

# MODELISATION DE LA NICHE ECOLOGIQUE DE *TRICHECHUS SENEGALENSIS* A L'HORIZON 2055 AU BENIN

**Hermann AWO,**

*Benin Environment and Education Society*  
*awohermann1@gmail.com*

**Toussaint Olou Lougbégnon,**

*Laboratoire de Recherche en Ecologie Animale et de Zoogéographie,*  
*Ecole de Foresterie Tropicale,*  
*Université Nationale d'Agriculture, Bénin*

**Maximin DJONDO**

*Benin Environment and Education Society*

## Résumé

*Trichechus senegalensis* est un grand mammifère aquatique de l'Ordre des Siréniens. Il est une espèce menacée qui figure sur la liste rouge de l'UICN des animaux menacés comme Vulnérable. Il est une espèce polyvalente utile à bien des égards. Il est utilisé dans l'alimentation, dans la pharmacopée et aussi la plupart de ses organes sont utilisés dans le commerce source de revenus pour certaines populations. Malgré les intérêts élevés de ces espèces aux populations, nous ne savons pas grande chose sur la façon dont sa distribution spatiale pourrait être avec le changement climatique et les stratégies à mettre en œuvre pour son utilisation et sa conservation durable.

Afin de surmonter ces défis, MaxEnt a été utilisé pour modéliser la niche écologique de *Trichechus senegalensis* à l'horizon 2055 sous les scénari RCP4.5 et RCP8.5. Les résultats ont montré que le climat aura un impact sur la distribution de *Trichechus senegalensis*. En effet, sous le RCP4.5 à l'horizon 2055, les habitats potentiellement favorable à *Trichechus senegalensis* connaîtront une diminution alors que sous le RCP8.5 prédit une augmentation des habitats favorables à *Trichechus senegalensis*. Des actions concrètes doivent être menées dans le but de la conservation de l'espèce et de la sauvegarde de son habitat

**Mots clés :** *Trichechus senegalensis*, modélisation de niche écologique, changement climatique, Bénin.

## Abstrat

*Trichechus senegalensis* is a large aquatic mammal of the Order of the Sireniens. It is an endangered species that is on the IUCN Red List of Threatened Animals as Vulnerable. It is a useful, versatile species in many ways. It is used in food, in pharmacopoeia and also most of its organs are used commercially as a source of income for certain populations. Despite the high interests of this species to populations, we do not know much about how its spatial distribution might be with climate change and

*the strategies to be implemented for its sustainable use and conservation. In order to overcome these challenges, MaxEnt was used to model the ecological niche of *Trichechus senegalensis* by 2055 under the scenarios RCP4.5 and RCP8.5. The results showed that the climate will have an impact on the distribution of *Trichechus senegalensis*. In fact, under RCP4.5 by 2055, the habitats potentially favorable to *Trichechus senegalensis* will experience a decrease whereas under RCP8.5 predicts an increase in favorable habitats for *Trichechus senegalensis*. . Concrete actions must be taken with the aim of conserving the species and safeguarding its habitat.*

**Key words:** *Trichechus senegalensis, ecological niche modeling, climatic changes, Benin*

## Introduction

Le Lamantin ouest africain *Trichechus senegalensis* est un grand mammifère aquatique de l'Ordre des Siréniens. Il est présent dans les zones humides côtières et intérieures de l'Afrique de l'ouest, entre la Mauritanie et l'Angola, et à l'intérieur des terres jusqu'au Mali, au Niger et au Tchad. C'est un grand mammifère aquatique présent dans les eaux essentiellement tropicales. Dans l'ordre des siréniens, *Trichechus senegalensis* apparaît comme l'espèce la moins étudiée ; ce qui rend difficile la connaissance sur sa situation au sein de son aire de distribution (Dodman *et al.*, 2008 :36). Cependant, elle subit des menaces d'ordre anthropique et naturel qui réduisent sa population au sein de son habitat. Au nombre de ces menaces, le changement climatique à travers son effet néfaste apparaît comme un des facteurs destructeurs de l'habitat de l'espèce. En outre, des modifications du cycle de l'eau dans le monde ont modifié la structure des précipitations, entraînant une fréquence plus élevée d'événements extrêmes tels que les sécheresses et les inondations (Boko *et al.*, 2007 :435). Les stress écologiques associés à ces changements climatiques sont d'importants facteurs globaux d'extinctions des espèces et de perte de la biodiversité (Cahill *et al.*, 2013 :30; Urban, 2015 :24). Les effets du changement climatique sur les espèces incluent des changements dans la répartition (Parmesan et Yohe, 2003 :2; Pecl *et al.*, 2017 :23), des changements dans la disponibilité de l'habitat (Leadley *et al.*, 2010 :1497), des modifications de la structure de la communauté (Walther, 2010 :365), des changements dans le cycle de vie des espèces (Yang et Rudolf, 2010 :5) et modifications des trajectoires de croissance de la population (Martay *et al.*, 2017 :1145).

Les environnements aquatiques intérieurs devraient être parmi les plus vulnérables au changement climatique (Woodward *et al.*, 2010 :2093).

Des augmentations de la température des eaux de surface (lacs, rivières, ruisseaux et zones humides) ont été largement documentées dans le monde (Livingstone, 2003 :207; O'Reilly *et al.*, 2003 :767;). Ces altérations fondamentales de la structure et du fonctionnement de l'écosystème peuvent affecter de nombreux aspects de la biogéographie, du cycle vital et de la physiologie des animaux aquatiques (Myers *et al.*, 2017 :262). Une évaluation mondiale récente a estimé qu'environ 25% des poissons d'eau douce sont menacés d'extinction (Collen *et al.*, 2014 :43), confirmant qu'ils font partie des taxons les plus menacés au monde (Olden *et al.*, 2010 :499). Même lorsque les effets des changements environnementaux ne sont pas mortels, des effets sur la croissance et la reproduction peuvent entraîner des modifications importantes des populations et des communautés d'espèces aquatiques (Ficke *et al.*, 2007 :584 ; Myers *et al.*, 2017 :266). L'augmentation de la température de l'eau peut modifier les besoins nutritionnels, réduire la capacité de reproduction et entraîner des modifications du régime alimentaire et d'utilisation de l'habitat local (Myers *et al.*, 2017 :269).

Les impacts du changement climatique sur le bien être des lamantins n'ont pas été bien explorés (Marsh *et al.* 2011 :11). A cet effet, une étude abordant les aspects des effets des changements climatiques sur la distribution de lamantin devient importante afin de garantir sa conservation de façon durable dans la zone ouest africaine.

## **2 -Matériel et méthode**

### ***2-1Données d'occurrence***

Les données d'occurrence sur le Lamantin Ouest Africain utilisées pour la modélisation sont des données de présence. Ces données couvrent l'Afrique de l'Ouest et proviennent de la documentation (111 occurrences), du site du GBIF (Global Biodiversity Information Facility) (150 occurrences) et du terrain notamment au sud Bénin (43 occurrences). Au total 304 occurrences de l'espèce ont été mobilisée à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest. Après nettoyage du jeu de donnée 104 occurrences ont été utilisé pour tourner le modèle à l'échelle de l'Afrique de l'ouest.

## **2-2 Variables environnementales**

Les couches environnementales dans cette étude comporteront des données climatiques et des données physiques. Les variables climatiques actuelles (1970-2000) et futur (2021-2040) proviennent de WorldClim version 2.1 ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) et d'AFRICLIM version 3.0 ([www.york.ac.uk/environment/research/kite/resources/](http://www.york.ac.uk/environment/research/kite/resources/); Platts *et al.*, 2015 :27) à une résolution de 2.5' arc minute (Fandohan *et al.*, 2015 :15; Idohou *et al.*, 2016 :12, Kakpo *et al.*, 2019 :12). Grâce à l'initiative du CORDEX (Jones *et al.*, 2011 :37), les modèles régionaux du climat (RCMs) sont disponibles pour l'Afrique (Platts *et al.*, 2015 :27). Pour les projections dans le futur, deux modèles sont utilisés : Africlim-Ensemble et MIROC5 (Kakpo *et al.*, 2019 :13). Deux scénarios sont utilisés pour la projection des modèles : RCP (Representative Concentration Pathway) 4.5 et RCP 8.5. pour les horizons 2055 et 2085.

Les variables physiques sont constituées de l'élévation, de la pente, de la distance par rapport aux cours d'eau eau et la distance par rapport aux habitations villageoises (Ashiagbor and Danquah, 2017 :75). Au total 19 variables ont été utilisées pour tourner le modèle dans le présent.

## **2-3 Modélisation et évaluation du modèle**

Les modèles sont exécutés en utilisant le logiciel Maxent version 3.3.3k. Dans un premier temps les modèles sont exécutés à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest (Guinée-Bissau, Guinée, Ghana, Gambie, Côte D'ivoire, Burkina Faso, Bénin, Togo, Sierra Leone, Sénégal, Nigéria, Niger, Mali, Libéria) puis les modèles issus de maxent sont découpés suivant les contours du Bénin. Cette méthodologie a été adopté afin de rendre performant les modèles (Scheldeman & van Zonneveld, 2010 :59 ; Kakpo *et al.*, 2019 :13). Les variables environnementales qui contribuent le plus à la distribution de l'espèce seront sélectionnées grâce au "test AUC de Jackknife" généré par le logiciel Maxent (Phillips *et al.*, 2006 :79). Une fois les variables sélectionnées, un test de corrélation sera exécuté avec le logiciel "ENMTools\_1.3" pour isoler certaines variables afin de réduire les effets de corrélation entre les variables (Austin, 2007 :14).

Le modèle a été validé en utilisant l'AUC (Elith *et al.*, 2006 :135). La performance du modèle a été effectuée avec Partial ROC (Peterson *et al.*, 2008 ; Kakpo *et al.*, 2019 :11).

### 3-Résultats

#### ***3-1 Variables environnementales représentatives et contribution au modèle***

Des 19 variables utilisées dès le départ pour tourner le modèle, 4 variables non corrélées ont montré une forte contribution à la distribution du Lamantin d'Afrique : Elévation (elev), Température minimale de la période la plus froide (bio\_6), Précipitations annuelles (bio\_12) et Distance par rapport à l'eau (disteau) (Tableau 1).

**Tableau 1:** *Pourcentage de contribution et importance de permutation des variables au modèle*

<b>Variable</b>	<b>Définition</b>	<b>Percent contribution</b>	<b>Permutation importance</b>
Elev	Elévation	67.1	77.4
bio_6	Température minimale de la période la plus froide	14	1.3
bio_12	Précipitations annuelles	13.5	21.4
Dist-eau	Distance par rapport à l'eau	5.4	0

*Source Travaux de terrain : Septembre, 2019*

Le tableau 1 matérialise l'influence de chaque variable sur la distribution de l'espèce au Bénin. On note que l'élévation est la variable qui renferme plus d'information. Cette variable aussi s'avère être la variable dont l'omission affecte la bonne performance du modèle. Ce qui veut dire que l'élévation renferme le plus d'information qui ne se retrouve pas au niveau des autres variables.

### 3-2 Habitats favorables dans le présent

Dans le présent, le modèle révèle que l'espèce a pour zone favorable le sud Bénin.

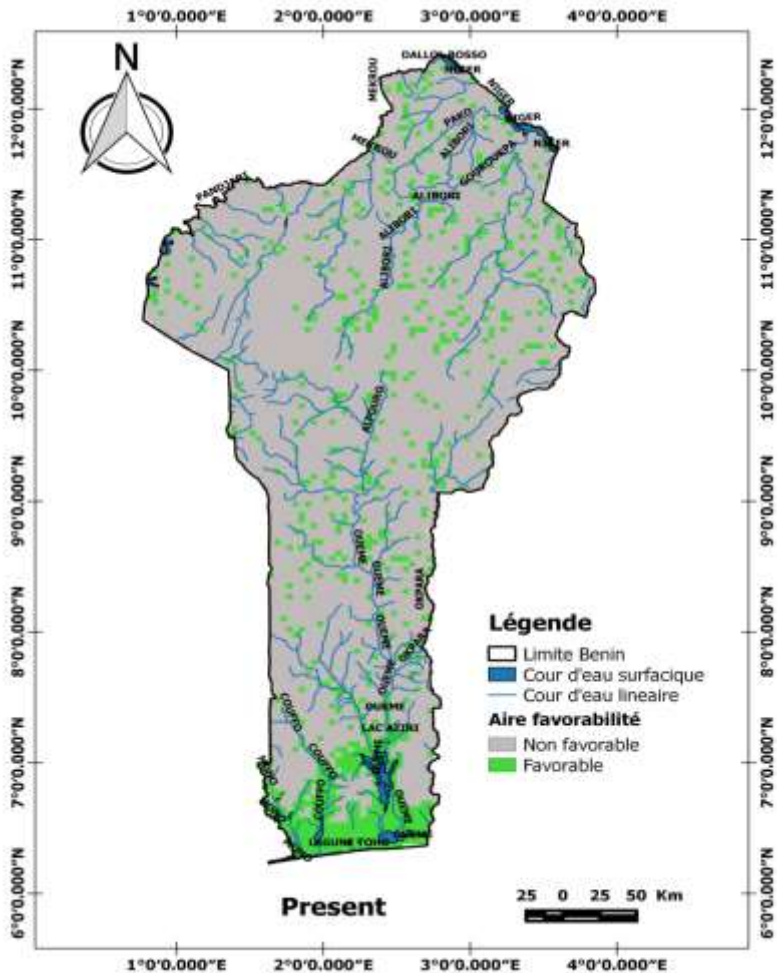


Figure 1 : Distribution actuelle des aires favorables au Lamantin d'Afrique au Bénin

Source : Résultat d'analyse des données du terrain Septembre (2019)

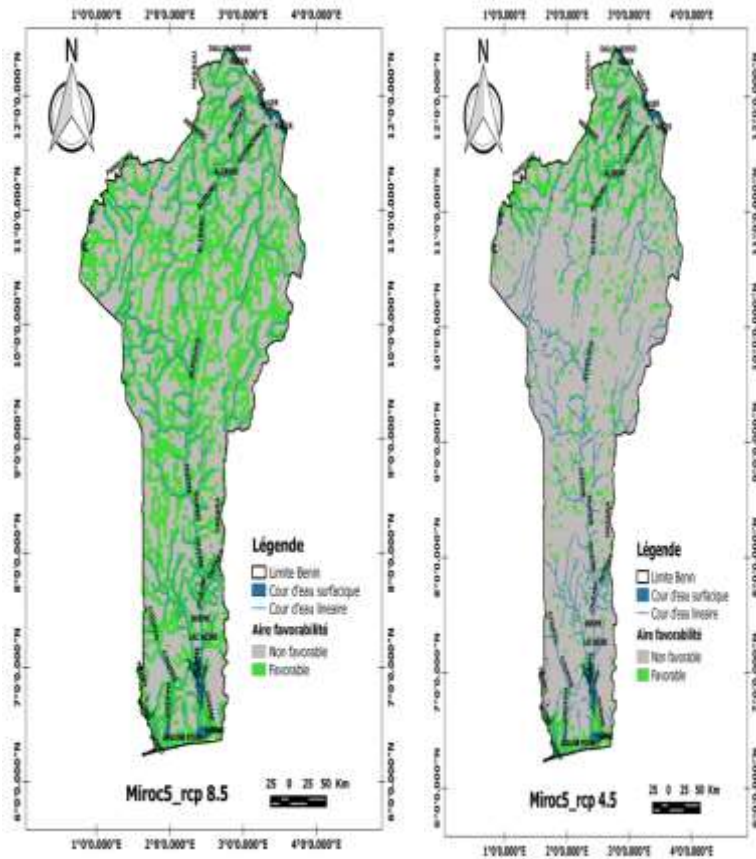
L'examen de la figure 1 montre deux patrons de distribution actuelle des aires favorables au *T. senegalensis* au Bénin. D'une part, le premier patron de distribution est centré sur le sud du Bénin en dessous de la 8° latitude Nord. Elle se justifie surtout par l'existence d'un réseau hydrographique assez dendritique qui favorise l'édification de niches écologiques favorables à l'espèce.

D'autre part, la partie du Nord du Bénin (après les 11°50' de latitude Nord) qui regroupe les écosystèmes humides du Mékrou, de la Sota, de l'Alibori et du Niger. Il ressort de l'analyse de cette figure que la distribution des aires actuellement favorables à la conservation de lamantin ouest africain au Bénin est essentiellement liée au climat guinéo-congolaise avec quatre saisons et au climat soudano-sahélien de la vallée du Niger.

En dehors de ces deux patrons de distribution, il existe quelques poches d'aires favorables dans les zones du centre et de l'Ouest du Bénin le long de quelques cours d'eau. En somme, la zone Sud Bénin présente de très large aire favorable à l'espèce et ce pourrait être s'expliquer par le fait que le sud bénin est plus arrosé et jouit également de la présence de plusieurs cours d'eau.

### ***3-3 Habitats dans le futur avec les scénari RCP4.5 et RCP8.5***

La figure 2 présente la distribution future des aires favorables à la conservation du lamantin ouest africain avec les modèles Miroc 5 sous les scenarios RCP 4.5 et 8.5



**Figure 2 :** Distribution future des aires favorables au Lamantin d'Afrique au Bénin

**Source :** Résultat d'analyse des données du terrain Septembre (2019)

De l'analyse de cette figure, on remarque que le modèle Miroc 5, sous RCP 4.5 prédit dans le futur une diminution drastique de l'aire favorable à *T. senegalensis* au Sud du Bénin avec des préférendum très limités dans l'extrême sud du Bénin (partie côtière) et quelques poches d'hiactus dans l'extrême Nord du Bénin.

A l'horizon de 2055, le RCP 8.5 prédit que tout le pays pourrait être favorable à la conservation de l'espèce. Cela voudra dire que tous les cours d'eau, les lagunes et les rivières se trouvant dans le pays pourraient abriter les populations futures du lamantin



## Discussion

Le logiciel MaxEnt a donné une bonne performance avec une valeur moyenne de l'AUC égale à 0.99 qui tendent vers 1. Les variables qui influencent la présence de *T senegalensis* dans le sud du Bénin sont l'élévation, la température minimale, les précipitations annuelles, et la distance par rapport à l'eau. La probabilité de présence de *T senegalensis* est plus élevée dans le site Ramsar 1018 que dans le site Ramsar 1017. Les précipitations annuelles jouent un rôle important dans les gîtes de *T senegalensis* alors que la température est un élément qui perturbe son habitat.

La connaissance de la distribution (présence ou d'absence) d'espèces animales au niveau du paysage est importante pour les décisions de gestion des habitats et de la faune (Delahaye, 2006 :401 ; Lougbégnon, 2015 :24).

Au Bénin, des études ont été publiées sur la modélisation des données de l'habitat des taxons mais la majorité de ces études portait sur la flore (Fandohan *et al*, 2011 :15 ; Gouwakinnou *et al*. 2011 ;12 ; Sodé, 2013 :22 ; Gbesso *et al*. 2013 :12). Toutefois, les études portent sur l'avifaune d'eau en général (Lougbégnon, 2015 :24) Aucune étude relative à la modélisation de la niche écologique du lamantin notamment au Bénin n'a été faite.

Les projections sur les scénari RCP8.5 et RCP4.5 montrent les habitats favorables au lamantin à l'horizon 2055. RCP 4.5 prédit dans le futur une légère diminution de l'aire favorable à l'espèce au Sud Bénin mais par contre, les zones du Nord Bénin comprises entre 11 ° et 12 ° de latitude Nord deviendront favorables à la conservation de lamantin ouest africain. Le RCP 8.5 prédit que tout le pays pourrait être favorable à la conservation de l'espèce. Cette diminution de la qualité de l'habitat peut s'expliquer par l'importance des changements prévus pour les paramètres bioclimatiques. Pour (Busby *et al* ; 2010 :280), la fluctuation des variables climatiques telles que les précipitations et la température auront un impact sur la diversité biologique et sur la répartition géographique des habitats convenables. Le climat est un facteur important pour prédire la répartition des espèces (Woodward, 1987 :2099 ; Willis et Whittaker, 2002 :1247 ; Thuiler *et al*, 2005 :2230 ; Blach-Overgaard *et al*, 2010 :305). Les aires protégées représentent un outil de conservation in situ de la biodiversité (Doxa *et al*. 2017 :24).

Sur la base des projections futures cette étude montre qu'il est important de conserver les habitats du lamantin sur ceux il faut donc passer à l'action de conservation du lamantin en incluant les paramètres climatiques qui influencent son biotope local. Un autre facteur à considérer est la pression humaine à la suite de l'explosion démographique.

## Conclusion

Notre étude a révélé que, conformément à son écologie, la répartition spatiale de *Tsenegalensis*, est contrôlé par quatre variables environnementales Elev (Elévation), bio\_6 (Température minimale de la période la plus froide), bio\_12 (précipitations annuelles) et disteau (Distance par rapport à l'eau). À l'heure actuelle, la prévision de l'espèce en Afrique de l'Ouest est plus élevée vers le sud. Le climat impact sur la répartition spatiale de l'espèce car la prédiction de l'adéquation diminue avec le RCP4.5 dans le pays et augmente les aires favorables à l'habitat du lamantin avec le RCP8.5. Il nous faut donc appliquer des stratégies adaptatives pour conserver l'espèce. Nous suggérons que les activités humaines soient réduites considérablement dans les zones de forte concentration du lamantin. Les populations devraient également être sensibilisées sur l'intérêt de conserver une espèce aussi vertueuse que le lamantin et être former sur les mesures de conservation adéquates pour faire accroître les restes de population de lamantin. Comme enquête future, il serait intéressant de penser à comment domestiquer les populations de lamantin en tenant compte de l'évolution du climat et des changements climatiques.

## Références Bibliographiques

**Ashiagbor George** (2017). “*Seasonal habitat uses by Elephants*” (*Loxodonta africana*) in the Mole National Park of Ghana. Ecology and Evolution. 7(11):3784–3795.

**Busby , Smith TG, White KL, Strange SM** (2010) *Locating climate* Cabill AE, Aiello-Lammens ME, Fisher-Reid MC, Hua X, Karanemsky CJ, Yeong Ryu H, Sbeglia GC, Spagnolo F, Waldron JB, Warsi O, Wiens . How does climate change cause extinction? Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 280(1750):20121890.

**Collen Ballinger**,(2014) *Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism*". *Glob Ecol Biogeogr.* 23(1) :40–51.

**Delahaye Len** (2006) – *Sélection de l'habitat par les oiseaux forestiers et modélisation de leur distribution partielle en chênaie et hêtre ardennoise : Impact de la composition et de la structure forestière*. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), 401 p.

**Dodman Diop** . (2008). ‘*Stratégie de Conservation du lamantin ouest africain*. PNUF, Nairobi, Kenya et Wetlands ‘ International Afrique, Dakar, Sénégal 140 pp. :140 p.

**Elith Jane**, (2006). *Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data*. *Ecography* 29: 129-151.

**Fandohan Adandé Belarmain**(2011) - *Effectiveness of a protected areas network in the conservation of Tamarindus indica Leguminosae-Caesalpinioideae in Benin*. *African Journal of Ecology*, 49:40-50.

**Ficke Myrick, Christopher**. (2007). ‘*Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries*”. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 17(4):581–613. for International Security and Law, Climate Change and African.

**Gbesso** (2013) - *Influence des changements climatiques sur la distribution géographique de Chrysophyllum albidum G. Don (Sapotaceae), un fruitier autochtone au Benin*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (5): 2007-2018.

**Idohou Rodrigue**,. (2016). *Spatio-temporal dynamic of suitable areas for species conservation in West Africa: eight economically important wild palms under present and future climates*. *Agroforestry Systems*, DOI 10.1007/s10457-016-9955-6. insecurity: where are the most vulnerable places in Africa,

**Jones Curtis**, (2011). *The Coordinated Regional Downscaling Experiment: CORDEX, An International Downscaling Link to CMIP5*. CLIVAR Exchanges N°. 56, Vol 16 (2): 34-40.

**Kakpo Sunday**,. (2019). *Spatial distribution and impacts of climate change on Milicia excelsa in Benin, West Africa*. *J For Res [Internet]*. [accessed 2020 Feb 16]. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01069-7>

**Leadley Paul**, (2010). *Biodiversity scenarios: projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services*. In: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (ed. Diversity SotCoB). Published by the Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, p. 1– 132. Technical Series no. 50.

**Livingstone Dravie.** (2003). *Impact of Secular Climate Change on the Thermal Structure of a Large Temperate Central European Lake*. Climatic Change. 57(1):205–225.

**Lougbégnon Toussaint** (2015) - *Diversité biologique de l'île aux oiseaux, commune de Karimama*, Rapport de Mission du Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains (PGFTR) de la Direction des Forêts et Ressources Naturelles (DFRN) du Bénin, 24 p.

**Martay Brewer Maine,** (2017). *Impacts of climate change on national biodiversity population trends*. Ecography. 40(10):1139–1151.

Myers Squibb, (2017). *Climate Change and Global Food Systems: Potential Impacts on Food Security and Undernutrition*. Annu Rev Public Health. 38:259–277.

**O'Reilly Cathérine** (2003). *Climate change decreases aquatic ecosystem productivity of Lake Tanganyika, Africa*. Nature. 424(6950):766–768.

**Olden Designs,** (2010). *Conservation biogeography of freshwater fishes: recent progress and future challenges*. Diversity and Distributions. 16(3):496–513.

**Parmesan reggiano** (2003). *A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems*. Nature. 421(6918):37–42.

**Phillips Jean.** (2006). *Maximum entropy modelling of species geographic distributions*. Ecological Modelling 190: 231-259

**Platts James,** (2015). *AFRICLIM: high-resolution climate projections for ecological applications in Africa*. African Journal of Ecology 53: 103-108

**Thuiller Richardson** (2005). *Niche-based modelling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale*. Glob. Chang. Biol. 11:2234-2250.

**Walther** (2010). *Community and ecosystem responses to recent climate change*. Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences. 365(1549):2019–2024.

**Willis,** (2002). *Species Diversity - Scale Matters*. Science 295(5558):1245- 1248

**Woodward George.,** (2010). *Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 365(1549):2093–2106.

**Yang Liwei and Rudolf Valentino.** (2010). *Phenology, ontogeny and the effects of climate change on the timing of species interactions*. Ecol Lett. 13(1):1–10.