

Communication N°12

KPERA G.N., POMALEGNI S.C.B., MENSAH G.A., SINSIN B.A., 2010. Statut des crocodiles et influence des facteurs physico-chimiques de l'eau sur la répartition des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du 'W' du Bénin. In: IUCN (Ed.) Crocodiles. Actes du 2^e Congrès du Groupe des Spécialistes des Crocodiles: promotion et la conservation des crocodiliens en Afrique de l'Ouest, Ranching de Nazinga, Burkina Faso, 2–6 mars. Gland, Suisse, 145–173.

CROCODILES

**Actes du 2^{ème} Congrès
du Groupe des Spécialistes des Crocodiles
sur la promotion et la conservation des crocodiliens en
Afrique de l'Ouest
tenu à Nazinga, Burkina Faso du 2-6 mars 2010**



**UICN – Union Internationale pour la Conservation de la Nature
Rue Mauverney 28, CH-1196 GLAND, Suisse**

2010

Sommaire

Préface & Remerciements/Forward & Acknowledgments	4
Rapport de Synthèse du 2^{ème} Congrès	6
Liste des Participants	10
Programme du 2^{ème} Congrès	13
 Discours	
- Madame la Secrétaire Générale, Mama Christine LIEHOUN, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, à l'ouverture du deuxième congrès régional sur les crocodiles à Nazinga, Burkina Faso	16
- Allocution du Dr. Dietrich JELDEN, Vice-Président du Groupe des Spécialistes des Crocodiles de l'UICN	18
 Articles	
- WEBB, G. & C. MANOLIS. Directives concernant la surveillance et la gestion des populations sauvages de crocodiliens et définition du «Détriment» dans le contexte de la CITES	20
- SHIRLEY, M. & M. EATON. African biogeography and its impact on recent developments in the systematics of African crocodiles	89
- INGENLOFF, K. Habitat, Status and Distribution of Crocodiles in The Gambia	100
- PAZIAUD, L. The Gambia country report on crocodile species for the 2 nd congrès on West African crocodiles, Nazinga, Burkina Faso, March 2010	113
- PAZIAUD, L. Gestion de <i>Osteolaemus tetraspis</i> et de <i>Crocodylus cataphractus</i> en Gambie	116
- RAKOKOTONDRAZAFY, A. M. N. A. Impacts du conflit entre homme et crocodile sur la population de crocodiles sauvages à Madagascar	119
- POMALEGNI, S.C.B., KPERA, G.N., MENSAH, G.A. & B.A. SINSIN. Point de la préservation et de la gestion des crocodiles au Bénin	128
- ADJE, B. & D. MARTIN. Initiatives de conservation de zones-humides par une approche communautaire au Sud-Bénin: Cas de la Vallée du Sitatunga (Bénin)	132
- KPERA, G.N., MENSAH, G.A., SINSIN, B. A., TOSSOU, R., EILERS, K., VAN DER ZIJPP, A. & N. AARTS. Human-crocodile interaction: empowerment of local people to deal with crocodiles around agropastoral dams in northern Benin	135

- KPERA, G.N., POMALEGNI, S.C.B., MENSAH, G.A. & B.A. SINSIN. Statut des crocodiles et influence des facteurs physico-chimiques de l'eau sur la répartition des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du 'W' du Bénin	145
- DORE, M.P.O. Report of crocodiles situation in Nigeria	174
- LEGRAND, N.G. & M. LEBRETON. An overview of the distribution and Present status of crocodiles in Cameroon	176
- DJIBEY MAIGA, M. Les Crocodiles du Parc Régional du 'W' du Niger: Etats des lieux et perspectives de conservation	184
- HAROUNA, A., SALIFOU. M. & M. DJIBEY. Etats de conservation et gestion des crocodiles au Niger	193

Présentations

- BOUZOU, A. Projet de développement de la filière crocodilicole dans le cadre du développement d'activités innovantes en matière d'écotourisme dans le parc transfrontalier du 'W'	206
- POMALEGNI, C. Appui du programme élevage des espèces animales non-conventionnelles au projet d'élevage des Crocodiles au Congo	211
- OUEDA, A. & W. GUENDA. Les crocodiles de Nazinga	220
- DIRECTION DE LA FAUNE & CHASSE (DFC) de Burkina Faso. Le crocodile au Burkina Faso: diagnostic situationnel et perspectives	228

Conclusions

Synthèse des travaux sur une 'Strategie Cadre sur la Promotion et Conservation des Crocodiliens en Afrique de l'Ouest' pendant le ' <i>Deuxième Congrès Régional du Groupe des Spécialistes des Crocodiles de l'UICN</i> , tenu à Nazinga, Burkina Faso du 2-6 mars 2010	
Version française/French version	242
Versions anglaise/English version	259

Statut des crocodiles et influence des facteurs physico-chimiques de l'eau sur la répartition des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin

Gnanki. N. Kpéra^{1,2}, Charles B. Pomalegni¹, Guy A. Mensah¹ et Brice A. Sinsin²

¹Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. nathbiche@gmail.com/cpomalegni@gmail.com/mensah@gmail.com

²Laboratoire d'Ecologie Appliquée, FSA/UAC crocobenin@yahoo.fr; bsinsin@gmail.com

Résumé

L'étude a été réalisée dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin (RBT/W) en zone soudanienne au Nord du Bénin. Elle établit la distribution et le statut des crocodiles, puis les facteurs physico-chimiques de l'eau qui conditionnent leur répartition et leur conservation dans cette réserve.

Le logiciel ARCVIEW a permis de réaliser la carte de distribution des crocodiles dans la RBT/W à partir des coordonnées relevées sur 24 points d'eau à l'aide d'un GPS et l'interview de 112 personnes. Les critères de l'UICN pour la Liste Rouge ont servi à établir le statut des espèces de crocodiles. Neuf facteurs (pH, conductivité, salinité, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺ et Fe) sont mesurés sur 24 échantillons d'eau de la réserve afin d'apprécier leur qualité. Une Analyse en Composante Principale (ACP) a été effectuée dans le but de déterminer les relations qui existent entre les variables mesurées et leur effet la distribution des crocodiles dans la RBT/W.

Il ressort de cette étude que 88% des points d'eau abritent les crocodiles et la distribution des crocodiles dans la RBT/W suit une distribution normale (P<5%). Les crocodiles sont présents dans toutes les eaux de la Zone de Chasse de la Mékrou (ZCM), dans 87% des eaux de la Zone de Cynégétique de la Djona (ZCD) et dans 70% des eaux du Parc National du W (PNW). Ils sont abondants dans 58 % des points d'eaux localisés dans le PNW et la ZCM et rares dans le quart localisé dans la ZCD. Ils sont communs dans 3 mares et probablement éteints dans 8,3% des points d'eau. La densité moyenne des crocodiles dans la RBT/W est de 14,24 ± 5,12 crocodiles/km. *Crocodylus niloticus* est «Vulnérable», *Osteolaemus tetraspis* est « En danger critique d'extinction» et *Mecistops cataphractus* est une espèce à « Données manquantes ». La comparaison des valeurs moyennes des facteurs physico-chimiques de l'eau révèle qu'il y a une égalité entre les valeurs moyennes de pH, Mg²⁺ et NH₄⁺ dans les 3 zones de la RBT/W alors qu'il existe une différence significative (P<5%) entre les celles de la conductivité, la salinité et les concentrations en Ca²⁺, K⁺, Na⁺, et Fe dans les eaux des 3 zones de la RBT/W. Quant à l'ACP, elle a révélé qu'aucun des facteurs physico-chimiques de l'eau n'explique la distribution des crocodiles dans la RBT/W.

Pour garantir la survie et la viabilité des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin, il faut opter pour la culture du coton biologique, le suivi de la qualité des rivières et des plans d'eau et le suivi écologique régulier des crocodiles.

Mots clés: Crocodiles, distribution, statut, facteurs physico-chimiques, Réserve de Biosphère, Bénin.

Abstract

This study took place in W Biosphere Reserve in Bénin located in Soudanean zone. We studied crocodiles status, distribution and water quality factors that affect crocodiles distribution and conservation.

Crocodiles distribution map is drawn by using 24 water-holes' geographic coordinates with ARCVIEW Software and by interviewing 112 people. IUCN criteria for Red List were used to know crocodiles status. Factors such as conductivity; pH, salinity; Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ and Fe were determined on 24 water samples to appreciate water quality. Relationship between variables was investigated using Principal Component Analysis.

Our results indicated that 88% of water-holes were invaded by crocodiles and crocodiles distribution in RBT/W was normal ($P < 5\%$). All the water-holes of Mekrou Hunting Zone housed crocodiles, 87 % in Djona Cynegetic Zone (ZCD) and 70 % in W National Parc (PNW). Crocodiles were abundant in 58% of water located in PNW and ZCM; rare in 25% in ZCD, but there are common in 3 water-holes and probably extinct in 8,3% of the waters. The average density of crocodiles in the reserve was $14,24 \pm 5,12$ crocodiles/km. *Crocodylus niloticus* was «Vulnerable (VU)», *Osteolaemus tetraspis* « Critically En danger (CR)» and *Mecistops cataphractus* was « Data deficient (DD) ». Principal Components Analysis, indicated that no physico-chemical facteurs explained crocodiles distribution in the reserve.

To guarantee crocodiles survival and viability in W Biosphere Reserve in Benin, it is necessary to start with the biological cotton cultivation, the control of waters quality and the monitoring of crocodiles.

Key words: Crocodiles, distribution, status, physico-chemical factors, Biosphere Reserve, Bénin.

INTRODUCTION

Les crocodiliens sont parmi les plus grands reptiles de nos jours et les derniers descendants des survivants reptiles du groupe des dinosaures. Toutes les espèces de crocodiliens sont des ovipares et vivent dans les zones humides constituées de : marais, mangroves, rivières, lacs, lagunes, étangs, barrages, etc.). Jusqu'au début des années 1950, ils étaient nombreux dans les régions tropicales d'Afrique, d'Amérique, d'Asie et d'Australie (Dember, 1990). Ces dernières années, la destruction des habitats de crocodile a pris beaucoup de formes et les plus évidentes sont: le drainage, le déboisement, la conversion à l'agriculture et la pollution. Tout cela est combiné à la réglementation inappropriée du commerce international de la peau de crocodiles et de sa viande. Ceci a abouti résolument à la baisse numérique de beaucoup d'espèces de crocodiles et à la réduction de leur aire de distribution (Ross, 1998).

Les crocodiles ont été moins étudiés au Bénin bien que ces 8 dernières années une attention leur a été accordée afin de mieux connaître leur statut dans le pays (Kpéra, 2002, 2009; Mensah *et al.*, 2003; Yolou, 2005; Adjignou *et al.*, 2005).

La Réserve de Biosphère Transfrontalière du W est la première réserve de l'Afrique à cheval sur trois pays : le Bénin, le Burkina Faso et le Niger (Di Sylvestre *et al.*, 2003). Elle comporte des zones humides d'importances internationales ou Site Ramsar (Site Ramsar N° 1668) et abritant différentes espèces rares d'oiseaux, des crocodiles, diverses espèces aquatiques et

semi-aquatiques de faune et de flore (DPNW, 2006). Certes, les crocodiles de la RBT/W, tout en aidant à maintenir le complexe en équilibre dans cet écosystème fragile, participent essentiellement à la conservation de la diversité biologique dans cette Réserve. Cependant, cet équilibre est de plus en plus rompu à cause des activités anthropiques et la pollution des eaux due aux activités agricoles (Soclo *et al.*, 2003). Consciente de cette situation, la Direction du Parc National du W du Bénin (DPNW) a initié en 2004 un projet d'Élevage Pilote de Crocodiles (EPiCroco) à Tchoka, un village situé dans la Zone Cynégétique de la Djona et abritant une mare peuplée dans le passé par des crocodiles. (Kpéra *et al.*, 2003b).

Les principales considérations qui militent en faveur de la présente étude axée sur le statut et l'influence des facteurs physico-chimiques de l'eau sur la distribution géographique des crocodiles dans la RBT/W sont entre autres:

- Les crocodiles ont un immense intérêt scientifique parce qu'ils sont les seuls survivants des archosauriens et sont parmi les parents vivants les plus proches des dinosaures (Martin, 2009 ; Shirley, 2010).
- Les crocodiles sont les membres importants de plusieurs écosystèmes aquatiques dans lesquels ils sont un des prédateurs clés (Ross, 1998 ; Shirley, 2010).
- La faune aquatique est de plus en plus menacée à cause des pollutions chimiques d'origine agricole (Russo, 2002 ; Djibril, 2002 ; Giroux, 2002 ; Soclo *et al.*, 2003 ; Nacci *et al.*, 2005).
- Les crocodiles sont inscrits dans la catégorie " Vulnérable " et d'autres espèces de crocodiles se retrouvent dans la catégorie de "Données manquantes" (IUCN, 2009), alors ils ont donc besoin de plus d'attention.
- Les crocodiles jouent un rôle socioculturel très important pour les populations du Bénin (Kpéra, 2002 ; Kpéra, 2003).
- Les crocodiles sont d'une attraction de valeur de la part des touristes de la RBT/W.
- L'Afrique francophone ne dispose pas de base de données suffisantes sur les crocodiliens (Kpéra, 2007 ; Shirley, 2010).
- En initiant le projet sur l'élevage de crocodiles, la RBT/W est intéressée par la conservation des crocodiles (Kpéra *et al.*, 2003b).
- Aucune recherche scientifique n'avait été effectuée sur des crocodiles dans la RBT/W et par voie de conséquences, il n'existe donc pas de plan d'action pour leur conservation.

Somme toute, ce travail contribue à la conservation des crocodiles dans leurs habitats naturels afin d'assurer leur intégrité écologique et proposer le plan d'action pour leur bien-être dans la RBT/W et leur conservation au Bénin en général. De façon globale, elle vise à avoir une meilleure connaissance des facteurs qui conditionnent la distribution des crocodiles dans la RBT/W et leur conservation afin d'identifier les stratégies pouvant assurer à long terme leur viabilité dans cet environnement peu perturbé par les activités humaines.

Spécifiquement, il s'agit de:

- établir la carte de distribution des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin ;
- identifier le statut des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin ;
- déterminer les facteurs physico-chimiques de l'eau qui peuvent influencer sur l'abondance et la distribution des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin.

METHODOLOGIE

▪ Milieu d'étude

La Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin est localisée à l'extrême pointe Nord du Bénin, entre 11°20' et 12°23' de latitude Nord et entre les méridiens 2°04' et 3°05' de longitude Est (Figure 1). Elle couvre une superficie de 563.280 ha, ce qui équivaut à 55,87% du complexe W régional qui s'étend sur 1.008.149 ha. Le complexe W régional présente l'originalité d'être le seul Parc d'Afrique de l'Ouest à cheval sur 3 pays à savoir le Bénin, le Burkina-Faso et le Niger.

La RBT/W du Bénin est entourée 2 zones cynégétiques:

- La Zone Cynégétique de la Djona (ZCD),
- La Zone Cynégétique de l'Atacora (ZCA) divisée en Zone de Chasse de la Mékrou (ZCM) appartenant à la RBT/W et la Zone de Chasse de Komkombri (ZCK) reliée à la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP).

▪ Echantillonnage

Pour une bonne représentativité des points échantillons, l'échantillonnage s'est fait dans les 3 zones que compte la réserve :

- Le Parc National du W (Réserve stricte) avec un taux d'échantillonnage de 50% (11 sur 22 points d'eau).
- La Zone Cynégétique de la Djona (très perturbée par les activités anthropiques des villages riverains et par la chasse sportive) avec un taux d'échantillonnage de 87% (7 sur 8 points d'eau).
- La Zone de Chasse de la Mékrou (perturbée par la chasse sportive et les activités agricoles), sur 11 points d'eau, 6 ont été investigués, soit les 54%.

▪ Distribution des crocodiles dans la RBT/W

Deux approches ont été utilisées: la première a consisté à faire des observations et à mesurer certains facteurs du lieu d'investigation et la seconde à interviewer le personnel du Parc et la population riveraine de la Réserve pour avoir des informations sur leur connaissance relative aux crocodiles et apprécier leur perception sur les menaces qui planent sur les crocodiles.

S'agissant de la première approche, des observations directes ont été faites le jour entre 7 h et 19 h à l'aide d'une paire de jumelles et la nuit entre 22 h et 3 h du matin avec une lampe torche à large réflexion. L'observation de nuit est basée sur la capacité des yeux des crocodiles à briller en présence d'une source de lumière.

Les coordonnées géographiques de tous les points d'eau parcourus ont relevées à l'aide d'un GPS (Global Positioning System). Cette observation directe a été complétée par la recherche d'indice de présence (crottes, terriers, empreintes et manifestations).

Par ailleurs, s'agissant de la seconde approche, 112 personnes composées du personnel de la Direction du Parc (forestiers, pisteurs, éco-gardes et guides touristiques), des auxiliaires villageois et des populations riveraines (pêcheurs, chasseurs et producteurs) de la RBT/W ont été interviewées. Chacune des personnes enquêtées a été interviewée selon la zone ou les points d'eau qu'elle connaît au mieux dans la réserve. Le questionnaire comporte les grandes rubriques ci-après: i) Connaissance, localisation et leur abondance des crocodiles;

ii) Menaces anthropiques sur les crocodiles; iii) Utilisation des terres et pollution des eaux; iv) Actions à mener pour la conservation des crocodiles dans la RBT/W.

Le logiciel ARCVIEW a permis de réaliser des diverses cartes à partir des coordonnées géographiques relevées à chaque point d'eau.

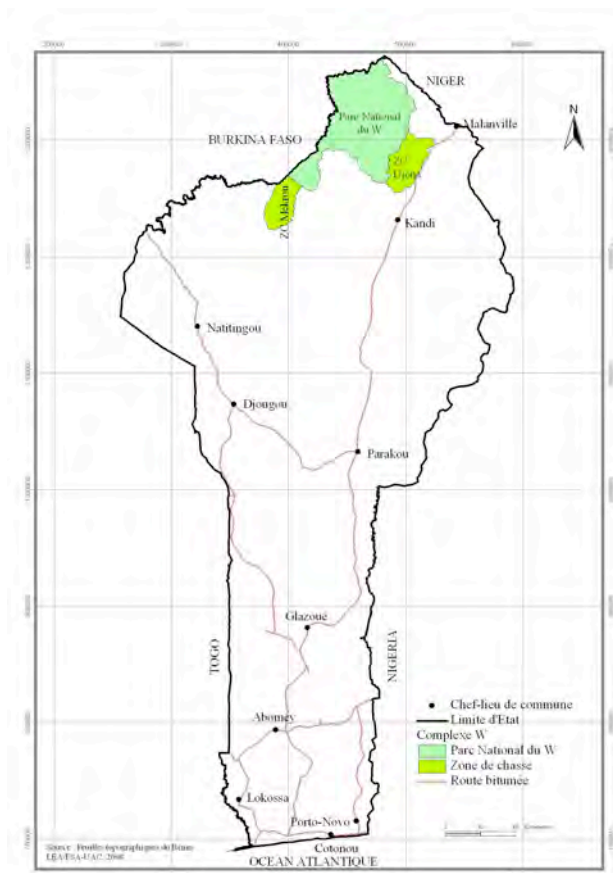


Figure 1. Localisation de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du 'W' du Bénin.

■ *Statut des espèces de crocodiles*

Les lignes directrices pour l'application, au niveau régional des critères de l'UICN pour la Liste Rouge (Gardenfors *et al.*, 2001; UICN, 2003) ont permis d'évaluer le statut des espèces de crocodiles dans la RBT/W.

- **Abondance des espèces de crocodiles**

Pour observer des crocodiles, il a été combiné les observations de jour et de nuit. A cette technique, nous avons associé les données d'enquêtes pour estimer l'abondance des crocodiles dans les points d'eau qui n'ont pas été visités. L'effectif des crocodiles dans chaque point d'eau non échantillonné est estimé égal à la moyenne des effectifs attribués par chaque enquêteur. Ainsi, 4 classes d'abondance (Santiapillai et de Silva, 2001) ont été retenues:

- Probablement disparu, lorsque les crocodiles n'existent pas dans le point d'eau mais avaient existé dans le passé.
- Rare, lorsque le nombre de crocodiles est inférieur à 10.
- Commun, lorsque le nombre de crocodiles est compris entre 10 et 30.
- Abondant, lorsque le point d'eau abrite plus de 30 crocodiles.

- **Structure et densité des espèces de crocodiles dans la RBT/W**

La structure par classe d'âge considérée est celle adoptée par Santiapillai et de Silva (2001) pour le crocodile du Nil : taille inférieure à 1 m = juvénile, taille comprise entre 1,1 et 2 m = subadulte et taille supérieure à 2 m = adulte.

Quant à la densité, elle exprime l'effectif de la population rapporté à la surface. L'effet que la population exerce sur l'écosystème dépend largement du nombre d'animaux qu'il abrite, en d'autres termes de la densité (Bothma, 2002). La densité des crocodiles qui représente le nombre d'individus observés par kilomètre de points d'eau parcouru. A cet effet, les berges des rivières et des mares jusqu'au niveau où elles sont accessibles ont été parcourues afin de compter les crocodiles observés. Ainsi, ont été parcourus 3,1 km dans la ZCD ; 2,7 km dans la ZCM; 3,6 dans le PNW. La densité est exprimée par la formule (Navarro-serment, 2003; Platt *et al.*, 2006):

Où :

$D = n/d$, D = densité (nombre de crocodiles/km) ; n = nombre de crocodiles observés ; d = distance parcourue le long de la berge (km)

- **Catégorisation des espèces de crocodiles dans la RBT/W selon le degré de menace**

Les critères actuellement utilisés pour l'appréciation du degré de menace sur une espèce donnée ont été élaborés par l'Union Mondiale pour la Nature (UICN, 2001; Gardenfors *et al.*, 2001; UICN, 2003). Onze catégories de menace des espèces sont présentées.

Les principales catégories sont: « Eteint (EX)»; « Eteint à l'état sauvage (EW)»; Eteint au niveau régional (RE); « En danger critique d'extinction (CR)»; « En danger (EN)» ; « Vulnérable (VU)»; « Quasi menacé (NT)»; « Préoccupation mineure (LC) » ; « Données insuffisantes (DD)»; Non Applicable (NA) et « Non Evalué (NE)» (UICN, 2003). Tous les taxons classés dans la catégorie « En danger critique d'extinction (CR)» remplissent également les critères des catégories « Vulnérable (VU)» et « En danger (EN)» et, tous les taxons classés dans la catégorie « En danger » remplissent également les critères de la catégorie vulnérable. Ces trois critères entrent dans le groupe « Menacé » (UICN, 2001).

Les indicateurs de pression sur les espèces de crocodiles dans leur domaine vital qui ont été pris en considération sont ceux proposés par Di Sylvestre *et al.* (2003) pour la faune en général : l'intensité des activités de braconnage dans la RBT/W ; l'émiettement de l'habitat des crocodiles dans la zone d'occupation; les effets de la transhumance sur l'habitat des crocodiles et les compétitions entre les espèces. A cela, nous ajoutons les problèmes de pollution des eaux par les pêcheurs et les activités agricoles autour de la zone d'occurrence.

Pour identifier le niveau de quiétude des crocodiles, deux paramètres clés ont été déterminés : la distance de fuite et la distance de sécurité.

- La Distance de Fuite (DF) est la distance minimale qui peut-être atteinte entre l'observateur et l'animal avant que ce dernier ne commence un mouvement de réponse à la présence de l'observateur.
- La Distance de Sécurité (DS) est la distance entre l'observateur et l'animal à laquelle ce dernier arrête le mouvement de fuite causé par l'observateur.

Plus la DF et la DS sont faibles, plus les crocodiles ne jouissent d'une grande quiétude.

▪ **Analyse des facteurs physico-chimiques de l'eau**

- **Détermination des propriétés physico-chimiques de l'eau**

La sélection des propriétés mesurées est principalement basée sur les facteurs : la qualité de l'eau observée dans les études antérieures et les problèmes de qualité de l'eau et de pollution appréhendés suivants (AFNOR, 2000; Hébert et Légaré, 2000; Soclo *et al.*, 2003). Seuls 9 facteurs ont été retenus pour apprécier la qualité des eaux de la zone d'investigation: le pH ; la conductivité ; la salinité ; le Calcium (Ca^{2+}); le Magnésium (Mg^{2+}); le Potassium (K^+); le Sodium (Na^+); l'Azote ammoniacal (NH_4^+) et le Fer (Fe).

- Potentiel hydrogène (pH) : il indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Le pH influe sur la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques (Hébert et Légaré, 2000). Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre.
- Conductivité et Salinité : La conductivité et la salinité donnent une bonne indication des changements de la composition des eaux et spécialement de leur concentration en minéraux. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous. La plage de variation habituelle est de 20,0 à 339,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (Hébert et Légaré, 2000). La mesure de la conductivité s'est faite à l'aide d'un conductimètre et d'une électrode, la température de l'échantillon étant maintenue à 25°C. La limite de détection est de 0,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Macroéléments

La détermination de ces macroéléments constitués de cations est basée selon les méthodes d'analyses des eaux décrites par Tran (1977).

- *Calcium* : La dureté d'une eau correspond à la présence de sels de calcium et, dans une moindre mesure, de sels de magnésium. La teneur en calcium a été déterminée par complexométrie EDTA (Éthylène Diamine Tétracétique)
- *Magnésium* : Le magnésium est un métal possédant de faibles caractéristiques mécaniques mais est très léger (un tiers plus léger que l'aluminium), d'aspect blanc-argenté et qui se ternit légèrement une fois exposé à l'air. En solution, il forme des ions Mg^{2+} . La teneur en magnésium a été déterminée par complexométrie EDTA (Éthylène Diamine Tétracétique).
- *Potassium* : Il est apporté aux plantes sous forme d'engrais NPK. Il a été déterminé par photométrie de flamme.
- *Sodium* : C'est un métal mou et argenté, qui appartient aux métaux alcalins. On ne le trouve pas à l'état de corps pur dans la nature, mais il est très abondant sous forme de composés, par exemple dans le sel. Il a été déterminé aussi par photométrie de flamme.
- *Azote ammoniacal* : L'azote ammoniacal est toxique pour la vie aquatique. Le critère de toxicité n'est pas fixe mais variable selon le pH et la température. Dans les eaux naturelles, l'azote ammoniacal provient principalement du lessivage des terres agricoles ainsi que des eaux usées d'origine municipale et industrielle. Il a été déterminé par la méthode de Nessler. Dosage colorimétrique automatisé avec le phénate de sodium. La plage de variation habituelle est de 0,02 à 0,36 mg/l et la limite de détection est de 0,02 mg/l N.

- Métaux lourds

Le seul des métaux lourds déterminé est le fer par spectrométrie d'absorption atomique : méthode de flamme. Le nombre guide est de 50 µg/l et la concentration maximale est de 200 µg/l.

- **Analyses statistiques**

L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour tester les différences observées entre les facteurs physico-chimiques de l'eau dans les trois zones de la réserve. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été effectuée dans le but de déterminer les relations qui existent entre toutes les variables mesurées.

RESULTATS

- **Distribution et caractérisation des habitats des crocodiles dans la RBT/W**

Sur les 24 points d'eau étudiés, 21 abritent des crocodiles soit une proportion de 88%. Ces points d'eau sont répartis dans les régions de la réserve. En fonction de leur taille et de leur écoulement, les habitats des crocodiles sont regroupés en 2 catégories : les mares et les rivières. Les mares représentent 58% des points d'eau investigués. Les rivières investiguées gardent l'eau toute l'année et elles sont caractérisées par la présence de crocodiles. La distribution des crocodiles dans les points d'eau de la réserve suit une distribution normale ($P > 0,05$). La plupart des eaux sont envahies par des plantes aquatiques comme *Nymphaea lotus*, *Pistia stratiotes*, etc.

Par ailleurs, les données collectées couplées à celles obtenues par enquêtes ont permis d'établir la carte de distribution des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin présentée par la figure 2.

Il ressort de l'analyse de la figure 2 que:

- les crocodiles sont présents dans les eaux des trois régions de la réserve;
- ils figurent dans 100 % des eaux de la ZCM;
- leur présence est plus établie dans la ZCD (87%) que dans le PNW (70%).

- **Statut des espèces de crocodiles**

- **Abondance des espèces de crocodiles dans la RBT/W**

Les différentes observations et les données d'enquêtes auprès du personnel de la réserve ont permis de regrouper les crocodiles de la RBT/W en 4 classes. La figure 3 matérialise l'abondance des crocodiles dans les différents points d'eau de la RBT/W. De l'analyse de cette figure, il ressort que:

- Les crocodiles sont abondants dans 21 points d'eau (soit 58%) localisés dans le PNW et la ZCM;
- Ils sont rares dans 9 des points d'eau (soit 25%) localisés dans la ZCD;
- Les crocodiles sont communs dans 3 mares (soit 8,3%) et ont probablement disparu dans 3 mares (soit 8,3%). Elles sont localisées dans le PNW et du côté de Boumba, frontalier au Niger.
- Toutes les mares de la ZCM à l'exception de la Mare Baobab sont toutes abondantes en crocodiles contre 10 mares sur 15 dans le PNW;
- La ZCD ne compte que 2 mares abondantes en crocodiles sur les 7 qui les abritent. Le PNW étant mieux surveillé que les zones de chasse, nous devrions nous attendre à un renversement de la tendance.

Il ressort de tout ce qui précède que le niveau de surveillance n'est donc pas à lui seul suffisant pour expliquer la répartition et l'abondance des crocodiles dans la RBT/W.

- Diversité spécifique et structure d'âge des crocodiles dans la RBT/W

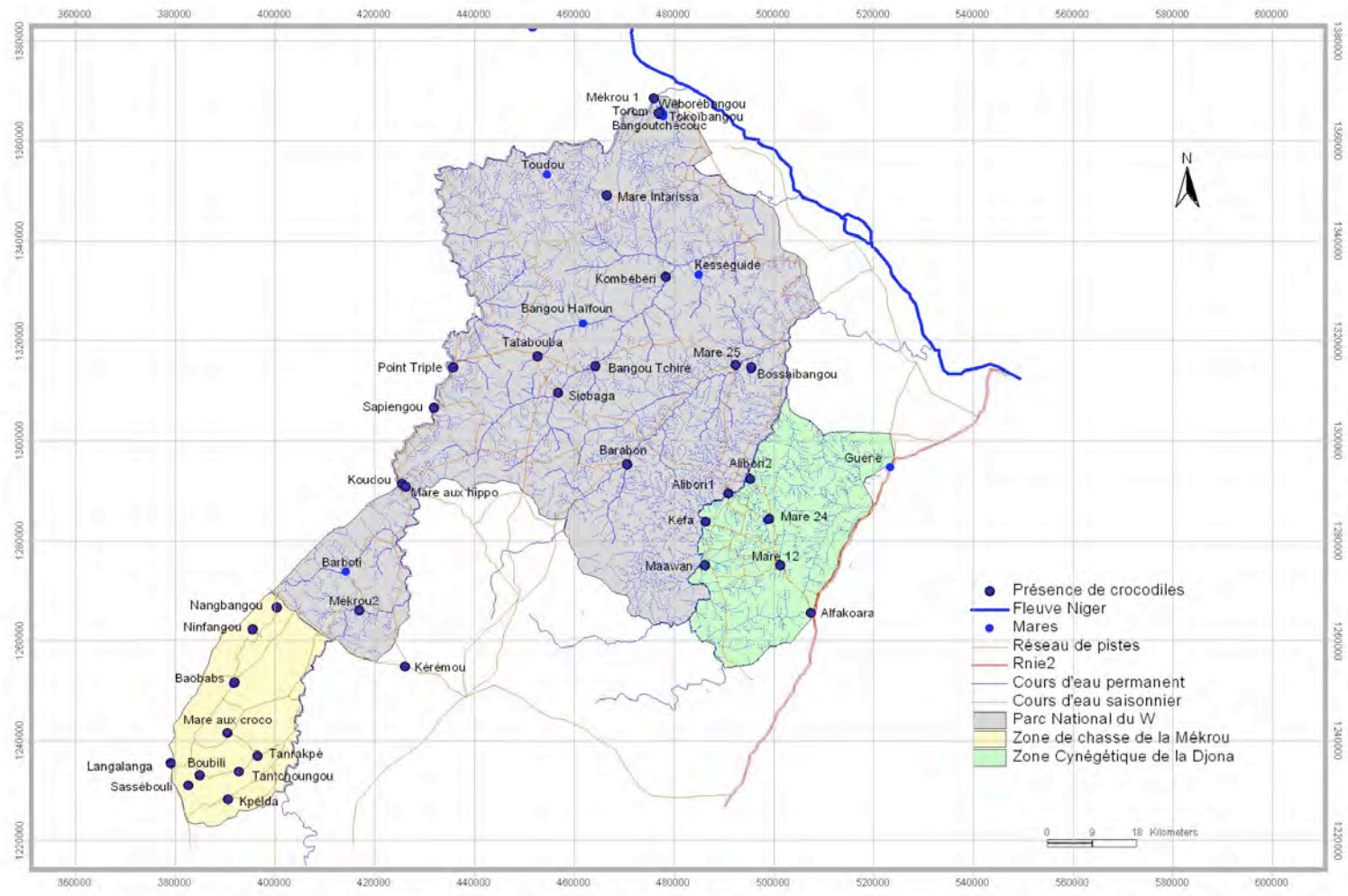
Deux espèces de crocodiles ont été observées au cours de l'étude. Il s'agit *Crocodylus niloticus* et de *Osteolaemus tetraspis*. Le tableau 1 présente les effectifs des espèces de crocodiles observés dans les points d'eau échantillons dans la RBT/W.

Tableau 1. Effectif des différentes espèces de crocodiles observés dans les points d'eau échantillons dans la RBT/W

Points d'eau	<i>Crocodylus niloticus</i>	<i>Osteolaemus tetraspis</i>	<i>Mecistops cataphractus</i>
Zone Cynégétique de la Djona	28	0	0
Zone de Chasse de la Mékrou	52	0	0
Parc National du W	51	1	0
Total	131	1	0

Le crocodile du Nil est de loin l'espèce la plus répandue (99%). La 3^{ème} espèce africaine, le crocodile africain à museau étroit (*Mecistops cataphractus*), n'a pas été observée et les populations locales ignorent sa présence dans la réserve. Cependant, des cas d'Albinos ont été signés dans les deux (2) espèces observées. Un seul crocodile nain a été observé à Bangoutchiré dans le PNW partageant le même habitat avec des crocodiles du Nil. Les enquêtes sur les gardes-faune et les populations riveraines montrent que dans 56% des cas, *Osteolaemus tetraspis* existe en nombre non négligeable dans la réserve.

Les critères de distinction des espèces de crocodiles par les populations locales sont la couleur, la taille du corps, la longueur du museau et l'agressivité de l'espèce. La structure d'âge des crocodiles observés dans la RBT/W est présentée par la figure 4.



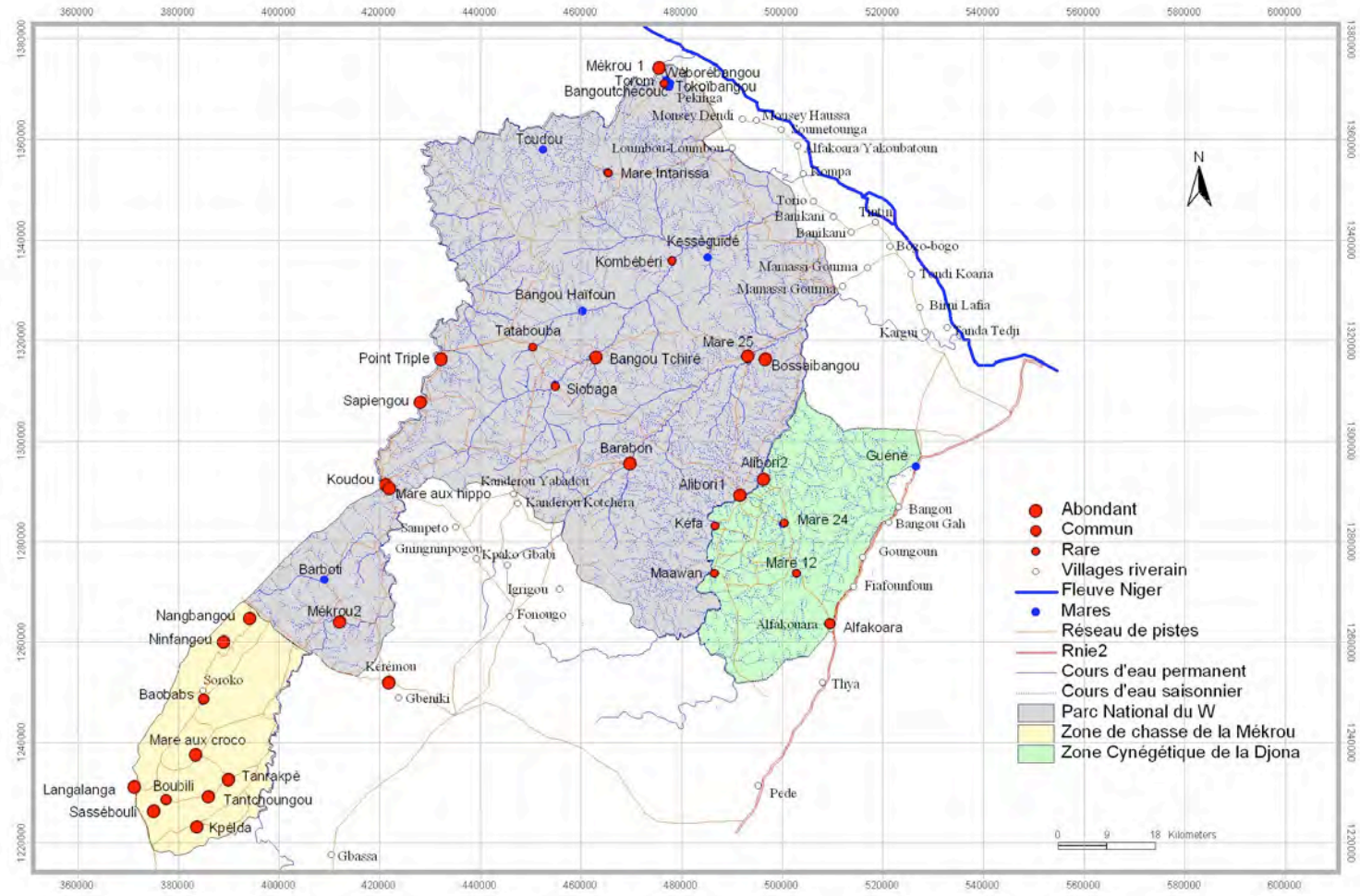


Figure 3. Spatialisation des classes d’abondance des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin

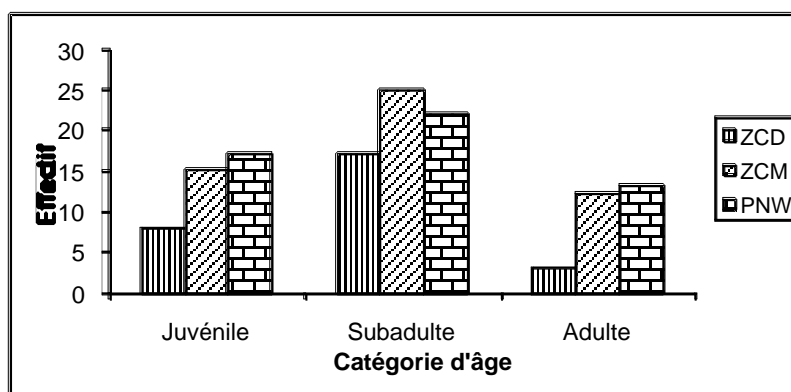


Figure 4. Structure par classe d'âge des crocodiles dans les trois zones de la RBT/W.

Les subadultes occupent une proportion de 21,2%, suivis des juvéniles (30,3%) et des adultes (48,5%). Quelle que soit la région de la réserve, les subadultes sont les plus abondants. La proportion des adultes fait le double de celle des subadultes et la proportion des juvéniles est supérieure celle des subadultes.

- *Densité des crocodiles*

La densité des crocodiles représente le nombre d'individus observés par kilomètre de rive parcourue, la surface des rivières et des plans d'eau étant difficile à estimer. Elle est l'un des meilleurs paramètres qui permet d'apprécier l'abondance des crocodiles dans une région.

Le tableau 2 présente les densités des crocodiles des points d'eau échantillonnés dans les trois régions de la RBT/W.

Tableau 2. Densités des crocodiles des points d'eau échantillonnés dans les trois zones de la RBT/W

Zones de la RBT/W	Effectif de crocodiles	Distance parcourue (km)	Densité (crocodiles/km)
ZCD	28	3,1	9,03
ZCM	52	2,7	19,26
PNW	52	3,6	14,44
Total	132	9,4	—
Densité moyenne (crocodiles/km)			14,24 ±5,12

La densité moyenne de crocodiles dans la RBT/W est de $14,24 \pm 5,12$ crocodiles/km de rive parcourue. Elle est plus élevée dans la ZCM (19,26 crocodiles/km) et le PNW (14,44 crocodiles/km) que dans la ZCD (9,03 crocodiles/km).

- *Facteurs d'identification du niveau de quiétude des crocodiles*

Pour identifier le niveau de quiétude des crocodiles dans la RBT/W, deux facteurs clés ont été mesurés sur 41 crocodiles : la Distance de Fuite (DF) et la Distance de Sécurité (DS). Ces deux valeurs ont été déterminées seulement pour des animaux observés sur la berge et prenant leur bain de soleil. Le calcul des valeurs moyennes de la DF et de la DS dans les 3 zones de la réserve ont permis de réaliser la figure 5.

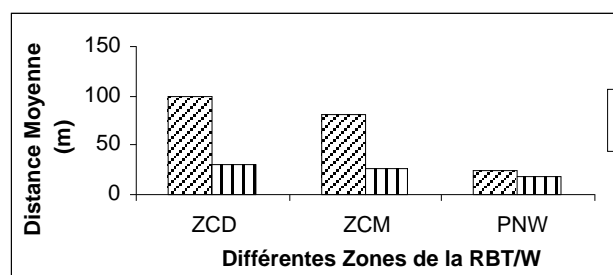


Figure 5. Valeurs moyennes de la Distance de Fuite et de la Distance de Sécurité des crocodiles dans les 3 zones de la RBT/W

La figure 5 montre de façon globale que la DF et la DS sont plus élevées dans les zones cynégétiques que dans le PNW. Quelle que soit la région du Parc, la DS prise par les crocodiles est plus élevée que la DF. Cette fuite en vue de l'acquisition d'une certaine quiétude est obtenue par la plongée de l'animal dans l'eau.

Eu égard à tout ce qui précède, l'on pourra dire que les crocodiles sont très craintifs dans les zones cynégétiques alors qu'ils bénéficient d'une grande quiétude dans le Parc.

- **Catégorisation des espèces de crocodiles dans la RBT/W selon le degré de menace**
Les indicateurs de pression sur les espèces de crocodiles dans leur domaine vital qui ont été pris en considération sont : l'intensité des activités de braconnage dans la RBT/W, l'émiettement de l'habitat des crocodiles dans la zone d'occupation, les effets de la transhumance sur l'habitat des crocodiles et les problèmes de pollution des eaux dus aux activités anthropiques dans la zone d'occurrence.
- **Activités de braconnage dans la RBT/W et émiettement de l'habitat des crocodiles dans la zone d'occupation**
La RBT/W a longtemps été la cible des braconniers tant au Bénin que venant du Niger et du Nigeria à la recherche de peaux de crocodiles autrefois très prisées avec une valeur monétaire assez élevée. Aujourd'hui, la chute du commerce mondial de cuir a été sans nul doute favorable aux crocodiliens ayant finalement échappé au carnage certain dans la RBT/W. Néanmoins, nous avons encore constaté que les crocodiles sont braconnés aussi bien dans les zones de chasse que dans le Parc par les pêcheurs/chasseurs (62,3%) et les populations locales (37,7%) à la recherche de viande de crocodiles pour la consommation et surtout d'organes de crocodiles pour la médecine traditionnelle. D'autres acteurs identifiés dans l'achat des produits de crocodiles braconnés sont les haoussas (68%) et les yorouba (32 %) qui sont les vendeurs d'organes de crocodiles sur les marchés locaux. Lorsque nous faisons la relation entre les organes de crocodiles vendus sur les marchés locaux de la région et les témoignages des populations riveraines de la RBT/W, nous notons que les organes de crocodiles identifiés sur les marchés proviennent dans près de 40% des cas aussi bien des animaux des plans d'eau de la RBT/W que des mares et rivières dans les terroirs villageois.

Les anciens chasseurs des villages riverains de la RBT/W ont signalé le comblement continu de la plupart des mares et rivières. L'assèchement dû aux aléas climatiques associés aux activités anthropiques a substantiellement émié l'habitat des crocodiles en particulier les rivières qui se présentent en chapelet de mares pendant la saison sèche.

- **Effets de la transhumance sur l'habitat des crocodiles**

Le survol aérien en juillet 2007 du service Suivi-Ecologie de la Direction du Parc National du W a révélé la présence de troupeaux de bœufs dans la RBT/W. Ces troupeaux de bovins viennent pour la plupart du Niger ou de la Commune de Karimama. La détection des animaux domestiques dans cette partie du Parc n'est cependant pas étonnante, car elle est difficile d'accès à cause de l'absence de pistes; les patrouilles y sont également limitées, laissant ainsi champ libre aux transhumants et aux braconniers.

Par ailleurs, avec la présence des troupeaux de bovins dans le Parc, nous assistons à des naissances de veaux qui en voulant s'abreuver sont attaqués par les crocodiles. Les pasteurs généralement armés, n'hésitent pas à tirer sur les crocodiles pour sauver leurs veaux. Neuf (9) cas de crocodiles tués ont été signalés par les écogardes aussi bien dans le Parc (Bangoutchécoucou, Toudou, Mare Intarissable, Kessèguidè et Bangoutchiré) que dans les zones de chasse (Kéfa, Maawan, Mékrou 2 et Barboti). Ce comportement des pasteurs constitue ainsi un problème à la survie des crocodiles dans la RBT/W.

- **Problèmes de pollution des eaux par les activités agricoles dans la zone d'occurrence**

Les villages riverains à la RBT/W sont caractérisés par l'agriculture comme principale activité. Les spéculations cultivées par ordre d'importance sont le coton, le maïs, le sorgho, le mil, l'arachide, etc. Le coton est le principal produit de rente au Bénin au cours des 15 dernières années et les superficies emblavées vont annuellement croissantes. Toutes les Communes riveraines à la RBT/W sont productrices de coton avec la Commune de Banikoara reconnue comme première productrice de coton au Bénin. La production cotonnière est passée de 146.127 t à la campagne 1990-1991 à 430.398 t à la campagne 1996-1997 (soit le triple) et 372.967 t à la campagne 2003-2004. Dans le même temps, les quantités d'engrais chimiques et de pesticides de synthèse utilisées se sont considérablement accrues. Ainsi, la consommation d'insecticide coton est passée de 1.668.145 l en 1992-1993 à 2.944.000 l au cours de la campagne 2005-2006, soit environ le double.

La consommation totale d'engrais (NPK et urée) dans les 5 Communes bordant la RBT/W est passée de 18.210,35 t en 2001-2002 (soit 23,59% de la consommation nationale) à 23.420,6 t en 2005-2006 (correspondant à 43,54% de la consommation nationale). Les plus grandes parties des consommations d'engrais sont enregistrées dans les Communes de Banikoara et de Kandi où nous avons noté respectivement des utilisations de 6.854,4 t et 5.885,15 t pendant la campagne 2001-2002 qui se sont accrues au cours de la campagne 2005-2006 à respectivement 9.558,2 t et 8.620,55 t.

Quant aux volumes de pesticides coton consommés par les exploitants dans les 5 Communes frontalières, ils sont passés de 650.797 l en 2001-2002 (soit 34,45% de la consommation nationale) à 847.582,5 l en 2004-2005 puis à 546.314 l (soit 52,70% de

la consommation nationale) en 2005-2006. Ceci s'expliquerait par la disponibilité des terres pour l'agriculture amenant les producteurs à emblaver plus de superficies pour le coton au détriment des autres cultures vivrières. Il a été noté au cours de nos enquêtes sur les marchés, la vente des pesticides provenant du Nigeria (le lindane, l'endosulfan, l'heptachlore, le DDT et la dieldrine), prohibés au Bénin et vendus à un prix relativement bas. Suite aux inondations saisonnières notées dans les zones en période de crue, les substances chimiques utilisées en agriculture se répandent dans RBT/W compromettant dangereusement l'équilibre de la diversité biologique aquatique, en particulier celle des crocodiles.

- **Statut des crocodiles dans la RBT/W**

La connaissance du statut des crocodiles dans la RBT/W permet de déterminer les paramètres liés à leur viabilité, donc d'identifier et de renseigner sur les espèces ayant besoin de plus de mesures de protection.

Au regard donc des différentes données obtenues sur l'abondance, les indicateurs de pression sur les espèces de crocodiles dans leur domaine vital et en se référant à la structure des catégories de menaces suivant les critères de l'IUCN, les crocodiles de la RBT/W sont classés dans 2 groupes:

- Données suffisantes pour classer les espèces.
- Données non suffisantes

Crocodylus niloticus et *Osteolaemus tetraspis* ont des données suffisantes pour être classés dans une catégorie, ce qui n'est pas le cas de *Mecistops cataphractus* car aucune observation de cette espèce n'a été faite dans la réserve. Les populations n'arrivent pas à se prononcer sur elle. Sa présence est douteuse et mérite des investigations plus poussées dans la RBT/W.

Tableau 3. Caractérisation du statut des espèces de crocodiles dans la RBT/W.

Caractéristiques	<i>Crocodylus niloticus</i>	<i>Mecistops cataphractus</i>	<i>Osteolaemus tetraspis</i>
Distribution passée	Toute la réserve	Toute la réserve	Toute la réserve
Distribution présente		-	
Effectif présent	> 2.000 individus	-	< 500 individus
Population stable, en augmentation ou en diminution	En augmentation ces 5 dernières années	-	En diminution
Capacité de dispersion vers d'autre région	Oui	-	Oui
Menace	Sécheresse, braconnage, pollution chimique, pastoralisme	-	Sécheresse, braconnage, pollution chimique, pastoralisme
Le taxon a-t-il disparu en fonction des conditions défavorables	Non	-	Non
Capacité de reproduction du taxon	Population en reproduction	-	-
Fragmentation des habitats	Habitat en fragmentation	-	-
Statut	VU	CR	DD

- pas de données

- *Crocodylus niloticus* et *Osteolaemus tetraspis* sont des taxons menacés :
- Crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*) est «Vulnérable VU».
- Crocodile nain (*Osteolaemus tetraspis*) est « En danger critique d'extinction CR».

En somme, toutes les 3 espèces de crocodiles africains ont besoin d'une attention particulière mais beaucoup plus *Osteolaemus tetraspis* et *Mecistops cataphractus*.

■ Analyse de la qualité de l'eau

Afin d'apprécier la qualité des eaux de la RBT/W et son impact sur la survie des crocodiles, 9 facteurs physico-chimiques ont été mesurés: le pH, la conductivité, la salinité, le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le potassium (K^+), le sodium (Na^+), l'ion ammonium (NH_4^+) et le fer (Fe). Le tableau 4 présente les résultats de l'analyse de ces facteurs physico-chimiques mesurés dans les échantillons d'eau de 24 points d'eau prélevés dans la RBT/W tandis que le tableau 5 résume les résultats des tests statistiques des diverses données collectées. Il ressort de la lecture du tableau 5 qu'il y a égalité entre les valeurs moyennes de pH, de magnésium et d'ion ammonium dans les trois zones alors qu'il existe une différence significative au seuil de 5 % entre les valeurs moyennes de conductivité, salinité et les concentrations en calcium, potassium, sodium et fer dans les eaux des trois zones de la RBT/W. Le tableau 6 présente les valeurs moyennes de ces facteurs dans les trois zones de la réserve.

En vue de décrire les relations qui existent entre les 13 variables mesurées dans les points d'eau de la RBT/W, 9 facteurs physico-chimiques de l'eau associés aux 4 autres facteurs mesurés sur le terrain que sont : le type d'habitat qui est la mare ou la rivière ; la saisonnalité temporaire ou permanente ; le niveau d'aménagement qui est aménagé ou non aménagé ; l'abondance des crocodiles qui est rare, commun, abondant ou probablement disparu, une analyse en composantes principales (ACP)

Les variables Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Fe et aménagé sont très bien représentées sur l'axe 1 avec les coefficients de variations respectifs : 0,92 ; 0,73 ; 0,59 ; 0,79 ; 0,56 et 0,65. L'axe 1 est corrélé positivement avec les variables suscitées. La composante 1 est donc un axe des points d'eau aménagés et contenant une teneur élevée en Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ .

Les variables pH, K^+ , saisonnalité et abondance sont bien représentées sur l'axe 2 avec des corrélations respectives de -0,55 ; -0,58 ; 0,89 et 0,75. L'axe 2 est corrélé positivement avec les variables saisonnalité et abondance alors qu'il est corrélé négativement avec les variables pH, K^+ . La composante 2 est donc un axe des points d'eau permanents et abondants en crocodiles et ayant un pH faible et une faible teneur en potassium.

Les variables conductivité, salinité et type d'habitat sont bien représentées sur l'axe 3 avec des corrélations respectives de 0,74 ; 0,74 et 0,62. L'axe 3 est corrélé positivement avec les variables conductivité, salinité et types d'habitat. Les points d'eau situés du côté positif de l'axe 3 sont des rivières caractérisées par une conductivité et une salinité élevées. La variable ammonium n'a pu être expliquée par aucun des axes. Le diagramme des individus présenté par les figures A.4.3 et A.4.4. en annexe 4 montre que:

- Les mares constituées d'Alfakaora et de la Mare 12 situées du côté positif de l'axe 1 sont aménagées et ont des teneurs élevées en Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ et Fe.

- Les mares constituées de Wéborébangou, Tokoïbangou et Bangoutchécoucou situées du côté négatif de l'axe 2 sont temporaires et rares en crocodiles.

Eu égard à tout ce qui précède, aucun des facteurs physico-chimiques mesurés (pH, conductivité, salinité, calcium, magnésium, potassium, sodium, ammonium et fer) n'explique la distribution ni l'abondance des crocodiles dans la RBT/W.

Tableau 4. Résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés dans la RBT/W

Localités	pH	Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	Salinité (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Fe (mg/l)
Mare 12 (ZCD)	6,4	408	244,8	13,6	8,64	3,12	0,78	0,20	8,86
Mare 24 (ZCD)	6,2	384	230,4	10,4	6,24	0,90	0,14	1,19	5,72
Alibori 1 (ZCD)	6,5	396	237,6	8,8	8,64	4,91	0,97	0,10	2,46
Alibori 2 (ZCD)	6,7	396	237,6	12	6,72	4,56	1,01	0,61	3,43
Kefa (ZCD)	6,5	432	259,2	11,2	6,72	3,86	0,60	0,21	4,94
Maawa (ZCD)	6,9	420	252	11,2	7,2	3,71	1,10	0,24	0,89
Alfakoara (ZCD)	6,8	456	273,6	21,6	11,04	16,38	8,28	0,22	4,21
Torom (PNW)	6,4	396	237,6	9,6	5,76	9,56	3,68	0,69	1,52
Mékrou1 (PNW)	6,7	384	230,4	9,6	5,76	3,59	1,15	0,38	3,10
Wéborébangou (PNW)	7,0	372	223,2	8	5,28	5,23	1,91	1,05	4,49
Tokoïbangou (PNW)	7,0	324	194,4	8,8	5,28	9,56	1,33	0,44	0,70
Bangoutchécoucou (PNW)	6,7	324	194,4	8,8	4,32	12,09	1,38	0,57	1,24
Mare 25 (PNW)	6,6	348	208,8	12,8	6,24	4,91	2,88	0,20	5,75
Bangoutchiré (PNW)	6,8	300	180	9,6	5,28	4,41	2,32	0,14	2,36
Barabon (PNW)	6,6	300	180	10,4	7,68	4,25	0,60	0,53	1,81
Koudou (PNW)	6,6	360	216	11,2	6,72	3,04	1,43	0,39	2,47
Mare aux hippopotames (PNW)	6,7	372	223,2	10,6	5,28	3,12	1,47	0,38	2,98
Mékrou2 (ZCM)	6,7	324	194,4	8,8	8,16	2,42	0,92	0,14	1,95
Kérérou (ZCM)	6,4	288	172,8	9,6	5,76	4,80	0,97	0,47	2,06
Langalanga (ZCM)	6,2	312	187,2	10,4	6,72	2,50	1,38	1,52	1,15
Boubili (ZCM)	6,2	408	244,8	7,2	3,36	0,55	0,69	0,29	0,15
Tantchougou (ZCM)	6,6	396	237,6	9,6	5,28	1,76	1,29	0,13	0,45
Sassébouli (ZCM)	6,8	456	273,6	8	4,8	1,37	0,41	0,44	0,69
Kpélda (ZCM)	6,7	420	252	8,8	5,28	2,18	0,18	0,17	1,34

Tableau 5. Résultat des analyses statistiques de comparaison des valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau dans les zones de la RBT/W.

Paramètres	ANOVA	Test de Kruskal-Wallis
pH	P=0,194 (P>0,05) *	-
Conductivité	P=0,02 (P<0,05) **	-
Salinité	P=0,02 (P<0,05) **	-
Calcium (Ca ²⁺)	-	P=0,023 (P<0,05) **
Magnésium (Mg ²⁺)	-	P=0,529 (P>0,05) *
Potassium (K ⁺)	-	P=0,014 (P<0,05) **
Sodium (Na ⁺)	-	P=0,021 (P<0,05) **
Ion ammonium (NH ₄ ⁺)	-	P=0,521 (P>0,05) *
Fer (Fe)	-	P=0,009 (P<0,05) **

* Test non significatif, ** Test significatif

Tableau 6. Valeurs minimales et maximales des facteurs physico-chimiques des échantillons d'eau de la RBT/W.

Facteurs	Valeurs minimales	Valeurs maximales	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation (%)
pH	6,2	7,0	6,61	0,23	3,46
Conductivité (µS/cm)	288	456	374	49,37	13,20
Salinité (mg/l)	172,8	273,6	224,4	29,62	13,20
Ca ²⁺ (mg/l)	7,2	21,6	10,44	2,83	27,06
Mg ²⁺ (mg/l)	3,36	11,04	6,34	1,64	25,94
K ⁺ (mg/l)	0,55	16,38	4,70	3,71	79,05
Na ⁺ (mg/l)	0,14	8,28	1,53	1,64	107,34
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,10	1,52	0,46	0,40	80,61
Fe (mg/l)	0,15	8,86	2,70	2,09	77,43

DISCUSSION

▪ Distribution et caractérisation des habitats des crocodiles dans la RBT/W

Les résultats de cette étude montrent que 88 % des points d'eau investigués sont colonisés par les crocodiles. Les crocodiles sont présents dans les eaux des 3 régions de la réserve. Ils sont abondants dans 54 % des points d'eau localisés dans le PNW et la ZCM. La présence des crocodiles est donc effectivement établie dans la RBT/W et ces résultats confirment donc les observations de Kpéra (2002) et Kpéra *et al.* (2003a). Platt *et al.* (2006) et Cedeño-Vazquez *et al.* (2006) estiment que les crocodiles ne sont rencontrés que dans les eaux à caractères permanents. Ce qui justifie la présence des crocodiles dans toutes les eaux permanentes de la RBT/W et leur absence dans les points d'eau temporaires même ceux situés dans le PNW (Wéborébangou, Tokoïbangou et Bangoutchécoucou). Par contre, certaines eaux telles que Torom dans le PNW, Kéfa et Maanwa dans la ZCD, malgré leur caractère saisonnier abritent des crocodiles. Cela se justifie par le fait que leur assèchement complet coïncide avec l'arrivée des premières pluies. A cet effet, les crocodiles modifient leur habitat en creusant des terriers qu'ils occupent dans les conditions défavorables comme les extrêmes de température (la saison sèche). Ces terriers sont parfois partiellement submergés, avec l'entrée sous la surface d'eau.

La distribution aléatoire des crocodiles dans la RBT/W suppose que les facteurs du milieu sont favorables à son expansion sinon ils sont confinés à une zone donnée. Les points

d'eau de la RBT/W regorgent de poissons et sont les lieux d'abreuvement des mammifères qui sont les proies prisées pour les crocodiles. Un autre facteur qu'est l'aménagement (dragage, stabilisation des digues, augmentation de la surface des plans d'eau, l'alevinage, etc.) a été favorable à la distribution et à l'augmentation des crocodiles dans le PNW. C'est le cas de la Mare 12, la Mare 24, la Mare aux Eléphants d'Alfakoara dans le ZCD, la Mare 25 et Bangoutchiré dans le PNW. Enfin, la perte de valeur marchande de peau de crocodile et le niveau de surveillance assez élevé des 3 dernières (2005, 2006 et 2007) de la réserve expliquent aussi la distribution des crocodiles dans la RBT/W. Le facteur limitant est le grand braconnage de crocodile observé par Kpéra (2002); Kpéra (2003) et Kpéra *et al.* (2004) pour la viande de consommation et les organes pour la médecine traditionnelle.

▪ **Diversité spécifique et structure d'âge des crocodiles dans la RBT/W**

Crocodylus niloticus et *Osteolaemus tetraspis* sont les 2 espèces observées au cours de l'étude. Le crocodile du Nil est de loin l'espèce la plus répandue. *Mecistops cataphractus* n'a pas été observée lors des investigations et les populations locales ignorent d'ailleurs sa présence dans la réserve. Cependant, Bousquet (1992) avait signalé sa présence dans la zone. Cela n'est cependant pas suffisant pour confirmer aujourd'hui son absence notoire dans la RBT/W car Kpéra (2002) l'avait également observé dans les Communes de Ségbana et de Banikoara.

Kpéra (2002) avait également noté la rareté du crocodile nain au Nord du Bénin qu'elle a imputé à l'écologie de l'espèce confinée à un climat plus humide comme c'est le cas au Sud du Bénin où elle est largement répandue (Adjignon *et al.*, 2005). Néanmoins, Kpéra *et al.* (2007) ont identifié une population d'*O. tetraspis* vivant dans une petite mare sacrée au Nord du Bénin dans des conditions semi-arides réfutant l'hypothèse que seuls des individus isolés peuvent être observés en savane. Deux sous-espèces sont signalées : *Osteolaemus tetraspis tetraspis*, localisé en Afrique de l'Ouest et *Osteolaemus tetraspis osborni* dont la répartition se limite au Congo. D'autres sous espèces sont entrain d'être décrites au Congo et au Gabon (Pauwels, 2006). L'individu observé dans la RBT/W serait alors *Osteolaemus tetraspis tetraspis*.

Crocodylus niloticus est l'espèce de crocodile africain la plus répandue à cause de son préférendum assez large, reflétant le succès de sa distribution dans divers plans d'eau (lacs, marais, eaux douce et eaux saumâtres) et rivières.

La structure de la population animale permet de prédire sa dynamique (Swanepoel *et al.*, 2001). Le Ratio des différents groupes d'âge dans une population détermine le statut des différentes classes d'âge dans une population, celui de reproduction de cette population et indique ce qui peut être espéré dans le futur (Odum, 1971). Les 132 crocodiles rencontrés au cours de nos investigations dans la RBT/W sont caractérisés par 30,3% de juvéniles contre 21,2% d'adultes et de 48,5% subadultes. Odum (1971) et Botha (2005) établissent qu'une rapide expansion de la population doit contenir une large proportion de jeunes tandis qu'une population stationnaire avec une même distribution des classes d'âge et une population en décroissance est caractérisée par une proportion élevée des individus adultes. Swanepoel *et al.* (2001) a cependant indiqué que le cannibalisme est la plus grande cause de mortalité des crocodiles de 1,4 à 2,1 m de taille, donc des subadultes. Alors nous pourrions dire que les crocodiles de la RBT/W sont en expansion même si Magnusson *et al.* (1990) ont démontré que 2 à 5% des œufs de crocodiliens arrivent à maturité. Swanepoel *et al.* (2001) suggèrent que le taux moyen de survie des juvéniles

d'une population de crocodiles de Nil peut être de 7 à 10%. Nous pensons que l'expansion de la population va effectivement dépendre de la relation proie-prédateur, du cannibalisme mais aussi des menaces éventuelles (braconnage, effet d'île, pollution des eaux).

▪ **Densité des crocodiles dans la RBT/W**

La densité moyenne de crocodiles dans la RBT/W est de 14,04 crocodiles/km de rive Parcourue. Elle est plus élevée dans le ZCM (19,26 crocodiles/km) et le PNW (14,44 crocodiles/km) que dans la ZCD (9,03 crocodiles/km). Le tableau 7 présente, quelques densités de crocodiles dans le Parc National de Seregenti (Mara et Grumeti) et dans la réserve de faune de Selous (Rufiji et Luhumbero) en Tanzanie et dans 2 régions de la Namibie (Kwandu et Zamberi).

Tableau 7. Quelques densités de crocodiles dans le Parc National de Seregenti (Mara et Grumeti) et dans la réserve de faune de Selous (Rufiji et Luhumbero) en Tanzanie et dans 2 régions de la Namibie (Kwandu et Zamberi).

Pays	Régions	Densité (crocodiles/km)
Tanzanie (Brown <i>et al.</i> , 2004)	Mara	0,33
	Grumeti	1,24
	Parc National de Ruaha	2,42
	Rufiji	16,90
	Luhumbero	0,35
Namibie (Games et Severre, 1999)	Kwandu	1,83
	Zamberi	0,55

D'une manière générale, en dépit de la saison de collecte des données (pleine saison des pluies) qui n'est pas très favorable pour mieux cerner tous les contours et autres aspects comportementaux des crocodiliens, la densité des crocodiles paraît élevée dans toute la RBT/W traduisant leur abondance numérique. Contrairement en Namibie et en Tanzanie où une forte densité de crocodiles est seulement observée à Rufiji dans la Réserve de Faune de Selous. La forte densité de crocodiles peut s'expliquer par le fait que l'eau et l'abri sont maintenus de façon stable et que la nourriture est suffisante. Cet argument est à l'actif de la RBT/W et de son mode de gestion puisque nous ne pouvons accuser cette Aire Protégée qui depuis ces quatre dernières années arrive tout au moins à maintenir son potentiel. Nos résultats restent cependant une image en un temps donné de la situation de cette Aire Protégée et est à prendre avec une nuance puisque les données ont été collectées en saison des pluies, période qui n'est pas trop favorable pour l'estimation de l'abondance de la faune. Il reste à mieux apprécier la densité optimale des crocodiles par plan d'eau dans la RBT/W. Aussi, un dénombrement par point d'eau ne serait-il pas plus indiqué sur 5 années consécutives afin de mieux apprécier la densité et la dynamique des espèces de crocodiles?

La rareté des crocodiles dans les 3 mares du PNW (Wéborébangou, Tokoïbangou et Bangoutchécoucou) est due à leur proximité des terroirs villageois du Niger et de la Commune de Karimama au Bénin. Ces mares sont fréquentées par les bovins transhumants et surtout par les peulhs.

L'abondance des crocodiles dans le PNW peut être expliquée par le niveau élevé de surveillance, la permanence de l'eau (60 %) dans ces points d'eau. La ZCM, sans grande protection est cependant caractérisée par des mares abondantes en crocodiles. La

caractéristique générale et principale de ces mares est qu'elles gardent l'eau toute l'année, elles sont donc permanentes. Cependant, la ZCM est réputée pour son grand braconnage qui se serait accentué suite à la suppression du poste forestier de Kaobagou qui dissuadait les braconniers.

La ZCD est caractérisée par des points d'eau presque à 70 % permanents mais les crocodiles y sont rares. La raison d'une telle situation est due au fait que cette zone est influencée par les pratiques de la chasse sportive et par la recherche des pailles par les populations riveraines pour la confection des toitures.

▪ **Statut et conservation des crocodiles dans la RBT/W**

Il existe des critères conventionnels qui permettent d'évaluer le niveau de menace pour n'importe quel taxon. Il suffit qu'un seul critère (d'une catégorie donnée) soit rempli pour que le taxon soit inscrit dans ladite catégorie. Lorsque le domaine vital et l'ampleur des migrations sont bien connus, le taxon est confronté au critère B2 (zone d'occupation) et au critère B1 (Zone d'occurrence ; UICN, 2001). L'étendue de la zone d'occurrence a donc été estimée en reliant tous les points de contacts les plus externes avec le taxon (de 2004 à 2006). Ainsi, il a été retenu que:

Crocodylus niloticus est «Vulnérable VU» dans la RBT/W. En effet, la Liste Rouge de l'UICN (IUCN, inscrit le crocodile du Nil en Annexe I dans les pays d'Afrique, à l'exception du Botswana, l'Ethiopie, le Kenya, le Malawi, le Mozambique, l'Afrique du Sud, la Tanzanie, la Zambie et le Zimbabwe (Annexe II pour les fermes d'élevage). Madagascar, Uganda sont en Annexe II avec des quotas annuels déterminés. Avec une population d'environ 250.000 à 500.000 individus et en considérant sa distribution, le crocodile du Nil n'est sérieusement pas considéré comme un taxon menacé au niveau international, bien qu'il soit terriblement menacé de disparition dans certains pays. A cet effet, IUCN (2008) classe *Crocodylus niloticus* dans la catégorie « Préoccupation mineure » (LC). Pourtant, Kpéra *et al.* (2003a) ont classé au niveau national le crocodile du Nil dans la catégorie «Vulnérable VU» au Nord du Bénin. Plusieurs programmes de gestion du crocodile du Nil en Afrique du Sud et en Afrique orientale leur ont permis d'établir des programmes d'utilisation durable encouragée par l'UICN et la CITES. Ce sont les pays d'Afrique de l'Ouest et Centrale qui n'ont pas pu bénéficier de programmes de gestion et le comble est qu'ils ont connu le grand braconnage de crocodiles pour la peau qui est considérée comme une peau « classique » dans laquelle le cuir est de haute qualité, sans ostéodermes. Ceci affecte aujourd'hui le statut de cette espèce dans ces régions. Nous pourrions également l'expliquer en partie par la différence des habitats et à la présence de deux autres espèces sympatriques (*Mecistops cataphractus* et *Osteolaemus tetraspis*). En somme, des nouveaux programmes de conservation doivent inclure des recherches approfondies sur l'écologie, la dynamique des populations et la conservation durable des crocodiles dans les pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

Osteolaemus tetraspis est en danger critique d'extinction (CR). Au niveau international, avec un effectif de 25.000 à 100.000, *Osteolaemus tetraspis* classé dans la catégorie (VU). Le problème principal avec cette espèce est toujours le manque de données fiables. Sans une telle information, le statut de l'espèce ne peut pas être déterminé. Bien que le Groupe des Spécialistes en étude sur les crocodiles inscrit l'espèce comme une préoccupation mineure au niveau international à cause de sa distribution et des tailles de population saines dans quelques régions, la Liste Rouge depuis 1996 la classe dans la catégorie « Vulnérable » pour refléter l'incertitude de son statut dans la nature. Le manque

de données s'explique par le fait que la mise en œuvre de Parcs Nationaux a été lente en Afrique occidentale et la peau d'*Osteolaemus* a peu de valeur - et donc toutes les attentions étaient focalisées sur *Crocodylus niloticus*, au détriment de cette espèce. Les seuls endroits où leur présence serait probable dans la RBT/W sont les forêts galeries (le long de rivières Mékrou et Alibori) et dans les régions régulièrement inondées telles que la Mare 25 et Bosaïbangou. La détermination des derniers habitats d'*O. tetraspis* et leur abondance deviennent une des priorités pour assurer la survie de cette espèce dans la RBT/W.

Mecistops cataphractus même au niveau international est classé dans la catégorie « données manquantes (DD) » car très peu d'information est disponible sur son écologie. La plus grande population existe dans les Parcs Nationaux du Gabon, tandis que d'autres régions ont montré la baisse de leur population en particulier l'Angola et le Tchad. Ce déclin est dû principalement à la surexploitation qui s'est intensifiée une fois que les populations de *C. niloticus* sont devenues épuisées dans ces régions.

Eu égard à tout ce qui précède, la conservation des crocodiles doit prioriser les recherches sur *Mecistops cataphractus* et *Osteolaemus tetraspis* afin de confirmer ou d'infirmer leur présence dans la RBT/W et définir la stratégie de viabilité des espèces menacées.

Quant au braconnage, il sera sensiblement réduit par l'éducation et la sensibilisation continue des populations riveraines sur l'importance de la biodiversité. Aussi, des efforts de surveillance pourraient permettre d'obtenir des résultats plus appréciables.

■ **Relation entre qualité de l'eau et répartition des crocodiles dans la RBT/W**

Nos résultats montrent qu'aucun des facteurs physico-chimiques mesurés (pH, conductivité, salinité, calcium, magnésium, potassium, sodium, ammonium et fer) n'explique ni la distribution ni l'abondance des crocodiles dans la RBT/W et que la saisonnalité et l'intensité du braconnage sont plutôt les facteurs qui expliquent la distribution et l'abondance des crocodiles dans la RBT/W.

Le tableau 8 présente les normes des paramètres physico-chimiques pour les eaux naturelles.

Tableau 8. Normes des paramètres physico-chimiques pour les eaux naturelles.

Paramètres	Valeurs minimales	Valeurs maximales	Normes pour les eaux naturelles
pH	6,2	7,0	6,5-9
Conductivité (µS/cm)	288	456	< 750
Salinité (mg/l)	172,8	273,6	-
Ca ²⁺ (mg/l)	7,2	21,6	-
Mg ²⁺ (mg/l)	3,36	11,04	50
K ⁺ (mg/l)	0,55	16,38	12
Na ⁺ (mg/l)	0,14	8,28	150
NH ⁴⁺ (mg/l)	0,10	1,52	0,5
Fe (mg/l)	0,15	8,86	200µg/l

* Source : (CEBENOR, 1999- Réglementation relative à la qualité des eaux naturelles)

En dehors de la teneur moyenne en fer qui paraît élevée par rapport à la norme, tous les autres paramètres ne présentent pas des concentrations toxiques.

Les résultats d'analyse des facteurs physico-chimiques de l'eau mesurés laissent à penser qu'il n'y a pas de pollution autour de la RBT/W alors qu'il a de grandes quantités d'engrais et de pesticides consommées par la culture cotonnière. Ainsi, normalement les résidus de ces produits phytosanitaires devraient être retrouvés dans les eaux et les sédiments, mais comme, les échantillons d'eau ont été prélevés en saison des pluies, ceci pourrait diluer les éléments recherchés lors des analyses au laboratoire. C'est à cet effet que les travaux de Hébert et Légaré (2000) ont montré qu'au cours d'une année, d'une saison et même d'une journée, la qualité de l'eau peut être très variable. Les phénomènes de ruissellement et d'érosion, de même que les précipitations et les variations du débit d'un cours d'eau influent énormément sur la qualité de l'eau. En période d'étiage, les concentrations de certaines substances présentes dans l'eau peuvent être beaucoup plus élevées que pendant le reste de l'année. À l'inverse, en période de crue, certaines substances se trouvent diluées dans un plus grand volume d'eau alors que d'autres, qui atteignent le cours d'eau par ruissellement, se retrouvent en concentration plus importante. Ainsi, les concentrations des substances naturelles non dissoutes provenant d'un processus d'érosion augmentent avec le débit : c'est le cas notamment des éléments d'origine géologique (fer, aluminium, etc.) et des différentes substances (telles que les phosphates) qui y sont liées. Par ailleurs, ces mêmes auteurs constatent que les concentrations des divers polluants rejetés artificiellement et régulièrement dans un cours d'eau (engrais ou pesticides) diminuent lorsque le débit augmente. Une très bonne connaissance du régime hydrologique d'un cours d'eau est donc nécessaire pour interpréter correctement les données de qualité de l'eau.

Ceci nous amène à dire que nos résultats sont en fait une image à une période donnée et que tous les facteurs de pollution des eaux tels que les nitrites, les nitrates, les phosphates, etc. n'ont pas été mesurés. De plus, les indicateurs de pollution chimique d'origine inorganique tels que les sels azotés (nitrites et nitrates) et phosphatés (phosphate) et les organochlorés (DDT, DDE, DDD) n'ont pas pu être déterminés car les travaux réalisés par Lafia (1996) ont détecté des cas d'intoxication dus aux taux élevés d'acétylcholinestérase chez les utilisateurs de pesticides dans la Commune de Banikoara. Les études menées par Assongba (1996) dans les exploitations agricoles de la Commune de Banikoara ont révélé des teneurs relativement élevées de pesticides organochlorés dans les échantillons d'eau des retenues, dans les sols et les sédiments. Les travaux récents de Soclo *et al.* (2003) dans la RBT/W ont signalé des taux élevés de nitrates, en particulier dans les eaux du bras principal de l'Alibori à Karigui avec une moyenne de 53,62 mg/l, de la Mare 25 avec 136,51 mg/l et de la Mare aux Eléphants d'Alfakoara, avec 74,09 mg/l. Des plans d'eau ayant des concentrations de nitrates supérieures à 44 mg/l sont de qualité médiocre, la Mare 25 dont les eaux ont une teneur en nitrates supérieure à 100 mg/l, est hors catégorie, et n'est propice qu'à la navigation. Ils concluent que les taux de nitrites sont élevés avec des valeurs situées au-dessus de 0,1 mg/l dans la plupart des mares. Le dosage des sédiments, de certaines plantes aquatiques et des poissons par ces mêmes auteurs ont montré des niveaux de pollution de l'environnement des 2 Réserves de Biosphère du Bénin, pollution imputée en grande partie aux activités agricoles. Ainsi, la détection de pesticides organochlorés dans les tissus musculaires de poissons montre les risques d'intoxication par les pesticides auxquels les crocodiles, la faune terrestre et aquatique, puis les populations humaines sont exposés à travers la chaîne alimentaire.

Des études récentes au Belize menées par Wu *et al.* (2006) ont détecté la présence de pesticide organochlorés (DDE, DDT, DDD, méthoxychlore, aldrine, endosulfan à des concentrations allant de 4 ppb à 500 ppb dans les œufs et les nids de pontes de *Crocodylus moreletti*. Yoshikane *et al.* (2006) ont également ont identifié le DDT et le toxaphène dans le foie et la graisse de *Crocodylus johnstoni* en Australie et cela dû à l'intensification de la culture de coton dans la région. Ces deux dernières recherches montrent que l'utilisation abusive des pesticides dans la culture du coton n'est pas sans effet sur la vie et la reproduction des crocodiles car les organochlorés sont reconnus comme des perturbateurs du système endocrinien (Yoshikane *et al.* (2006).

CONCLUSION

La présente étude a permis d'établir la carte de distribution des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin, d'identifier le statut des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin et de déterminer les facteurs de menace sur l'abondance et la distribution des crocodiles dans cette Réserve. Notre hypothèse de recherche « La distribution des crocodiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W du Bénin est influencée par les facteurs abiotiques et la qualité de l'eau » n'est pas vérifiée. Toute analyse faite, il y a encore des actions à mener pour la conservation et un bon suivi écologique des crocodiles Ce qui permettra d'une part, d'éclairer les décisions de gestion et d'aménagement de la RBT/W en fournissant des informations sur l'état et l'évolution de son écosystème et d'autre part, de satisfaire les besoins d'informations de la communauté scientifique nationale et internationale.

Ainsi, les études à entreprendre seront axés sur:

- Les analyses des facteurs physico-chimiques de l'eau et de la teneur des pesticides dans les Communes riveraines à la RBT/W.
- La biologie de la reproduction des crocodiles : période de ponte, quantification du nombre d'œufs et de crocodileaux, survie des crocodileaux, etc.
- La courbe de croissance des crocodiles par la prise des mensurations régulières.
- La caractérisation moléculaire des espèces de crocodiles pour connaître la diversité génétique au sein des populations.
- La dynamique des populations de crocodiles d'un point d'eau à un autre et les facteurs favorables aux mouvements, déplacements et leur retour à l'habitat initial.
- La modélisation des habitats propices et non propices aux crocodiles afin de prédire selon le réseau hydrographique de chaque Commune la présence ou non des populations de crocodiles.

REFERENCES

- Adjignon S., Azagba T. & Odoubi E. (2005). Inventaire des crocodiles tenus en captivité dans les Départements de l'Atlantique et du littoral au Bénin : Création d'un site d'élevage de crocodiles à but touristique à Ouidah. Mémoire de DEAT, LAMS, Bénin. 65 p + Annexes.
- AFNOR (Association Française de Normalisation) (2000). Qualité de l'eau : Dosage du Calcium et du Magnésium Méthode par spectrométrie d'absorption atomique. Norme française/Norme européenne NF EN ISO 7980 : 2000. Paris, 12 p.

- AIC (2006). Statistiques de superficie et de production cotonnières de 1960 à 2006, mai 2006, MAEP, Bénin, 2 p.
- Assongba M. (1996). Recherche de résidus de pesticides organochlorés et de PCBs dans les exploitations agricoles de Banikoara. Analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à une détection à capture d'électron (CPG/ECD). DIT/APE/CPU/UNB, Bénin. 60 p + annexes
- Botha P.J. (2005). The ecology and population dynamics of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in the flag Boshielo dam, Mpumalanga province, South Africa. Msc. Thesis, University of Pretoria, South Africa. 152 p.
- Bothma, J.P. (2002). Important ecological principles and conservation. Game management. Van Schaik publishers, Pretoria. 55 P.
- Brown C. J., Stander P., Meyer-Rust R. & Mayes S. (2004). Results of a Crocodile *Crocodylus niloticus* survey in the river systems of north-east Namibia during August 2004. *IUCN/SSC Crocodile Specialist Group Newsletter*. IUCN, Gland, Switzerland, 23 (3) 18-21.
- CEBENOR (Centre Béninois de normalisation et de gestion de la qualité) (1999). Réglementation relative à la qualité des eaux. Le cadre institutionnel. 168-203.
- Dember S. (1990). FAO assistance in crocodile management efforts. *Unasylva*, FAO, Rome, 161 (41) 21-25.
- Di Sylvestre I., Sinsin B., Daouda I.H. et Kpera G.N. (2003). Etude sur les espèces animales menacées d'extinction des Aires Protégées (Parcs Nationaux et Zones Cynégétiques) du Bénin. Rapport de consultation. CENAGREF, AGRECO G.E.I.E., Bénin, 67 P + annexes.
- Djibril, B.R. (2002). Contribution à l'étude d'impacts de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur la qualité des eaux de surface dans la réserve de biosphère de la Pendjari. DIT/APE/CPU/UNB, Bénin. 87 P + annexes.
- DPNW (2006) Dénombrement de la faune sauvage dans le Parc National du W du fleuve Niger. Rapport technique. DPNW/CENAGREF/MDR, Banikoara, Bénin.
- Games I. & Severre E.L.M. (1999). Tanzanian crocodile survey. Report to the director of wildlife. 30 pp.
- Gardenfors, U., Hilton-Taylor, C., Mace, G. et Rodríguez, J.P. (2001). The application of IUCN Red List Criteria at regional levels. *Conservation Biology* 15, 1206–1212.
- Giroux I. (2002). Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture de maïs et de soya au Québec. ISBN 2-550-40286-3. Québec. 78 p.
- Hébert S. & Légaré S. (2000). Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p. et annexes.

- IUCN (2006). Specialist Group Newsletter. IUCN, Gland, Switzerland, 22 (3) 5.
- Kpéra G.N. (2002). Impact des aménagements d'hydraulique pastorale et des mares sur la reconstitution des populations de crocodiles dans les Communes de Nikki, Kalalé, Sébgana, Kandi, Banikoara, Kérou, Ouassa-Péhunco et Sinendé. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, Bénin. 101p+ annexes.
- Kpéra G.N. (2003). Notes on crocodiles in Bénin. *IUCN/SSC Crocodile Specialist Group Newsletter*. IUCN, Gland, Switzerland, 22 (1) 3-4.
- Kpéra G.N., Sinsin B. & Mensah G.A. (2007). Mesures de conservation endogènes de la faune Sauvage : Cas des crocodiles au Bénin. *In Proceeding of the 42- First Regional Workshop on the Management of Protected Area in West Africa*. 2003 Parakou, Bénin, 405-414.
- Kpéra G.N., Mensah G.A & Sinsin B. (2003a). Gestion in situ des populations de crocodiles dans les mares et aménagements d'hydraulique pastorale au Bénin. Communication Présentée aux Journées Francophones de Conservation de la Biodiversité. Villeurbanne du 22 au 25 avril 2003. P.59.
- Kpéra G.N. (2009). Human-crocodile interaction around agropastoral dams in northern Benin: scoping study report. Wageningen, The Netherlands 34p.
- Kpéra G.N., Mensah G.A et Sinsin B. (2004). Utilisation des produits et sous-produits de crocodiles en médecine traditionnelle au Bénin. *Bulletin de la recherche agricole du Bénin*. N° 44 de juin 2004, pp 1-12.
- Kpéra G.N., Pomalégny C.B., Mensah G.A. (2003b). Projet d'activités alternatives dans la Zone Cynégétique de la Djona: Elevage Pilote de Crocodiles (EPiCroco) à Tchoka, village riverain au Parc W: phase préliminaire de mise en œuvre. Rapport de mission. Bénin, 18 p.
- Kpéra G.N., Sinsin B. & Mensah G.A. (2007). Mesures de conservation endogènes de la faune Sauvage : Cas des crocodiles au Bénin. *In Proceeding of the 42- First Regional Workshop on the Management of Protected Area in West Africa*. 2003 Parakou, Bénin, pp.405-414.
- Lafia E. (1996). Facteurs de risques et taux d'acétylcholinestérase chez les utilisateurs de pesticides dans la Sous-préfecture de Banikoara. Thèse de Docteur en Médecine, FSS/UNB 93 P.
- Magnusson W.E., Lima A.P. Hero J., Sanaoitti T.M. & Kamakoshi M. (1990). *Paleosuchus trigonatus* nests: sources of heat and embryo sex ratios. *Journal of Herpetology*, 24 (4) 397-400.
- Martin, S. (2008). Global diversity of crocodiles (Crocodylia, Reptilia) in freshwater. *Hydrobiologia* (595) 587-59.
- Mensah G.A, Kpéra G.N. & Sinsin B. (2003). Rapport d'exécution du protocole n° 59 « Etude sur les mesures de conservation endogenes des crocodiles comme facteurs

- determinants pour leur survie dans le Département de l'Alibori au nord Bénin. PEEAN C/LRZVH/INRAB, Bénin, 50 p.
- Nacci D., Pelletier M., Lake J., Bennett R., Nichols J., Haebler R., Grear J., Kuhn A., Copeland J., Nicholson M., Walters S., Wayne R. & Munns J. (2005). An Approach to Predict Risks to Wildlife Populations from Mercury and Other Stressors. *Earth and Environmental, Science Ecotoxicology* (14) 283-293.
- Navarro-serment C.J. (2003). Abundance, habitat use and conservation of the American crocodiles in Sinaloa. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 22 (2) 22-23.
- Odum E.P. (1971). Fundamentals of ecology. Saunders College Publishing, *Philadesphia*, 50 P.
- Platt S. G., Sovannara H., Kheng L., Stuart B.L. & Walston J. (2006). *Crocodylus siamensis* along the Sre Ambel River, southern Cambodia : habitat, nesting and conservation. *Herpetology Natural History* 9 (2) 183-187.
- Ross J.P. (1998). Status Survey and Conservation Action Plan- Crocodiles. IUCN Species Survival Commission, Gland. 69 p.
- Russo R.C. (2002). Development of marine water quality criteria for the USA. *Marine Pollution Bulletin Issues* 1-12 (45) 84-91.
- Santiapillai C. & de Silva M. (2001). Status, distribution and conservation of crocodiles in Sri Lanka. *Biological Conservation* 97, 305-318.
- Shirley M.H, William Oduro and Hilaire Yaokokore Beibro (2009). Conservation status of crocodiles in Ghana and Cote-d'Ivoire, West Africa. *Fauna & Flora International*, Oryx, 43(1) 136-145.
- Soclo H.H., Azontondé A.H., Dovoanon L.F., Djibril R. & Sagbo A.U. (2003). Etude de l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes (eaux de surface, substrats des réserves de faune) dans les complexes des aires protégées de la Pendjari et du W. Rapport final 162 p.
- Swanepoel D.G.J., Ferguson, N.S. & Perrin M.R. (2001). Nesting ecology of Nile Crocodile (*Crocodylus niloticus*) in the Olifants River, Kruger National Park. *Koedoe*, 43(2), 35-46.
- Tran V.A. (1977). Recueil des méthodes d'Analyses des Eaux : Principes, Techniques, calculs et Interprétations des résultats. Laboratoire Sciences du Sol, Eau et Environnement, Bénin 22 P.
- UICN (2001). Catégories et critères de l'UICN pour la Liste Rouge. Version 3.1. Gland, Suisse. 32 P.
- UICN (2003). Lignes Directrices pour l'Application, au Niveau Régional, des Critères de l'UICN pour la Liste Rouge. Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN. Version 3.0, UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. 26 p.

- Wu T.H., Canas J.E., Rainwater T. R., Platt S.O., McMurry C.T., & Anderson T.A. (2006). Organochlorine contaminants in complete clutches of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) eggs from Belize. *Environnement Pollution* 144, 151-157.
- Yolou, D.A. (2005). Typologie des élevages de crocodiles et contribution à la mise en place d'une crocodiliculture communautaire : cas des Communes de Karimam, Kandi, Malanville et Parakou. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, Bénin. 106 p + annexes.
- Yoshikane M., Kay W.R., Shibata Y., Inoue M., Yanai T., Kamata R., Edmonds J.S. & Morita M. (2006). Very concentrations of DDE and toxophene residues in crocodiles from the Ord River, Western Australia: an investigation into possible endocrine disruption. *Journal of Environmental Monitoring* 8, 649-661.