

1
2 **TENDANCES DES EXTREMES DE TEMPERATURE EN COTE**
3 **D'IVOIRE : CAS DE LA REGION DU GOH**

4
5 **RESUME**

6 La région du Gôh située au centre-Ouest de la Côte d'Ivoire est une région dont l'économie
7 dépend essentiellement de l'agriculture qui elle-même est tributaire du climat. De ce fait, la
8 variation et le changement du Climat ont des conséquences considérables sur le rendement
9 des cultures. Pour bien appréhender ces conséquences afin de trouver des solutions, une série
10 d'études, au pas de 30 ans, sur l'évolution des températures a été initiée. Celle-ci (1980-2010)
11 en est la première.

12 L'objectif de ce travail est d'étudier l'évolution des extrêmes de température dans la région
13 du Gôh. L'évolution de ces extrêmes ont été possible grâce au calcul des indices
14 pluviométriques avec le logiciel RclimDex. De cette étude, il ressort que les séquences de
15 vagues de chaleur (WSDI) se sont accrues au détriment de celles des vagues de fraîcheur
16 (CSDI). De même les jours relativement chauds (TX90p) ont augmenté par rapport aux jours
17 relativement frais (TX10p). Les nuits relativement chaudes (TN90p) ont également augmentés
18 par rapport aux nuits relativement fraîches (TN10p). L'écart des moyennes annuelles entre
19 Tmax et Tmin ou amplitude thermique diurne (ATD) s'est agrandi au cours de la période
20 d'observation (1980-2010). L'analyse de l'évolution des différents indices de températures
21 calculés a mis en évidence le réchauffement climatique dans la région du Gôh.

22 **Mots clés :** réchauffement climatique, région du Gôh ; extrêmes climatiques, température

23
24 **ABSTRACT**

25 The Gôh region, located in the center-west of Côte d'Ivoire, is a region whose economy
26 primarily depends on agriculture, which in turn is reliant on the climate. As a result, climate
27 variation and change have significant consequences on crop yields. To fully understand these
28 consequences in order to find solutions, a series of studies, at 30-year intervals, on the
29 evolution of temperatures has been initiated, of which this is the first.
30 The objective of this work is to study the evolution of temperature extremes in the Gôh
31 region. The evolution of these extremes was made possible through the calculation of rainfall
32 indices using the RclimDex software. From this study, it appears that the sequences of heat
33 waves (WSDI) have increased at the expense of those of cool waves (CSDI). Similarly,
34 relatively warm days (TX90p) have increased compared to relatively cool days (TX10p).
35 Relatively warm nights (TN90p) have also increased compared to relatively cool nights
36 (TN10p). The gap between the annual averages of Tmax and Tmin, or the diurnal temperature

37 range (DTR), has widened during the observation period (1980-2010). The analysis of the
38 evolution of the various calculated temperature indices highlighted global warming.

39 **Keywords:** global warming, Gôh region; climate extremes, temperature
40

41

42

42 INTRODUCTION

43 La Côte d'Ivoire, pays d'Afrique de l'Ouest, est caractérisée par sa biodiversité riche et son
44 climat tropical. Cependant, comme de nombreuses autres régions du monde, elle est
45 confrontée à des défis de plus en plus pressants en matière de climat, notamment les extrêmes
46 de température. Parmi les régions ivoiriennes, la région du Gôh, région de cultures abondantes
47 et de biodiversité diversifiée, est particulièrement affectée par les changements climatiques.
48 Cette étude, qui constitue la première d'une série d'étude de la variation des températures en
49 Côte d'Ivoire au pas de trente (30) ans, vise à analyser les tendances des extrêmes de
50 température dans la région du Goh. Pour l'analyse des extrêmes climatiques, plusieurs
51 techniques et méthodes ont été développées ou adaptées par la communauté scientifique tout
52 comme par des projets (STARDEX, ENSMBLE, ECA & D). La méthode utilisée dans cette
53 étude est tirée du « Guidelines on Analysis of Extremes in a changing climate in support of
54 informed decisions for adaptation » mis en place par l'Organisation Météorologique Mondiale
55 à l'intention des décideurs (OMM, 2009). Cette méthode concerne le calcul des indices de
56 températures de la chronique 1980-2010 à la station Gagnoa. Elle sera utilisée pour
57 caractériser uniquement l'évolution des extrêmes de températures, à cette époque, dans la
58 région du Gôh.

59

60 I- MILIEU D'ETUDE

61 1- Situation géographique

62 La région du Gôh est située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 5,679° et
63 6,649° N et les longitudes 6,408° et 5,201° W. Elle appartient à la nouvelle boucle du cacao et
64 est limitée par les régions de la Marahoué au Nord, du Haut-Sassandra au Nord-Ouest, du
65 Lôh-Djiboua au Sud, de l'Agnéby-Tiassa et du Belier à l'Est et enfin du district de
66 Yamoussoukro au Nord-Est. Elle s'étend sur une superficie de 7 152 km². Cette région est
67 constituée de deux départements : le département de Gagnoa à l'Ouest et le département
68 d'Oumé à l'Est (Figure 1).

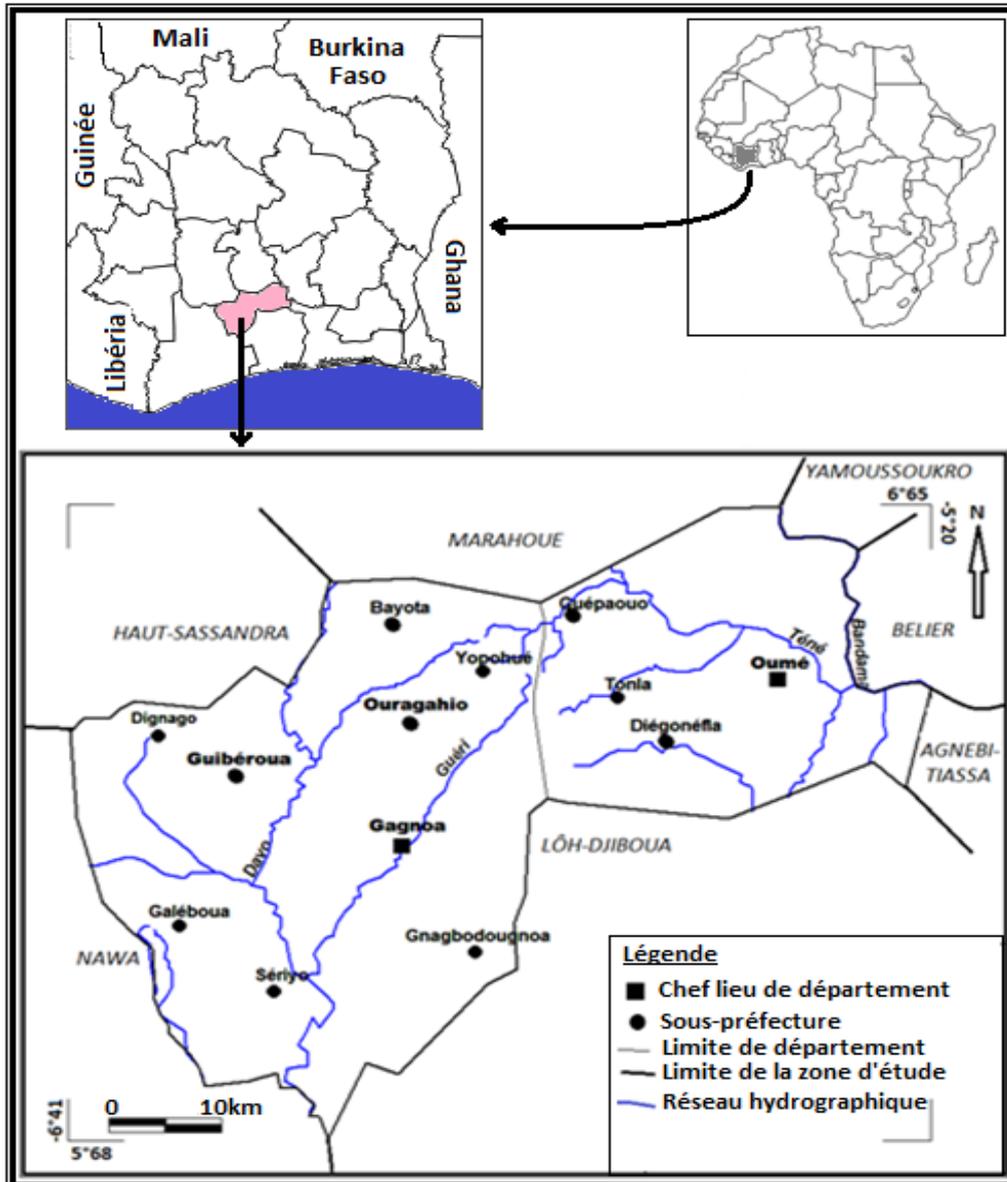


Figure 1 : Situation géographique de la région du Gôh

69

70

71 Le département de Gagnoa est constitué de neuf sous-préfectures : Gagnoa, Ouragahio,
 72 Guibéroua, Bayota, Galéboua, Sérhiou, Dignago, Yopohué et Gnagbodougnoa. Celui d'Oumé
 73 est composé de quatre sous-préfectures : Oumé, Diégonéfla, Tonla et Guépahouo.

74 2- Régimes climatiques

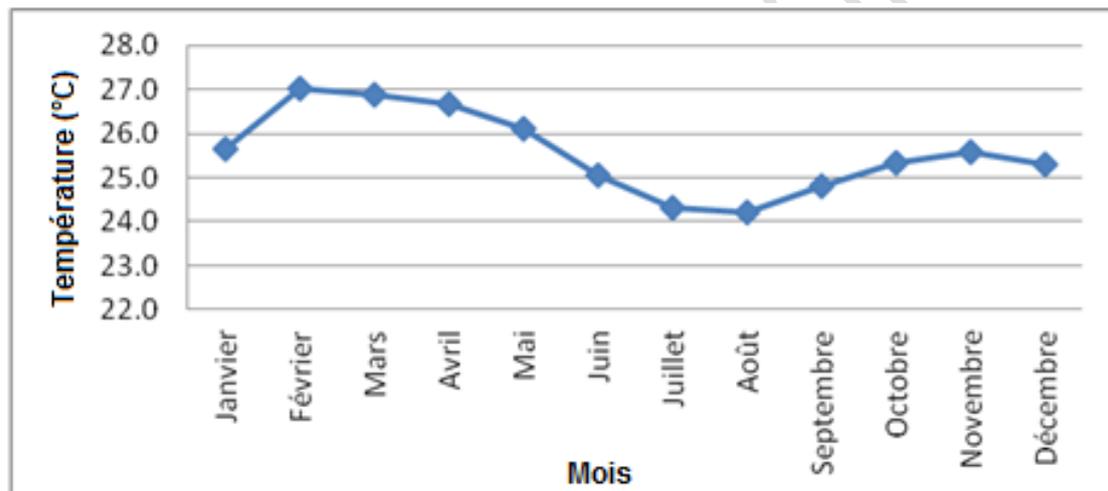
75 La région du Gôh est soumise au régime équatorial de transition ou climat attiéen sur presque
 76 toute la région. Cependant, son extrême Nord-Ouest est soumis au régime équatorial de
 77 transition atténué (climat baouléen).

78 Le climat attiéen est caractérisé par des températures de faibles amplitudes (de 25 à 30 °C),
 79 un fort taux d'humidité (de 80 à 90 %) et des précipitations abondantes, qui varient entre 1500
 80 et 2400 mm (Kouassi et al., 2014). Cette zone connaît deux saisons sèches et deux saisons
 81 humides. La grande saison sèche, entrecoupée de quelques pluies, s'étend de décembre à avril.
 82 La petite saison sèche couvre les mois d'août et septembre. Quant aux saisons de pluie, elles

83 s'échelonnent de mai à juillet pour la grande saison et d'octobre à novembre pour la petite
84 saison. Toutes les stations climatiques de la région se trouvent dans ce régime climatique.
85 Le climat baouléen est caractérisé par des températures à amplitudes plus importantes, qui
86 oscillent entre 14 et 33 °C avec un taux d'humidité de 60 à 70 % et des précipitations
87 annuelles comprises entre 1000 et 1600 mm (Kouassi et *al.*, 2014). Cette région climatique
88 connaît également quatre saisons : deux saisons sèches, de novembre à mars et de juillet à
89 août et deux saisons pluvieuses, de juin à octobre et de mars à mai.

90 3- Température moyenne

91 La température moyenne mensuelle de la station de Gagnoa varie entre 24,2 et 27,0 °C
92 (Figure 2). Elle est supérieure à 25,5 °C d'octobre à mai. La température la plus élevée (27
93 °C) est observée en février. Alors que la température la plus basse est observée en août avec
94 24,2 °C.



95
96 **Figure 2 :** Température moyenne mensuelle à la station de Gagnoa

97 II- Matériel et méthode

98 1- Matériel

99 Bases de données hydro-climatiques

100 Les données utilisées dans cette étude sont des températures journalières avec une chronique
101 de 30 ans (1980 à 2010). Elles proviennent de la base de données de la Sodexam.

102 Logiciels utilisés

103 Le calcul des indices climatiques traduisant les pluies annuelles totales, leurs fréquences et
104 leurs extrêmes est mis à disposition dans les travaux de Haylock et al. (2006). Les opérations
105 se déroulent dans l'environnement du logiciel de statistiques 'R', version 3.1.2 (2014-10-31),

106 téléchargeable gratuitement sur le site <http://www.r-project.org>. Le nouveau programme
 107 associé RCLimDex, version 1.0, permet le calcul de ces indices climatiques (Zhang Xuelin et
 108 Yang Feng, 2004). Ce dernier est également téléchargeable gratuitement à partir du site web
 109 de Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices (ETCCDMI) :
 110 <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/RCLimDex/rclimdex.r>.

111 **II.2 - METHODOLOGIE**

112 La notion de réchauffement climatique est liée aux températures. Les vagues des chaleurs ou
 113 canicules font des victimes dans le monde comme en 2003 en Europe et récemment en mai
 114 2015 en Inde. À partir des indices (Tableau), une analyse des valeurs extrêmes des
 115 températures minimales et maximales sera faite dans la zone d'étude.

116 **Tableau:** Indices des extrêmes des températures journalières (Zhang et Yang, 2004)

Température				
Indices	Noms		Définition	Unités
TN10p	Nuits fraîches	relativement	Pourcentage des jours avec Tmin < 10ème percentile	%jours
TX10p	Jours frais	relativement	Pourcentage des jours avec Tmax < 10ème percentile	%jours
TN90p	Nuits chaudes	relativement	Pourcentage des jours avec Tmin > 90ème percentile	%jours
TX90p	Jours chaudes	relativement	Pourcentage des jours avec Tmax > 90ème percentile	%jours
WSDI	Indicateur des durées des séquences chaudes		Nombre de jours dans l'année avec au moins six jours consécutifs où Tmax > 90e percentile	%jours
CSDI	Indicateur des durées des séquences fraîches		Nombre de jours dans l'année avec au moins six jours consécutifs où Tmin < 10e percentile	%jours
ATD	Amplitude Thermiques Diurne		Différence moyenne annuelle entre Tmax et Tmin	°C

117 L'information sur la façon de calculer les indices climatiques traduisant les températures
 118 annuelles, leurs fréquences et leurs extrêmes est mise à disposition dans l'étude de Haylock *et*
 119 *al.* (2006). Les opérations se déroulent sous le logiciel de statistiques 'R', version 2.4.1 2006,
 120 téléchargeable gratuitement sur le site <http://www.r-project.org>.

121 Le logiciel RclinDex calcule non seulement les indices, mais détermine aussi leur tendance
 122 (en baisse ou en hausse) au cours de la période choisie et les représente sous forme de
 123 graphique.

124 L'analyse des tendances linéaires (exprimées en % par année) a été réalisée de 1980 à 2010
 125 par régression linéaire entre les différents indices pluviométriques et le temps (en années). Les
 126 pentes ainsi estimées ont été regroupées en deux classes indiquant des tendances significatives
 127 et non significatives. La limite des deux classes considérées est définie à partir de la
 128 statistique de Student (t) utilisée pour tester l'hypothèse d'une pente égale à 0. La tendance

129 est dès lors qualifiée comme étant significative si la probabilité (p) du test (t) appliquée à la
 130 pente de régression est inférieure à 0,05, alors qu'elle ne l'est pas lorsqu'elle dépasse le seuil
 131 de 0,05.

132 Il faut rappeler qu'un modèle de régression linéaire est un modèle de régression d'une variable
 133 expliquée sur une ou plusieurs variables explicatives dans lequel on fait l'hypothèse que la
 134 fonction qui relie les variables explicatives à la variable expliquée est linéaire dans ses
 135 paramètres. Alors qu'un test de Student, ou test t, est un ensemble de tests
 136 d'hypothèse paramétriques où la statistique calculée suit une loi de Student lorsque
 137 l'hypothèse nulle est vraie (équation 4).

$$t = \frac{m_v}{ES_v} = m_v \times \frac{\sqrt{n}}{s_v} \quad (4)$$

141 Dans toutes les formes du test de Student, la statistique calculée se nomme "t". Soient m_v la
 142 moyenne d'un échantillon virtuel de taille n_v et ES_v son erreur-standard (on rappelle que
 143 l'erreur standard d'un échantillon s'obtient en divisant l'écart-type (S_v) par la racine carrée de
 144 l'effectif).

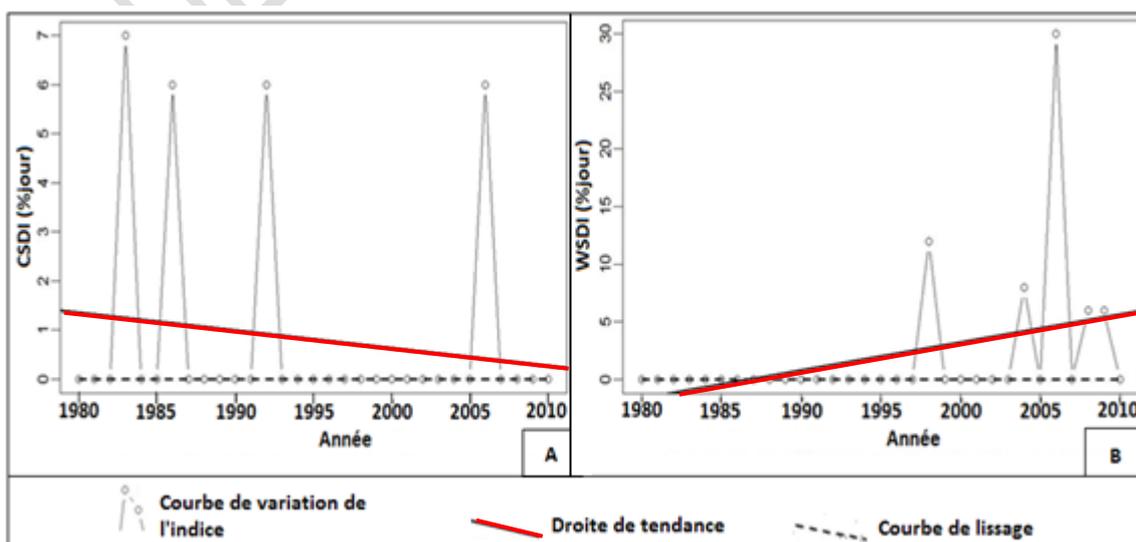
145

146 III- RESULTATS

147 Le calcul des indices ou extrêmes de température a donné les résultats suivant :

148 1- Indices d'indicateur des durées de séquences fraîches (CSDI) et de séquences chaudes 149 (WSDI)

150 La figure 3A montre que l'indice CSDI est en régression. La tendance de l'indice est à la
 151 baisse avec 0,036 % jour/année. La figure 3B, elle montre une progression de l'indice WSDI
 152 de 0,242 % jour/année.



153

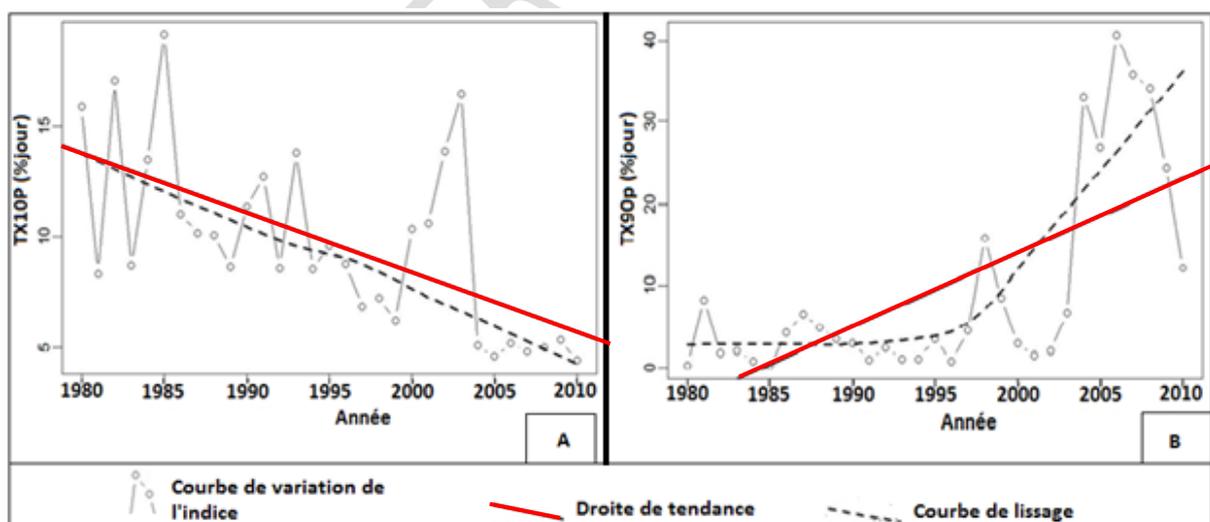
154 **Figure 3:** Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de CSDI (A) et
155 WSDI (B) à la station de Gagnoa de 1980 à 2010

156 L'analyse de l'évolution de ces deux indices montre que la région a connu une baisse des
157 vagues de fraîcheur (CSDI) et une augmentation des vagues de chaleur (WSDI). Les plus
158 grandes vagues de fraîcheur et de chaleur sont observées respectivement en 1983, 1986, 1993
159 et 2006 avec plus de 6% jours/année et en 1998, 2004, 2006, 2008 et 2009 avec plus de 5%
160 jours/année. L'analyse montre aussi que les vagues de fraîcheurs ont été fréquentes avant
161 1995, alors que les vagues de chaleur sont apparues après cette même date. Cet état de fait
162 peut s'expliquer par l'intense dégradation de la forêt constatée dans la région entre 1986 et
163 2014.

164 2- Indices de Jours relativement frais (TX10p) et Jours relativement chauds (TX90p)

165 L'analyse de la figure 4 montre une baisse de TX10p (Figure 4A) de $-0,27\%$ jour/année et
166 une hausse de TX90p (Figure 4B) de $0,905\%$ jour/année.

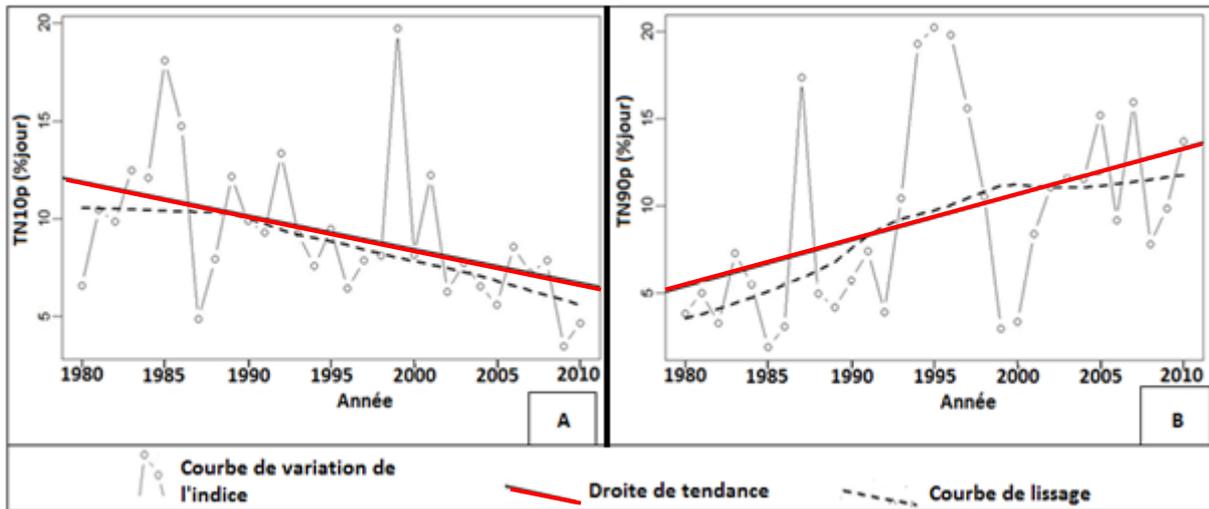
167 Selon la courbe de lissage de la figure 4B, l'indice TX90p a connu une évolution constante
168 entre 1980 et 1994 et une hausse fulgurante entre 1995 et 2010. L'année 2006 a enregistré le
169 plus grand nombre de jours relativement chauds de la période d'observation avec 40 %
170 jour/année. Les jours relativement frais se font de plus en plus rares, alors que les jours
171 relativement chauds augmentent dans la région.



172 **Figure 4:** Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de TX10P (A) et
173 TX90P (B) à la station de Gagnoa de 1980 à 2010
174

175 3- Indices de nuits relativement fraîches (TN10p) et de nuits relativement chaudes 176 (TN90p)

177 D'après la figure 5A, l'indice TN10p est en baisse dans la région du Gôh. La tendance de la
178 régression est de $-0,173\%$ jour/année. Par décennie, l'indice évolue de $-1,73\%$ jour.



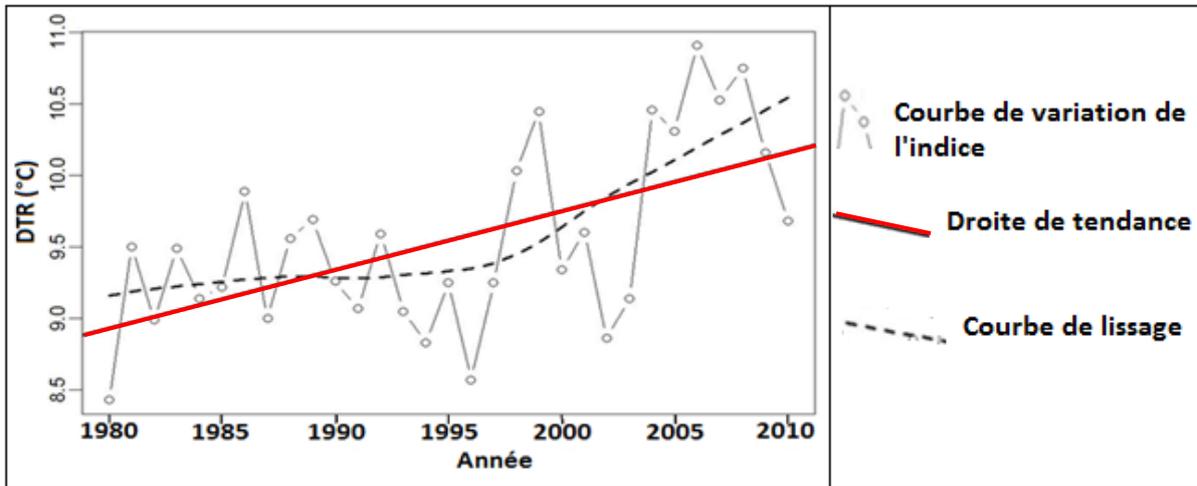
180

181 **Figure 5** : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de TN10p (A) et
 182 TN90p (B) à la station de Gagnoa de 1980 à 2010

183 L'indice TN90p (Figure 5B) est en hausse, avec une tendance de 0,263 % jour/année. En 30
 184 ans, l'indice a augmenté de 7,99 % jours. Le plus grand pourcentage de nuits fraîches (> 15 %
 185 jours/année) a été enregistré en 1985 et 1999. De même, le plus grand pourcentage de nuits
 186 chaudes (> 15 % jours/année) a été observé en 1987, 1994, 1995 et 1996. Comme les jours,
 187 les nuits deviennent relativement chaudes dans la région du Gôh.

188 4- Amplitude Thermique Diurne (ATD ou DTR : Diurnal Temperature Range)

189 L'indice ATD est la différence de moyenne annuelle entre Tmax et Tmin (Figure 6). Cet
 190 indice est en progression, la tendance est de 0,041° C/an. Chaque décennie, cet indice
 191 augmente de 0,41° C et en 30 ans, il a connu une hausse de 1,23° C. L'indice a connu deux
 192 phases dans son évolution. Il a progressé lentement entre 1980 et 1995 et rapidement entre
 193 1996 et 2010. Cet indice montre bien l'augmentation de l'écart entre les températures
 194 minimales et les températures maximales dans la région.



195
 196 **Figure 6** : Variation annuelle et tendance linéaire (ligne pleine) des valeurs de DTR à la
 197 station de Gagnoa de 1980 à 2010
 198

199 **IV- DISCUSSION**

200 L'évolution des extrêmes de température dans la zone d'étude a en général une tendance à la
 201 hausse. Ainsi, les séquences de vagues de chaleur (WSDI) se sont accrues au détriment de
 202 celles des vagues de fraîcheur (CSDI). De même les jours relativement chauds (TX90p) ont
 203 augmenté par rapport aux jours relativement frais (TX10p). Les nuits relativement chaudes
 204 (TN90p) ont également augmentés par rapport aux nuits relativement fraîches (TN10p).
 205 L'écart des moyennes annuelles entre Tmax et Tmin ou amplitude thermique diurne (ATD)
 206 s'est agrandi au cours de la période d'observation (1980-2010). Il est à remarquer que c'est
 207 entre 1995 et 2010 que cet écart a connu une augmentation importante. L'analyse de
 208 l'évolution des différents indices de températures calculés a mis en évidence le réchauffement
 209 climatique.

210 Les résultats de cette étude vont dans le sens de celles de Donat *et al.* (2013) qui ont observé
 211 une augmentation de température dans le monde. Leurs résultats ont montré des changements
 212 importants et généralisés des extrêmes de température compatibles avec le réchauffement, en
 213 particulier pour les indices dérivés de la température minimale quotidienne sur l'ensemble des
 214 110 années (1901-2010) d'enregistrement, mais avec des tendances plus fortes au cours des
 215 dernières décennies. Les résultats saisonniers ont montré un réchauffement significatif dans
 216 toutes les saisons, mais plus particulièrement dans les mois les plus froids. De même, nos
 217 résultats corroborent celles de Vincent *et al.* (2013) qui ont estimé des tendances annuelles et
 218 saisonnières de la température pour le Canada de 1950 à 2010 et pour le sud du Canada de
 219 1900 à 2010. Selon eux, dans l'ensemble, la température a augmenté dans la plupart des
 220 endroits. Pour la période 1950-2010, la température moyenne annuelle moyenne à l'échelle du
 221 Canada a montré une tendance positive de 1,5 °C au cours des 61 dernières années.

222 La cause principale de l'augmentation de la température dans la région d'étude pourrait être
223 due à la déforestation qui est en cours depuis plus plusieurs décennies. Selon FAO (2010a), la
224 déforestation de la végétation libère dans l'atmosphère tout le carbone originellement stocké.
225 L'augmentation du taux de carbone dans l'atmosphère engendre une augmentation de l'effet
226 de serre, et donc du réchauffement climatique.

227 Ce réchauffement climatique constaté dans la région est sans conséquence sur
228 l'environnement naturel et humain. En effet, selon une enquête réalisée par BALLIET (2017)
229 dans la région, certaines cultures comme le riz pluvial, cultivé sur les plateaux, est en voie de
230 disparition du fait de la raréfaction des pluies et de l'augmentation de la température. Pour (9)
231 Cornic (2007), la hausse d'ATD peut également avoir des conséquences sur la croissance des
232 plantes, car la vie de chaque plante obéit à un intervalle donné de températures appelé l'aire
233 de tolérance biologique. Au-delà ou en-deçà de cet intervalle, la plante finit par s'étioler.

234 Par ailleurs, selon GIEC (2007), la hausse des températures et la fréquence des événements
235 extrêmes tels que les vagues de chaleur, les jours et nuits relativement chauds pourraient
236 aggraver les maladies liées au climat (diarrhée, choléra, paludisme, etc.). Dans la même veine,
237 l'OMS (2024) affirme que la chaleur représente un risque important pour l'environnement et
238 la santé au travail. Le stress thermique est la principale cause de décès liés aux conditions
239 météorologiques ; il peut exacerber les maladies sous-jacentes, telles que les maladies
240 cardiovasculaires, le diabète, l'asthme et les troubles mentaux, et augmenter le risque
241 d'accident et de transmission de certaines maladies infectieuses. Le coup de chaleur est une
242 urgence médicale pour laquelle le taux de létalité est élevé.

243 **CONCLUSION**

244 D'une manière générale, l'analyse de l'évolution des différents indices calculés a mis en
245 évidence le réchauffement climatique et partant le changement climatique dans la région du
246 Gôh. Ce réchauffement peut être mis au compte des effets de la dégradation du couvert
247 végétal que connaît la région du Gôh depuis 1960. Cette dégradation s'est accélérée au cours
248 des années 80 avec l'arrivée d'autres populations à la recherche de terres arables.

249 Le climat de ces dernières années a connu une importante modification qui se traduit par une
250 augmentation de l'occurrence des extrêmes climatiques. Qu'en est-il du climat après 2010 ?
251 D'autres études à venir, également au pas de 30 ans (2000-2030), auront la latitude de nous
252 en dire plus.

253

254 **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

255 [1] **Balliet René (2017)**, Impacts du changement climatique et de la pression anthropique
256 sur l'environnement naturel et humain de la région du Gôh (centre-Ouest de la Côte

- 257 d'Ivoire) : analyse de mesures endogènes d'adaptation, 229p.
- 258 [2] **Cornic G. (2007)**. Effet de la température sur la photosynthèse ; Le laboratoire Ecologie
259 Systématique et Evolution, Université Paris Sud, 53p
260
- 261 [3] **Donat M. G., Alexander L. V., Yang H., Durre I., Vose R., Dunn R. J. H., Willett K.**
262 **M., Aguilar E., Brunet M., Caesar J., Hewitson B., Jack C., Klein Tank A. M. G.,**
263 **Kruger A. C., Marengo J., Peterson T. C., Renom M., Oria Rojas C., Rusticucci M.,**
264 **Salinger J., Elrayah A. S., Sekele S. S., Srivastava A. K., Trewin B., Villarroya C.,**
265 **Vincent L. A., Zhai P., Zhang X., et Kitching S. (2013)**. Updated analyses of temperature
266 and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2
267 dataset. *Journal of Geophysical Research: atmospheres*, vol. 118, pp. 2098–2118
268
- 269 [4] **FAO. (2010a)**. Évaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport principal,
270 Étude FAO, Département Foresterie, Rome, Italie, Edition 163, 348 p.
271
- 272 [5] **GIEC (2007)**. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de
273 travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, Genève, Suisse, 103p.
274
- 275 [6] **Haylock M. R., Peterson T. C., Alves L. M., Ambrizzi T., Anunciação Y. M. T., Baez**
276 **J., Barros V. R., Berlato M. A., Bidegain M., Coronel G., Corradi V., Garcia V. J.,**
277 **Grimm A. M., Karoly D., Marengo J. A., Marino M. B., Moncunill D. F., Nechet D.,**
278 **Quintana J., Rebello E., Rusticucci M., Santos J. L., Trebejo I., et Vincent L. A. (2006)**.
279 Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea
280 Surface Temperature. *J. Climate*, vol. 19, pp. 1490–1512.
281
- 282 [7] **Kouassi A. M., Kouakou K. E., Kadio K. K. R. et Biemi J. (2014)**. Conception de
283 modèles statistiques à variables hydrogéologiques pour la prévision de la profondeur limite
284 d'arrêt de forage d'eau en milieux de socle en Côte d'Ivoire. *IJISR*, Vol. 11, N° 1, pp. 181-
285 197.
286
- 287 [8] **OMM (2009)**. Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of
288 informed decisions for adaptation; Climate Data and Monitoring; WCDMP, No. 72, 55 p.
289
- 290 [9] **OMS (2024)**. chaleur et sante ;

291 <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and>
292 [health#:~:text=Par%20cons%C3%A9quent%2C%20les%20chaleurs%20extr%C3%A](#)
293 [Ames,causer%20des%20l%C3%A9sions%20r%C3%A9nales%20aigu%C3%ABs.](#)

294

295 **[10] Vincent, L. A., X. L. Wang, E. J. Milewska, H. Wan, F. Yang, and V.**
296 **Swail (2012).** A second generation of homogenized Canadian monthly surface air temperature
297 for climate trend analysis, *Journal of Geophysical Research*, **117**, D18110,
298 doi:[10.1029/2012JD017859](https://doi.org/10.1029/2012JD017859).

299

300 **[11] Zhang X. et Yang F. (2004).** RCLimDex 1.0, manuel d'utilisation. Climatet Direction de
301 la recherche Environnement, Downsview, Ontario, Canada , 23p.

302

UNDER PEER REVIEW IN