin of Environmental Contamination*, 21 : 837-841.
- Cooke A.S. (1981). Tadpoles as indicators of harmful levels of pollution in the field. *Environmental Pollution Serie A*, 25 : 123-133.
- Crump M.L. (1981). Energy accumulation and amphibian metamorphosis. *Oecologia*, 49 : 167-169.
- Deborah A. & Mc Williams (2008). Nutrition Recommendation for some Captive Amphibian Species (Anura and Caudata), 34p.
- Delince, G. (1992). The Ecology of the Fish Pond Ecosystem. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 230p.
- Dirk S. (2008). Venue d'Europe de l'Est, la « *Rana ridibunda* » plus forte et plus féconde que les batraciens autochtones, déstabilise l'écosystème. *Revue comptes rendus-Biologies*.21p.
- Duguet R. & Melki F. (2003). Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg, éditions Biotope, ACEMAV collection, 480 p.
- EAZA (2008). European association of zoos and aquaria (eaza). Les animaux les plus menaces au monde. Zoo des sables d'olonne. Les amphibiens, 21p.
- El-Sherif M.S. & El-Feky A.M.I. (2009). Performance of Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. I. Effect of pH. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11 : 297-300.
- Eric M. & Nora Z. (2006). Qualité de l'eau et succès de la reproduction des amphibiens. Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de suisse, 28p.
- Frost D.R.T. (1985). Amphibians Species of the World Lawrence, Kansas (U.S.A.): *Association of Systematics Collections and Allen Press*, 1987 (3) : 830-833.
- Frost D.R., Grant T. & Faivovich J. (2006). The amphibian tree of life. *bulletin of the American museum of natural history*, 297 : 1-370.

- Frost, D. R. (2008). Amphibian species of the World. An online Reference version 5.2. (july, 2008). Electronic database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New-York (USA).
- Frost D. R. (2013). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). Electronic Database. American Museum of Natural History, New York, USA. Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Godome T., Tossavi C.E., Djissou A., Zounon Y., Ouattara N.I. & Fiogbe E.D. (2018). Effect of Stocking Density on the Survival and Growth of *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) (Amphibia: Dicroglossidae) of Tadpoles Reared in Ponds from Benin. *International Journal of Aquaculture*, 8(18) : 137-144.
- Godome T., Sintondji W., Azon M.T.C., Tossavi C.E., Ouattara N.I. & Fiogbe E.D. (2020). Artificial Reproduction and Embryogeny of the Tiger Frog *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858). *Proceedings of the Zoological Society*. <https://doi.org/10.1007/s12595-020-00341-7>, 11p
- Godomé T. (2020). Détermination des bases scientifiques et zootechniques pour l'élevage en milieu contrôlé de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny Abidjan, (Côte d'Ivoire), 172p.
- Gonwouo, L. N., Rödel M. O. (2008). The importance of frogs to the livelihood of the Bakossi people around Mount Manengouba, Cameroon, with special consideration of the Hairy Frog, *Trichobatrachus robustus*. *Salamandra*, 44: 23-34.
- Goodman L. A. (1961). Snowball sampling. *Annals of Mathematical Statistics*, 20 : 572-579.
- Graf, J. D. & Polls P.M. (1989). Evolutionary genetics of the *Rana esculenta* complex. *Evolution and Ecology of Unisexual Vertebrates*, *New York State Museum Bulletin*, (USA), 466 : 289-302.
- Green D.M. (1997). Amphibians in decline. Canadian studies of a global problem. *Herpetological Conservation*, (Canada), 338 p.
- Griffiths R. & Beebe T. (1992). Decline and fall of the amphibians. *New Scientist*, 1827 : 25-29.
- Groga N., Akedrin T. N., Komé K., Thiegba K., Akaffou D. S. & Ouattara A. (2017). Distribution spatio-saisonnière des cyanobactéries le long du cours d'eaux, la loba Haut sassandra (Daloa, Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 35 (4), 288-299.
- Grushwitz M.S., Moormann S., Kromer G., Gietrich H., Boeck G, Gershwin M.E., Boyd R. & Wick G. (1991). Phenotypic analysis of skin infiltrates in comparison with

- peripheral blood lymphocytes, spleen cell and thymocytes in early avian scleroderma. *Journal of Autoimmunity*, 4 : 577-593.
- Günther R. (1997). *Rana esculenta* In : *Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe*. Societas Europaea Herpetologica, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (IEGB, SPN), Paris, F : 494p
- Guy B., Claude L. & Philipe V. (1993). Le traitement et le rejet d'effluents municipaux en fonction des éléments et des milieux récepteurs. Rapport Communautaire International Protection. Eaux Léman contre pollution, Campagne, 267-282.
- Hade A. (2002). Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger. *Éditions Fides*, 360 p.
- Hall R.J. & Kolbe E. (1980). Bioconcentration of organophosphorus pesticides to hazardous levels by amphibians. *Journal Toxicol, and Environment Health*, 6 : 853-860
- Hardouin J. (1991). A bull-frog rearing enterprise in the Philippines. (Un élevage de grenouilles-tareaux aux Philippines.) *Tropicultura*, 9(1) : 34-36.
- Hardouin J. (1994). Le commerce international des cuisses de grenouilles dans la CEE de 1988 à 1992. *Bulletin de Recherche Agronomique*. Gembloux, 29 : 217-245.
- Hardouin J. (1997). Elevages commercial de grenouilles en Malaisie. Notes techniques. *Tropicultura*, 15(4) : 209-213.
- Hardouin J. (2000). Guide technique d'élevage n°3 sur les grenouilles [Online]. Bureau pour l'échange et la distribution de l'information sur le mini-élevage (B.E.D.I.M.), éd. J.Hardouin, BEDIM, 8p. [28/02/2006] <URL : www.bib.fsagx.ac.be/bedim/production/guide/pdf/3.pdf> , consulté le 13/12/2015.
- Harwell, H. W. & Olivier, L. M., (1998). Stream amphibians as indicators of ecosystem stress : a case study from California's Redwoods. Thèse unique en Sciences et Gestion de l'Environnement. Université d'Abobo-Adjamé. *Ecological Applications*, 8 (4) : 1118-1132.
- Heyer W.R., Donnelly M.A., Mc Diamid R.W., Hayek L.A. C. & Foster M.S. (1994). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Washington, Smithsonian Institution Press, 384p.
- Hillers A., Veith M. & Rödel M.O. (2008). Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf-litter frogs. *Conservation Biology*, 22(3) : 762-772.
- Holsbeek G., Mergeay J., Hotz H., Plötner J., Volckaert F. A. M. & Meester L. D. E. (2008). « A cryptic invasion within an invasion and widespread introgression in the

- European water frog complex: consequences of uncontrolled commercial trade and weak international legislation », *Molecular Ecology*, 17 : 5023–5035.
- Hoque B. & Saidapur S. (1994). Dynamics of Oogenesis in the Tropical Anuran *Rana tigrina* (Amphibia: Ranidae) with Special Reference to Vitellogenic Cycles in Wild-Caught and Captive Frogs. *Journal of Biosciences*, 19 : 339-352.
- Hota A.K. & Dash M.C. (1981). Growth and metamorphosis of *Rana tigrina* larvae: effects of food level and larval density. *Oikos*, 37 : 349-352.
- Hughes B. (1988). Herpetology in Ghana, West Africa. *British Herpetological Society Bulletin*, 25: 29-3.
- Iturriaga, M., Rodríguez-Gómez, Y., & Sanz-Ochotorena, A. (2012). Structural and ultrastructural description of the gonads of *Eleutherodactylus planirostris* (Anura: *Eleutherodactylidae*). *Herpetology Notes*, 5 : 281-290.
- Jean-Christophe V., Craig H. T. & Simon N. S. (2008). La vie sauvage dans un monde en mutation. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées, analyse de la liste. 194p.
- Jennings M.R. & Hayes M.P. (1985). Pre- 1900 Overharvest of California Red-Legged Frogs (*Rana aurora draytonii*): The Inducement for Bullfrog (*Rana catesbeiana*) Introduction. *Herpetologica*, 41 : 94-103.
- Jensen, J. B. & Camp C. D. (2003). Human exploitation of amphibians: direct and indirect impacts In Semlitsch, R. D. (Ed.), *Amphibian conservation Washington (USA)*, Smithsonian Books, 199-213.
- Jittipan C., Aungkura J., Prapee S. & Prasert S. (2000). Structure and Development of the Testis of Bullfrog, *Rana catesbeiana*, and their changes during seasonal variation. Research article. *Science Asia*, 26 : 69-80.
- Jorgensen C.B. (1992). Growth and reproduction. In: Feder ME, Burggren WW, editors. Environmental physiology of the amphibians. *Chicago and London: University of Chicago Press*, 439-466.
- Kinnear P. & Gray. C. (2005). SPSS facile appliqué à la psychologie et aux sciences sociales ; maîtriser le traitement de données. De Boeck, 432p.
- Kobja (2013). <https://leather fashion design.fr/kobja-peaux-crapauds-cuir-precieux/>, consulté le 15/10/2021.
- Kohou A. L. (2021). Reproduction de deux espèces d'amphibiens comestibles *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) et *Ptychadena mascarensis* (Boulanger,

- 1917) et développement larvaire en milieu contrôlé et naturelle. Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua d' Abidjan (Côte d' ivoire), 199p.
- Konaté Z., Abobi H.D.A., Soko F.D. & Yao-Kouame A. (2018). Effets de la fertilisation des sols à l'aide des déchets ménagers solides compostés dans les décharges sur le rendement et la qualité chimique de la laitue (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(4) : 1611-1625.
- Kouamé N.F. & Zoro Bi I.A. (2010). Nouveau découpage de la zone de forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature*, 7 (2) : 177-194.
- Kouamé N.G., Ofori-Boateng C., Adum G.B., Gourène G. & Rödel M.O. (2015). The anuran fauna of a West African urban area. *Amphibian & Reptile Conservation*, 9(2) : 1-14
- Kouba A.J., Vance C.K. & Willis E.L. (2009). Artificial fertilization for amphibian conservation : current knowledge and future considerations. *Herpetology*, 71 : 214-227.
- Koukougnon W. G. (2020). Résilience des établissements hôteliers de Daloa l'inconstance de la desserte en eau potable (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire). *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, 33-34.
- Kra K.S. & Kanga K.M.J. (2020). « Réponses paysannes à l'étalement urbain en Côte d'Ivoire : cas du village de Bribouo dans le périurbain de Daloa ». *Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical geography* [En ligne], Vol. (7) 2. En ligne le 25 décembre 2020, pp. 29-33. URL: <http://laurentian.ca/cjtg>.
- Kupferberg S.J. (1997). Bullfrog (*Rana catesbeiana*) Invasion of a California River : the role of larval competition. *Ecology*, 78 : 1736-1751.
- Kusrini. M. & Alford R. (2006). Indonesia's exports of frogs' legs. *Traffic Bulletin*, 21: 13-24.
- Lamotte M. & Lescure J. (1977). Tendances adaptatives à l'affranchissement du milieu aquatique chez les amphibiens anoures. *La terre et la vie*, vol. 31.
- Lannoo M. J., Kenneth L., Tim W. & Gary S. P. (1994). An altered amphibian assemblage: Dickinson country Iowa, 70 years after Frank Blanchard's Survey. *The American Midland Naturalist*. Vol. 131, No. 2 (Apr. 1994), pp. 311-319. 9p.
- Laurentides (2013). Suivi complémentaire de la qualité de l'eau. Programment bleu Laurentides, 31p.
- Lavilla E.O., Langone J.A., Caramaschi U., Heyer W.R. & Sá R.O. (2010). "The identification of *Rana ocellata* (Linnaeus, 1758). Nomenclatural impact on the

- species currently known as *Leptodactylus ocellatus* (Leptodactylidae) and *Osteopilus brunneus* (Gosse, 1851) (Hylidae)." *Zootaxa*, 2346 : 1-16.
- Lecointre, G. & Le Guyader, H. (2006). Classification phylogénétique du vivant. 3^{ème} édition Berlin, 560 p
- Lelogeais P. (1956). *De l'extrait parotidien du crapaud commun.* ; Ed Foulon, Paris, 195p.
- Lima S.L. & Agostino C.A. (1992). A tecnologia de Criação de Rãs. Universidad Federal Vicoça (Brasil), 168p.
- Little T, Goldstein O., & Gartz J. (1996). Bufo toads and bufotenine : fact and fiction surrounding an alleged psychedelic. *Journal of Psychoactive Drugs*, 28(3) : 267-90.
- Little T. (1993). Misus and legend in the « toad licking » phenomenon. *International journal of Addiction*, 28(3) : 521-38.
- Loveridge A. (1942). Revision of the Afro-oriental geckos of the genus *Phelsuma*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 89 : 439-482.
- Lyons D.B., Buckner C.H., McLeod B.B. & Sundaram K.M.S. (1976). The effects of fenitrothion, matacil and orthene on frog larvae. Chemical Control Research Institute, Ottawa, Ontario, 86 p.
- Lutz C.G. & Avery J.L. (1999). Bullfrog Culture. *SRAC Publication*, 436. 4 p.
- Marchal-Segault D. (1976). Toxicité de quelques insecticides pour des têtards de *Bufo bufo* (Amphibiens, Anoures). *Bulletin. Ecologique.*, 7, 411-416.
- Marchal-Segault D. & Ramade F. (1981). The effects of Lindane, an insecticide, on hatching and post embryonic development of *Xenopus laevis* (Daudin) Anuran Amphibian. *Environment Research*, 24 : 250-258.
- Mady-Goma D. I., Kimpoudi C., Mikia M., Tsoumou A., Voudibio J. & Pandare D. (2012). Study of an Edible frog of Brazzaville: *Hoplobatrachus occipitalis*, Ranidae (Günther, 1858). *International Research Journal of Biological Sciences*, 1(6) : 10-17.
- Mansour N., Lahnsteiner F. & Patzner R.A. (2011). Collection of gametes from live axolotyl, *Ambystoma mexicanum*, and standardization of in vitro fertilization. *Theriogenology*, 75 : 354-361.
- Martínez I.P., Real M. & Álvarez R.A. (2004). Growth of *Rana perezi* Seoane, 1885 froglets fed on diets with different nutrient compositions. *Aquaculture*, 241 : 387-394.
- Matutte B., Storey K.B., Knoop F.C. & Conlon J.M. (2000). Induction of synthesis of an antimicrobial peptide in the skin of the freeze-tolerant frog, *Rana sylvatica*, in response to environmental stimuli. *FEBS Letters*, 483 : 135-138.

- Mazyambo A. (1981). Inventaire des Ranidae (Amphibia) comestibles de Kisangani. Mémoire Inédit Faculté Science UNIKIS, RD Congo, 36p.
- Meher B., André N., Mouna F.B., Hechmi M. & Lotfi A. (2014). Effects of temperature, density and food quality on larval growth and metamorphosis in the North African green frog *Pelophylax saharicus*. *Journal of Thermal Biology*, 45 : 81-86.
- Mendy A. (2014). Les aménagements hydro-agricoles des vallées de la Néma et de Médina Djikoye comme stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Espoirs et vulnérabilités du socio-hydrosystème. *Ethics économiques*, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 17p.
- MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques), 2014. Critères de qualité de l'eau de surface. 46p. consulté le 12/08/2021.
- MINAGRI. (2010). Annuaire des statistiques agricoles. Direction des statistiques, de la documentation et de l'informatique, Abidjan, 73p.
- Morin R. (2008). « Élevage de la grenouille ». Document d'information DADD-10, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec (Canada), 9p.
- Mohneke M., Onadeko A. B. & Rödel M. O. (2011). Medicinal and dietary uses of amphibians in Burkina Faso. *African Journal of Herpetology*, 60 : 78–83.
- Morand A. & Carsignol J. (2019). Amphibiens et dispositifs de franchissement des infrastructures de transport terrestre. *Cerema Collection : Connaissances*, France, 58p.
- Mushambanyi T.M.B. (2002). Élevage contrôlé des grenouilles au Kivu (République Démocratique du Congo). *Cahiers Agricultures*, 11 : 26-74.
- Munguia-Fragozo P.V., Alatorre-Jacome O., Aguirre-Becerra H., García-Trejo J.F., Soto-Zarazúa G. M. & Rico-García E. (2015). Growth and Metabolic Effects of Stocking Density in Bullfrog Tadpoles (*Rana catesbeiana*) under Greenhouse Conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(4) : 711-718.
- Munyuli Bin M.T. (2002). Controlled frog farming in Kivu (Democratic Republic of Congo). *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, 11: 269-274.
- & Nascimento A.C.C., Fontes W., Sebben A. & Castro M.S. (2003). Antimicrobial peptides from anuran skin secretions. *Protein and Peptide Letters*, 10 : 227-238.
- Negróni G. & Farina L. (1993). Méthodes et techniques, l'élevage de grenouilles. *Cahiers Agricultures*, 2 : 48-55.

- Neveu A. & Régnier V. (1985). Une ressource Halieutique mal connue : les grenouilles. Les problèmes liés à une véritable gestion des stocks. *Bulletins Français pêche pisciculture*, 297: 35-47.
- Neveu A. (2004). La raniculture est-elle une alternative à la récolte ? Etat actuel en France. INRA. *Production Animale*, Institut National de la Recherche Agronomique (France), 17 : 167-175.
- Niamien K. H.J. (2019). Projets piscicoles et dynamique des pratiques paysannes dans le quart sud-ouest ivoirien. Thèse de Doctorat, Université Alassane Ouattara de Bouaké (Côte d'Ivoire), 484 p.
- Noble G.K. (1924). A new Spade foot Toad from the Oligocène of Mongolia with a summary of the evolution of the Pelobatidae. *American Museum Novitates*, 132 : 1-15.
- Nwipie G.N., Erundu E. S. & Zabbey N. (2015). Influence of stocking density on growth and survival of post fry of the African Mud catfish *Clarias gariepinus*. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 6 : 1-16.
- Nzigidahera B. (2006). Note sur *Hoplobatrachus occipitalis*, espèce comestible au Burundi. Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Burundi. *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature*, 1 : 1-14.
- OCDE (2002). Organisation de coopération et de développement économique. Economie locale du peuplement de Daloa. Volume 1 : rapport général, 148p.
- Oliveira C. & Vicentini C.A. (1998). Anatomical description of the *Scinax fuscovarius* fat bodies and testes (Anura, Hylidae). *Biociências*, 6 : 79-88.
- Olvera-Novoa M.A., Ontiveros-Escutia M.V. & Flores-Nava A. (2007). Optimum protein level for growth in juvenile bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Aquaculture*, 266 : 191-199.
- Ouattara N.I. (2004). Etude du potentiel aquacole d'une population du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) isolée dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Liège, (Belgique), 275 p.
- Oza G.M. (1990). Ecological effects of the frog legs trade. *Environmentalist*, 10 : 39-42 ; <https://doi.org/10.1007/BF0223556>.
- Patel, T. (1993). French may eat Indonesia out of frogs. *New Scientist*, 1868, 7p.
- Perret J. L. (1979). Remarques et mise au point sur quelques espèces de *Ptychadena* Amphibia, Ranidae. *Bulletin. Social. Neuchâtel. Science Naturel*, 102: 5-21.

-
- Prapee S., Wattana W., Jittipan C., Maleeya K. & Praset S. (2001). Classification of Developing oocytes, ovarian, Development and Seasonal variation in *Rana tigerina*. *Research article, Science Asia*, 27 : 1-14.
- PRICI. (2016). Cadre de Gestion Environnementale et Sociale (CGES), financement additionnel au projet d'urgence de renaissance des infrastructures. Rapport final. 204 p.
- Poole V.A. & Grow S. (2012). Amphibian Husbandry Resource Guide, Edition 2.0. *Association of Zoos and Aquariums, Silver Spring, MD*. 238p.
- Poynton J.C. & Broadley D.G. (1985). Amphibiens Zambesiaca 2. Ranidae. *Annals of the Natal Museum*, 27 : 115-181.
- Putsatee P. & Veerote D. (1975). Frog farming in Thailand. *Info fish International*, 3(95) : 25-28.
- Richard M. (2008). Elevage de la grenouille. Les publications de la direction de l'innovation et des technologies. Direction de l'aquaculture et du développement durable. Québec (Canada), 8p.
- Rödel M.O. (2000). Herpetofauna of West Africa Vol. I Amphibians of the West African Savanna. Edition Chimaira, 333p.
- Rödel, M. O. & Branch, W. R. (2002). Herpetological survey of Haute Dodo and Cavally forests, western Ivory Coast, Part I : Amphibians. *Salamandra*, 38 (4) : 245-268.
- Rödel, M. O. (2003). The amphibians of Mont Sangbé National Park, Ivory Coast. *Salamandra*, 39 (3/4) : 207-234.
- Rödel M.O. & Ernest R. (2004). Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10 : 1-14.
- Semlitsch R.D. & Caldwell J.P. (1982). Effects of density on growth, metamorphosis, and survivorship in tadpoles of *Scaphiopus holbrooki*. *Ecology*, 63 : 905-911.
- Shapiro S. S., Wilk M. B. & Chen H. J. (1968). A comparative study of various tests of normality. *Journal of the American Statistical Association*, 63: 1343-1372.
- Simbotwe M. P., Mubamba R. (1993). A guide to reptiles, amphibians and fishes of Zambia. *Wildlife Conservation Society of Zambia, Lusaka*, 89 p.
- Smith D.C. (1983). Factors controlling tadpole populations of the Chorus Frog (*Pseudacris triseriata*) on Isle Royale, Michigan, *Ecology*, 64(3) : 501-510.

- Spieler M., Linsenmair K. E. (1998). Migration patterns and diurnal use of shelter in a ranid frog of a West African savannah: a telemetric study. *Amphibia-Reptilia*, 19: 43-64.
- StatSoft (2005). Cours sur l'utilisation des plans d'expériences dans la recherche, le développement et la production. Statoo consulting, Lausanne, (Suisse), 4p.
- Steward K.W. (1984). Manuel sur le soin et l'utilisation des animaux d'expérimentation, volume 2. Les amphibiens. La captivité comme environnement, 26p.
- Stumpel A.H.P. (1992). "Successful reproduction of introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in northwestern Europe: A potential threat to indigenous amphibians." *Biological Conservation*, 60(1) : 61-62.
- Summerfelt R.C. (2000). Water quality considerations for aquaculture. Aquaculture Network Information Centre. <http://aquanics.org>, consulté le 22 Novembre 2015, 8 p.
- Tejedo M. & Reques R. (1992). Effects of egg size and density on metamorphic traits in tadpoles of the natterjack toad (*Bufo catamita*). *Journal of Herpetology*, 26 : 146-152.
- Thierry R.L. (2009). Les méthodes d'enquête qualitatives et quantitatives et de recueil de données. Fiche repère n°3 - Ateliers de l'évaluation Villes au Carré. 4 p.
- Tohé B., Assemian N.E., Kouamé N.G., Gourène G. & Rödel M.O. (2008). Déterminisme des coassements des Anoures de la ferme piscicole du Parc National du Banco (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 5(1) : 71-79.
- Tohé B. (2009). Reproduction et régime alimentaire de trois espèces d'anoures des habitats dégradés du Parc National du Banco (Côte d'Ivoire) : *Ptychadena mascareniensis*, *P. pumilio* et *Hoplobatrachus occipitalis*. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, (Côte d'Ivoire), 132p.
- Tohé B., Kouamé N.G., Assemian N.E., Gourène G. & Rödel M.O. (2014). Dietary Strategies of the Giant Swamp Frog *Hoplobatrachus occipitalis* in Degraded areas of Banco National Park (Ivory Coast), *International Journal of Scientific Research and Reviews*, 3(2) : 34-46.
- Tohé B., Assemian N.E. & Kouamé N.G. (2016). Reproduction of African Tigrine Frog *Hoplobatrachus occipitalis* in Banco National Park (Ivory Coast), *International Journal of Science and Research*, 5(1) : 577-581.
- Tokur B., Gurbuz R.D. & Ozyurt G. (2008). Nutritional composition of frog (*Rana esculanta*) waste meal. *Bioresource Technology*, 99(5) : 1332-1338.

- Tossavi C.E. (2017). Domestication de *Schilbe intermedius* (Siluriformes : Schilbeidae) : transfert, reproduction et besoins nutritionnels. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 195p.
- Touratier L. (1992). Première apparition en France (Région Aquitaine) d'une grenouille géante américaine : *Rana catesbeiana* en voie d'acclimatement. Intérêt zoologique et impact éventuel sur l'environnement. *Bulletin de la Société Vétérinaire Pratique de France*, 76 (4) : 219-228.
- UICN (2021). Red list of threatened species. International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Disponible sur <http://www.iucn.org> Gland, Switzerland, (dernière consultation, août 2021).
- Vande W.J.P. (2004). Forêts d'Afrique Centrale: la Nature et l'Homme. ECOFAC-Lannoo, Tielt, 258p.
- Veith M., Kosuch J., Feltmann R., Martens H. & Seitz A. (2000). A test for correct species declaration of frog legs imports from Indonesia into the European Union. *Biodiversity and Conservation*, 9 : 333-341.
- Verbanis M., Cordier Y., Hardouin J. & Gasogo H. (1993). Observations préliminaires pour un élevage de grenouilles au Burundi. *Tropicultura*, 11(1) : 25-28.
- Verburg P., Kilham S.S., Pringle C.M., Lips K.R., Drake D.L. (2007). A stable isotope study of anetropical stream food web prior to the extirpation of its large amphibian community. *Journal of Tropical Ecology* 23:643–651.
- Vial J.L. & Saylor L. (1993). *The Status of Amphibian Populations: a Compilation and Analysis*, 13p.
- Vidal-Garcia M., Byrne P.G., Roberts J.D. & Keogh J.S. (2014). The role of phylogeny and ecology in shaping morphology in 21 genera and 127 species of Australo-Papuan myobatrachid frogs. *Journal of Evolutionary Biology*, 27: 181-192.
- Viosca P. (1934). Principles of Bullfrog Culture. Southern Biology Supply, New Orleans, 31p.
- Vitt L.J., Caldwell J.P., Wilbur H.M. & Smith D.C. (1990). « Amphibians as harbingers of decay », *Bio Science*, vol. 40, 418p
- Yin M.C. (1993). The ecology of fishes. China Agriculture Press, Beijing, 105-131.
- Wilbur H.M & Collins J.P. (1973). Ecological aspects of amphibian metamorphosis. *Science*, 182 : 1305-1314.

Wilbur H.M. (1977). Interactions of food level and population density in *Rana sylvatica*.
Ecology, 58 : 206-209.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête

FICHE D'ENQUETE SUR LA CONSOMMATION DE GRENOUILLE
HOPLOBATRACHUS OCCIPITALIS

Consignes : Cocher en bleu pour la saison sèche / Cocher en rouge pour la saison pluvieuse

Profil de l'informateur

Nom et prénom : **Ethnie :**

Age : (15-20) (31-40) (51-60)
 (21-30) (41-50) (61-70)

Sexe : Masculin Féminin

Situation familiale : Marié Célibataire Divorcé Veuf (ve)

Niveau d'étude : Analphabète N. primaire N. secondaire N. universitaire

Situation socio économique : Fonctionnaire Salarié privé Chômeurs

Ménagères Cultivateur Elève Restaurateur Déscolarisé

Activité de l'informateur par rapport aux grenouilles

Pêcheur Chasseur Consommateur domestique Consommateurs dans les
restaurants Vendeur aux restaurants Vendeur aux domiciles

Vendeuse sur les marchés Restauratrices occasionnelles Restauratrice spécialisée

REALISER L'INVENTAIRE DES STOCKS SAUVAGES DE LA GRENOUILLE**Lieux de prélèvement**

En ville : Bas fonds Rivière Mare temporaire

En campagne : Bas fonds Rivière Mare temporaire

Quantité prélevée par semaine (Cocher en bleu pour la saison sèche /Cocher en rouge pour la saison pluvieuse)

Quantité chassée: (10 – 30) (31 – 50) (51 – 70) (71 – 100) (101 – 150)

Quantité pêchée : (10 – 30) (31 – 50) (51 – 70) (71 – 100) (101 – 150)

Quantité capturée : (10 – 30) (31 – 50) (51 – 70) (71 – 100) (101 – 150)

Age et sexe des grenouilles prélevés

Age : Juvénile Adulte / *Sexe* : mâle femelle

Nombre de grenouille disponibles en pleine ville (nombre de coassement et la facilité ou difficulté de les avoir)

Bas fond : élevé moyen faible / *Campagne* : élevé moyen faible

Nombre de grenouille disponibles en périphérie (nombre de coassement et la facilité ou difficulté de les avoir)

Bas fond : élevé moyen faible / *Campagne* : élevé moyen faible

DETERMINER L'ETAT DE LA CONSOMMATION DE LA GRENOUILLE**Raisons de la consommation de la grenouille *Hoplobatrachusoccipitalis***

Goût apprécié Goût très apprécié Apprécie pour quantité de chair importante
 Cuisses apprécié Prix abordable raisons culturelle disponibilité

Mode de consommation de la grenouille *Hoplobatrachusoccipitalis*

Fumé grillé kedjenou

Quantité vendue par semaine

Vendeur (se) : (10 – 30) (31 – 50) (51 – 70) (71 – 100) (101 – 150)

Restauratrice : (10 – 30) (31 – 50) (51 – 70) (71 – 100) (101 – 150)

Quantité consommée par semaine

Consommateur (domicile) : (02– 05) (06 – 10) (11 – 15) (16 – 20) (20 – 30)

Consommateur (restaurant) : (02 – 05) (06 – 10) (11 – 15) (16 – 20) (20 – 30)

IDENTIFIEZ LES FORMES DE PRELEVEMENT DES GRENOUILLE**Techniques de collecte des grenouilles**

Pêche : Filet Hameçon

Chasse nocturne : Torche et flèche Torche et machette

Capture : Vider les étangs Utilisation de pièges (boîtes)

Autres :

Impact des techniques sur la grenouille

Pêche (filet) : Saine blessé faiblement blessé gravement

Pêche (hameçon) : Saine blessé faiblement blessé gravement

Chasse (torche et flèche) : Saine blessé faiblement blessé gravement

Chasse (torche et machette) : Saine blessé faiblement blessé gravement

Capture (drainer les étangs) : Saine blessé faiblement blessé gravement

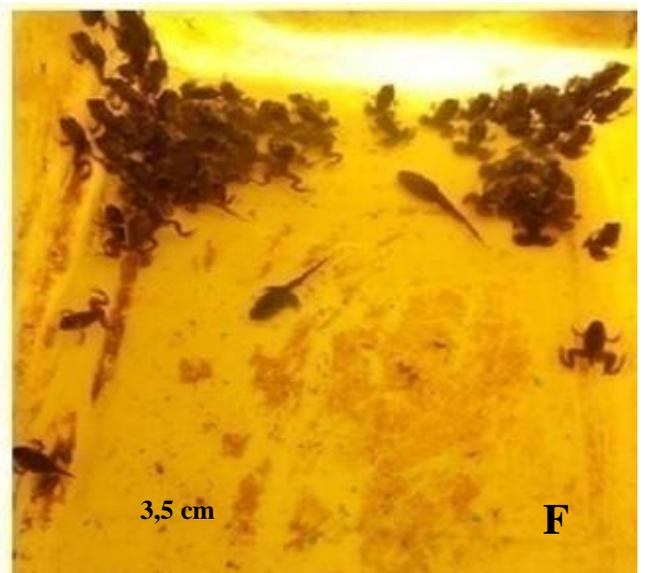
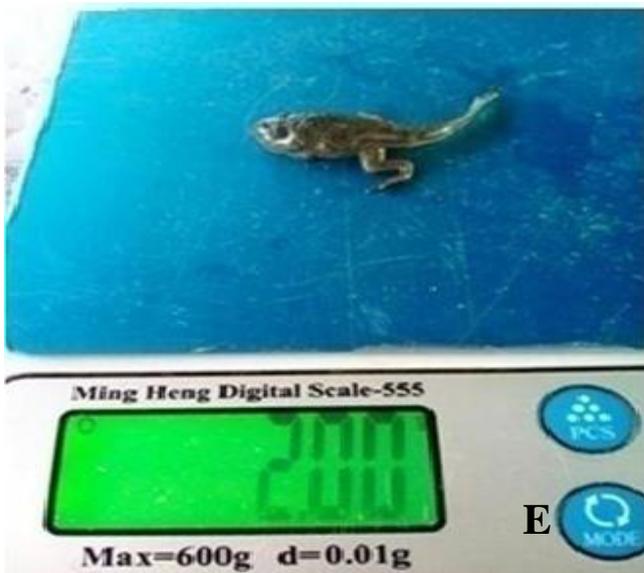
Capture (pièges) : Saine blessé faiblement blessé gravement

Annexe 2 : Différents stades de développement des têtards jusqu'à la fin de la métamorphose
A & B : vue dorsale et ventrale d'un têtard de 4 jours ; C & D : vue dorsale et ventrale d'un têtard de 18 jours ; E & F : Vue dorsale et ventrale d'un têtard de 25 jours. (Retrancher 4 jours pour correspondre à la période de l'expérimentation)



Annexe 3 : Têtards de *Hoplobatrachus occipitalis*

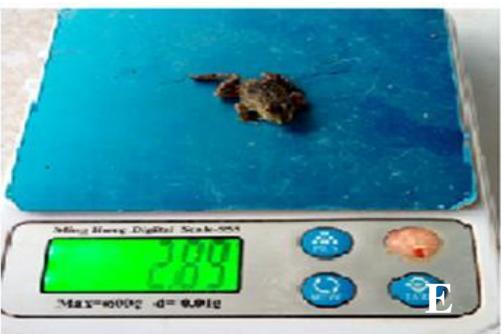
A & B : Vue dorsale et ventrale d'une jeune grenouillette de 32 jours ; C & D : Vue dorsale et ventrale d'une grenouillette de 39 jours ; E : poids d'un têtard de 25 jours ; F : population de juvéniles issue d'un réplica de 150 têtards/504l après 42 jours d'essai. (Retrancher 4 jours pour correspondre à la période de l'expérimentation)



Annexe 4 : Différents stades de développement des grenouillettes*Hoplobatrachus occipitalis* de 46 jours à 88 jours

A & B : poids et taille d'une Grenouillette de 46 jours ; C & D : poids et taille d'une Grenouillette de 53 jours ; E & F : poids et taille d'une Grenouillette de 74 jours ; G & H : poids et taille d'une Grenouillette de 81 jours. (Retrancher 46 jours pour correspondre à la période de l'expérimentation).

A



Annexe 5 : Juveniles de *Hoplobatrachus occipitalis*

A & B, C & D : poids et tailles de Juveniles de 88 jours d'âge et de 42 jours d'essai.



Annexe 6 : Milieu des bassins bétonnés de 3 m³

A : vue d'ensemble ; B : milieu terrestre ; C : milieu aquatique.



PUBLICATIONS ISSUES DE LA THÈSE

1-Keita Gaoussou, Assemian N'guessan Emmanuel and Zadou Zidy Didié Armand, 2022. Status of harvesting, consumption and wild stocks of the edible frog *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) in the city of Daloa (Côte d'Ivoire), *Journal of Entomology and Zoology Studies* ; 10(2) : 190-196.

2-Keita Gaoussou, Assemian N'guessan Emmanuel and Koné Mamadou, 2022. Suitable habitat for rearing the edible frog *Hoplobatrachus occipitalis* in ponds and concrete basins in a West African pre-forest ecosystem (Daloa – Côte d'Ivoire), *International Journal of Zoological and Entomological Letters*; 2(1): 86-95.



E-ISSN: 2320-7078

P-ISSN: 2349-6800

www.entomoljournal.com

JEZS 2022; 10(2): 190-196

© 2022 JEZS

Received: 10-01-2022

Accepted: 13-02-2022

G Keita

Jean Lorougnon Guédé
University (UJLoG), Daloa
P.O.Box 150, Côte d'Ivoire

NE Assemian

Jean Lorougnon Guédé
University (UJLoG), Daloa
P.O.Box 150, Côte d'Ivoire

ZDA Zadou

Jean Lorougnon Guédé
University (UJLoG), Daloa
P.O.Box 150, Côte d'Ivoire

Status of harvesting, consumption and wild stocks of the edible frog *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) in the city of Daloa (Côte d'Ivoire)

G Keita, NE Assemian and ZDA Zadou

Abstract

This study was carried out in order to know the real state of the wild stocks and therefore of the consumption and the means of collection of the most consumed edible frog in Ivory Coast. For this end, a survey was carried out through the snowball technique among all the actors involved in the consumption of this frog. The most common techniques used to harvest the frog *Hoplobatrachus occipitalis* are night hunting with an arrow (36.00%) and fishing with a hook (32.00%). Unfortunately, hunting with machetes is aggressive at 81.81% and with arrows at 60.22%. The respondents found frog meat very popular at 57.00% and like to eat it in soup at 52%. In terms of weekday consumption, 6 to 10 frogs are consumed most often at home and 20 to 30 frogs in restaurants. In lowland areas, wild stocks are considered to be 50-70% lower than in rivers. This study showed that the frog *Hoplobatrachus occipitalis* is consumed a lot in the city of Daloa, and this negatively impacts these wild stocks.

Keywords: Survey, *Hoplobatrachus occipitalis*, collection, consumption, stock

Introduction

Frogs have been consumed by humans for centuries. Today, the international market for frogs is mainly supplied by animals collected from the wild. In Europe, frogs' legs are the main product consumed and are a popular dish ^[1]. Several European countries have gradually integrated frogs into their gastronomy since the 16th century. More recently, the development of the cold chain has led to a sharp increase in its consumption, which now amounts from 8,000 to 10,000 tons of frogs' legs per year in all the countries concerned ^[2]. Most of the frogs consumed are taken from natural stocks. However, these stocks have been declining sharply, particularly since the 1980 ^[3]. In a number of hot countries (Madagascar, Malaysia, Thailand, China etc) frogs are commonly eaten by the local population, sometimes almost whole (after simple removal of the head and entrails). Elsewhere, particularly in sub-Saharan Africa, wild catches are quite common to supply local restaurants. Everywhere there are local species that are edible and consumed. The overexploitation that has prevailed in Europe combined with profound changes in natural habitats with the increased use of chemical fertilisers, weed killers and insecticides have led to a gradual but continuous reduction of local species ^[4, 5]. In Côte d'Ivoire, in recent years the population has started to gradually integrate the frog *Hoplobatrachus occipitalis* in its diet. Indeed, there has been a strong increase in its consumption in many parts of the country, especially in the forest, because of its so-called pleasant taste ^[6, 7]. It is a robust, fast-growing species with adult specimens weighing up to 400g. *Hoplobatrachus occipitalis* is more widespread in Africa ^[8, 9]. This species is most often found in the savannah and forest margins ^[10, 11]. This survey was therefore carried out to address many of the major concerns about the status of the wild population of this frog in Côte d'Ivoire and more particularly in Daloa. The objective of this study was to make an inventory of the means of collection, consumption and wild stocks of the edible frog *Hoplobatrachus occipitalis* in the city of Daloa. This was done in order to have reliable information for the preservation of wild frogs.

Material and methods**Study site and population**

The choice of Daloa as the survey location was based on the criteria of socio-economic importance of this locality.

Corresponding Author:**G Keita**

Jean Lorougnon Guédé
University (UJLoG), Daloa
P.O.Box 150, Côte d'Ivoire

Daloa is the capital of the Haut-Sassandra region and the third largest city in Côte d'Ivoire (figure 1) in terms of population with 266,324 inhabitants in 2014 [12]. The city is located at 141 km from Yamoussoukro, the political capital, and 383 km from Abidjan, the economic capital [13]. The population of the city of Daloa was the study population in all its components, Ivorians and non-Ivorians divided into youth, adults, women and men. With a target population that consisted of all

inhabitants of Daloa with a link to the frog *Hoplobatrachus occipitalis*. The first group was made up of individuals involved in the collection of frogs in the natural environment. These are fishermen and hunters. The second group was made up of those who do this as a trade. These are the sellers (at home, markets, restaurants) and the restaurant owners (occasional or specialised). Consumers at home and in restaurants made up the last group.

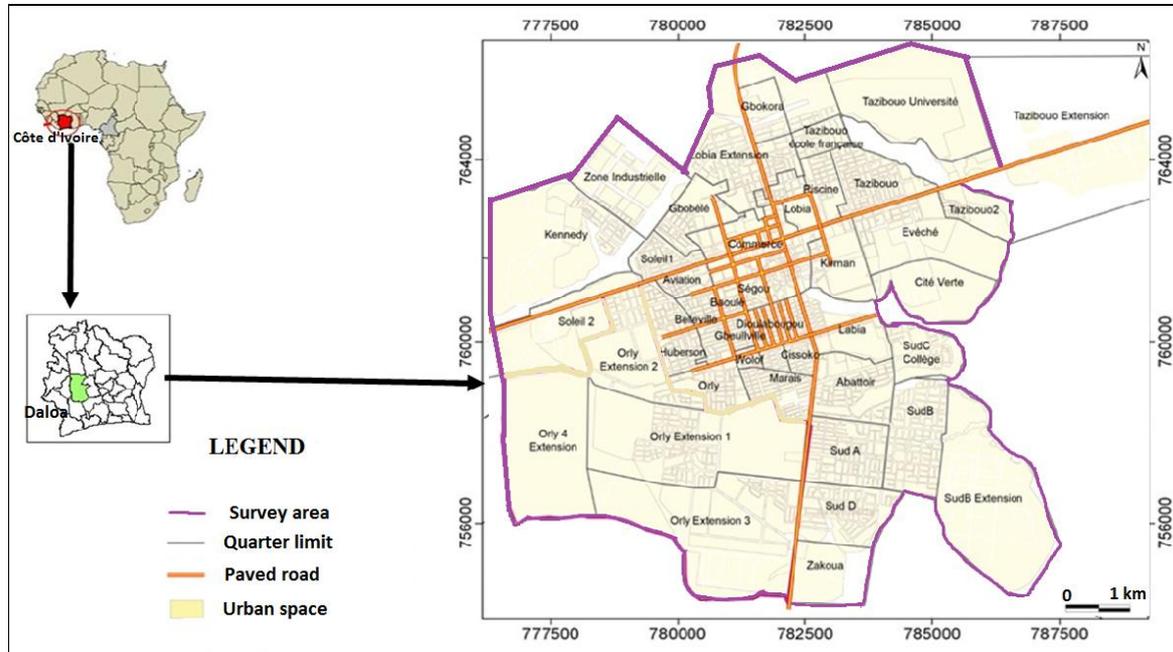


Fig 1: Map of the city of Daloa (source; BNETD/CCT, 2016)

Survey technique applied

The snowball technique was used to mobilise the study sample or observed population. Indeed, snowball sampling [14] is a form of link-tracing sampling design in which individuals in the initial sample are asked to identify acquaintances who are then asked to identify, in turn, acquaintances, and so on for a fixed number of stages or cycles. This technique gave us a study population of 203 inhabitants of Daloa. The majority of the inhabitants were involved in several activities related to frogs, so that 354 people were surveyed, including fishermen, hunters, sellers, restaurant owners and consumers.

Themes to be assessed and development of the questionnaire

The objectives of the survey were to carry out an inventory of wild stocks, to determine the state of consumption and finally to identify the forms of taking of the frog *Hoplobatrachus occipitalis*. The questionnaire was designed according to the key aspects of the three previous objectives

Data summary

After filling in 354 survey forms the information of each respondent was centralized by operational objective in tables. Thus, each theme per objective was filled in quantitatively according to the opinions of the population.

Statistical processing of survey data

The data obtained was translated into bar charts (horizontal and vertical), pie charts, curves and tables. This was done using EXCEL 2016 software.

Results

Forms of sampling

Frog sampling techniques

The most common techniques used to collect the frog *Hoplobatrachus occipitalis* (figure 2) are night hunting with an arrow (figure 3) and fishing with a hook, with 36.00% and 32.40% respectively. The intermediate techniques are fishing with a net, night hunting with a machete and capture by pond drainage with 8.40%, 8.00% and 8.00% respectively. The least used techniques are capture with traps and use of stone-throwers.

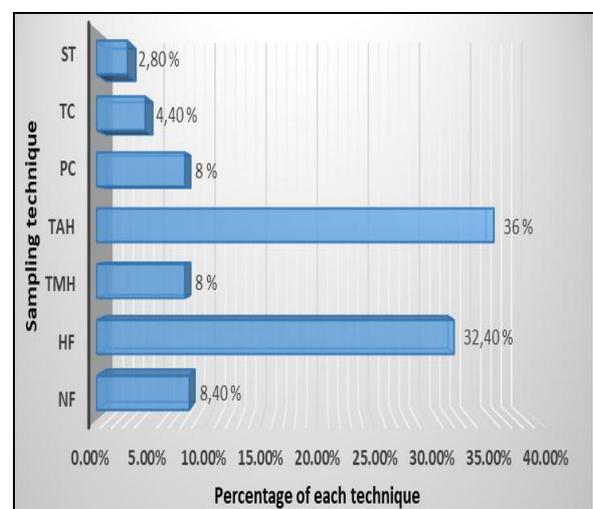


Fig 2: Percentage use of each harvesting technique

ST: stone-throwing; TC: trap capture; PC: pond capture, TAH: torch and arrow hunting, TMH: torch and machete

hunting, HF: hook fishing, NF: net fishing.



Fig 3: Frog collection instruments used by population (torch and arrow)

Impact of harvesting techniques on the frog

The most aggressive techniques that cause the most serious injuries are hunting with machetes (81.81%) and arrows (60.22%) (Table 1). Fishing with hooks and the use of stone-

throwers result in minor injuries at 76.92% and 60.00% respectively. The sampling techniques that preserve the integrity of the frog are the use of traps, pond drainage and net fishing with 70%, 63.15% and 57.89% respectively.

Table 1: Impact rates of different collection techniques for the frog *Hoplobatrachus occipitalis*

Sampling technique	Healthy	Weakly Injured	Seriously Injured
Fishing (net)	57,89%	26,31%	15,78%
Fishing (hooks)	11,53%	76,92%	11,53%
Hunting (torch and machete)	0%	18,18%	81,81%
Hunting (torch and arrow)	0%	39,77%	60,22%
Capture (pond drainage)	63,15%	31,57%	5,26%
Capture (use trap)	70%	20%	10%
Other technique (slingshot)	20%	60%	20%

Consumption

Reasons and mode of consumption

The results of the survey showed that the consumers in the study sample like to consume the frog *Hoplobatrachus occipitalis* because of its highly appreciated taste at 57%

(Figure 4). Next, the frog's legs are appreciated by 20% to a lesser extent the affordability and cultural reasons. Consumers of *Hoplobatrachus occipitalis* like to eat it in kedjenou or soup (52.00%) (Figure 6A), followed by smoked frogs (28.00%) (Figure 6B) and grilled frogs (20.00%).

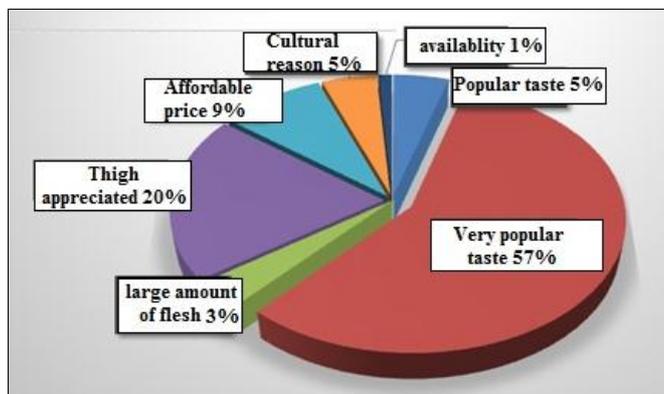


Fig 4: Percentages of different reasons for eating the frog *Hoplobatrachus occipitalis*

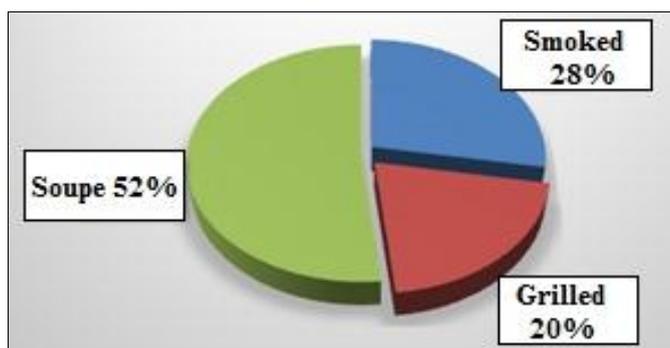


Fig 5: Percentages of different consumption patterns of the frog *Hoplobatrachus occipitalis*



Fig 6: Different ways of eating the frog *Hoplobatrachus occipitalis* A: kedjenou (pepper soup) of frog; B: smoked frog

Quantity of frog sold and consumed

The quantities sold by the restaurant owners and the sellers during the week evolve in practically the same direction (figure 7). In fact, the quantities of 101 to 150 frogs are the most sold during the week with 33.33% for restaurant owners and 30.58% for vendors. The smallest quantities sold during

the week are 10 to 30 frogs, with 10.23% for vendors and 8.33% for restaurant owners (figure 7 A). At the consumer level, the quantities of 6 to 10 frogs are the most consumed at home with 40.76% during the week, while the quantities that are most consumed in restaurants are 20 to 30 frogs during the week with 26.82% (figure 7 B).

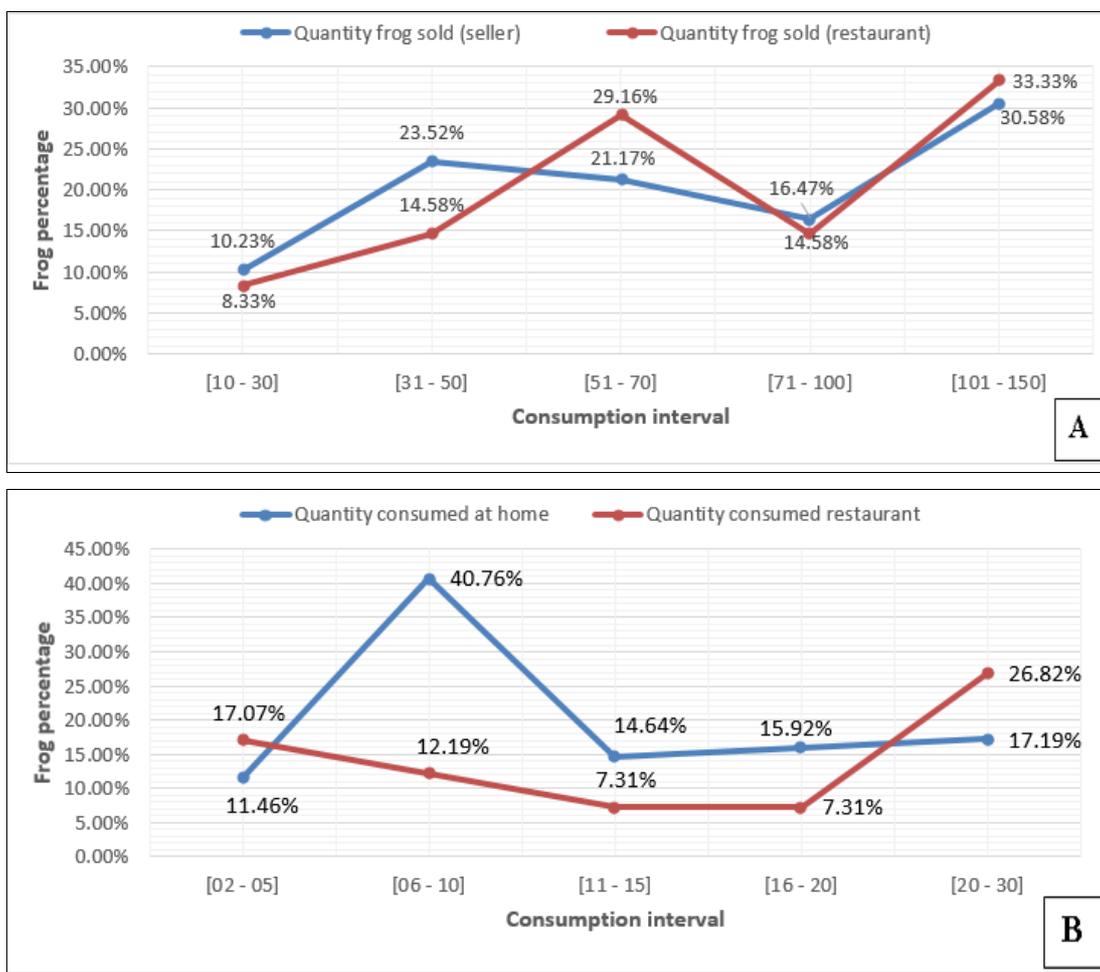


Fig 7: Percentages of frog quantities of *Hoplobatrachus occipitalis* sold (A) or consumed (B)

Wild stock

Quantity of frogs collected

For the weekday collection intervals of 10 to 30 and 31 to 50 frogs, fishing takes precedence over hunting and other

collection techniques with 40.78% and 54.09% (figure 8). For the higher ranges of 51-70, 71-100 and 101-150 frogs per week, hunting takes precedence over the other two techniques with 45.55%, 40.00% and 75.00% respectively.

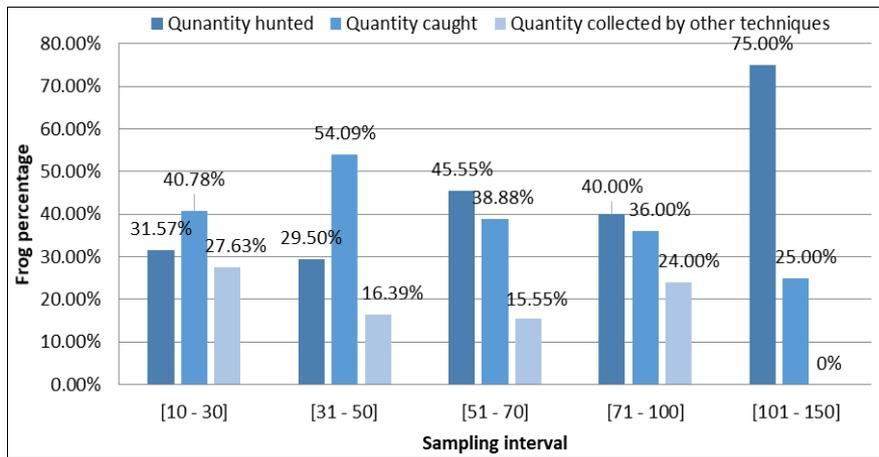


Fig 8: Percentage ranges of *Hoplobatrachus occipitalis* frog quantities as a function

Available wild stock

In lowlands, wild stocks of *Hoplobatrachus occipitalis* are lower than in rivers (Figure 9). Indeed, stocks are considered average from 30% to 50% and low from 70% to 50%. In the

rivers these values are lower with high stocks between 12.96% and 14.06%. In the city, stocks are low at 70% in the lowlands and 29.62% in the rivers, whereas in the periphery they are less alarming.

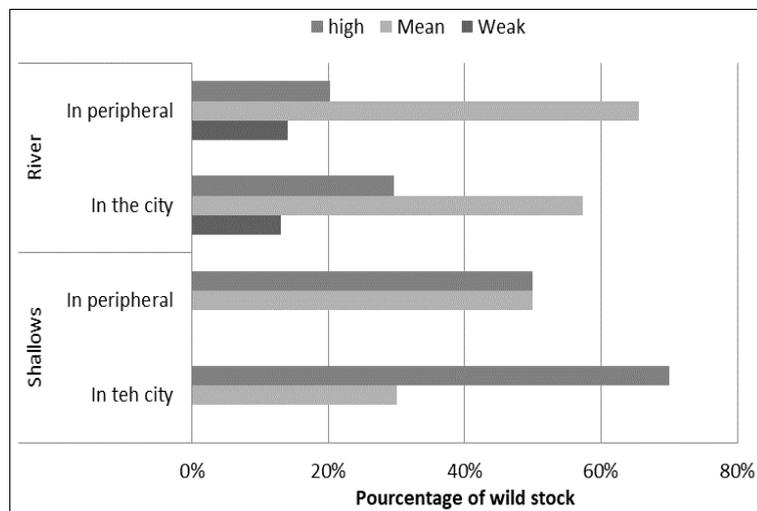


Fig 9: Stock availability of the frog *Hoplobatrachus occipitalis* in the Daloa city and its surrounding areas

Collection site

The results of the survey show that shallows are the most popular areas for collecting *Hoplobatrachus occipitalis* frogs in the city and its outskirts, with 74.60% and 62.63%

respectively (figure 10). The next most popular areas are rivers and temporary pools, with 7.60% in the city and 3.60% in the suburbs.

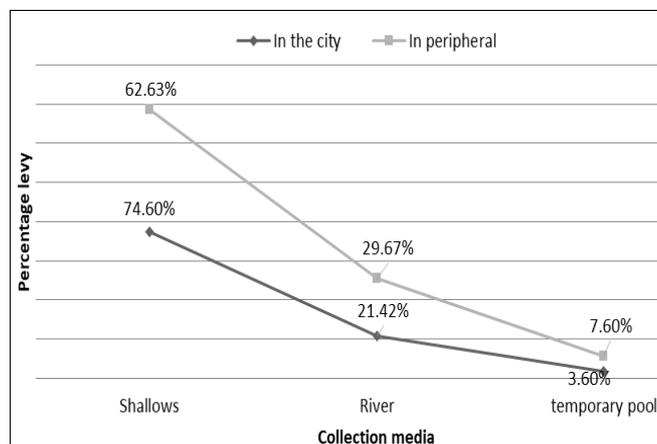


Fig 10: Stock availability of the frog *Hoplobatrachus occipitalis* in the city and its surrounding area

Discussion

The study sample consists of fishermen, hunters, sellers, restaurant owners and consumers. This shows that the frog consumption sector *Hoplobatrachus occipitalis* is well organized, with all links in the chain present. The consumers are the most numerous, with 168 people, because they create the demand, and the others, less numerous, actors work to satisfy it. Indeed, the meat of this frog is very much appreciated by the respondents (57%), especially the legs. This appreciation of the flesh of this frog is confirmed by two authors Mazyambo (1981) [15] and Blaustein and Wake [16]. According to the first author, the flesh of the species *Hoplobatrachus occipitalis* is much appreciated for human consumption and for the second author there is a high consumption of this frog because of its so-called pleasant taste. This attraction for frogs' legs was also confirmed by Hardouin (1991) [4], who stated that in Europe, frogs are mainly consumed as imported Asian legs, thus constituting a sought-after dish. But also the frog *Hoplobatrachus occipitalis* can be eaten in different forms, in soup, smoked or grilled. This diversity allows consumers to vary the taste of frog meat and restaurant owners to offer different dishes based on frog protein. The most common techniques used to harvest frogs are hook and line fishing. This is due to the success of hook and line fishing during the day and arrow hunting at night. Indeed, fishing is the most used harvesting technique for quantities between 10 and 50 frogs with 40.78% and 54.09%. Hunting is the most used technique for larger quantities with a percentage varying between 45.55% and 75.00%. The impact of each technique on the frogs is proportional to the danger of the instrument used for collection. A machete and an arrow are respectively sharp and pointed instruments that can cause damage to all living things. There has been a general decline in stocks of the frog *Hoplobatrachus occipitalis* both in the city and in the suburbs, which could be explained by the massive harvesting of wild frog populations [17, 18, 19, 20], especially in the shallows and then in the rivers. Indeed, the most sold quantities by restaurant owners and vendors are 101 to 150 frogs per week, with percentages ranging from 30.58% to 33.33% and with profits ranging from 50% to 100%. This is confirmed by Kouamé *et al* [21], according to which *Hoplobatrachus occipitalis* is the most abundant and prized species because it is widespread in the various markets of Daloa. According to Nzigidahera (2006) [22], the exploitation of frogs is an undeniable source of income.

There is a drastic decrease in stocks in the lowlands and in the town compared to the rivers and the periphery respectively. This difference could be explained by the fact that the city and the shallows are the living environments favoured by the species studied because it is an amphibian characteristic of degraded habitats [23, 24]. This proximity makes it even more vulnerable to anthropogenic pressure, particularly fishing and hunting. Indeed, in the lowlands, frog populations in the city and on the outskirts of the city vary between 62.63% and 74.60%.

Conclusion

The study shows that several techniques are used to collect the frog *Hoplobatrachus occipitalis* in the natural environment. Unfortunately, the most commonly used techniques are those that cause the most harm to the frogs, i.e. the use of torches with machetes and arrows. *Hoplobatrachus occipitalis* is widely consumed at home and in restaurants, 9

the quantities taken and sold are enormous. This obviously reduces the natural stocks of this frog, especially in the shallows. In view of these alarming results, it is necessary and urgent to put in place policies to preserve wild populations of the frog *Hoplobatrachus occipitalis*, especially its breeding.

References

1. Negroni G. The basics of breeding frogs. Infofish International. 1996;4:34-38.
2. Hardouin J. Le commerce international des cuisses de grenouilles dans la CEE de 1988 à 1992. Bull. Rech. Agron. Gembloux. 1994;29:217-245.
3. Collins JP, Storfer A. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. Diversity and Distributions. 2003;9:89-98.
4. Hardouin J. A bull-frog rearing enterprise in the Philippines. (Un élevage de grenouilles-tareaux aux Philippines.) Tropicultura. 1991;9(1):34-36.
5. Green DM. Amphibians in decline. Canadian studies of a global problem. Herpetological Conservation. 1997;1:338p.
6. Tohé B, Assemian NE, Kouamé NG. Reproduction of African Tigrine Frog *Hoplobatrachus occipitalis* in Banco National Park (Ivory Coast), International Journal of Science and Research. 2016;5(1):577-581.
7. Kouamé NG, Ofori-Boateng C, Adum GB, Gourène G, Rödel MO. The anuran fauna of a West African urban area, Amphibian & Reptile Conservation. 2015;9(2) [Special Section]:1-14(e106).
8. Rödel MO. Herpetofauna of West Africa Vol. I Amphibians of the West African Savanna. Edition Chimaira, 2000, 333p.
9. Alfredo S. Amphibians of Northwest Africa, 1996, 45p. citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?DOI=10.1.1.455 (consulté le 04/08/2017).
10. Poynton JC, Broadley DG. Amphibiens Zambesiaca 2. Ranidae. Annals of the Natal Museum, 1985;27:115-181.
11. Grushwitz MS, Moormann S, Kromer G, Gietrich H, Boeck G, Gershwin ME, *et al*. Phenotypic analysis of skin infiltrates in comparaison with peripheral blood lymphocytes, spleen cell and thymocytes in early avian scleroderma. Journal of Autoimmunity. 1991;4:577-593.
12. RGPH. Recensement général de la population et de l'habitat réalisé par l'institut national de statistique de Côte d'Ivoire en, 2014.
13. Indigo Côte d'Ivoire. (Initiative de Dialogue et de Recherche-Action pour la Paix) est une organisation non gouvernementale de droit ivoirien engagée dans le renforcement de la cohésion sociale, 2019.
14. Goodman LA. Snowball sampling. Annals of Mathematical Statistics. 1961;20:572-579.
15. Mazyambo A. Inventaire des Ranidae (Amphibia) comestibles de Kisanagni, mémoire Inédit Faculté Science UNIKIS, 1981, 36 p.
16. Blaustein AR, Wake DB. Declining amphibian populations: a global phenomenon? Trends in Ecology and Evolution. 1990;5:203-204.
17. Griffiths R, Beebee T. Decline and fall of the amphibians. New Scientist. 1992;1827:25-29.
18. Blaustein AR, Wake DB, Sousa WP. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. Conserv. Biol., 1994;8:60-71.
19. Bailey LL, Simons TR, Pollock KH. Spatial and temporal

- variation in detection probability of Plethodon salamanders using the robust capture-recapture design. *Journal of wildlife management*. 2004;68:14-24.
20. Kouamé NG, Ofori-Boateng C, Adum GB, Gourène G, Rödel MO. The anuran fauna of a West African urban area, *Amphibian & Reptile Conservation*. 2015;9(2) [Special Section]:1-14 (e106).
 21. Nzigidahera B. Note sur *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther), espèce comestible au Burundi. Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN), Burundi. *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature*. 2006;1:1-14.
 22. Assemian NE, Kouamé NG, Tohé B, Gourène G. Anuran communities as indicators of habitat types of a west african rainforest, *International Journal of Multidisciplinary Academic Research*. 2015a;3(3):28-38.
 23. Assemian NE, Kouamé NG, Tohé B, Gourène G, Rödel MO. Spatial Distribution Patterns of an Amphibian Community in a Threatened West Africa Rainforest (Ivory Coast). *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2015b;4(4):316-324.



E-ISSN: 2788-8428
P-ISSN: 2788-8436
IJZEL 2022; 2(1): 86-95
Received: 16-02-2022
Accepted: 21-03-2022

Keita Gaoussou
Department of Biodiversity
and Sustainable Management
of Ecosystems, Faculty of
Environment, Jean Lorougnon
Guédé University, POB 150
Daloa, Côte d'Ivoire

Assemian N Emmanuel
Department of Biodiversity
and Sustainable Management
of Ecosystems, Faculty of
Environment, Jean Lorougnon
Guédé University, POB 150
Daloa, Côte d'Ivoire

Koné Mamadou
Department of Biodiversity
and Sustainable Management
of Ecosystems, Faculty of
Environment, Jean Lorougnon
Guédé University, POB 150
Daloa, Côte d'Ivoire

Correspondence
Keita Gaoussou
Department of Biodiversity
and Sustainable Management
of Ecosystems, Faculty of
Environment, Jean Lorougnon
Guédé University, POB 150
Daloa, Côte d'Ivoire

Zoological and Entomological Letters

Suitable habitat for rearing the edible frog *Hoplobatrachus occipitalis* in ponds and concrete basins in a West African pre-forest ecosystem (Daloa – Côte d'Ivoire)

Keita Gaoussou, Assemian N Emmanuel and Koné Mamadou

DOI: <https://doi.org/10.22271/letters.2022.v2.i1b.39>

Abstract

This study was undertaken to determine the suitable habitat for the rearing of one of the most prized edible frogs in Africa, particularly in Côte d'Ivoire. For this purpose, three environments were selected in ponds and concrete basins. The design of these environments took into account the semi-aquatic and semi-terrestrial lifestyle of the frogs. We then placed wild male and female specimens of the species studied in these habitats in order to test and improve them. Thus, regular measurements of the morphological parameters of the frogs and the physico-chemical parameters of the environment were taken. In the 1.8 m³ concrete basins, the average survival rate was 13.41% after 30 days, whereas it was 75.00% and 83.33% after 60 days in the 3 m³ concrete basins and 13.5 m³ pond enclosures respectively. The average pH of the aquatic environments was 9.99 in the 1.8 m³ basins, 8.87 in the 3 m³ basins and 6.76 in the enclosures. The 3m³ concrete basins and mesh enclosures maintained milder temperatures (29.83 °C to 30.52 °C), with high air temperatures. This study has shown that the improved environments of the 3m³ basins and mesh enclosures are suitable for rearing adult *Hoplobatrachus occipitalis* frogs.

Keywords: Ranaculture, *Hoplobatrachus occipitalis*, basins, mesh enclosures

Introduction

The demand for edible frogs for human consumption is clearly increasing in some parts of Africa. In Côte d'Ivoire, there has been a sharp increase in the consumption of the frog *Hoplobatrachus occipitalis* in many parts of the country, especially in the forest because of its so-called pleasant taste (Tohé *et al.*, 2016) [22]. Also a recent study showed a good adaptation of *Hoplobatrachus occipitalis* reproduction in highly anthropized environments (Aliko *et al.*, 2018) [1]. Thus, to ensure the availability of this animal protein on the market and also to preserve wild populations of this species in the wild, of this species in the wild, it is therefore necessary to establish its breeding. However, modern frog farming for commercialization (ranaculture) does not currently exist in our country, unlike in some developed countries (France, Canada, USA...) and Asia. This activity is not practiced in an organized and rational way (Richard, 2008) [18] although it has been the subject of a few attempts in the past. In order to address these shortcomings and to respond to the numerous requests for precise information on frog farming, it would be important to create suitable farming infrastructures for ranaculture. The objective of this study is therefore the establishment of ideal environments for the rearing of the edible frog *Hoplobatrachus occipitalis* in ponds and concrete basins on the fish farm. In order to have basic data for successful ranaculture in Côte d'Ivoire.

Materials and methods

Study site

The project was set up at the APDRACI (Association for fish farming and rural development in humid tropical Africa of Côte d'Ivoire) fish farm in Daloa (Figure 1), whose geographical coordinates are 6°51 north latitude and 6°27 west longitude. Daloa is the capital of the Haut Sassandra region in the centre-west of Côte d'Ivoire. This farm is located at the exit of the city on the Daloa-Issia axis, about 500 m from the old corridor. It has nineteen fish ponds, a large dam, three large concrete basins, six covered hatcheries, a water tower and other facilities necessary for fish farming.

Methodology for creating the different habitats

Based on preliminary studies of the concrete tanks and also the work of Hardouin (1997) [11]. This made it possible to set up 2 types of concrete basins. 4 basins 1 of 1.8 m³ (1.5 m x 1.2 m x 1 m) and 4 basins 2 of 3 m³ (2.5 m x 1.2 m x 1 m). A 75 pipe drainage system and a 25 pipe pressure supply system were installed and operated continuously to maintain good water quality. To accommodate the nature of the frogs, the basins were divided into two environments (terrestrial and aquatic). In the aquatic environment there is 20 cm of water and in the terrestrial environment 2 groups of plants. On the one hand, seedlings of certain food crops producing large flowers such as *Abelmoschus esculentus*, *Cucumis sativus*, *Phaseolus vulgaris* were planted before the start of

the trial. On the other hand, plants from the frogs' natural environment were transplanted, such as *Ludwigia abyssinica*, *Cyperaceae*, *Asteraceae*, *panicum sp.* The four net pens were constructed using rafters 3m apart, each forming a 9 m² square, with one part of the rafters on the dam and the other part in the pond. This ensures that each enclosure is part land and part water. Then two rows of mosquito netting (2 mm mesh diameter) were attached to the rafters using a 4-point spike. Thirty centimeters of the first row of netting was placed underground and the whole area was rammed and reinforced with solid bricks. Then the intersection of the two nets was wrapped and sewn together. A fishing net (15 mm mesh diameter) was used to close the top of the pens (Figure 2).

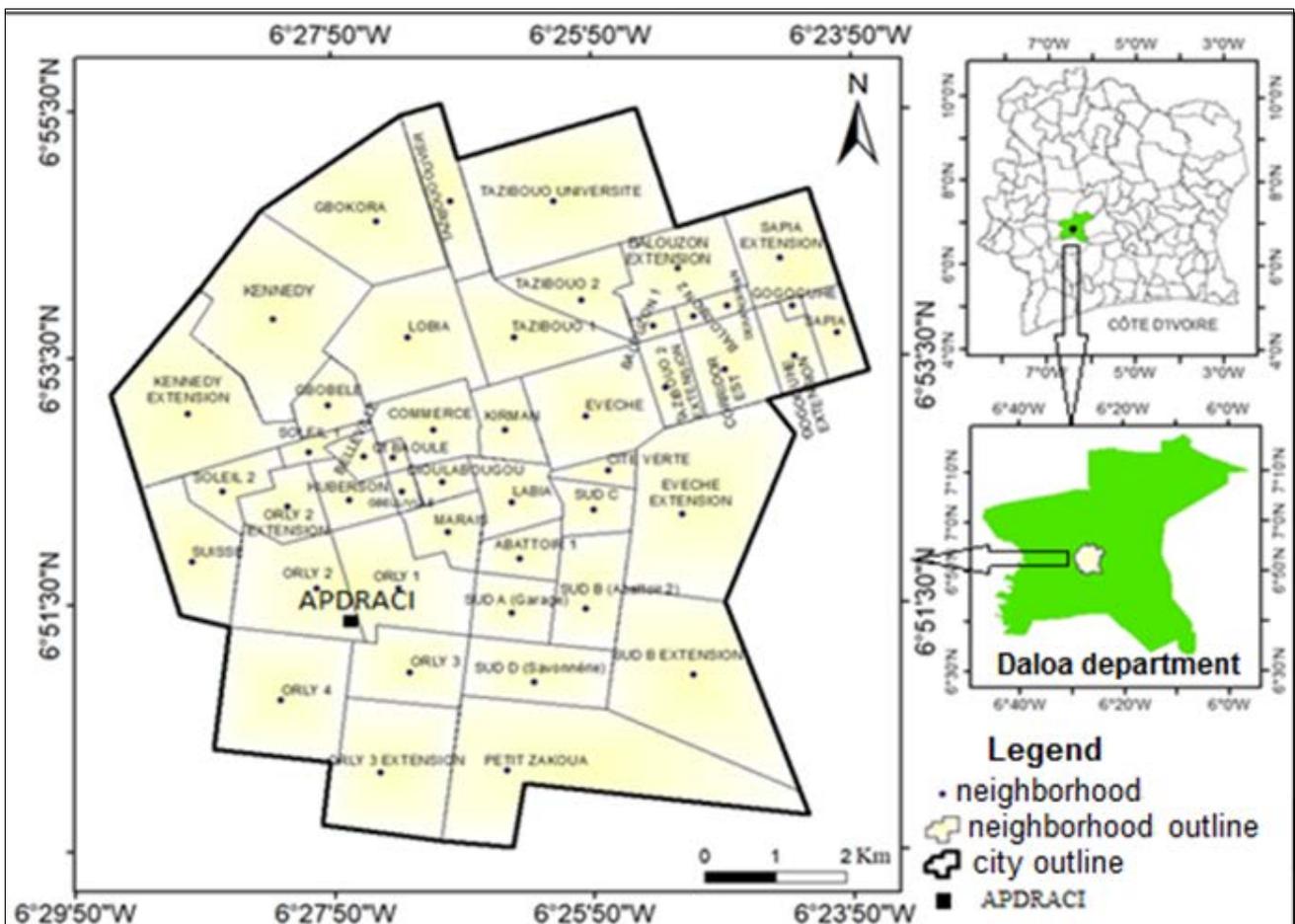


Fig 1: Geographical location of the city of Daloa (INS 2014) [13]

Techniques to prevent frog escape

This component was of paramount importance given the agility and exceptional jumping abilities of the frog *Hoplobatrachus occipitalis*. In order to prevent escapes from the concrete basins, three protective barriers were installed.

The smooth interior of the basins to avoid providing jumping anchor points, then mesh fences following the contours of the basins and finally a net fence of the site. The design of the net enclosures in the ponds took into account the prevention of frog escape.



Fig. 2: Different habitats in the trial

A & B: 1.8m³ concrete basin or basin 1; C & D: 3m³ concrete basin or basin 2; E & F: 13.5m³ mesh enclosure.

Experimental units

Frogs from healthy male and female wild strains of *Hoplobatrachus occipitalis* were collected from the same natural environment using the standard techniques of Heyer *et al.* (1994) [12] & Rödel and Ernst (2004) [19]. The frogs were divided by habitat according to their sex in the different devices as follows:

- 15 male frogs in the 1.8 m³ basin (a), the 3 m³ basin (a) and the mesh enclosure (a)
- 15 male frogs in the 1.8 m³ basin (a'), the 3 m³ basin (a') and the mesh enclosure (a')
- 15 female frogs in the 1.8 m³ basin (b), 3 m³ basin (b) and mesh enclosure (b)
- 15 female frogs in the 1.8 m³ basin (b'), the 3 m³ basin (b') and mesh enclosure (b').

Feeding

For the feeding of the wild frogs, several techniques have been implemented. Light traps were made and adapted to the concrete basins and pond enclosures to attract insects at night. Fry larvae were progressively released into the water of all the concrete basins and pond enclosures. The latter were less mobile and therefore easier prey for the frogs. There was also a gradual release of insect larvae or maggots

that had been produced from fish remains and cow dung. All these feeding techniques were carried out concurrently to provide a varied diet for the frogs in captivity.

Identification and monitoring

The evaluation of the physico-chemical parameters of these environments was carried out on the one hand by taking daily measurements of the pH, water temperature and conductivity of the aquatic environment in all habitats. On the other hand, the relative air humidity, air temperature and luminosity were measured daily. These measurements were carried out at three times of the day, namely at 8 am, 12 noon and 6 pm. The assessment of the adaptability of the wild frogs was carried out by taking the weight and size of each individual every two weeks and counting the deaths. The choice of a large gap between two measurement sessions avoids stress (Barnett *et al.*, 2001) [3] and avoids impairing the antibacterial properties of the amphibian skin (Mattute *et al.*, 2000; Nascimento *et al.*, 2003) [15, 16]. To recognise each individual a sewing thread was attached to the hind leg before their webbing. For the identification and tracking of each individual in the different environments, sewing threads of different colours and combinations were attached to the abdomen of each individual. Each thread was tied loosely to avoid disturbing the frog and the negligible

weight of the thread did not constitute an obstacle to its movement (figure 3).

Statistical tests

The Kruskal-Wallis, Anova, Mann-Whitney and Student's t tests were performed with the Statistica version 7.1 program (Statsoft, 2005). While the means and standard deviations were performed with the program Past version 3.10.



Fig 3: Male specimen of *Hoplobatrachus occipitalis*

Results

Physico-chemical parameters

Relative air humidity and air temperature

At 8:00 am, the air humidity averaged $63.33 \pm 1.97\%$, $61.75 \pm 1.29\%$ and $60.34 \pm 1.68\%$ in basins 1, basins 2 and the pens respectively (Figure 4). The average air temperatures are in the same order of 28.11 ± 0.29 , 27.93 ± 0.28 °C and 28.38 ± 0.21 °C. On the other hand, at midday (12:00) the ratios are reversed, so that on average, for air humidity's of $21.26 \pm 1.08\%$, $18.78 \pm 0.49\%$ and $22.15 \pm 0.69\%$, the air temperatures are respectively 42.72 ± 1.87 °C at the level of basins 1, 39.22 ± 1.41 °C at the level of basins 2 and 34.96 ± 0.53 °C at the level of the enclosures At 6 p.m. the ratios evolve similarly to those of 8 a.m. but with an increase in air humidity and a decrease in air temperature. Thus, on average, for air humidity's of $77.18 \pm 1.66\%$, $73.71 \pm 1.64\%$ and $72.73 \pm 1.14\%$, the air temperatures are respectively 25.25 ± 1.16 °C in basins 1, 26.54 ± 0.26 °C in basins 2 and 25.58 ± 0.22 °C in the mesh enclosures.

Hydrogen potential (pH)

A variation in pH is observed between the three sites at 8h, 12h and 18h (figure 5A). At the beginning of the day (8 am), the pH is on average 9.99 ± 0.08 and 8.55 ± 0.08 respectively in basins 1 and 2, whereas it is 6.63 ± 0.03 in the pens. At noon (12:00) the pH was on average 9.87 ± 0.08 , 8.92 ± 0.07 and 6.79 ± 0.03 respectively in basins 1, basins 2 and the mesh enclosure. As for the pH at sunset (18:00), it averaged 10.11 ± 0.08 , 9.17 ± 0.07 and 6.89 ± 0.02 for basins 1, basins 2 and mesh enclosure respectively. Statistical analyses showed a significant difference between the pH averages for the three environments at 8 am, 12 pm and 6 pm ($P < 0.05$).

Water temperature

Water temperatures in general were slightly lower at 8am and 6pm but higher at midday at all three sites (Figure 5B).

They are also higher in basins 1 and lower in the mesh enclosure from sunrise to sunset. At 8 am, the average water temperature was 30.32 ± 0.13 °C, 29.55 ± 0.11 °C and 29.73 ± 0.09 °C in concrete basins 1 and 2 and in the respectively. At 12:00, the average temperature was 31.77 ± 0.17 °C, 30.52 ± 0.09 °C and 29.83 ± 0.09 °C in concrete basins 1 and 2 and in the mesh enclosure, respectively. At 6 pm the water temperatures were 30.44 ± 0.13 °C in concrete tank 1, 30.04 ± 0.08 °C in concrete basins 2 and 29.15 ± 0.10 °C in the pens. The analysis of homogeneity of variance followed by the Kruskal-wallis test at the 5% threshold showed that the water temperatures differed significantly between the three environments at 8 am, 12 pm and 6 pm ($P < 0.001$). But taken in pairs there was no significant difference at 8 am between basins 2 and mesh enclosure (Mann-whitney, $P = 0.35$) and between basins 1 and basins 2 at 6 pm (Mann-whitney, $P = 0.12$).

Conductivity

The conductivity of the water is generally higher in the concrete basins than in the basins and does not vary throughout the day (figure 5C). At 8 am it averaged 285.13 ± 10.85 US/cm in pond 1, 286.67 ± 8.68 US/cm in basins 2 and 131.60 ± 4.87 US/cm in the mesh enclosure. The average conductivity at noon was 296.25 ± 10.29 US/cm, 309.34 ± 7.41 US/cm and 129.04 ± 7.02 US/cm respectively in basins 1, basins 2 and mesh enclosure. At 18:00 hrs the conductivity values are approximately the same on average, i.e. 280.23 ± 9.26 US/cm, 301.34 ± 7.88 US/cm and 126.16 ± 4.51 US/cm respectively in basins 1, basins 2 and the mesh enclosure. Statistical tests show that there is a significant difference between basins and mesh enclosure at 8h, 12h and 18h ($P < 0.001$). The statistical tests show that there is no significant difference between the concrete basins 1 and 2 at 8 am ($P = 0.72$), 12 pm ($P = 0.58$) and 6 pm ($P = 0.08$).

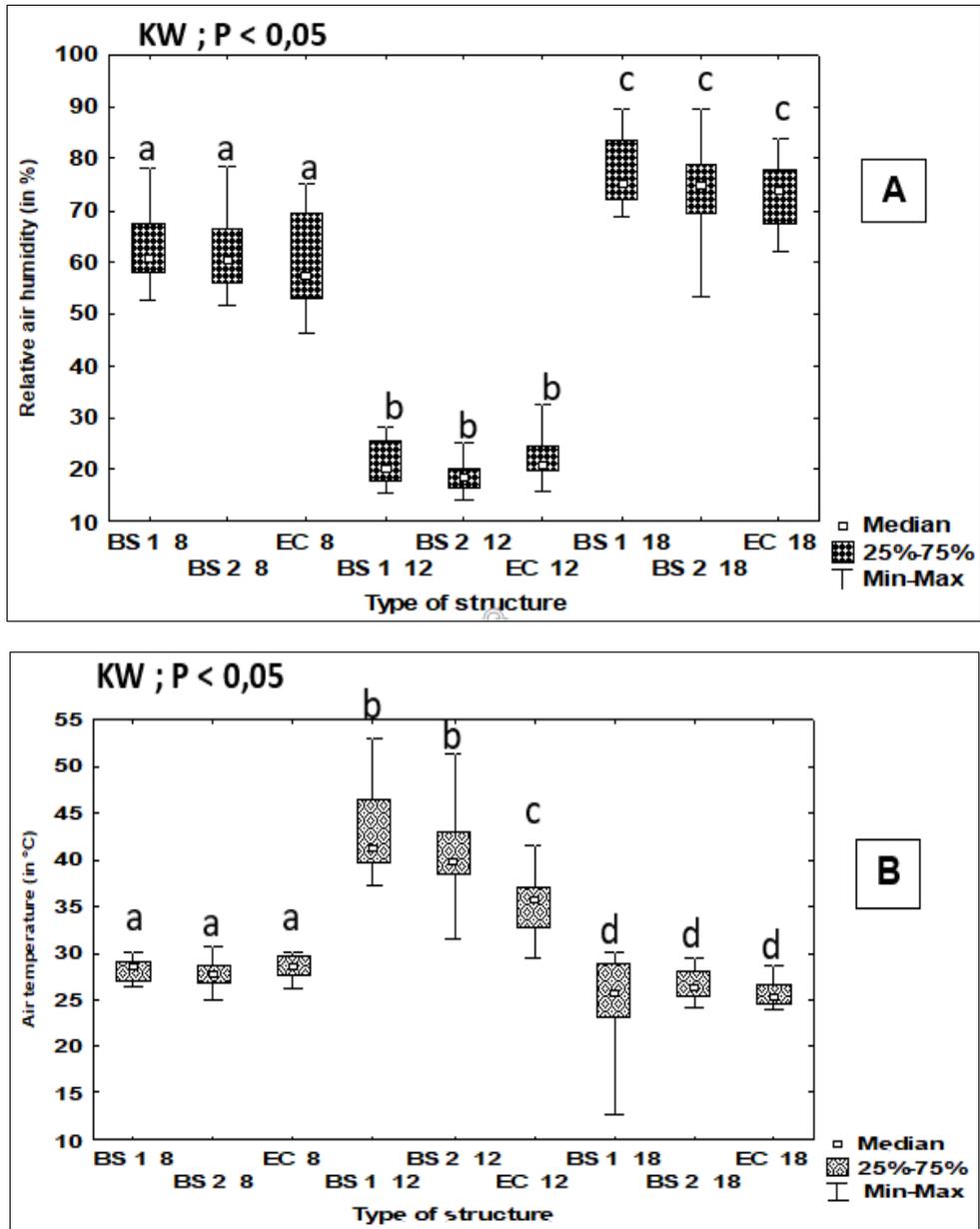
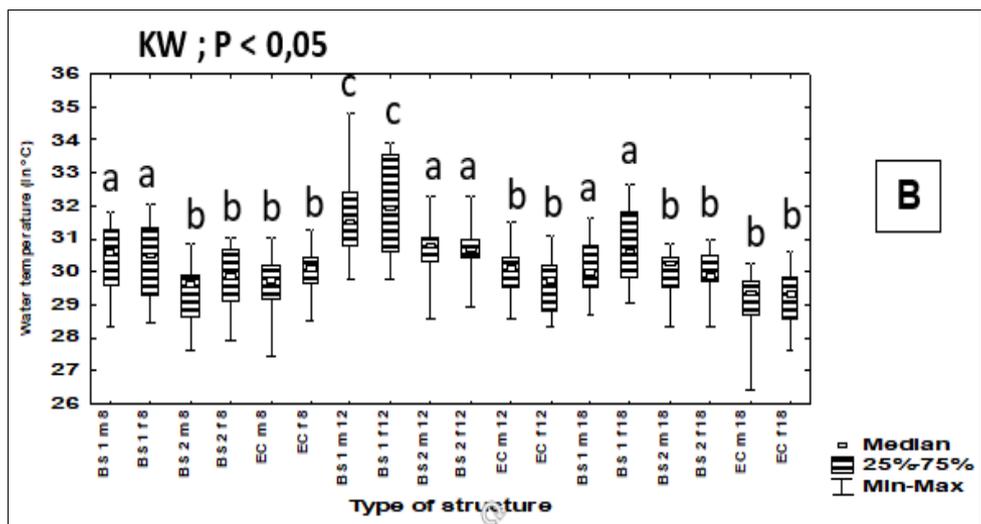


Fig 4: Air-related physico-chemical parameters of the different habitats at 8 am, 12 pm and 6 pm

A: relative air humidity, B: air temperature; BS: concrete basin, EC: mesh enclosure. P = results of the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests at the 0.05 significance level. ^{abc}

mean values on the same line that are not assigned the same letter are significantly different ($p < 0.05$).



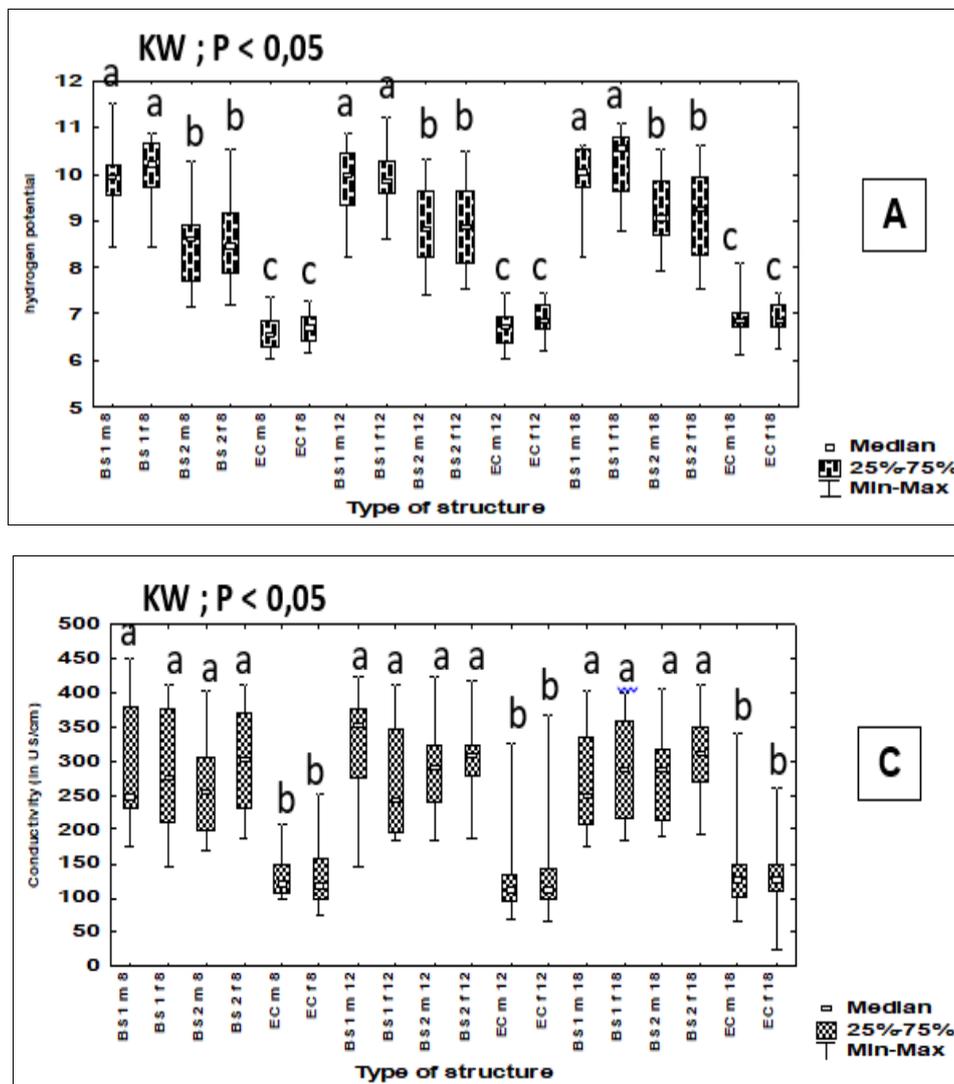


Fig 5: Physico-chemical parameters related to the water of the different habitats at 8 am, 12 pm and 6 pm

A: hydrogen potential, B: water temperature, C: conductivity; BS: concrete basin, EC: mesh enclosure, m: male, f: female. P = results of the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests at the 0.05 significance level. ^{abc} mean values on the same line that are not assigned the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Morphological parameters

Males in different environments

In concrete basins 1, there was a significant drop in the number of surviving male frogs from day 1 to day 30 with a total loss of remaining frogs beyond that. Whereas in concrete basins 2 and the mesh enclosure there is a significantly high number of surviving male frogs from day 1 to day 60 (figure 6). For the body weights of surviving male frogs in basins 2 and the mesh enclosures, there is a general sawtooth pattern, so that after a loss there is a gain and vice versa and this to varying degrees. The survival rates of male frogs are very low in concrete basins 1 and high in the other two environments, with a slight preponderance of frogs surviving in mesh enclosure compared to tanks 2. The average survival rate on day 30 was $47.78 \pm 17.16\%$ in basins 1, but $83.33 \pm 4.12\%$ in basins 2 and $87.33 \pm 2.71\%$ in the mesh enclosure.

Statistical tests of pairwise comparisons show that there is no significant difference between the survival rates of male frogs in basins 2 and in the mesh enclosures (Mann-whitney; $P = 0.23$), whereas there is a significant difference between basins 1 and basins 2 (Mann-whitney; $P = 0.0008$) and between basins 1 and the mesh enclosures (Mann-whitney; $P = 0.0007$).

Females in the different environments

For the females, we observed a similar evolution to that of the males, in terms of survival rates and frog weights, but to a greater extent (figure 7). The average survival rate of frogs on day 30 was $57.83 \pm 15.23\%$ in basins 1, while the average survival rate of frogs in basins 2 and the average survival rate of frogs in mesh enclosure was $89.33 \pm 3.61\%$ and $91.33 \pm 1.73\%$ respectively. Survival rates of female frogs in basins 2 and mesh enclosure were not significantly different (Mann-whitney; $P = 0.78$), while there was no significant difference between basins 1 and basins 2 (Mann-whitney; $P = 0.0008$) and between basins 1 and mesh enclosures (Mann-whitney; $P = 0.0006$). A comparison of the survival rates of male and female frogs in the three environments shows that there is no significant difference between them (Test t ; $P = 0.52$).

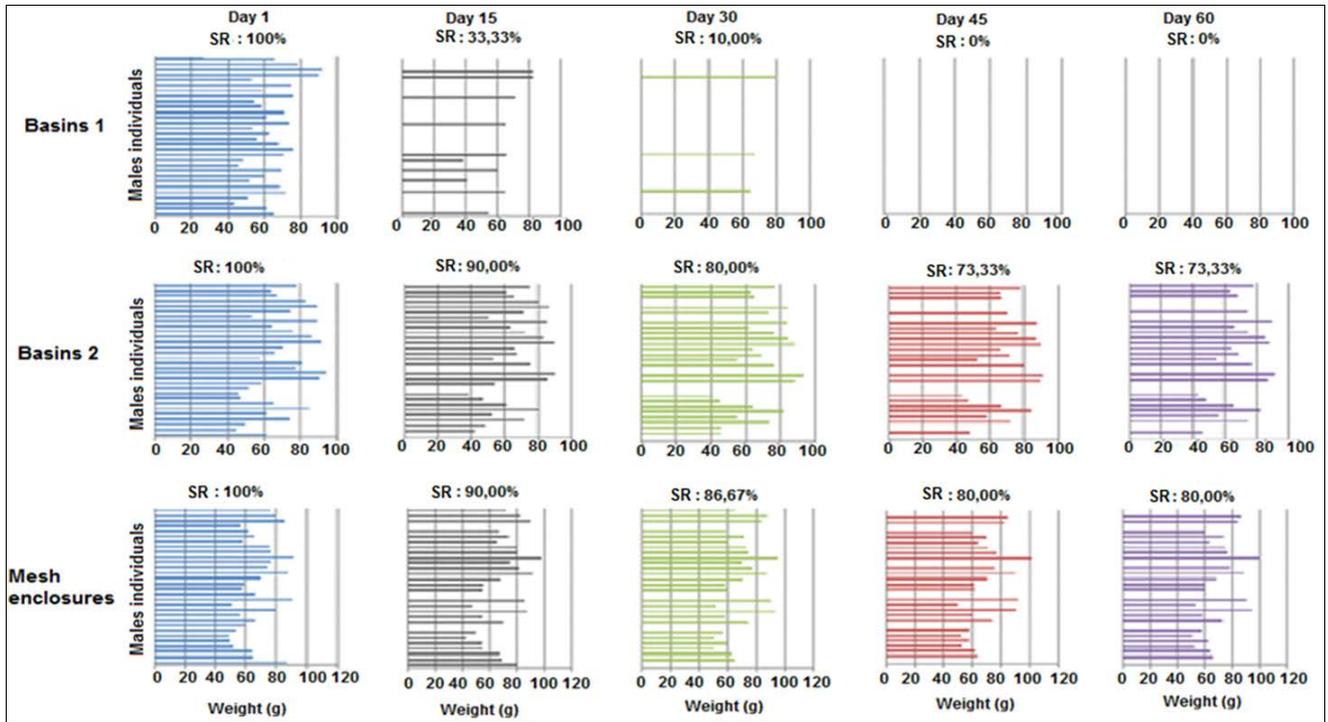


Fig 6: Weights of male *Hoplobatrachus occipitalis* frogs in concrete basins 1 and 2 and mesh enclosure in from day 1 to day 60 SR: survival rate

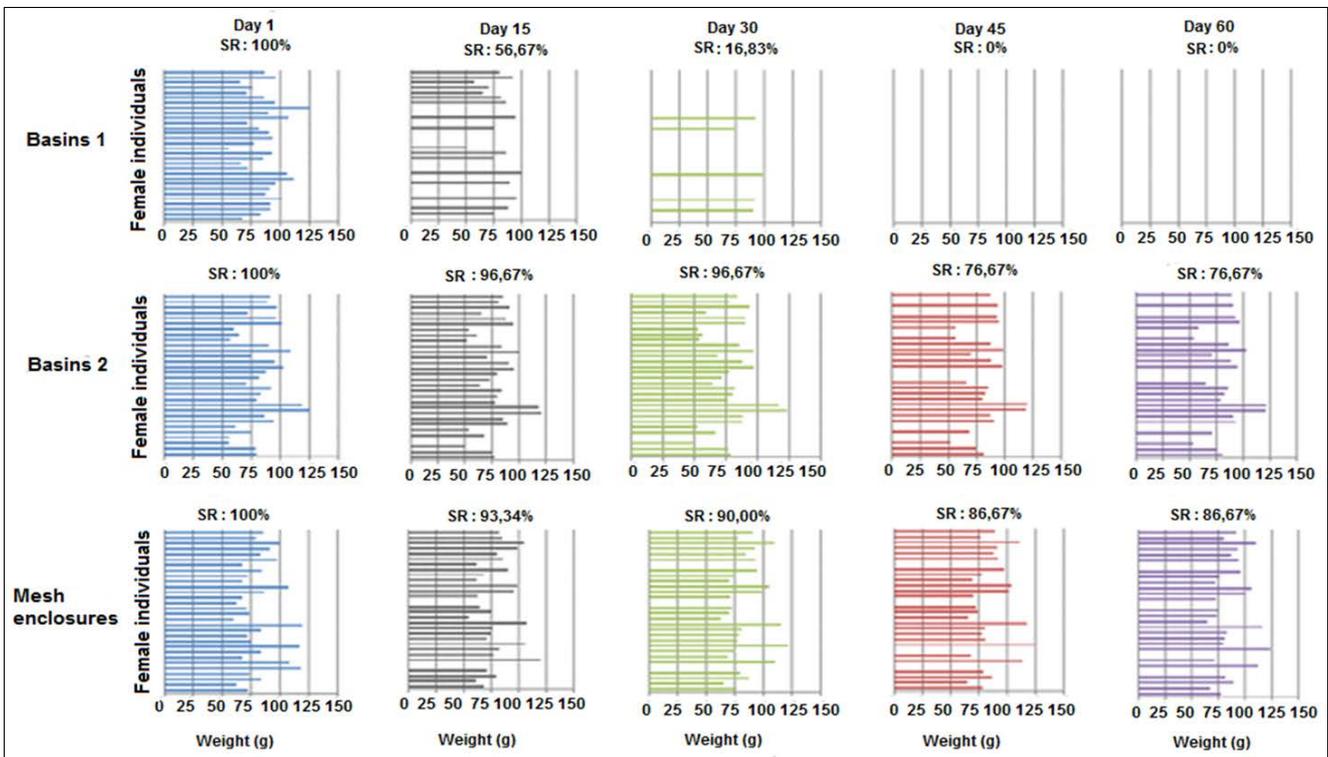


Fig 7: Weight of female *Hoplobatrachus occipitalis* frogs in concrete basins 1 and 2 and mesh enclosure from day 1 to day 60 SR: survival rate

Discussion

The regular measurement of pH in the three environments showed a major difference between the pH of the concrete basins (1 and 2) and the mesh enclosure. Indeed, the average pH of the concrete basins ranged from 10.11 to 8.55, whereas the average pH of the mesh enclosure ranged from 6.33 to 6.89. This result could be explained by the high pH of the Portland cement used to design the concrete basins. This is supported by the Scientific and Technical Centre for Construction (CSTC 2004), according to which concrete is a

basic material and its pH is above 12.5. The acidic pH of the water in the mesh enclosures could be explained by the acidification of the aquatic environment of the basins as a result of the decomposition or humification of dead plants before the installation of the device. From 8 am to 6 pm, the average pH increased from 9.99 to 10.11; from 8.55 to 9.17 and from 6.63 to 6.89 respectively in basins 1, basins 2 and the mesh enclosure. This increase could be explained by two phenomena, photosynthesis and respiration by aquatic plants. Indeed, at daybreak, the pH is at its lowest due to the

accumulation of CO₂ in the water through respiration during the night. As the day progresses, photosynthesis increases as the light intensity increases. More and more CO₂ is released from the water and absorbed by the plants, causing the pH to rise. This statement is corroborated by (Guy *et al.*, 1993) ^[9] according to which in a high pH environment photosynthesis is intense. The average pH in the basins and in basins 2 are closest to the ideal pH, which is in the range (6.5 - 9) recommended by MDDELCC (2014a) ^[2]. This statement is also supported by Laurentides (2013) ^[14]. According to which the pH range that allows for the protection of aquatic life is between 6.5 and 9.0 according to the criteria established by the MDETP. Thus the pH of basins 1 is far from the ideal pH, which is confirmed by these authors Eric *et al.* (2006) ^[8] according to which a high pH is unfavourable to the development of amphibians. There is a significant difference between the pH of the three environments, which shows that these habitats have different aquatic environments from each other.

The water temperature of the three habitats (29.15 °C to 30.44 °C) is higher than the air temperature (25.25 °C to 28.38 °C) at sunrise (8 am) and sunset (6 pm) in the three habitats with high air humidity (60.34% to 77.18%). This could be explained by the fact that the period of the experiment corresponds to the harmattan period. Thus at these times the sunshine was low (233.50 lux to 2576 lux), The air has become colder while the different environments have retained heat. This is important for frogs as they need the water temperature to be above 26 °C (Carmona *et al.*, 1997) ^[4]. Basins 1 retains more heat due to its smaller environment.

At midday (12:00) the water and air temperatures and humidity are reversed, which is believed to be due to the increased sunlight (27326 lux to 34363.17 lux). Basins 2 and mesh enclosures manage to keep milder temperatures (29.83 °C to 30.52 °C) compared to basins 1 (31.77 °C), despite higher air temperatures (34.96 °C to 39.22 °C) and lower air humidity (18.78% to 22.15%). This could be explained by the fact that these environments are larger with larger amounts of water from basins 2 and pens in addition to the infiltration of water into the basins for the mesh enclosures and the presence of mud at the bottom of the water for basins 2. The average air temperature in the basins was even lower at midday (34.96 °C) than in the concrete basins (39.22 °C to 42.72 °C) due to the presence of several water bodies in the fish basins that soften the air. On the one hand there is no significant difference between basins 2 and mesh enclosures at 8 am and between basins 1 and 2 at 6 pm, and on the other hand there is a significant difference between the three environments at 12 pm. This could be explained by the fact that when it is hot, each environment reacts differently and in this case it is the basins 2 and the mesh enclosures that manage to maintain milder temperatures for the frogs.

The conductivity of the water was higher in the concrete basins (309 US/cm to 280.23 US/cm) than in the mesh enclosures (126.16 US/cm to 131.60 US/cm). This could be explained by the fact that the fresh water in the basins has a lower conductivity compared to mineral water. The water in the basins was close to mineral water due to the presence of concrete and the water in the basins came from a well on the farm that was dug into the bedrock. This would explain why its conductivity is higher. This statement is corroborated by

Hade (2002) ^[10] and Wasc (2003), according to whom fresh water has a conductivity of less than 200 US/cm and mineral water has a conductivity between 200 US/cm and 1000 US/cm, which is in line with our results. Statistical tests confirm these results, so there is no significant difference in the conductivity of the aquatic environments of the concrete basins 1 and 2, which are mineral waters, whereas they are significantly different from the freshwater basins. Analysis of the survival rates of male and female frogs showed that they were higher in basins 2 after 60 days (73.33% to 80.00%) and mesh enclosures (76.67% to 86.67%) than in basins 1 after 30 days (10.00% to 16.67%). Statistical tests confirm these results as the first two do not differ significantly from each other whereas the opposite is true for the survival rates of the frogs in basins 1. These results could be broadly explained by the fact that basins 2 and the mesh enclosures have environments or habitats that have been more conducive to the life and wellbeing of the *Hoplobatrachus occipitalis* frogs compared to the basins 1 environment. Firstly, it is important to note that basins 1 and 2 share common advantages for frog life, including the two environments (terrestrial with vegetation and aquatic), the presence of a palm roof to reduce sunlight (Hardouin, 1997) ^[11] and the same food supply (light trap, fry, maggots) and finally a continuous water supply and drainage system.

In addition to all these elements, basins 2 has a larger surface area of 3 m³ which is almost double that of basins 1 with 1.8 m³. This advantage allows the frogs in basins 2 to reduce competition for food, for aquatic and terrestrial resting space and to offer more food. Also the presence of mud at the bottom of the water avoids contact between the frogs and the concrete slab and therefore creates an environment close to the natural environment. In terms of the physical and chemical parameters of basins 2, the pH (8.55 to 9.17) is close to the ideal pH (6.5 to 8.5), so this basins keeps the water temperature milder even when the air temperature is high, thus providing a refuge for the frogs. This assumption was also made by Stewart (1984) ^[20] who reported that in captivity amphibians need to have a body of water large enough for them to submerge in. All of these features help to reduce captive stress and thus create the conditions for increased survival as observed.

The mesh enclosures had greater advantages than the concrete basins 2, as they were natural living environments for the frogs with a terrestrial part made up of plants from their living environment and an aquatic part with reasonable spatial restrictions. Indeed, the living space was 13.5 m³ larger than in basins 2 and the concrete was replaced by less aggressive mosquito netting. In terms of physico-chemical parameters, this environment has an ideal pH of 6.63 to 6.89 and, like basins 2, the enclosures have allowed for milder water temperatures (29.83 °C) with higher air temperatures. In addition to this at midday to the high sun in the basins the air temperature was more moderate which was of interest to the frogs as they were able to remain in the terrestrial environment in search of prey. This is supported by Stewart (1984) ^[20] that in captivity, temperature must be controlled and kept within limits that allow the amphibians to function. All of this may explain why the mesh enclosures had the highest survival rates.

Basins 1 had the lowest survival rates and therefore a very high mortality rate, this would be due to a major handicap of this environment which was the restricted living space of the frogs (1.8 m³). Indeed, this parameter led to overpopulation and competition for food and space. Also this resulted in an increase in pH (10.11) due to the proximity to the concrete

and also in high water (31.77 °C) and air (42.72 °C) temperatures. The result of all these consequences was an increase in the feeling of captivity and therefore a higher stress level that would have inhibited the feeding reflex. This was confirmed by the finding of empty abdomens of a large number of dead frogs in these basins. Our results are supported by the Canadian Council on Animal Care, which states that amphibians and reptiles are sensitive to heat, cold, dehydration and stress (CCAC, 2004) [5]. This dependence of amphibians on their living environment is also confirmed by EAZA, (2008) [7] which states that the permeability of their skin makes amphibians extremely vulnerable to small temperature changes. We found a slight increase in the survival rates of female *Hoplobatrachus occipitalis* frogs compared to males in all three environments (57.83% and 47.78% in basins 1 ; 89.33% and 83.33% in basins 2; 91.33% and 87.33% in mesh enclosure), although there was no significant difference between these survival rates. These results could be explained by the fact that the females of this species are often twice the size and mass of the males. So the females had more nutrient reserves with their large egg stock, which then allowed them to endure long periods of starvation whereas the males being smaller in size have few nutrient reserves and therefore need to feed more frequently. This result could also be due to the more active temperament of the males, which tend to be more on the move, resulting in more energy expenditure, whereas the females are calmer, conserving their resources and therefore better able to live in a confined environment. Finally, the evolution of frogs' masses could be explained by the fact that the stress caused by captivity prevented them from feeding at first, resulting in a loss of mass, then those who were able to overcome this stress and feed were able to recover more or less the lost mass and survive. Also due to the limited resources the frogs did not have access to food at the same time, which explains the different weight evolution of each individual. This statement is confirmed by their behaviour during our nocturnal observations around the light traps. Indeed, when an insect was caught in the light trap, each frog tried its luck to swallow it. Thus according to Deborah *et al.* (2008) [6], captive amphibians must be provided with suitable prey. Also according to Hardouin (2000) [11], many insects will be attracted if lighting is installed (electric bulbs, paraffin lamps.).

Conclusion

The first thing we learned from this study is that the ideal environment for ranaculture is very difficult to find, given the nature and the very complex way of life of frogs and particularly of the species studied. However, despite these difficulties, we believe that we have found two environments that come close to this ideal environment, namely the concrete basins 2 and the mesh enclosure, in view of the high survival rates and the physico-chemical parameters that are close to the frogs' natural environment. We hope that further studies will perfect these environments for the well-being of the frogs in captivity and the preservation of the natural stock of *Hoplobatrachus occipitalis* frogs.

References

1. Aliko NG, Assemian NE, Boussou KC, Keita G, Konan KF. Habitat Based Breeding Strategies of Female *Hoplobatrachus occipitalis* (Anura: Dicroglossidae) from Daloa Department (Midwest of Côte d'Ivoire), International Journal of Research Studies in Zoology. 2018;4(3):28-36.
2. MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques), Surface water quality criteria, 2014a, 46p. (Accessed 12/08/2018).
3. Barnett SL, Cover JF, Wright KM. Amphibian husbandry and housing in: Amphibian Medicine and Captive Husbandry (ed. K.M. Wright and B.R. Whitaker), Malabar FL: Krieger Publishing Company, 2001, 35-61.
4. Carmona C, Olvera MA, Flores-Navay V, Ontiveros A. La nutrición de la rana y su importancia en ranicultura. In Mem. II Technofrog '97. International Meeting on Frog Research and Technology. Santos, 1997.
5. CCAC. Canadian Council on Animal Care (CCAC) species-specific recommendations for amphibians and reptiles, 2004, 31p.
6. Deborah A, Williams MC. Nutrition Recommendation for some Captive Amphibian Species (Anura and Caudata), 2008, 34p.
7. EAZA. European association of zoos and aquaria (eaza). The most endangered animals in the world. Zoo des sables d'olonne. Amphibians. Amphibianark, 2008, 21p.
8. Eric M, Nora Z. Water quality and reproductive success of amphibians. Coordination Centre for the Protection of Amphibians and Reptiles in Switzerland, 2006, 28p.
9. Guy B, Claude L, Philippe V. The treatment and discharge of municipal effluents in relation to the elements and receiving environments. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre polluant, Campagne, 1993, 267-282.
10. HADE A. Nos lacs - les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides, 2002, 360p.
11. Hardouin J. Commercial frog farming in Malaysia. Notes Techniques. Tropicultura. 1997;15(4):209-213.
12. Heyer WR, Donnelly MA, Mc Diamid RW, Hayek LAC, Foster MS. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Washington, Smithsonian Institution Press, 1994, 384p.
13. INS. National statistical institute of Côte d'Ivoire, 2014.
14. Laurentides. Suivi complémentaire de la qualité de l'eau. Programment bleu Laurentides, Volet 1-multisonde, 2013, 31p.
15. Matutte B, Storey KB, Knoop FC, Conlon JM. Induction of synthesis of an antimicrobial peptide in the skin of the freeze-tolerant frog, *Rana sylvatica*, in response to environmental stimuli. FEBS Letters. 2000;483:135-138.
16. Nascimento ACC, Fontes W, Sebben A, Castro MS. Antimicrobial peptides from anuran skin secretions. Protein and Peptide Letters. 2003;10:227-238.
17. Negroni G. The basics of breeding frogs. Infish International. 1996;4:34-38.
18. Richard M. Frog breeding. Publications of the Innovation and Technology Directorate. Direction de l'aquaculture et du développement durable. Quebec, 2008, 8p.
19. Rödel MO, Ernst R. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. Ecotropica. 2004;10:1-14.

20. Steward KW. Manual on the care and use of experimental animals. Amphibians. Captivity as an environment, 1984;2:26.
21. Tohé B, Kouamé NG, Assemian NE, Gourène G, Rödel MO. Dietary Strategies of the Giant Swamp Frog *Hoplobatrachus occipitalis* in Degraded areas of Banco National Park (Ivory Coast), International Journal of Scientific Research and Reviews. 2014;3(2):34-46.
22. Tohé B, Assemian NE, Kouamé NG. Reproduction of African Tigrine Frog *Hoplobatrachus occipitalis* in Banco National Park (Ivory Coast), International Journal of Science and Research. 2016;5(1):577-581.
23. Water watch Australia Steering Committee. Water watch Australia National Technical Manual, Environment Australia, 2003, 156pp. See online:www.waterwatch.org

RESUMÉ

La forte consommation de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* et donc la diminution des stocks naturels a été l'origine de cette étude portant sur l'intérêt socio-économique et les performances de reproduction et de la croissance de cette grenouille. L'échantillonnage en boule de neige a permis de montrer que 15 ethnies importantes de Côte d'Ivoire consomment cette protéine animale dont le goût est très apprécié à 57 % par les enquêtés. Les quantités de *H. occipitalis* prélevés dans le milieu naturel varient de 101 à 150 grenouilles par semaines dans les bas-fonds. Ensuite un essai de densité des adultes sauvages de *H. occipitalis* sur leur taux de survie a été mené dans deux types de bassins bétonnés (1,8 m³ et 3 m³) et des enclos installés en étang de 13,5 m³. La densité de 5 individus / m³ des bassins bétonnés de 3 m³ et la densité de 1,1 individus / m³ des enclos installés en étang ont facilité la survie des grenouilles adultes *Hoplobatrachus occipitalis* sur 2 mois, avec des taux de survie variant de 83,33 à 91,33 %. Par la suite des essais de reproductions naturelle et artificielle de *Hoplobatrachus occipitalis* ont été réalisés en bassins bétonnés et en étang. La reproduction naturelle a permis d'obtenir des pontes uniquement en étang avec 902 têtards en début de saison pluvieuse. Par contre la reproduction artificielle a permis d'obtenir 5891 têtards en bassins bétonnés et 5351 têtards en enclos en étang, avec un dosage d'ovaprim de 0,004 ml / g pour les femelles et de 0,003 ml / g pour les mâles. Parallèlement une étude sur la maturité sexuelle des reproducteurs de *Hoplobatrachus occipitalis* mâles et femelles enregistrés en élevage semi-contrôlé à partir de coupes histologiques et de rapport gonado-somatiques (RGS) a été menée. Les résultats de cette étude ont montrés une maturité sexuelle absolue des mâles et femelles à 10,5 mois d'âges pour une taille moyenne de 92,5 ± 0,5 mm pour les femelles et 85,0 ± 4,05 mm pour les mâles. Enfin les derniers essais ont porté sur les tests de densité en milieu semi-contrôlé précisément en bassins bétonnés de 3 m³. Concernant celui des têtards de *H. occipitalis*, la densité de mise en charge optimale pour une bonne performance et une bonne croissance est de 0,89 têtards / l alors que celle des juvéniles est de 90 individus / m³.

Mots-clés : *Hoplobatrachus occipitalis*, bassin bétonné, étang, têtards, grenouillettes, ovaprim

ABSTRACT

The high consumption of the frog *Hoplobatrachus occipitalis* and therefore the decrease in natural stocks was the origin of this study on the socio-economic interest and the reproductive and growth performance of this frog. Snowball sampling showed that 15 major ethnic groups in Côte d'Ivoire consume this animal protein, the taste of which is highly appreciated by 57% of respondents. The quantities of *H. occipitalis* taken from the natural environment vary from 101 to 150 frogs per week in the lowlands. Then a density test of wild adults of *H. occipitalis* on their survival rate was conducted in two types of concrete basins (1.8 m³ and 3 m³) and enclosures installed in a 13.5 m³ pond. The density of 5 individuals/m³ of the 3 m³ concrete basins and the density of 1.1 individuals/m³ of the enclosures installed in the pond facilitated the survival of the adult frogs *Hoplobatrachus occipitalis* over 2 months, with survival rates varying from 83, 33 to 91.33%. Subsequently, tests of natural and artificial reproduction of *Hoplobatrachus occipitalis* were carried out in concrete basins and in ponds. Natural reproduction made it possible to obtain spawnings only in ponds with 902 tadpoles at the start of the rainy season. On the other hand, artificial reproduction made it possible to obtain 5891 tadpoles in concrete tanks and 5351 tadpoles in enclosures in ponds, with a dosage of ovaprim of 0.004 ml / g for females and 0.003 ml / g for males. At the same time, a study on the sexual maturity of male and female *Hoplobatrachus occipitalis* breeders recorded in semi-controlled breeding from histological sections and gonado-somatic ratio (RGS) was carried out. The results of this study showed absolute sexual maturity of males and females at 10.5 months of age for an average size of 92.5 ± 0.5 mm for females and 85.0 ± 4.05 mm for males. Finally, the last tests focused on density tests in a semi-controlled environment precisely in concrete basins of 3 m³. Regarding that of *H. occipitalis* tadpoles, the optimal stocking density for good performance and good growth is 0.89 tadpoles/l while that of juveniles is 90 individuals/m³.

Keywords: *Hoplobatrachus occipitalis*, concrete basin, pond, tadpoles, froglets, ovaprim