

AIC 2021

Mohammedia - Maroc

Actes du XXXIV ème Colloque international de l'AIC

Dépôt Légal : 2021MO2928
ISBN : 978-9920-9444-3-4

AIC 2021

Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus
eau/énergie et formes d'adaptation



FACULTÉ DES LETTRES ET DES SCIENCES HUMAINES
DE MOHAMMEDIA
UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA

FACULTÉ DES LETTRES ET DES SCIENCES
HUMAINES BEN M'SIK
UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA

Association Internationale
de Climatologie

Association des Climatologues
AM

جامعة الحسن الثاني بالدار البيضاء
الكلية الأولى للعلوم الإنسانية
UNIVERSITÉ HASSAN II DE CASABLANCA



AIC 2021

Mohammedia - Maroc

Actes du XXXIV ème Colloque international de l'AIC



Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation





Coordinateurs du colloque
SALOU Abdelmalik et KARROUK Mohammed-Said



Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation

Actes du colloque
organisé en distanciel à l'Université Hassan II de Casablanca
F.L.S.H. de Mohammedia (Maroc)
07 et 08 juillet 2021

Comité d'organisation

- | | |
|---|--|
| Pr. Hayyar Awatif (Présidente de l'université Hassan II de Casablanca) | Pr. Essami Abdel Majid (FLSH – Mohammedia, Maroc) |
| Pr. Ibn El Farouk Abdelhamid (Doyen. FLSH – Mohammedia, Maroc) | Pr. LAKHOUAJA El Houcine (FLSH – Ben M'sik, Maroc) |
| Pr. Gonegai Abdelkader (Doyen. FLSH – Ben M'sik, Maroc) | Pr. ESSALEK Bouchaib (F.S.E.- Rabat. Maroc) |
| Pr. Saloui Abdelmalik (FLSH – Mohammedia, Maroc) | Pr. Filali Abdel Hakim (Faculté polydisciplinaire – Khouribga, Maroc) |
| Pr. Karrouk M-S. (FLSH – Ben M'sik, Maroc) | Pr. Ayyad Habib (vice-doyen, FLSH – Mohammedia, Maroc) |
| Dr. Sebbar Abdel Ali (DGM) | |

Editeurs scientifiques

Saloui Abdelmalik & Karrouk M-S.
Université Hassan II de Casablanca, Maroc

En partenariat avec :



Réalisation et mise en page des Actes :

Saloui Abdelmalik et Habib Ayad

Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation

Coordonateurs scientifiques du colloque :

Abdelmalik Saloui & Mohammed-Said Karrouk

Les opinions défendues dans cet ouvrage n'engagent que les auteurs ; elles ne sauraient être imputées aux institutions auxquelles ils appartiennent ou qui ont financé leurs travaux.

Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation

Université Hassan II de Casablanca

Faculté des Lettres et Sciences Humaines - Mohammedia

Big print publication

Dépôt légal : 2021MO2928

ISBN 978-9920-9444-3-4

Introduction au 34^{ème} colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie (2021, Casablanca)

Intitulé du colloque :

Changement climatique, Pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation

Le 34^{ème} colloque annuel de l'Association Internationale de Climatologie (A.I.C.) a été organisé pour la première fois à la faculté des Lettres et Sciences Humaines de Mohammed VI (Université Hassan II de Casablanca - Royaume du Maroc) les 7 et 8 juillet 2021. La deuxième originalité de ce même colloque est sa tenue en mode distanciel à cause de la crise sanitaire mondiale liée à la pandémie COVID-19. En effet, le long de la période réservée à sa préparation, nous avons toujours souhaité l'organiser en présentiel mais la crise sanitaire en a décidé autrement.

Avant la tenue du colloque, les auteurs ont soumis leurs articles (résumés étendus) qui ont été évalués suite à un important travail de sélection par le comité scientifique : chaque article a été examiné par deux évaluateurs. Les articles retenus font objet de la publication au sein des présents actes.

L'équipe organisatrice du colloque est composée d'enseignants chercheurs climatologues qui travaillent sur des thématiques diversifiées. Celles-ci ont dicté le choix du thème principal du colloque "Changement climatique, pénurie des ressources en eau, nexus eau/énergie et formes d'adaptation". Ce thème permet d'évaluer les changements climatiques et leurs impacts sur la durabilité des ressources en eau tout en réfléchissant à l'alternative énergétique et aux mesures d'adaptation et de résilience aux extrêmes climatiques.

Pour répondre à cette problématique, de plus en plus préoccupante, le colloque a été organisé selon des thématiques qui sont communément présentées lors des précédents colloques annuels de l'A.I.C. : variabilité/changement climatique et adaptation, risques climatiques et pénurie d'eau, hydroclimatologie, climat urbain et microclimatologie, climat et santé, agroclimatologie et feu de forêts.

Nous tenons à remercier chaleureusement nos partenaires qui se sont impliqués positivement pour financer la tenue de ce colloque et la publication des ses actes.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements à l'ensemble des membres du comité d'organisation qui s'étaient largement investis dans les préparatifs du colloque et la mise en forme du texte sous sa version finale.

Enfin, nous présentons nos remerciements à tous les auteurs pour leurs contributions scientifiques et leur engagement afin que les actes de ce colloque voient enfin le jour.

A la suite de l'appel à contribution pour ce colloque, le comité d'organisation a reçu deux cents deux (202) projets de communications. De ces derniers, soixante-dix-neuf (79) ont été programmés et soixante-seize (76) ont été reçus et se sont concrétisés en articles. Ces contributions témoignent de l'implication des chercheurs à mener des études scientifiques sur le thème choisi lors de ce 34^{ème} colloque international de l'A.I.C.. Les contributions proviennent de 151 chercheurs provenant de 26 pays repartis sur les cinq continents.

On dénombre donc un total de scientifiques participants au colloque de 151 chercheurs : 76 auteurs et 75 co-auteurs

Les actes de ce colloque n'ont pas pu voir le jour sans la contribution active du comité scientifique international qui est composé de cinquante-cinq (55) membres. Nous les remercions vivement pour leur dévouement à relire de manière attentive les articles qui leurs ont été confiés. Sans eux ces actes n'auraient pas eu la qualité scientifique souhaitée.

Au bilan, un total de 37 travaux a été présenté sous forme de communications orales. Le même chiffre concerne aussi les présentations de Posters. En détail, nous retrouvons :

Les communications orales : programmées selon neuf axes. Chaque axe contenait un nombre de communications orales :

Les axes n°. 1 au n°. 4 : quatre communications chacun (soit un total de 16 communications) ;

Axe n°. 5 : Cinq communications

Les axes n°. 6 au n°. 9 : quatre communications chacun (soit un total de 16 communications) ;

Les communications Posters étaient programmées selon quatre axes. Chaque axe contenait un certain nombre de Posters :

L'axe n°. 1 : onze Posters ;

L'axe n°. 2 : douze Posters ;

L'axe n°. 3 : onze Posters ;

L'axe n°. 4 : trois Posters ;

Soit un total de 37 communications orales et de 39 Posters.

Tous ces travaux sont regroupés dans les Actes du colloque représentant un document dont le volume dépasse les 460 pages.

La première journée du colloque (07 juillet 2021) était inaugurée par l'allocution d'ouverture (session d'ouverture). Ils participaient à cette session, en plus du Président de l'A.I.C. et du doyen de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Mohammedia, Madame la Présidente de l'Université Hassan II de Casablanca, et Messieurs les Directeurs de la Météorologie Générale du Maroc et de l'Agence du Bassin Hydraulique de Bouregrag et de Chaouiya- Ben Slimane.

La session d'ouverture était suivie par une conférence plénière présentée par Pr. Annick Douguedroit.

Suite à cette conférence, les présentations orales se sont enchaînées, pendant les deux journées, selon trois ateliers parallèles.

Lors de la journée du 8 juillet, s'est également tenue l'assemblée générale de l'A.I.C. suite à laquelle un nouveau bureau exécutif de l'A.I.C. a vu le jour (et un nouveau président de l'Association a été élu : Pr Expédit Vissin du Bénin).

Pour le comité d'organisation
Abdelmalik SALOUI

Remerciements

L'Association Internationale de Climatologie (A.I.C.) a organisé son 34^{ème} colloque annuel à la faculté des Lettres et Sciences Humaines de Mohammedia (Université Hassan II de Casablanca - Royaume du Maroc) les 7 et 8 juillet 2021.

L'équipe organisatrice du colloque tient à remercier chaleureusement tous les auteurs pour leurs contributions scientifiques et leur engagement afin que les actes de ce colloque voient enfin le jour.

Egalement, elle tient à remercier tous les membres du comité scientifique qui ont veillé, à chaque fois qu'il le fallait, sur la lecture, la correction et l'amélioration de la qualité des résumés proposés au colloque.

Elle tient aussi à remercier tous les partenaires qui se sont impliqués positivement pour financer la tenue de ce colloque et la publication de ses actes.

Un remerciement particulier est adressé à Monsieur le doyen de la faculté des Lettres et Sciences Humaines de Mohammedia (Pr. Abdelhamid Ibn El Farouk) qui, volontiers, a accepté de soutenir l'organisation du colloque dans cet établissement.

Il y'a lieu de rappeler que le soutien de la faculté des Lettres et Sciences Humaines de Mohammedia était à la fois financier, organisationnel et logistique.

Un sympathique regard de remerciement du comité d'organisation est adressé aussi au personnel administratif et technique de l'établissement pour leur disponibilité, leur sérieux et leur efficacité en termes de l'utilisation de la plateforme informatique.

Sans l'aide et le soutien de tous ces acteurs, le présent document (actes du colloque) ne sera pas à l'état où il est aujourd'hui.

Que toutes ces personnes et institutions trouvent ici l'expression de nos vifs et chaleureux remerciements.

CARACTERISATION DES TEMPERATURES DIURNES ET NOCTURNES EXTREMES DANS LE SUD FORESTIER IVOIRIEN ENTRE 1961 ET 2014

Sohou S.O. (1), N'da K. C. (1) et Dibi Kangah A. P. (1)

(1) Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire ; E-mail : sohousergeolivier@gmail.com, christndak@yahoo.com, line237@yahoo.com

Résumé :

Depuis ces trois dernières décennies, la Côte d'Ivoire en général et en particulier le sud forestier, est confronté à des phénomènes de réchauffement climatique extrême. Ces faits climatiques entraîneraient des changements dans la dynamique des températures nocturnes et diurnes. L'objectif de cet article est de caractériser l'évolution de la tendance des températures nocturnes (nuits froides (TN10p) et nuits chaudes (TN90p)) et des températures diurnes (jours froids (TX10p) et jours chauds (TX90p)), à partir de générateur des indices extrêmes (RClimDex 1.0). La méthode est basée sur l'étude des indices climatiques extrêmes (ETCCDMI), recommandés par l'OMM. Les stations synoptiques d'Adiaké, Bondoukou et de Dimbokro sont celles qui ont été étudiées pour la période 1961-2014. Les données employées sont issues de la Direction de la Météorologie Nationale de la SODEXAM. Les résultats obtenus révèlent une augmentation significative des indices (TN90p) et (TX90p) dès 1990, et une baisse des TN10p et TX10p dans les stations. Aussi, deux grandes phases sont observées : la période 1961-1989 (fraîche) et 1990-2014 (chaude).

Mots clés : sud forestier ivoirien, températures extrêmes

Summary :

For the past three decades, the Ivory Coast in general, and in particular the forested south, has been confronted with phenomena of extreme global warming. These climatic facts would lead to changes in the dynamics of night and day temperatures. The objective of this article is to characterize the evolution of the trend of nighttime temperatures (cold nights (TN10p) and hot nights (TN90p)) and daytime temperatures (cold days (TX10p) and hot days (TX90p)), to from generator of extreme indices (RClimDex 1.0). The method is based on the study of extreme climate indices (ETCCDMI), recommended by the WMO. The synoptic stations of Adiaké, Bondoukou and Dimbokro are those studied for the period 1961-2014. The data used come from the National Meteorology Department of SODEXAM. The results obtained reveal a significant increase in the indices (TN90p) and (TX90p) from 1990, and a decrease in TN10p and TX10p in the stations. Also, two major phases are observed: the period 1961-1989 (cool) and 1990-2014 (hot).

Keywords : ivorian forest south, extremes temperatures

Introduction

Le rapport du GIEC fait état d'un réchauffement climatique global sans équivoque, déterminé par une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan (GIEC, 2014). Les constats de ce réchauffement sont visibles sur les écosystèmes et agrosystèmes du monde. Ils engendrent des conséquences aux échelles locales surtout en termes d'impacts économiques (N'Da, 2016 et Sohou *et al.*, 2020). Une évaluation de ce phénomène, à des échelles plus fines s'avère nécessaire afin de mettre en place une stratégie d'adaptation et d'atténuation appropriée (Doukpolo, 2014). L'objectif de cette étude est de caractériser l'évolution de la tendance des températures nocturnes (TN) et des températures diurnes (TX) à partir de générateur des indices extrêmes.

1. Données et méthodes

Le sud forestier ivoirien est situé entre 2°30 et 8°30 de longitude ouest et 4°30 et 9°00 de latitude nord (Brou, 2005 et Sohou *et al.*, 2020). C'est une région caractérisée par un climat de type subéquatorial sur le littoral (Adiaké) et équatorial de transition atténué au Centre-Est (Dimbokro) et Nord-Est (Bondoukou). Les températures moyennes décroissent sensiblement d'Adiaké (26,4°C) vers Bondoukou (26,2°C) et Dimbokro (27,5°C). Toute l'année, les températures moyennes saisonnières restent élevées, exceptées en juillet et août où elles sont au plus bas niveau (21,2°C) (Noufé, 2011 et Sohou *et al.*, 2020).

Les données de températures analysées, sont au pas de temps journalier et vont du 01 janvier 1961 au 31 décembre 2014. Elles ont été fournies par la SODEXAM de Côte d'Ivoire. Ce sont

essentiellement des données de températures minimales et des températures maximales, desquelles ont été générés les indices des températures diurnes et nocturnes.

Après l'analyse des données de cinq stations synoptiques au départ, seulement trois ont été retenues. Ces trois (Adiaké, Bondoukou et Dimbokro) sont celles qui ont enregistré des températures diurnes et nocturnes extrêmes sur la période 1961-2014 (fig. 1).

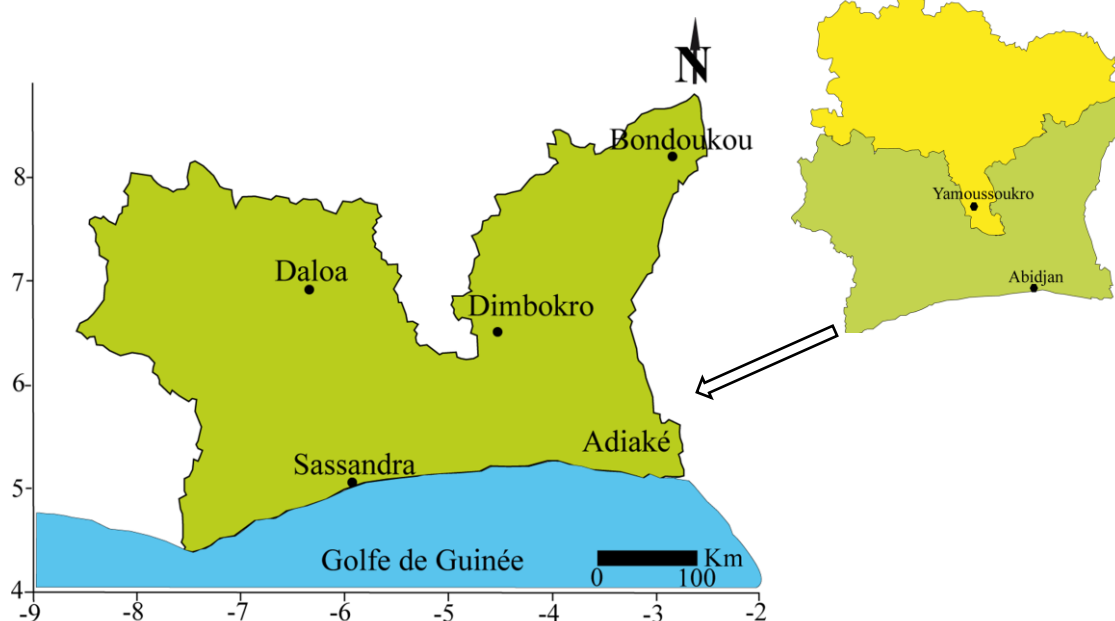


Figure 1 : Localisation des stations synoptiques dans le sud forestier ivoirien.

La méthode des Théories des Valeurs Extrêmes (TVE) a été employée pour étudier les valeurs thermométriques extrêmes. Cette méthode déjà intégrée à RCLimDex 1.0 (Zhang *et al.*, 2004 et Sohoun *et al.*, 2020), a favorisé les analyses de ces extrêmes thermiques. Parmi les indices thermométriques générés, notre choix est porté sur les indices TN10p, TN90p, TX10p et TX90p.

La détermination de ces indices par la TVE, est basée sur la valeur du 10^e percentile des minimales des températures minimales (TN10p) pour les nuits extrêmement froides et des minimales des températures maximales (TX10p) pour les jours extrêmement froids. Sur la valeur du 90^e percentile des maximales des températures minimales (TN90p) pour les nuits extrêmement chaudes et des maximales des températures maximales (TX90p), pour les jours extrêmement chauds.

3. Résultats

3.1. Indices des températures nocturnes

3.1.1. Indices des nuits extrêmement froides (TN10p)

Les nuits extrêmement froides sont en baisse dans les différentes stations synoptiques (fig. 2). La moyenne annuelle de cette baisse est de 17 %, avec une amplitude moyenne de 13 %.

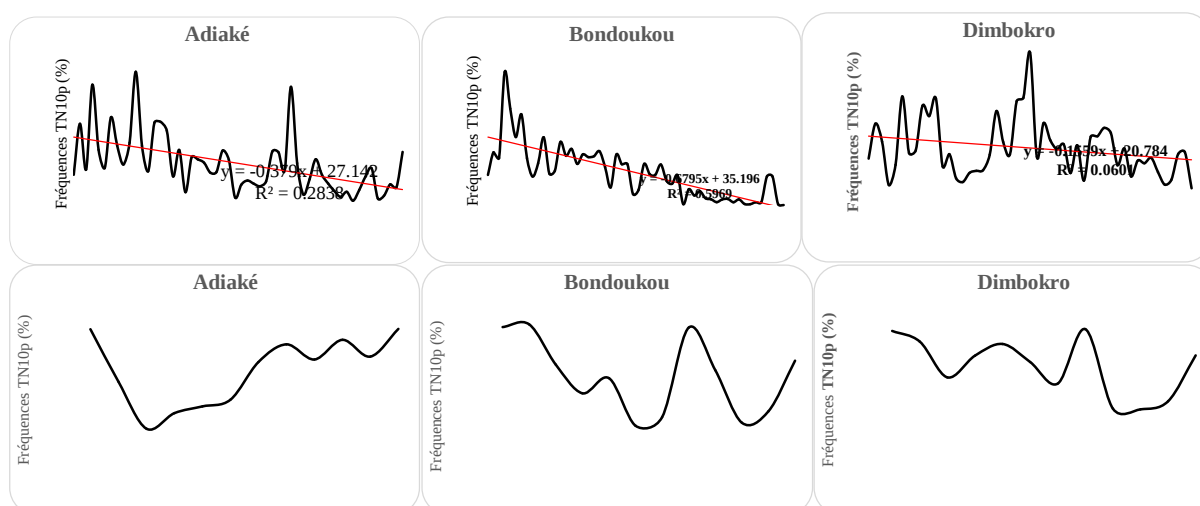


Figure 2 : Evolution du nombre de nuits froides à Adiaké, Bondoukou et Dimbokro entre 1961 et 2014 (en haut) et répartition moyenne mensuelle (en bas).

Deux tendances se dégagent spécifiquement à Adiaké et Bondoukou. En effet, de 1961 à 1994, les TN10p sont plus importantes avec une moyenne de 22 %. Et de 1995 à 2014, cet indice baisse d'une moyenne de 8 % par an. A Dimbokro, on note une fluctuation des TN10p durant toute la période d'étude, avec un pic en 1990. Cette différence à Dimbokro est causée par sa proximité avec le climat tropical de transition du Centre ivoirien. La moyenne saisonnière est de 17 % par mois avec une amplitude de 10 %. Les mois les plus marqués par cet indice sont janvier, août, septembre, octobre et novembre et les moins affectés sont mars, avril, mai et juin.

3.1.2. Indices des nuits extrêmement chaudes (TN90p)

Les moyennes annuelles des nuits extrêmement chaudes sont identiques partout. Elles sont de 16 % nuits, avec une amplitude moyenne de 9% sur toute la période (fig. 3).

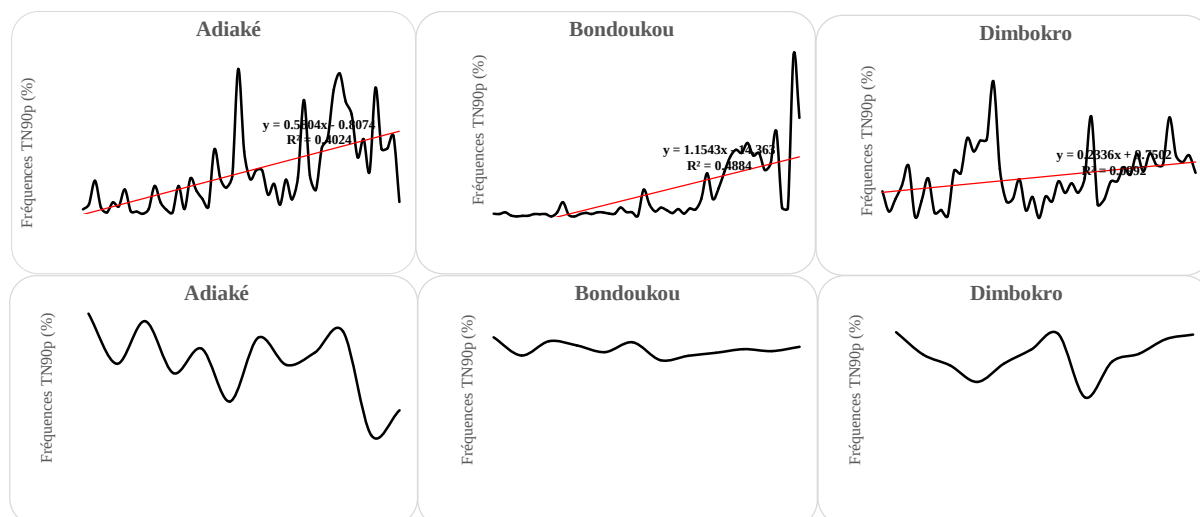


Figure 3 : Evolution des nuits chaudes à Adiaké, Bondoukou et Dimbokro entre 1961 et 2014 (en haut) et répartition moyenne mensuelle (en bas).

Les faibles indices des TN90p sont observés au début de 1961 jusqu'aux années 1980 à Adiaké et Bondoukou, avec une variation comprise entre 4 et 8 %. A partir de 1980, les TN90p augmentent avec une variation comprise entre 21 et 45 %. Une évolution spécifique est remarquée à Dimbokro. Elle est caractérisée par une forte variabilité des TN90p dont le pic est

enregistré en 1983 avec 51 % et 49 % en 1998 et 2010. L'évolution saisonnière des TN90p est identique à celle des TN10p.

3.2. Indices des températures diurnes

3.2.1. Indices des jours extrêmement froids (TX10p)

Dans les trois localités, la tendance générale est à la baisse et la moyenne annuelle des jours extrêmement froids est de 17 %, avec une amplitude moyenne de 9 % (fig. 4).

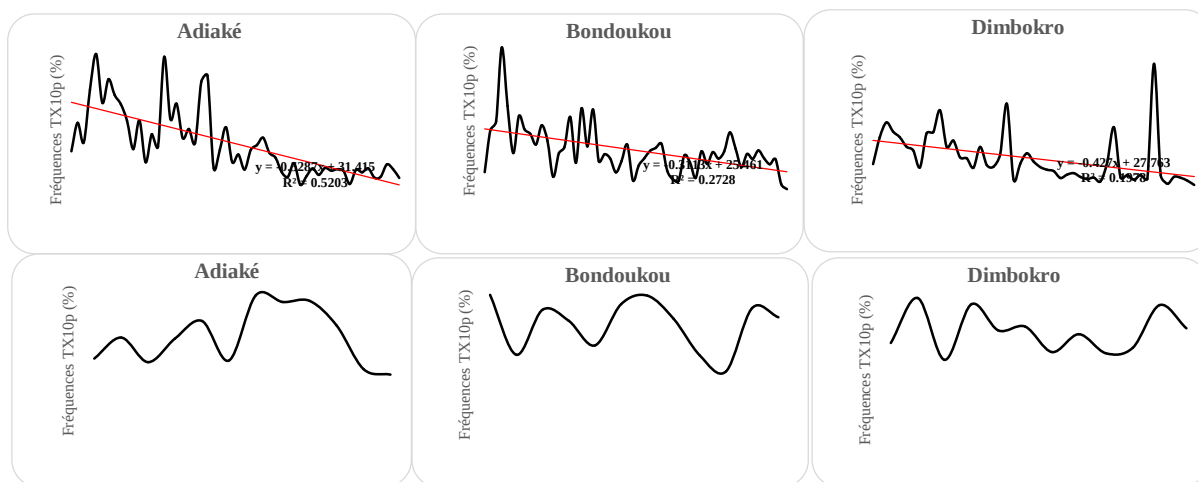


Figure 4 : Evolution des jours froids à Adiaké, Bondoukou et Dimbokro entre 1961 et 2014 (en haut) et répartition moyenne mensuelle (en bas).

Adiaké et Bondoukou ont enregistré deux périodes dans la dynamique des TX10p. Ce sont 1961-1990 et 1991-2014. Sur la première, les TX10p ont une moyenne de 24 % par an. A partir de 1990, cette tendance baisse. A Dimbokro, une forte dégradation des jours froids est notée par rapport aux autres stations, exceptée l'année 2009 où un record de 70 % est enregistré. La moyenne saisonnière est de 17 %. Les mois dont les valeurs sont au-dessus de la moyenne, diffèrent selon les stations. On a, à Adiaké, les mois de janvier, août et septembre, à Bondoukou les mois de janvier et juillet. Enfin les mois de février, avril et novembre à Dimbokro.

3.2.2. Indices des jours extrêmement chauds (TX90p)

Des moyennes annuelles et saisonnières d'une valeur de 17 % des jours extrêmement chauds sont enregistrées dans les trois stations du sud forestier ivoirien (fig. 5).

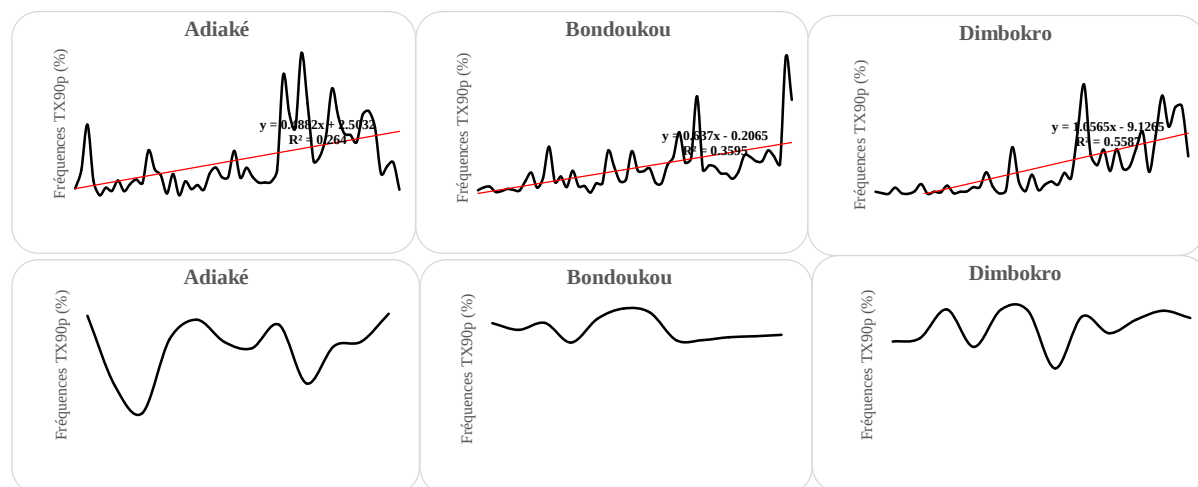


Figure 5 : Evolution des jours chauds à Adiaké, Bondoukou et Dimbokro entre 1961 et 2014 (en haut) et répartition moyenne mensuelle (en bas).

De 1961 à 1994, l'indice TX90p est très faible avec 8 % de jours chauds par an dans toute la région. De 1994 à 2014, on note un accroissement du nombre de jours chauds qui varie entre 3 et 30 %. De façon générale, l'augmentation des jours chauds a débuté à partir des années 1990. La moyenne mensuelle est de 17 % de jours chauds et d'une amplitude de 1 % pendant toute la période d'étude. L'évolution saisonnière des TX90p est semblable à celle des TX10p.

Discussion et Conclusion

La caractérisation des températures nocturnes et diurnes met en évidence deux aspects dans l'évolution de ces indices. Pendant que les températures des nuits froides (TN10P) et des jours froids (TX10p) baissent, celles des nuits chaudes (TN90p) et des jours chauds (TX90p) croissent. Aussi, la croissance de ces indicateurs dans la région a été accentuée depuis la fin des années 1990. Cette dynamique opposée, expose les populations à l'inconfort thermique et rend vulnérable le développement des cultures exploitées dans ces régions de la Côte d'Ivoire.

Cette évolution de la chaleur a été déjà prouvée par le GIEC (2014) au plan mondial. Particulièrement, en Côte d'Ivoire des résultats semblables ont été obtenus par N'Da (2016) et Sohoul *et al.* (2020). Dans leurs analyses, ces auteurs ont relevé le réchauffement caractérisé par la croissance des températures moyennes et des indices des minimales des températures minimales et des maximales des températures maximales dans cette même région. Contrairement aux résultats de cette étude, ceux de Coulibaly (2012) en Mauritanie montrent que la hausse des températures minimales est plus prononcée que les maximales. Cette différenciation des résultats se justifie par le fait que la Côte d'Ivoire soit dans la zone équatoriale et la Mauritanie dans la zone sahélienne.

Bibliographie

- Brou Y.T., 2005 : *Climat, mutation socio-économique et paysages en Côte d'Ivoire*, Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches, université des sciences et techniques de Lille, France, 226p.
- Coulibaly H., 2012 : *Adaptation de l'Agriculture Pluviale au Changement Climatique dans le Triangle de la Pauvreté en Mauritanie : Cas de la Commune Rurale de Diadjibiné*, centreregional AGRHYMET, Mastère, Niamey, Niger, 90p.
- Dibi Kangah A.P. et Sohoul S.O., 2016 : Impacts de la variabilité pluviométrique sur la banane plantain dans les régions Ouest et Sud-Ouest ivoiriennes. *Revue Anyasa*, 6, 37-50.
- Doukpolo B., 2014 : *Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine*. Earth Sciences. Université de Abomey-Calavi, Docteur en Géographie et Géosciences de l'Environnement (Agroclimatologie et Développement), 338p.
- GIEC, 2014 : *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse*. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161p.
- N'Da K.C., 2016 : *Variabilité hydroclimatique et mutations agricoles dans un système anthropisé : L'exemple du bassin versant du Bandama en Côte d'Ivoire*. Thèse de Doctorat unique, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 273p.
- Noufé D., 2011 : *Changements hydroclimatiques et transformations de l'agriculture : l'exemple des paysanneries de l'Est de la Côte d'Ivoire*, Thèse soutenue à l'Université de Paris 1, France, 375p.
- Sohoul S.O., N'Da K.C. et Dibi Kangah A.P., 2020 : Le réchauffement climatique à travers les indices de températures extrêmes dans le sud forestier ivoirien entre 1961 et 2014. *Regardsuds*, 1, 61-75.
- Zhang X., et Yang F., 2004 : *RClimDex1.0, User Manual*. Climate Research Branch Environment, Downsview, Ontario, Canada, 23p.