

Germes Pathogènes Des Anoures d'Afrique De l'Ouest :

Synthèse Bibliographique

[Pathogenic Germs Of West African Anurans: Bibliographical Summary]

Lucienne CODJO^{1,2}, Eloi Y. ATTAKPA^{1,2*}, Styve S. FAYALO¹, Zoulfau SIDI OROU MASSARA, Ibrahim IMOROU TOKO*²

¹Laboratoire d'Ecologie, de Santé et de Production Animales (LESPA), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP, Bénin)

²Laboratoire de Recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie Aquatique (LaRAEAq), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP)

³Laboratoire de Diagnostic Vétérinaire et de Sérosurveillance (LADISERO), Direction de l'Elevage (DE), Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP)



Résumé – Une synthèse sur les connaissances des germes pathogènes des anoures en Afrique de l'Ouest a été réalisée au Bénin. Les Anoures (grenouilles, crapauds, rainettes, pélobates, pélodytes, sonneurs, alytes et discoglosses) appartiennent à la classe des amphibiens et se distinguent par l'absence de queue après leur métamorphose. Ils ont un mode de vie semi-aquatique mais à l'âge adulte, ils colonisent des milieux très diversifiés allant des zones humides aux habitats plus secs. Les Anoures remplissent diverses fonctions dans le maintien de l'écosystème. Ils sont également d'une grande utilité pour l'homme sur plans alimentaires, thérapeutiques, ornementaux, etc. En dépit de leurs divers services, ces batraciens sont sous la menace de diverses pathologies infectieuses, parasitaires et fongiques leur menaçant d'extermination. En effet, la littérature abonde au sujet en faisant mention de la chytridiomycose due au champignon *Batrachochytrium dendrobatidis* et de ranaviruses dues aux *Ranavirus*. *Basidiobolus ranarium*, responsable de la phycomycose, est aussi un agent fongique contribuant au déclin des anoures. En milieu naturel comme en captivité, la bactérie *Aeromonas hydrophila* décime diverses classes d'âge d'Anoures à travers la maladie des pattes rouges ou « red-leg disease ». Aussi, les fortes intensités d'infestation dues aux helminthes provoquent des mortalités importantes chez ces animaux. Au Bénin, peu de travaux scientifiques ont été consacrés à l'ordre des Anoures, surtout en ce qui concerne leur santé. Ce gap mérite donc d'être comblé par la recherche scientifique en vue de la protection de ce groupe zoologique très diversifié et de plus en plus comestible.

Mots clés – Anoures, écologie, maladies, germes pathogènes, Bénin.

Abstract – Anurans (frogs, toads, tree frogs, pelobates, pelodytes, ringers, alytes and discoglosses) belong to the class of amphibians and are distinguished by the absence of a tail after metamorphosis. They have a semi-aquatic way of life but as adults, they colonize very diverse environments ranging from wetlands to drier habitats (fields). Anurans fulfill various functions in the maintenance of the ecosystem. They are also of great use to man in terms of food, medicine, ornamental, etc. In spite of their various services, these amphibians are under the threat of various infectious, parasitic and fungal pathologies threatening them with extermination. In fact, the literature abounds in the subject mentioning chytridiomycosis due to the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* and ranaviruses due to *Ranavirus*. *Basidiobolus ranarium*, responsible for phycomycosis, is also a fungal agent contributing to the decline of anurans. In the wild and in captivity, *Aeromonas hydrophila* decimates various age classes of anurans through red-leg disease. Also, high levels of helminth infestation cause significant mortality in these animals. In Benin, little scientific work has been done on the Anuran order. Particularly in the sector of anuran health, data are practically non-existent; this field deserves the attention of scientific research, therefore, in view of the protection of this much diversified group that constitute the anurans.

Keywords – Anurans, ecology, diseases, pathogens, Benin.

I. INTRODUCTION

Les Anoures constituent l'un des trois ordres de la classe des amphibiens, à côté des Urodèles (ou Caudata) et des Apodes (ou Gymnophiona). Ils sont des êtres primitifs ayant colonisé une très grande variété de milieux aquatiques et terrestres [1]. De nos jours, le commerce des amphibiens est une vaste entreprise qui s'opère à l'échelle nationale et internationale [2]. En Asie du Sud-Est, les amphibiens représentent une source de protéines importante pour certaines communautés rurales ([3], [4]). En Afrique de l'ouest par ailleurs, on note durant les dernières décennies une hausse de la demande de grenouilles [5]. Au Bénin, la consommation de la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis* a récemment augmenté de manière considérable à tel point que les anoures sont actuellement considérés comme une source importante de protéines dans les habitudes alimentaires de certaines populations locales [6]. Cette espèce est même transportée du Bénin au sud-Ouest du Nigéria pour être commercialisée [5]. Les rôles et importances des anoures sont très multiples. En plus de leur forte implication dans le maintien de l'équilibre de l'écosystème, l'exploitation des anoures par l'homme date de plusieurs siècles ([7], [8]). Ainsi, plusieurs espèces de grenouilles sont utilisées dans l'alimentation humaine un peu partout dans le monde. Ces amphibiens constituent sans doute un maillon écologique et alimentaire indispensable ([9], [10], [11]). La prise de conscience sur la réduction des populations d'amphibiens par l'Union Internationale pour la conservation de la nature (IUCN) en 2004, a soulevé les questions relatives à la survie des amphibiens. Cependant les populations d'amphibiens se trouvent fortement menacées et sont en déclin dans plusieurs régions du monde ([12], [13]). Selon plusieurs auteurs ([12], [9]), environ un tiers des espèces d'amphibiens répertoriées est menacé d'extinction de nos jours dans le monde. Les causes de ces régressions sont multiples allant de la destruction et la dégradation des habitats, la pollution, l'action synergique du changement climatique, les prélèvements en milieu naturel pour la consommation humaine et autres usages, et les maladies en seraient la principale raison ([14], [15], [16], [13]). En effet, selon [17] les agents pathogènes et les nouvelles maladies émergentes constituent des causes importantes de ces régressions de populations des grenouilles. C'est le cas par exemple du champignon, *Batrachochytrium dendrobatidis* (chytride) qui colonise les régions de la France [17]. Ces pathogènes engendrent généralement d'importantes mortalités essentiellement dans le rang des populations d'amphibiens sauvages ([18], [19]). Aussi, les externalités occasionnées par l'utilisation des pesticides chimiques à la survie des grenouilles contribuent-elles à la disparition de ces espèces. De plus la transformation des habitats de ces espèces représente un enjeu récurrent pour leur préservation [20]. C'est dans ce contexte que la présente étude se propose de faire la synthèse des connaissances disponibles au sujet des anoures en mettant un accent particulier sur les pathogènes les plus courants dont ils sont victimes. Des perspectives de recherches ont été définies afin de contribuer à la réussite d'une raniculture en Afrique de l'Ouest par la maîtrise des pathologies dominantes en milieu contrôlé d'élevage.

II. CARACTÉRISTIQUES DES ANOURES

Du grec « *anourea* » (sans queue), les Anoures sont des vertébrés ectothermes, tétrapodes, avec une tête large, se distinguant des autres groupes d'amphibiens par l'absence de queue à l'état adulte [21]. Ce groupe d'amphibiens regroupe les grenouilles, crapauds, rainettes, pélobates, pélodytes, sonneurs, alytes et discoglosses. Leur corps est nu (ni écaille, ni plume et encore moins de poils visibles à l'œil nu) avec une peau allant de lisse à plus moins lisse ou granuleuse respectivement chez les rainettes, les grenouilles et les crapauds ([21], [1]). Le mode de locomotion des Anoures est le saut grâce à leurs pattes postérieures allongées et leur ceinture pelvienne très développée [21]. Les anoures possèdent un épiderme peu kératinisé, les contraignant à vivre dans des milieux humides [21]. Ils sont capables d'une respiration de type cutané en complément à la respiration pulmonaire ou branchiale ([1], [22]).

Chez certaines espèces, la présence de sacs vocaux, dont le nombre et la position sont très variables, permet de faire la distinction entre les individus mâles et femelles (Figure 1).



Litoria chloris

Rana esculenta

Fig. 1 : Types de sacs vocaux chez les anoures : sac vocal unique et médian sous la gorge (à gauche ; www.upload.wikimedia.org) et sacs vocaux doubles et latéraux (à droite ; www.master.salamandre.net)

III. ECOLOGIE DES ANOURES

D'après [23], le continent africain compte environ 696 espèces d'amphibiens dont la majorité (599 espèces) appartient à l'ordre des Anoures avec une prédominance des espèces de la famille des Hyperolidae (229 espèces). Ils sont plus abondants dans la zone équatoriale et australe mais moins dans la zone septentrionale [24]. Toutefois, l'une des grenouilles comestibles, *Hoplobatrachus occipitalis* (famille des Dicroglossidae) reste très répandue en Afrique de l'Ouest [25] (Figure 2).



Fig. 2 : Distribution de *Hoplobatrachus occipitalis* en Afrique (Source : Cartographical Data©2017 Google ; INEGI cite par [25]).

Classée parmi les amphibiens (*amphi* = double et *bios* = vie), la majorité des anoures ont un mode de vie semi-aquatique [1] et pondent leurs œufs dans l'eau (mares, étangs, lacs, etc.). Même si certaines grenouilles ont une vie entièrement aquatique [1], la plupart des amphibiens anoures mènent une vie terrestre après leur métamorphose [26]. Selon [27], certaines espèces telles que le crapaud d'Amérique sont indépendantes de l'eau et ne font recours aux milieux aquatiques qu'exclusivement durant leur période de reproduction. Les espèces d'anoures ont des milieux de vie très diversifiés. Plusieurs études ont été menées dans l'optique d'identifier les types d'habitats adéquats à la survie de ces êtres et les facteurs environnementaux déterminants dans leurs distributions géographiques ([28], [18]). Un lien étroit s'établit entre la densité des anoures et l'humidité de leur habitat ([28], [29]) mais les milieux marins leurs seraient pas favorables [23]. Le Tableau 1 montre une synthèse des habitats de quelques espèces de grenouilles.

Tableau 1 : Ecologie de quelques espèces de grenouilles

Espèces de grenouilles	Habitats préférés et source	Auteurs
<i>Rana pipiens</i>	Marais riverains et prairies humides Marécage arbustif et arborescent et champ fauché	[29], [30]
<i>Rana clamitans</i>	Marais riverains et marécages arborescents	[29], [30]
<i>Rana sylvatica</i>	Marécages arborescents	[29]
<i>Bufo americanus</i>	Habitat sec ; champs et marécages arborescents ; Proximité des rives	[29], [31]
<i>Eleutherodactylus toftae</i>	Plaine d'inondation	[32]
<i>Edalorhina perezii</i>	Plaine d'inondation	[32]
<i>Epipedobates</i> sp.	Forêt sur terrasse	[32]
<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	Zones de savane	[25]

IV. IMPORTANCE DES ANOURES

Les Anoures sont d'une grande importance pour l'homme et l'environnement. En tant que prédateurs (insectes, autres invertébrés) et proies (oiseau, serpent, etc.), ils constituent un maillon essentiel de la chaîne alimentaire et jouent donc un rôle important dans l'équilibre de l'écosystème [33]. Ils sont souvent utilisés pour la lutte biologique contre certains invertébrés nuisibles tels que les moustiques et chenilles, permettant des progrès remarquables dans le domaine agricole et la surveillance de certaines maladies comme le paludisme ([34], [35]). Aussi, la grande perméabilité de leur peau et leur nature ectotherme les rendent très exigeants en ce qui concerne la qualité physico-chimique de leurs habitats ce qui justifie leur utilisation comme indicateurs naturels de l'état de leur milieu de vie et donc peuvent fournir des données précieuses pour la reconstitution de ces milieux ([7], [1], [11]). Sur le plan médical, ces amphibiens interviennent dans le traitement de diverses pathologies. Ainsi, il a été rapporté que ces animaux sont sollicités dans la fabrication d'une grande variété de composés pharmacologiques, dont certains auraient même un effet remarquable dans le traitement du VIH [1]. En dehors de leur intérêt thérapeutique, les interactions entre l'Homme et les amphibiens sont multiples. En plus d'être utilisés pour l'ornement (ou animal de compagnie), la grenouille est aussi exploitée pour la consommation humaine ([28], [7]). Il existe une cinquantaine d'espèces de grenouilles comestibles utilisées dans plusieurs régions du monde comme source de protéine d'origine animale ([1], [36]). Cette filière serait sans doute une source de revenu financière non négligeable ([37], [38]). Par ailleurs, le derme de la peau de grenouille, considéré comme une usine à peptides est très sollicité en industrie de tannage dans la fabrication des bracelets et autres accessoires [39].

V. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES GRENOUILLES AU BÉNIN

Au Bénin, peu d'études scientifiques ont porté sur les grenouilles. Les plus connues sont notamment celles de [11], [40], [25], [41], [42] et [43]. Dans le milieu naturel ces travaux ont été essentiellement relatifs à l'inventaire des espèces d'amphibiens retrouvées dans le milieu naturel, leur description, ainsi que les menaces qu'elles subissent [11]. En milieu contrôlé, les travaux de Godome et ses collaborateurs ont permis de disposer des données sur l'alimentation, la densité de stockage, la composition protéique de la carcasse et la reproduction artificielle chez *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther 1858). Sur le plan de la santé des grenouilles, les informations existantes sont rapportées par [40], qui ont étudié la flore parasitaire des grenouilles rencontrées dans la Rivière de Pendjari au Nord-Benin, dont l'espèce comestible *Hoplobatrachus occipitalis*.

VI. PATHOGÈNES DES ANOURES

6.1. Virus

Les amphibiens hébergent une multitude de virus dont très peu leurs sont reconnus pathogènes. Ainsi, les « Iridovirus », les « Rana herpesvirus 1 » (RaHV-1), les « Calicivirus », les « Herpesvirus-like », les Virus « West Nile » et les virus « Sindbis » ont déjà été isolés chez des anoures, principalement au niveau du genre *Rana* [18]. A l'instar des reptiles et des poissons, les ranaviruses constituent une maladie infectieuse responsable de mortalités massives des amphibiens. Elles sont causées par des *Ranavirus* appartenant à la famille des *Iridoviridae* ([9], [44]). Les *Ranavirus* existent sous plusieurs espèces dont *Frog virus 3 (FV3)*, *Ambystoma tigrinum virus (ATV)*, *Bohle iridovirus (BIV)*, *Rana catesbeiana virus (RCV)*, *Common midwife toad virus (CMTV)*. Ils sont tous responsables de mortalités massives des anoures dans le milieu naturel comme en captivité ([16], [45]).

6.2. Champignons

La chytridiomycose représente une maladie majeure des amphibiens, avec un taux de mortalité avoisinant 100% mais variable suivant l'espèce, le stage de développement des individus infectés ainsi que les conditions climatiques propres au milieu (Figure 3) ([12], [32] [46], [47], [48]). Le champignon, *Batrachochytrium dendrobatidis*, reconnu exclusivement aquatique [49], est un agent pathogène fongique responsable de la chytridiomycose, une infection cutanée chez les amphibiens ([46], [48], [50], [51], [19]). Ce champignon est réparti sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique et peut être considéré comme un véritable agent du déclin de la biodiversité mondiale des amphibiens ([52], [53]), avec une prévalence plus importante dans les régions tempérées [54]. Il infecte les anoures ainsi que les deux autres groupes de batraciens : les urodèles et les apodes [55]. De nos jours, *Batrachochytrium dendrobatidis* a déjà été isolé chez 387 espèces d'amphibiens [53] dont seulement quelques-unes, telles que la grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*), le Xénope lisse (*Xenopus laevis*) ou la Salamandre tigrée (*Ambystoma tigrinum*), sont des porteurs sains du champignon ([56], [16], [57]).



Fig. 3 : Distribution des foyers de chytridiomycose dans le monde (Source : www.bd-maps.net)

Des champignons non pigmentés des genres *Mucor* et *Basidiobolus* sont également susceptibles de causer la phycomycose chez les Anoures [58]. Selon [59], *Basidiobolus ranarium* a également été identifié comme l'un des champignons associés au déclin

mondial des anoures. Au Nigeria, les travaux de [36], ont permis d'identifier les principaux groupes de champignons chez la grenouille *Hoplobatrachus occipitalis*, une espèce comestible largement répandue en Afrique de l'Ouest (Tableau 2).

Tableau 2 : Champignons isolés chez *H. occipitalis*

Organe analysé	Champignons isolés
Bouche	<i>Candida Sp.</i> ; <i>Penicillium Sp.</i> ; <i>Aspergillus Sp.</i> ; <i>Rhizopus Sp.</i> ; <i>Mucor Sp.</i> ; <i>Fusarium Sp.</i>
Intestin	<i>Candida Sp.</i> ; <i>Rhizopus Sp.</i> ; <i>Aspergillus Sp.</i> ; <i>Penicillium Sp.</i>
Peau	<i>Candida Sp.</i> ; <i>Penicillium Sp.</i> ; <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus fumigates</i> ; <i>Mucor Sp.</i> ; <i>Rhizopus sp.</i> ; <i>Saccharomyces Sp.</i> ; <i>Fusarium Sp.</i>

Source : [36]

6.3. Bactéries

La bactérie, *Aeromonas hydrophila*, organisme ubiquiste dans le milieu aquatique ([60], [61]), fait partie de la flore intestinale normale des grenouilles et des têtards ([62], [63], [60]). Par ailleurs, plusieurs études ont conclu que cette bactérie cause des mortalités massives des grenouilles dans leur environnement naturel comme en élevage ([64], [65], [63]). En effet, cette bactérie est responsable de la dermatosepticémie, maladie des pattes rouges ou « red-leg disease » ([66], [63]), se traduisant par une flaccidité des muscles, des hémorragies, des ulcérations cutanées et parfois une septicémie foudroyante [18]. Les anoures sont également victimes de diverses pathologies d'origine bactérienne telles que les Mycobactérioses, les Chlamydyphyloses, les Rickettsioses, les Salmonelloses et les Leptospiroses causées par une gamme très variée de bactéries aussi bien en milieu naturel qu'en captivité. Le Tableau 3 montre quelques bactéries isolées chez la grenouille comestible *H. occipitalis*.

Tableau 3 : Quelques bactéries isolées chez *H. occipitalis*

Organes analysés	Bactéries isolées	Auteurs
Bouche	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Salmonella typhi</i> ; <i>Bacillus Sp.</i> ; <i>Pseudomonas Sp.</i> ; <i>Serratia Sp.</i> ; <i>Vibrio cholerae</i> ; <i>Enterobacter Sp.</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i>	[36]
Intestin	<i>Proteus Sp.</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Vibrio Sp.</i> ; <i>Klebsiella Sp.</i> ; <i>Salmonella typhi.</i> ; <i>Bacillus Sp.</i> ; <i>Shigella Sp.</i> ; <i>Staphylococcus Sp.</i> ; <i>Pseudomonas Sp.</i>	[36]
Intestin, Muscle et Peau	<i>Aeromonas hydrophila</i> ; <i>Aeromonas sobria</i>	[67]
Peau	<i>Bacillus Sp.</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Salmonella Sp.</i> ; <i>Klebsiella Sp.</i> ; <i>Vibrio Sp.</i> ; <i>Enterobacter Sp.</i> ; <i>Serratia Sp.</i> ; <i>Pseudomonas Sp.</i> ; <i>Shigella Sp.</i> ; <i>Staphylococcus Sp.</i> ; <i>Aerobacter Sp.</i>	[36]

6.4. Parasites

Les Anoures constituent un hôte pour une gamme très variée de parasites tels que les protozoaires (Trypanosomes, Opalines, Nyctothères), les helminthes (Trématodes, Cestodes, Monogènes, Nématodes, Acanthocéphales) mais les Opalines et Nyctothères présents dans le tube digestif sont généralement considérés comme des symbiontes. D'autres ectoparasites (Sangsues) parasitent également les amphibiens. En effet, les infestations dues aux helminthes ont été impliquées dans des cas de polydactylie, de déformation de membres ou encore de mortalité massive de grenouilles en cas d'infestation massive ([68], [69]). Plusieurs études ont établi une corrélation entre les infections parasitaires et le déclin des populations d'amphibiens ([14], [15]). La nature et le nombre d'espèces de parasites isolés chez les anoures varient en fonction du milieu d'étude (zone agroécologique) et de l'espèce de grenouille considérée. Le Tableau 4 présente une synthèse des parasites déjà isolés chez la grenouille comestible *H. occipitalis*.

Tableau 4 : Quelques parasites isolés chez *H. occipitalis* et organes infestés

Parasites	Familles (Classe)	Organes parasités	Auteurs
<i>Aplectana acuminata</i>	Nématode	Estomac et Intestin grêle	[70]
<i>Chabaudus leberrei</i>	Nématode	Intestins	[71]
<i>Chabaudus leberrei</i>	Nématode	Intestins	[72], [73], [74]
<i>Cosmocerca ornata</i>	Nématode	Gros intestin	[73]
<i>Cosmocerca ornata</i>	Nématode	Intestins	[71]
<i>Physaloptera Sp.</i>	Nématode	Œsophage et Estomac	[73]
<i>Ascaris Sp.</i>	Nématode	Peau et Estomac	[73]
<i>Microfilariae Folleyellides</i>	Nématode	Sang	[73]
<i>Rhabdias bufonis</i>	Nématode	Poumon	[71]
<i>Amplificaecum africanum</i>	Nématode	Estomac et Intestins	[71]
<i>Camallanus dimitrovi</i>	Nématode	Intestins	[71], [74]
<i>Camallanus Sp.</i>	Nématode	Estomac et Intestin grêle	[71]
<i>Oxyuris Sp.</i>	Nématode	Estomac et Intestins	[70]
<i>Immature filariids.</i>	Nématode	Péritoine	[71]
<i>Cephalochlamys Sp.</i>	Cestode	Intestin grêle	[71]
<i>Diphyllobothrium Sp.</i>	Cestode	Intestin grêle	[70]
<i>Eurytrema Sp.</i>	Trématode	Estomac et Intestins	[70]
<i>Haematoloechus exoterorchis</i>	Trématode	Poumon	[73], [71]
<i>Haematoloechus exoterorchis</i>	Trématode	Poumon	[74]
<i>Mesocoelium monodi</i>	Trématode	Intestin grêle	[71]
<i>Diplodiscus fischulialicus</i>	Trématode	Gros intestin	[71]
<i>Diplodiscus fischtalicus</i>	Trématode	Intestins	[74]
<i>Ganeo africana</i>	Trématode	Intestin grêle	[71]
<i>Prosotocus exovitellosus</i>	Trématode	Intestin grêle	[71]

Cysthacanthus

Acanthocephale Intestin grêle, Foie,
testicule et Vessie

[72]

VII. PERSPECTIVES DE RECHERCHE SUR LES ANOURES AU BENIN

Les pathogènes de la grenouille la plus consommé *H. Occipitalis* dans les communautés riveraines des zones humides du Bénin sont presque inconnus. La menace des amphibiens sur le plan mondial, constat identique localement en Afrique de l'Ouest, est critique au point de nécessiter une intervention immédiate de l'homme. Il urge donc de disposer des connaissances nécessaires et d'engager des actions pour la sauvegarde de ces êtres si importants. Pour y parvenir, une meilleure compréhension des conditions d'élevage des amphibiens, notamment ceux comestibles et un contrôle rigoureux de leur état de santé constituent les axes majeurs de recherche à promouvoir [18].

Au Bénin, bien que certains travaux de recherche ont permis de cerner quelques aspects liés à la conduite de l'élevage et à la reproduction de la grenouille comestible *Hoplobatrachus occipitalis* ([41], [43]), les différentes maladies pouvant impacter le développement de son élevage et la promotion de sa consommation demeurent peu connus. Il urge alors de disposer des connaissances sur les maladies infectieuses et parasitaires de *H. occipitalis* et bien d'autres espèces de grenouilles d'intérêt dans la sous-région en général et au Bénin en particulier à travers l'identification de leurs pathogènes, notamment chez *H. occipitalis* qui est la plus appréciée des consommateurs locaux.

VIII. CONCLUSION

Les anoures qui constituent une part importante de la biodiversité de notre planète sont très importants pour l'équilibre environnemental et remplissent diverses fonctions au profit de l'homme. Leur extinction a été longtemps justifiée par les actions anthropiques et d'autres facteurs environnementaux. Cependant une multitude de travaux scientifiques ont essayé de situer la part de responsabilité due aux diverses pathologies dans leurs déclin dans le milieu naturel. Au nombre de ces pathologies, diverses maladies virales, fongiques, bactériennes et parasitaires ont été rapportées. Dans nos contextes, un intérêt particulier doit être accordé à l'étude de ces pathologies afin de mieux contrôler leurs impacts sur la santé de ces amphibiens, et *in fine* sur la qualité sanitaire de leur viande dont la consommation est de plus en plus croissante.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

Ce travail a été réalisé en collaboration avec tous les auteurs ayant lu et approuvé le manuscrit final. L'auteur CL a fait la revue de littérature et rédigé le 1^{er} draft du manuscrit ; les auteurs EYA, SSF, ZSOM et IIT ont contribué à l'élaboration du plan de rédaction, lu et corrigé le manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les membres du comité de thèse de Mme Lucienne CODJO qui ont validé le plan général du présent manuscrit.

REFERENCES

- [1] EAZA, (2008). Les animaux les plus menacés au monde. 21p.
- [2] Warkentin I.G., Bickford D., Sodhi N.S., Bradshaw C.J.A. (2009). Eating frogs to extinction. *Conservation Biology*, 23; pp1056–1059.
- [3] Neang T., Holden J. (2008). A field guide to the amphibians of Cambodia. Flora & Fauna International. 127p.
- [4] Neang T. (2010) A preliminary assessment of the herpetofauna of Veun Sai Protected Forest, Ratanakiri, Cambodia. Unpublished report.
- [5] Mohnke M., Onadoko A.B., Hirschfeld M., Rödel M.O. (2010). Dried or Fried: Amphibians in Local and Regional Food Markets in West Africa. *TRAFFIC Bulletin*, Vol. 22, No. 3; pp117-128.

- [6] 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) [Special Section]: pp1–14 (e106).
- [7] Bailon S., Rage J-C. (1992). Amphibiens et reptiles du quarternaire. Relation avec l'Homme. *Mém. soc. géol. France.* (160). pp95-100
- [8] Negroni G., Farina L., (1993). L'élevage de grenouille. *Cahiers Agricultures*, 2, pp48-55.
- [9] Millerioux M., Dejean T., Miaud C., Artois M., (2012). Les infections à Ranavirus chez les amphibiens. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 141: 23-46
- [10] Nago S.G.A., Grell O., Sinsin B., Rödel M.O. (2006). The amphibian fauna of Pendjari National Park and surroundings, northern Benin. *Salamandra* 42: pp93–108.
- [11] Nago, S.G.A. (2011). Amphibiens Amphibians. In: Neuenschwander, P., Sinsin, B. & Goergen, G. (ed). *Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest: Une Liste Rouge pour le Bénin. Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin.* International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 365p.
- [12] Dejean T., Miaud C., Ouellet M. (2010). La chytridiomycose : une maladie émergente des amphibiens. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 134: pp27- 46.
- [13] Culp C.E., Falkinham J.O., Belden L.K. (2007). Identification of the natural bacterial microflora on the skin of eastern newts, bullfrog tadpoles and redback salamanders. *Herpetologica*, 63 (1); pp66–71.
- [14] Sessions, S.K., Ruth S.B. (1990). Explanation for naturally occurring supernumerary limbs in amphibians. *The Journal of Experimental Zoology*, 254 (1); pp38-47.
- [15] Johnson P.T., Lunde K.B., Ritchie E.G., Launer A.E. (1999). The effect of trematode infection on amphibian limb development and survivorship. *Science*, 284(5415) ; pp802-804.
- [16] Daszak P., Cunningham A.A., Hyatt A. (2003). Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*. Vol 9: pp141-150.
- [17] Cerema (2019). Amphibiens et dispositifs de franchissement des infrastructures de transport terrestre. Collection: *Connaissances*. ISBN: 978-2-37180-328-2. 58p.
- [18] Clément M.E. (2005). Les maladies infectieuses et parasitaires des amphibiens. Thèse de Doctorat Vétérinaire de la Faculté de Médecine De Créteil ; 150p.
- [19] Mohneke M., Rödel M.O. (2009). Declining amphibian populations and possible ecological consequences: a review. *Salamandra* 45: pp203–207.
- [20] SHNVSL (2015). Guide de conservation des amphibiens, des reptiles et de leurs habitats en milieu agricole. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec. 62p.
- [21] Serre Collet F. (2017) Grenouilles, Crapauds et CIE : Parlez-moi d'anoure. Editions Quae, Collection Beaux Livres ; 176p.
- [22] Morin R. (2008). Élevage de la grenouille. Document d'information DADD-10. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 9p.
- [23] Akjill Mali Djaffar C. (2008). Nouvelles données sur la reproduction de *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther 1858) (Anura : Ranidae) à Kisangani (R.D. Congo). Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du grade de licencié en Sciences, option Biologie, orientation Zoologie. Faculté des Sciences, Université de Kisangani. 32p.
- [24] Angel F. (1947). Vie et mœurs des amphibiens. Paris Ed. Pavot. 303p.
- [25] Godome T., Tossavi E., Ouattara N. I., Fiogbe E. D. (2018a). Bibliographic synthesis on biology and ecology of *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(3) ; pp1484-1493.
- [26] Dubois A. (1992). Notes sur la classification des Ranidae (Amphibiens, Anoures). In: *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 61^e année, n°10, décembre 1992. pp305-352

- [27] Cook F.R. (1984). Introduction aux Amphibiens et Reptiles du Canada. Musées nationaux du Canada. 211p
- [28] Leclair R.Jr. (1985). Les amphibiens du Québec : Biologie des espèces et problématique de conservation des habitats. Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche. Biotechnologie National du Québec. 121p.
- [29] Beauregard N. (1988). Étude structurale des habitats terrestres préférentiels fréquentés par la grenouille léopard (*Rana pipiens*), sur la rive nord du lac Saint-Pierre, Québec. Thèse universitaire, Université du Québec à Trois-Rivières; 185p.
- [30] Whitaker H.O.Jr. (1961). Habitat and food of mousetrapped young *Rana gigiens* and *Rana clamitans*. *Herpetologica*; 17(3): pp173-179.
- [31] Breckenridge W.J., Tester J.R. (1961). Growth, local movements and hibernation of the Manitoba toad, *Bufo hemiophys*. *Ecology* 42: pp637–646.
- [32] Rodríguez Vieites D., Nieto Román S., Palanca Soler A. (1997). "Alimentación de las ranas pardas, *Rana gr. Temporaria*, en el circo de Piedrafia (Pirineos, España)". España. *Revista Pirineos*, 149-150 ; pp91-104.
- [33] Costa E. (2005). Influence des paramètres environnementaux sur la stratégie de reproduction de la Grenouille agile (*Rana dalmatina* Bonaparte, 1938). Maitrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes, Université d'Angers, Faculté des Sciences ; 83p.
- [34] Molez J.F., (1999). Les mythes représentant la transmission palustre chez les indiens d'Amazonie et leurs rapports avec deux modes de transmission rencontrés en forêt. *Santé : Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones*, 9 (3), pp157-162. ISSN 1157-5999.
- [35] OMS (2021). Éradication du paludisme : avantages, scénarios futurs et faisabilité. Rapport du Groupe consultatif stratégique sur l'éradication du paludisme. ISBN 978-92-4-002857-9 (version électronique).
- [36] Douglas S.I., Amuzie C.C. (2017). Microbiological quality of *Hoplobatrachus occipitalis* (Amphibia, Anura) used as meat. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6); pp3192-3200.
- [37] Ho A.L., Gooi C.T., Pang H.K. (2008) Proximate Composition and Fatty acid Profile of Anurans Meat. *Journal of Science & Technology*. 22(1): pp23-29.
- [38] Baygar T., Ozyur N. (2010) Sensory and chemical changes in smoked frog (*Rana esculanta*) leg during cold storage. *Journal of Animal Vte. Adv.* 9(3); pp588-593.
- [39] Rafanomezanjanahary A.S. (2007). Tannage de peau de grenouille. Mémoire de DEA en chimie organique, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo.78p.
- [40] Aisien M.S.O., Nago S.G.A., Rödel M.O. (2011).- Parasitic infections of amphibians in the Pendjari Biosphere Reserve, Benin. *African Zoology*, 46(2); pp340-349.
- [41] Godome T., Tossavi E., Djissou A., Zounon Y., Ouattara N.I., Fiogbe E.D. (2018b). 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*, Vol.8, No.18; pp137-144.
- [42] Godome T, Adjahouinou DC, Vodounnou D.S.J.V. (2019). Effect of protein rate on the growth, feed efficiency and composition of *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) tadpoles' carcass in controlled medium. *S. Asian J. Life Sci.* 7(1); pp1-7.
- [43] Godome T., Sintondji S.W., Azon M.T.C., Tossavi C.E., Ouattara N.I., Fiogbe E.D. (2021). Artificial Reproduction and Embryogeny of the Tiger Frog *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther 1858). *Proc Zool Soc* 74(1); pp43–51.
- [44] Hyatt A.D., Gould A.R., Zupanovic Z., Cunningham A.A., Hengstberger S., Whittington R.J., Kattenbelt J., Coupar B.E.H. (2000) Comparative studies of piscine and amphibian iridoviruses. *Arch. Virol.* 145(2); pp301-331.
- [45] Lpo Fc. (2018). Connaissances de base pour comprendre et lutter contre les maladies émergentes des amphibiens dans la nature. 12p.

- [46] Berger L., Speare R., Daszak P., Green D.E., Cunningham A.A., Goggin C.L., Slocombe R., Ragan M.A., Hyatt A.D., McDonald K.R., Hines H.B., Lips K.R., Marantelli G., Parkes H. (1998). Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(15); pp9031-9036.
- [47] Nichols D.K., Lamirande E.W., Pessier A.P., Longcore J.E. (2001). Experimental transmission of cutaneous chytridiomycosis in dendrobatid frogs. *Journal of Wildlife Diseases*, 37(1); pp1-11.
- [48] Carey C., Bradford D.F., Brunner J.L., Collins J.P., Davidson E.W., Longcore J.E., Ouellet, M., Pessier A.P., Schock D.M. (2003). Biotic factors in amphibian population declines. In: *Amphibian decline: an integrated analysis of multiple stressor effects*; pp153-208.
- [49] Johnson M.L., Speare R. (2003). Survival of *Batrachochytrium dendrobatidis* in water: quarantine and disease control implications. *Emerging Infectious Diseases*, vol. 9; no 8, pp922-925.
- [50] Lips K. R., Brem F., Brenes R., Reeve J. D., Alford R. A., Voyles J., Carey C., Livo L., Pessier A.P., Collins J. P. (2006). Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(9) ; pp3165-3170.
- [51] Schloegel L.M., Hero J.M., Berger L., Speare R., McDonald K., Daszak P. (2006). The decline of the sharp-snouted day frog (*Taudactylus acutirostris*): the first documented case of extinction by infection in a free-ranging wildlife species? *EcoHealth*, 3(1) ; pp35-40.
- [52] Rachowicz L.J., Hero J.M., Alford R.A., Taylor J.W., Morgan J.A.T., Vredenburg V.T., Collins J.P., Briggs C.J. (2005). The novel and endemic pathogen hypotheses: competing explanations for the origin of emerging infectious diseases of wildlife. *Conservation Biology*, vol. 19, no 5; pp1441-1448.
- [53] Fisher M.C., Garner T.W.J., Walker S.F. (2009). Global Emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and Amphibian Chytridiomycosis in Space, Time, and Host. *Annual Review of Microbiology*, 63; pp291-310.
- [54] Kriger K.M., Pereoglou F., Hero J.M. (2007). Latitudinal variation in the prevalence and intensity of chytrid (*Batrachochytrium dendrobatidis*) infection in eastern Australia. *Conservation Biology*, vol.21, no 5; pp1280-1290.
- [55] OIE. (2007). Infection with ranavirus. OIE Aquatic Animal Disease Cards: http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/Ranavirus_card_final.pdf.
- [56] Davidson E.W., Parris M., Collins J.P., Longcore J.E., Pessier A.P., Brunner J. (2003). Pathogenicity and transmission of chytridiomycosis in tiger salamanders (*Ambystoma tigrinum*). *Copeia*, 2003(3); pp601-607.
- [57] Weldon C., Du Preez L H., Hyatt A.D., Muller R., Speare R. (2004). Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerging infectious diseases*, 10(12) ; p2100.
- [58] Crawshaw G. (1992). Amphibian Medicine. In Kirk RW, Bonagura JD, editors. *Current Veterinary Therapy XI Small Animal Practice*. Philadelphia: WB Saunders; pp1219-1230.
- [59] Rollins-Smith L.A., Doersam J.K., Longcore J.E., Taylor S.K., Shamblin J.C., Carey C., Zasloff M.A. (2001). Antimicrobial Peptide Defenses Against Pathogens Associated With Global Amphibian Declines. *Developmental And Comparative Immunology*. 26 (1) ; pp63-72.
- [60] Shotts E.B.Jr. (1984). *Aeromonas*. In: Hoft, G. L., Frye, F. L., & Jacobson, E. R. (ed). *Disease of amphibians and reptiles*. Plenum Press, New York, 784p.
- [61] Hazen T.C., Fliermans C.B., Hirsch R.P., Esch G.W. (1978). Prevalence and distribution of *Aeromonas hydrophila* in the United States. *Applied and Environmental Microbiology*, 36(5) ; pp731-738.
- [62] Gibbs E.L., (1973). *Rana pipiens*: Health and Disease-How Little We Know. *Amer. Zool.*, 13; pp93-96.

- [63] Hird D.W., Diesch S.L., McKinnell R.G., Gorham E., Martin F.B., Kurtz S.W., Dubrovlny C. (1981). *Aeromonas hydrophila* in wild-caught frogs and tadpoles (*Rana pipiens*) in Minnesota. *The American Association for Laboratory Animal Science* 31 (2); pp166-169.
- [64] Forbes Mark R., David L., Ruer Mc., Rutherford L., Pamela. (2004). Prevalence of *Aeromonas hydrophila* in relation to timing and duration of breeding in three species of Ranid frog. *Ecoscience*, vol.11, no 3; pp282-285.
- [65] Hunsaker D., Potter F.E. (1960). "Red leg" in a naturel population of amphibians. *Herpetologica*, 16 (4); pp285-286.
- [66] Gibbs E.L., Gibbs T.J., VanDyck P.C. (1966). *Rana pipiens*: health and disease. *Laboratory Animal Care*; 16; pp142-160.
- [67] Blé C.Y., Dadié A., Cissé M., Yobouet B.A., Djè K.M., Fantodji A. (2016). Prévalence et potentiel de virulence in vitro de *Aeromonas* Sp. chez la grenouille comestible *Hoplobatrachus occipitalis* (Ranidae) collectée dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *International journal of Innovation and Applied Studies*, 18(2); p502.
- [68] Wright K.M. (2006). Overview of amphibian medicine. In: Mader DR, (ed). *Reptile Medicine and Surgery*. 2nd ed. St. Louis: Saunders, Elsevier; pp941-971.
- [69] Johnson P.T.J., Chase J.M., Dosh K.L., Hartson R.B., Gross J.A., Larson D.J., Sutherland D.R., Carpenter S.R. (2007). Aquatic eutrophication promotes pathogenic infection in amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(40); pp15781-15786.
- [70] Akani G.C., Luiselli L., Amuzie C.C., Wokem G.N. (2011). Helminth community structure and diet of three Afrotropical anuran species: a test of the interactive-versus-isolationist parasite communities hypothesis. *Web ecology*, 11(1) ; pp11-19.
- [71] Aisien S.O., Ugbo A.D., Ilavbare A.N., Ogunbor O. (2001). Endoparasites of amphibians from south-western Nigeria. *Acta Parasitologica*, 46(4); pp299-305.
- [72] Aisien M.S.O., Sampson S.A., Amuzie C.C. (2017). Parasitic infections of anurans from an urbanized rainforest biotope in Diobu, Port Harcourt, Nigeria. *Nigerian Journal of Parasitology*, 38(2) ; pp292-297.
- [73] Aisien M.S.O., Uwagbae M., Edo-Taiwo O., Imasuen A.A., Ovwah E. (2015). Pattern of parasitic infections in anurans from a mangrove community of the Niger Delta, Nigeria. *The Zoologist*, 13(1) ; pp50-56.
- [74] Blé Y.C., Kakou B.I., Kouadio K.N., Komoin C. (2019). First report of helminths parasites in frog (*Hoplobatrachus occipitalis*, Günther 1858) from Daloa, Issia and Sinfra (Côte d'Ivoire). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(3) ; pp275-278.