

Scenarii Bioclimatiques A L'horizon 2050 Dans Le Departement De L'oueme Au Benin (Afrique De L'ouest)

Mehinto-Dovonou Flore, (Doctorante en Géographie)
Boko Nouvêwa Patrice Maximilien, (Docteur en géographie)
Houssou Christophe S., (Professeur Titulaire de Géographie)
Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement
(LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Doi:10.19044/esj.2018.v14n23p212 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n23p212](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n23p212)

Abstract

This study aims to determine the future bioclimatic atmospheres by 2050 according to the scenarios A1B and B1, in order to determine if the human health of the populations in the department Ouémé in Benin would be subjected to more or less harsh environments. To do this, this study was conducted using descriptive statistics methods, and bioclimatic index calculation (UTCI). The data used are the meteorological data (temperature, relative humidity, insolation and wind) on a monthly scale over the period 1971-2014 and the data from 2020 to 2025 from the ReMO database. The results of this study make it possible to remember that the A1B scenario presents a distinct singularity, because it describes more bioclimatic atmospheres than the B1 scenario. Whatever the variations, the December-March period will be dominated by a hot atmosphere, while April-October by a more comfortable atmosphere. Differences between bioclimatic atmospheres by 2050 and the current one will reach +9.2 in February for the A1B scenario and +8.4 for the B1 scenario. This variation of future bioclimatic atmospheres simulated by means of the REMO data and UTCI will not be without effects on the health of children from 0 to 5 years old in the Department of Ouémé and therefore in the face of this future configuration. adaptations are proposed to the different actors in the study area.

Keywords: Department of Ouémé, Benin, bioclimatic environments, scénarios, health

Resume

Cette étude vise à déterminer les ambiances bioclimatiques futures à l'horizon 2050 selon les scénari A1B et B1, afin de déterminer si la santé

humaine des populations dans le département l’Ouémé au Bénin serait soumis à des ambiances plus ou moins rudes. Pour ce faire, cette étude a été menée à l’aide des méthodes de statistiques descriptives, et de calcul d’indice bioclimatique (UTCI). Les données utilisées sont les données météorologiques (température, humidité relative, insolation et vent) à l’échelle mensuelle sur la période 1971-2014 et les données de 2020 à 2025 issues de la base des données ReMO. Les résultats de cette étude permettent de retenir que le scénario A1B présente une nette singularité, car il décrit des ambiances bioclimatiques plus éprouvantes que le scénario B1. Quelle que soient les variations, la période de décembre-mars sera dominée par ambiance fortement chaude, tandis que avril-octobre par une ambiance plus confortable. Les écarts entre les ambiances bioclimatiques à l’horizon 2050 et celle actuelles pourront atteindre +9,2 au mois de février pour le scénario A1B et +8,4 pour le scénario B1. Cette variation des ambiances bioclimatiques futures simulée par le biais des données REMO et l’UTCI ne sera pas sans effets sur la santé des enfants de 0 à 5 ans dans le Département de l’Ouémé et donc face à cette configuration future, des mesures d’adaptations sont proposées aux différents acteurs dans le secteur d’étude.

Mots clés : Département de l’Ouémé, Bénin, ambiances bioclimatiques, scénarii, santé

Introduction

Le réchauffement climatique est déjà en cours selon les experts du GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l’Évolution du Climat), et son impact sur la santé est une des nouvelles priorités du conseil exécutif de l’OMS (Délavrière et Guégan, 2008).

Il est en effet reconnu que l’exposition d’un organisme humain vivant à une ambiance froide ou chaude peut entraîner des réactions plus ou moins graves de l’organisme humain (Clédjo, 1993, Houssou, 1998 ; Ganem *et al.*, 2004 Médéou, 2015 ; Boko *et al.*, 2014).). Et la survenance d’une pathologie est lié à la période et l’intensité de l’exposition de l’organisme (Houssou *et al.*, 2006). Pour une meilleure stratégie d’adaptation, il est important alors que des études prospectives soient menées afin de baliser le terrain.

Dans le Département de l’Ouémé au Bénin, la connaissance des effets du climat sur la santé des population et surtout sur celle des enfants ont déjà été mise en exergue respectivement par Boko *et al.*, (2014) et Mehinto-Dovonou, (2016). Cette étude vise donc à procéder à l’analyse prospective à l’horizon 2050 afin de déterminer si les ambiances bioclimatiques futures seraient plus éprouvantes ou non pour les populations du milieu et surtout pour les enfants de 0 à 5 ans qui sont plus vulnérables d’une part et d’autre part de proposer des stratégies d’adaptation aux populations et acteurs de la santé.

1. Cadre géographique de l'étude

Le secteur d'étude est le Département de l'Ouémé (figure 1). Ce Département est situé au Sud-Est du Bénin. Il est limité au Sud par l'Océan Atlantique et le Département du Littoral, au Nord par le Département du Plateau, à l'Ouest par le Département de l'Atlantique et à l'Est par la République Fédérale du Nigéria. Avec 405 villages et une superficie de 1 281 km², le Département de l'Ouémé est constitué de neuf (9) communes à savoir : Adjarra, Akpro-Misséréte, Avrankou, Adjohoun, Bonou, Dangbo, Sèmè-Kpodji, Aguégus et Porto-novo la capitale administrative du Bénin. Le département compte 52 Arrondissements.

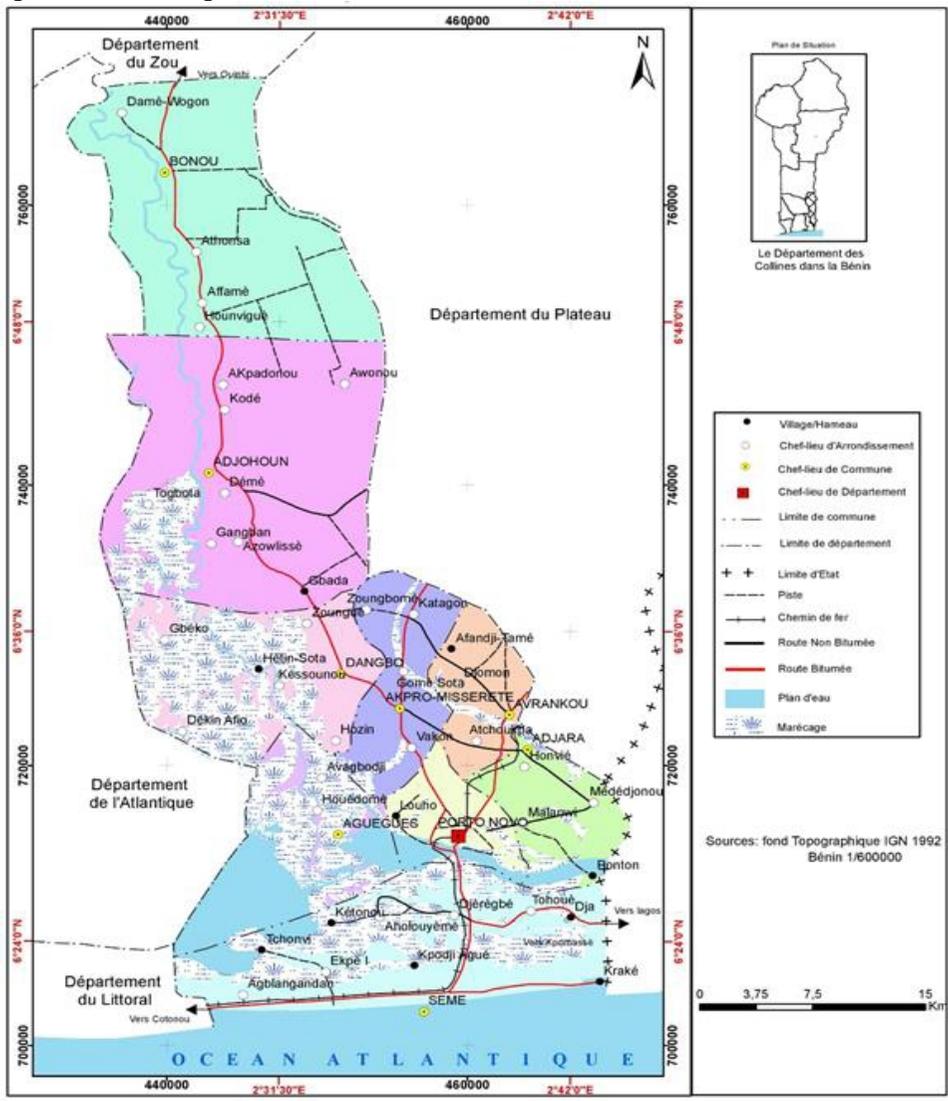


Figure 7 : Situation géographique et subdivision administrative du Département de l'Ouémé

Le département de l'Ouémé appartient à la région subéquatoriale ayant un climat à quatre saisons : - une saison des pluies principale (Avril - Juillet) ; une saison sèche mineure (Août – Septembre) ; une saison des pluies mineure (Octobre – Novembre) ; une saison sèche principale (Décembre – Mars).

2. Données et méthodes

2.1. Données utilisées

Il s'agit des données climatologiques et des données épidémiologiques.

➤ Données climatologiques

Les données climatologiques utilisées sont la température, l'humidité relative, la vitesse du vent, la hauteur de la pluie et l'ETP, extrait du fichier de Météo Bénin-Cotonou. Ces données sont aux pas de temps mensuel et annuel et couvrent une période de 43 ans (1971 à 2014). Les séries climatologiques comblées, vérifiées et validées ont servi de base à la détermination des ambiances bioclimatiques.

2.2. Méthodes de traitement des données

Pour déterminer les ambiances bioclimatiques futures, l'indice Universel de Charge Thermale (UTCI) a été utilisé à partir des données projetées du modèle régional REMO à l'horizon 2050 suivant les scénarios A1B et B1 grâce au logiciel BioKlima.

L'UTCI est définie comme la température d'air (T_a) de l'état de référence provoquant la même réponse physiologique comme l'état réel. Ainsi, l'UTCI est la température de l'air qui produirait dans des conditions de référence la même contrainte thermique que dans un environnement thermique réel. Le calcul de la réponse physiologique à partir de données climatologiques est basé sur un modèle multi-nœud de la thermorégulation humaine (Fiala *et al.*, 2001), qui est elle aussi complété par un modèle de vêtements. Plus qu'un indice, l'UTCI est un modèle simulé à partir de plusieurs variables d'entrées (figure 2).

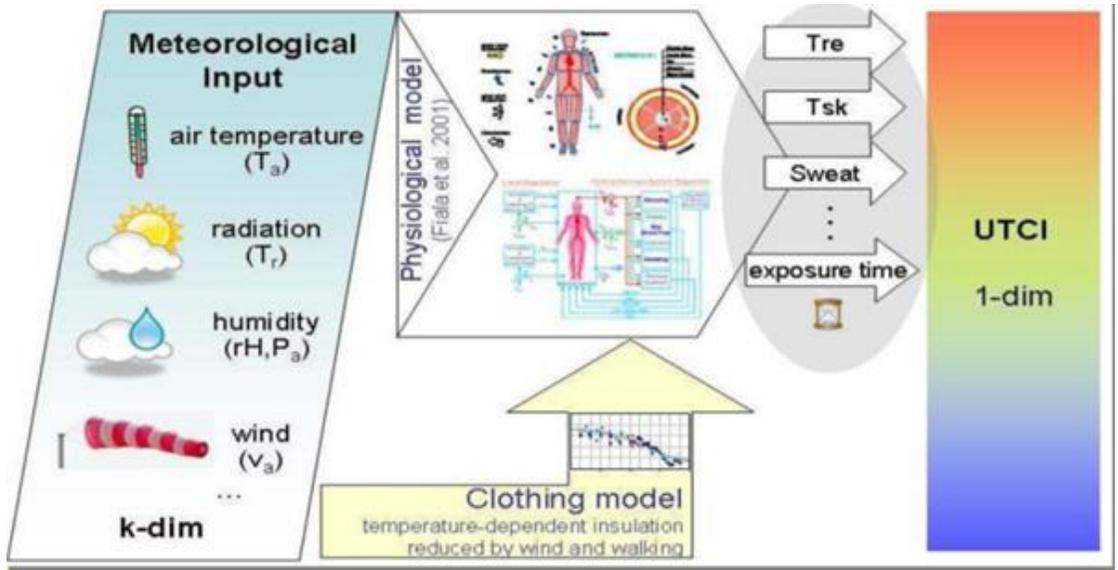


Figure 8 : Principaux paramètres de modélisation de l’UTCI

Source : Błażejczyk et al. (2010) et Havenith et al. (2012)

Les variables d’entrées de l’UTCI sont des paramètres climatologiques (température de l’air, radiation solaire, humidité et vent) et des données physiologiques (résistance thermique lié à l’habillement et radiante moyenne de la température appelée Mrt).

La formule mathématique de l’indice climato-thermique universel se présente comme suit (équation 6).

$$UTCI = 3,21 + 0,872t + 0,2459Mrt - 2,5078v - 0,0176HR \quad (11)$$

Avec :

- t : température de l’air (en $^{\circ}C$) ;
- Mrt : température radiante moyenne (en $^{\circ}C$) ;
- v : vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol (en ms^{-1}) ;
- HR : Humidité relative de l’air (en %).

Dans la référence climatologique, la température radiante moyenne est égale à la température ambiante (De Oliveira et Moreau, 2007). Les valeurs de l’UTCI ainsi obtenues ont été interprétées suivant l’échelle d’appréciation présentée dans le tableau I et ont été transférées dans le logiciel Excel pour la réalisation des graphiques.

Tableau IV : Grille d'appréciation de l'UTCI

UTCI (°C)	Niveau de stress	Sensation thermique
Au dessus de 46	Stress thermique extrême	Torride
+38 to +46	Très fort stress thermique	Très chaud
+32 to +38	Fort stress thermique	Fortement chaud
+26 to +32	Stress thermique modéré	Chaud
+9 to +26	Aucune contrainte thermique	Confortable
+9 to 0	Léger stress dû au froid	Légèrement frais
0 to -13	Stress modéré dû au froid	Frais
-13 to -27	Fort stress dû au froid	Froid
-27 to -40	Très fort stress dû au froid	Fortement froid
En dessous de -40	Stress extrême dû au froid	Très froid

Source: Blazejczyk et al. 2010

L'analyse des données du tableau I indique que le confort thermique est ressenti lorsque les valeurs de l'UTCI se trouvent entre 9 et 26 °C. En dessous de cette plage, apparaissent les ambiances froides qui varient du légèrement frais au très froid suivant les valeurs. Par contre, au-dessus de la plage de confort, les ambiances sont chaudes et évoluent du stress thermique modéré au stress thermique extrême (sensation torride).

Pour cette étude, l'horizon temporel 2020-2050 a été choisi pour les scénarii climatiques. Ce choix est fait en raison des prévisions du Bénin (Alafia, 2025 ; Bénin-2025 et Ogouwalé, 2006), qui prévoit de façon générale une croissance économique efficiente au seuil temporel de 2025. Pour cette raison, 2020-2050 apparaît comme un horizon temporel raisonnable.

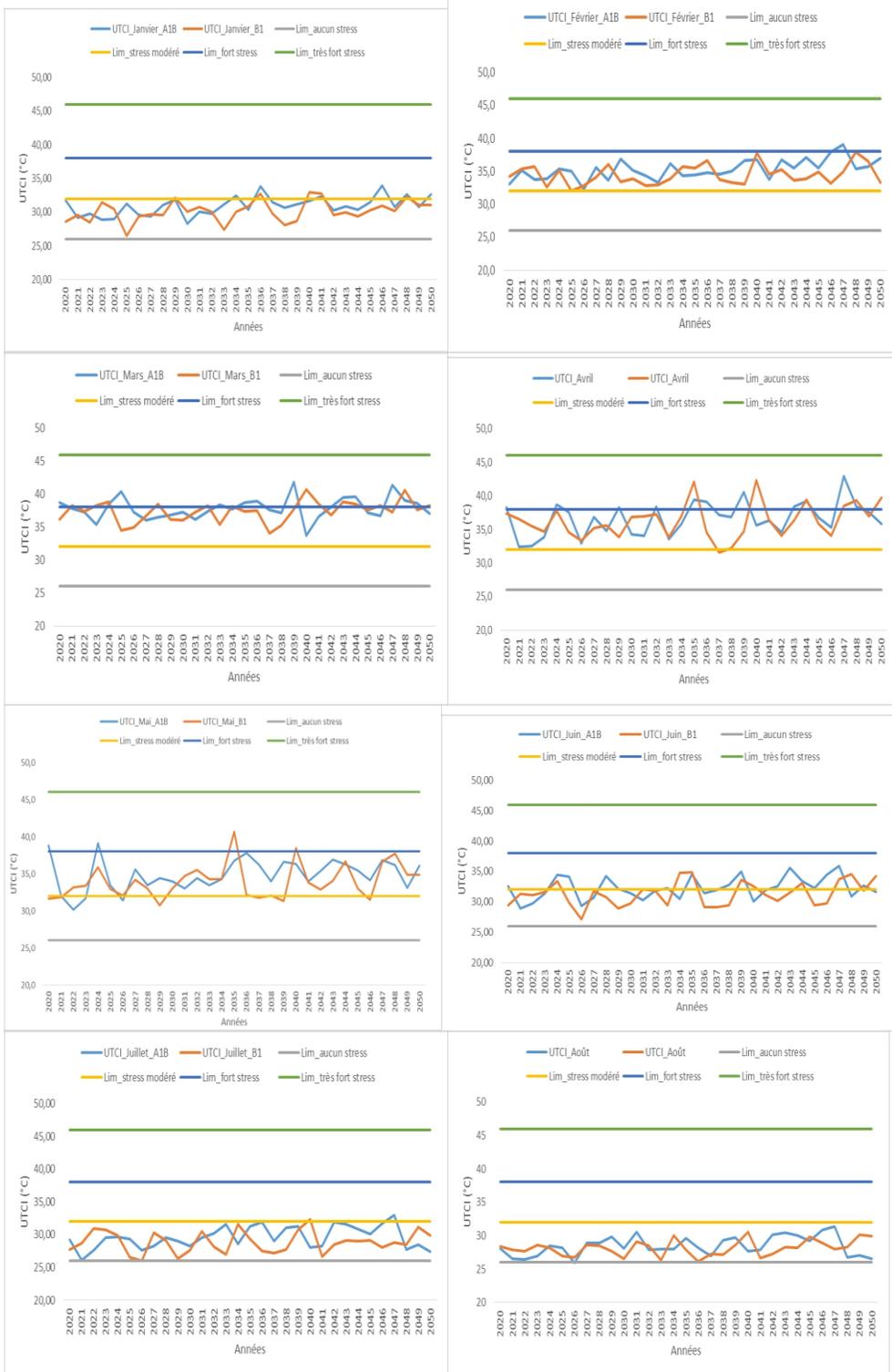
Tous les calculs statistiques classiques ont été réalisés dans le logiciel Excel 2013. La synthèse des ambiances bioclimatiques a été réalisée par le biais de l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Quant au calcul d'indice bioclimatique, il a été réalisé grâce au logiciel BioKlima © v 2.6. Le logiciel peut être téléchargé à partir de : www.igipz.pan.pl/klimat/blaz/bioklima.htm. Ces données et méthodes ont permis d'avoir quelques résultats.

3. Résultats

La physionomie des ambiances bioclimatiques à l'horizon 2050 a été mise en évidence à partir de l'indice UTCI.

3.1. Ambiances bioclimatiques mensuelles futures dans le Département

Les sensations de confort et d'inconfort susceptibles d'être ressenties par les enfants de 0 à 5 ans dans le département de l'Ouémé ont été simulées à partir des valeurs projetées de l'UTCI à l'horizon 2050. La figure 3 présente les valeurs futures de l'UTCI selon les scénarios A1B et B1.



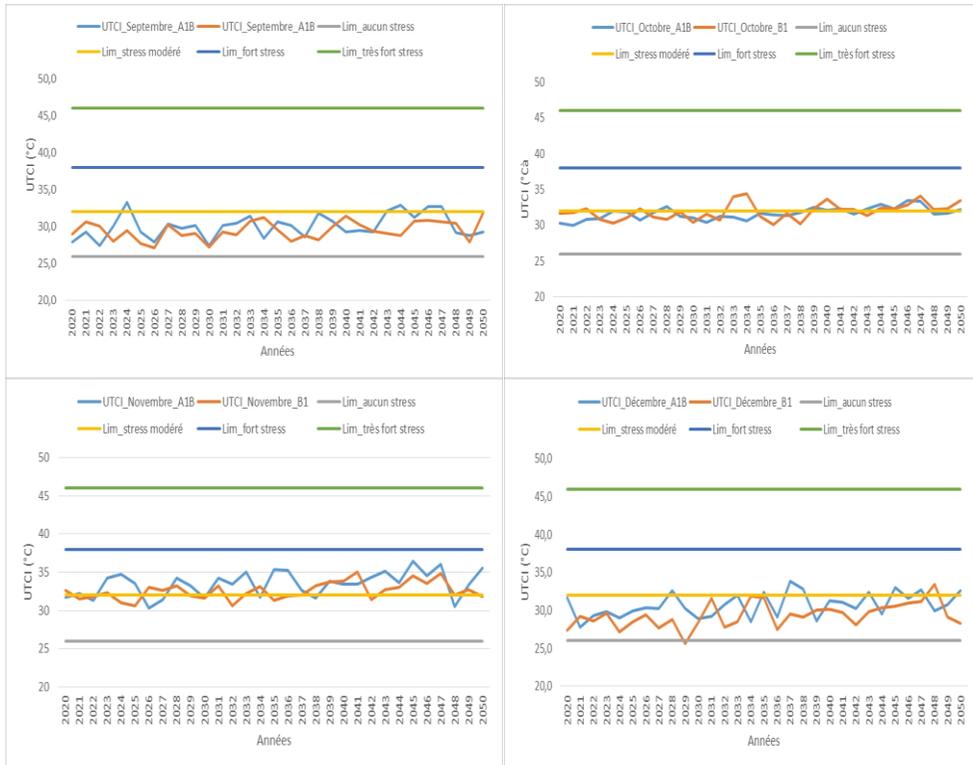


Figure 9 : Ambiances bioclimatiques à l’horizon 2050 par UTCI

De l’analyse de cette figure 3, il peut être retenu que le scénario A1B présente une nette singularité, car il décrit des ambiances bioclimatiques plus éprouvantes que le scénario B1. Globalement, les mois de janvier, juin, juillet, août, septembre et décembre décrivent une ambiance qui oscille entre une absence de contrainte thermique et un stress thermique modéré. Tandis qu’en février, mars, avril, mai, novembre l’ambiance oscille entre le stress thermique modéré et le stress thermique très fort. Ces mois seront plus chauds et plus éprouvants.

En octobre, le niveau de stress va augmenter et certaines années seront marquées par un fort stress thermique ou une forte chaleur.

Dans tous les cas, les variations de l’UTCI vont évoluer d’un mois à l’autre avec des écarts moyens positifs de novembre à avril, quel que soit le scénario. La figure 4 illustre ces écarts d’après les scénarios A1b et B1.

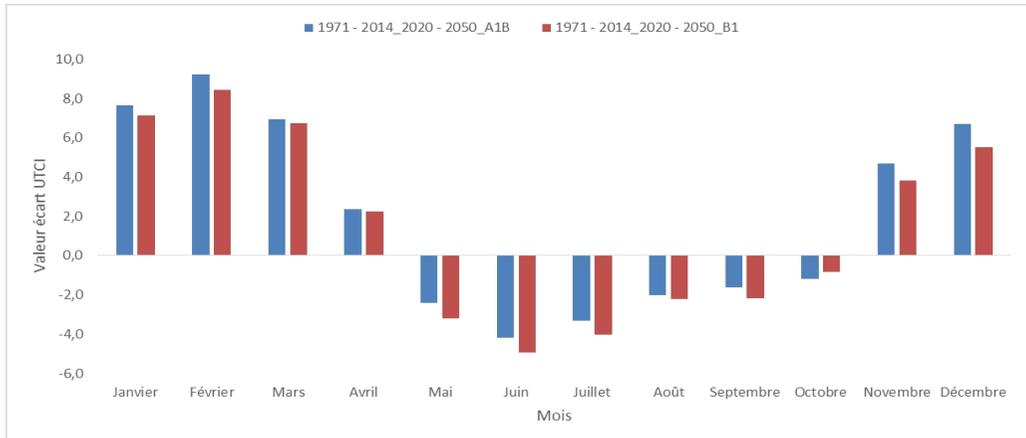


Figure 10 : Ecart moyen et ambiance bioclimatique moyenne par UTCI à l'horizon 2050

Du point de vue de l'UTCI, les écarts entre les ambiances bioclimatiques à l'horizon 2050 et celle actuelles pourront atteindre +9,2 au mois de février pour le scénario A1B et +8,4 pour le scénario B1. Quelle que soient les variations, la période de décembre-mars sera dominée par ambiance fortement chaude, tandis que avril-octobre par une ambiance plus confortable.

Cette évolution de l'ambiance bioclimatique du « chaud » au « fortement chaud » pourrait s'expliquer par le fait que la période de novembre à avril sera marquée par une plus importante augmentation de la température à l'horizon 2050 comparativement aux autres mois de l'année. Quant à la période de mai-octobre, que cela soit pour le scénario A1B ou le scénario B1, elle serait plus marquée par une ambiance thermique confortable.

Cette variation des ambiances bioclimatiques futures simulée par le biais des données REMO et l'UTCI ne sera pas sans effets sur la santé des enfants de 0 à 5 ans dans le Département de l'Ouémé. Il est donc de bon ton de rappeler les impacts des bioclimats de façons générale sur la santé.

3.2. Brève revue des impacts des bioclimats futurs sur la santé

Avec ses répercussions dramatiques et néfastes sur l'environnement, les ambiances climatiques futures mettent en péril les fondements mêmes de la vie humaine partout dans le monde. Il menace notre santé et notre milieu naturel et compromet notre accès à l'eau, à la nourriture et à la terre.

Pour cette raison, il pourrait freiner la réalisation de chacun des Objectifs du Millénaire pour le développement, et entraver les efforts qui visent à éradiquer la pauvreté, à améliorer la santé et à protéger l'environnement.

Il est de plus en plus évident que le changement climatique alourdit le fardeau de la maladie. À mesure que la planète se réchauffe, ses habitants souffriraient de la faim et de pénuries d'eau et les régions côtières risquent

d'être inondées. S'il ne pleut plus, les récoltes ne pousseront plus et le bétail mourra, ce qui augmentera le risque de famine pour les enfants, et diminuera les réserves en eau destinées à la consommation et à l'hygiène.

Tous les signes indiquent que les pays en développement qui, pour la plupart, sont situés dans des régions chaudes et tirent leur principal revenu de l'agriculture, seront les plus éprouvés par le changement du régime des pluies, par les températures extrêmes et par des sécheresses et inondations de plus en plus fréquentes. L'évolution des précipitations affectera probablement la qualité et la quantité des réserves en eau, ce qui compliquera l'approvisionnement en eau et aggravera les mauvaises conditions d'assainissement, ainsi que la malnutrition.

Les phénomènes météorologiques dangereux, comme les ouragans et les inondations, risquent de s'intensifier, ce qui augmentera le nombre de décès, de blessures, et de traumatismes.

Si l'on ne fait rien aujourd'hui, les coûts et les risques d'un réchauffement de 5 à 6 degrés Celsius – une hypothèse tout à fait plausible au cours du siècle à venir – équivaldront à une perte annuelle d'au moins 5 pour cent du PIB mondial, tout de suite et dans l'avenir prévisible. Si l'on prend en compte un ensemble plus vaste de risques et de conséquences, cette estimation pourrait atteindre 20 pour cent du PIB ou plus.

D'ici à 2020, on prévoit que le changement climatique pourrait exposer, rien qu'en Afrique, 75 millions de personnes à un stress hydrique accru⁵. Vers la fin du XXI^e siècle, la montée projetée du niveau de la mer pourrait affecter des régions côtières basses et densément peuplées. Les coûts d'adaptation pourraient s'élever à au moins 5 à 10 pour cent du PIB. De nouvelles études confirment que l'Afrique est particulièrement vulnérable aux variations et à l'évolution du climat en raison de stress multiples et de sa faible capacité d'adaptation.

En général, les pays en développement comme le Bénin, dépendent beaucoup de l'agriculture, qui est le secteur économique le plus sensible aux effets du climat, et disposent de soins de santé inadéquats et de services publics de médiocre qualité.

Comme pour tout phénomène mondial complexe, les effets de la crise qui se profile à l'horizon sont multiples et interdépendants. Les sécheresses qui privent un village de ses réserves de vivres et d'eau vont d'abord entraîner la faim chez les habitants – mais cela n'est qu'une des facettes de cette tragédie. Une famille qui n'a pas assez à manger risque de ne pas envoyer ses enfants à l'école ou de ne pas avoir les moyens de se soigner. La faim peut pousser une famille à quitter son foyer, ce qui crée des conditions propices à la délinquance.

L'évolution du climat futur est passée d'une question « d'environnement » à un problème qui requiert toute notre expertise collective

en matière de développement durable, de sécurité énergétique et de santé et de bien-être des enfants.

Face à cette configuration future, des mesures d'adaptations sont proposées aux différents acteurs dans le secteur d'étude.

3.3. Mesures d'adaptation à l'endroit des populations

Les mesures d'adaptations sont proposées à l'endroit des ménages des autorités politico-administratives et du point de vue climatique et sanitaire.

3.3.1. A l'endroit des ménages

- Les parents doivent laisser l'auto-consultation qu'ils font et apporter vite l'enfant au centre de santé le plus proche dès que l'enfant présente une fièvre pour éviter les cas d'anémie qui peuvent être fatal à l'enfant ;
- les parents doivent également cesser d'avoir une idée arrêtée des causes des maladies de leurs enfants qu'ils attribuent parfois à la belle-mère ou la tante ou au non-respect des cultes ;
- faire dormir les enfants sous moustiquaire sur toute l'année afin de réduire le taux des piqûres des anophèles ;
- garder un environnement sain et éviter les eaux stagnantes qui favorisent le développement des larves anophèles ;

3.3.2. A l'endroit des Autorités politico-administratives

- organiser des journées de sensibilisation de la population par rapport à la gestion des déchets en créant des ONG de ramassage des ordures ménagères à moindre coût, et sur la gestion des eaux usées et de douche en demandant au population de creuser des puisards bien fermés par maison ou concession ;
- multiplier davantage les journées de curation des caniveaux dès que le besoin se fait sentir et les couvrir hermétiquement à tout moment ;
- construire d'avantage des toilettes publiques, au moins deux par arrondissement ;
- sensibiliser la population sur la nécessité de faire dormir les enfants sous moustiquaire surtout en période de chaleur et de pluies à cause de la multiplication des anophèles ;
- encourager la population à la fréquentation des centres de santé et à l'usage des médicaments conformes ;
- intégrer effectivement les tradithérapeutes dans les services sanitaires officiels pour mieux contrôler leurs interventions auprès des populations ;

3.3.2. Du point de vue climatique

- avoir un système d'alerte pour attirer l'attention des populations sur les précautions à prendre au début de chaque saison afin d'éviter au maximum les différentes maladies ;
- créer un système de signal et d'avertissement bioclimatique qui informerait et aiderait la population à se préparer psychologiquement et à prendre des mesures adéquates pour supporter les diverses valeurs des indices lorsqu'ils dépasseront les valeurs seuils supportables par l'organisme humain.

3.3.3. Du point de vue sanitaire et environnemental

- Utiliser des pommades hydratantes et manger des aliments gras pendant l'harmattan pour éviter le dessèchement de la peau et des principales muqueuses des enfants ;
- porter des caches nez aux enfants pour éviter le contact direct des muqueuses respiratoires avec la poussière et les aéro- allergènes portés par le vent ;
- protéger les enfants contre la fraîcheur par le port des habits chauds pour prévenir les effets de déperdition thermique imposés par les basses températures en période d'hivernage ;
- faire dormir les enfants sous moustiquaires imprégnées en toute saison pour éviter la piquûre des moustiques anophèles.

Par rapport à l'environnement, la population doit comprendre qu'un environnement sain est source de santé. Pour ce faire, les parents doivent

- éviter le déboisement anarchique et promouvoir le reboisement, en encourageant les actions du gouvernement à faire du Bénin un pays vert afin de ralentir, dans la mesure du possible, les élévations excessives de la température ;
- amener vite les enfants à l'hôpital pour éviter le pire ;
- habiller et chausser correctement les enfants contre la fraîcheur.

Conclusion

Grâce à l'indice Universel de charge thermal (UTCI), qui combinent les paramètres de température, d'humidité, d'ensoleillement et de vent, le degré de confort climatique actuel et futures dans le département de l'Ouémé ont été déterminé. De es ambiances futures, on retient que les ambiances bioclimatiques futures ne sont seront pas favorables pour les organismes humains dans le cas du scénario B1 contrairement au scénario A1B

Ainsi de ce qui précède, les b qui semble présenté un léger confort dans le département de l'Ouémé au Bénin.

Cependant il faut noter que les conséquences sanitaires possibles ou imaginables, tne sont pas tout susceptible d'occurrence par ce que les scénarii

présente toujours des grandes incertitudes que cela soit cognitives ou techniques. Mais cela n'enlève pour autant rien aux propositions faites à l'endroit des populations et des acteurs en charge de la santé, qui doivent dore et déjà prendre des mesures adaptées pour le bien-être des populations du département de l'Ouémé.

References:

1. Baparapè, Y. (2012). *Facteurs bioclimatiques et santé des enfants de 0 à 5 dans la Commune de Malanville*, Mémoire de géographie, UAC, 92 p.
2. Besancenot, J.-P.(2001). *Climat et Santé*, Imprimerie des Presses Universitaires de France, 127 p.
3. BioKlima©2.6., software package, <http://www.igipz.pan.pl/Bioklimazgik.html>
4. Boko, M. (1988). *Climats et communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement*. Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres, Université de Bourgogne, Vol I et II, Dijon, UA 909, CNRS, 607 p.
5. Boko, N. P. M., Medeou F., Vissin, E., Houssou, C. S., et Blašeńczyk, K. (2014). Caractérisation des ambiances bioclimatiques dans les villes littorales du Bénin (Afrique de l'Ouest), *Acte de colloque, XXVIIème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Dijon, pp. 605-611.
6. Clédjo, P.F.G.A. (1993). *Rythmes hydroclimatiques et pathologiques en milieu lacustre : Sous –Préfectures de Sô-Ava et des Aguégus* ; mémoire de maîtrise, DGAT/FLASH, UNB ; 149 p.
7. Daté, A. C. (2015). *Facteurs bioclimatiques et sante des enfants de 0 à 5 ans dans la Commune de Dassa-zoumè*, mémoire de maitrise, DGAT/FLASH/UAC; 94 p.
8. Delavière, M., et Guégan, J.F. (2008). *Les effets qualitatifs du changement climatique sur la santé en France*, Rapport de groupe interministériel, avril 2008, 42 p.
9. De Oliveira F. et Moreau S. (2007) : *Confort thermique ressenti : Analyse des campagnes expérimentales 2005-2006*. Rapport CSTB, EN-CAPE 07.088 C, 42 p
10. Gandonou, J. (1993). *Ambiance biométéorologique et maladies des voies respiratoires et des poumons au Bénin : cas de l'agglomération de Cotonou*. Mémoire de maîtrise de géographie, UAC. 102 p.
11. Ganem, Y., Meyer, J. P., Luzeaux, N. et Brasseur, G. (2004). Ambiances thermiques : Travail en période de fortes chaleurs. *In Document pour le Medecin du travail*, 97, pp. 51-68.

12. Handschumacher, P. (1992). La santé, marqueur de l'environnement ? *Actes du colloque sur l'environnement dans l'enseignement des sciences humaines et sociales*. Dakar UCAD 25, 26 et 27 novembre, pp. 103-114.
13. Houssou, C. S., Vissin, E.W. (2005). Type de temps et pathologie dans la circonscription urbaine de Kandi (Bénin, Afrique de l'ouest), *actes du colloque de l'AIC*, pp. 272-275.
14. Houssou, C.S. Vissin, E. et Perard, J. (2006). Variabilité climatique et pathologie dans le département du Mono (Bénin, Afrique de l'Ouest). *in Acte de colloque AIC XIXème*. Septembre, pp. 316-321.
15. Houssou, S. Ch. (1998). *Les bioclimats humains de l'Atacora (Nord-Ouest du Bénin) et leurs implications socio-économiques*. Thèse unique de géographie, Dijon 332 p.
16. Jarraya, M. (2012). « Ambiances froides et consultations respiratoires dans le secteur de la santé publique à Sfax (Tunisie) », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 585, mis en ligne le 30 janvier 2012, consulté le 29 mars 2013. URL : <http://cybergeo.revues.org/25032>; DOI:10.4000/cybergeo.25032
17. Kalkstein, L. S. (2001). Biométéorologie : étude des liens unissant le temps, le climat et la santé, *in Bulletin de l'OMM*, Vol.50, N°2, pp. 147-154.
18. Médéou, F. (2015). *Ambiances biométéorologiques et vulnérabilité sanitaire des agriculteurs dans le contexte des changements climatiques dans le Département des Collines*. Thèse de doctorat, EDP/FLASH/UAC, 208 p.
19. Ogouwalé, E. (2006). *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central. Indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*. Thèse de doctorat unique, EDP, UAC, FLASH, 302 p.
20. OMS (1990). Potential Health effects of climate change: report of WHO task group. WHO/REP/90, Genève, Suisse, 58 p.
21. ORSN (2011). Climat, météo et santé. http://www.orsnpdc.org/observation/270080_1climat20.pdf, consulté le 7 octobre 2015, 19 p.
22. Thom, E. (1959). "The discomfort index", *Weatherwise*, No. 12, pp. 57-60.
23. Vitouley N., (2015): *Facteurs bioclimatiques et santé des enfants de 0 à 5 ans dans la Commune de Glazoué*; mémoire de maîtrise, DGAT/FLASH/UAC; 112 p.
24. Yaka, P. (2009). Changements climatiques et méningites: «Vers une extension des zones endémiques » *Sahel Sciences*, n°16, pp. 3-4.

25. Yaka, P., Sultan, B., Janicot, S., Broutin, H., Fourquet, N. and Philippon, S.(2008). Relationships between climate and year-to-year variability in meningitis outbreaks: A case study in Burkina Faso and Niger, *International Journal of Health Geographics* 2008, pp. 43-49.