PARAMETRES CLIMATIQUES ET DEVELOPPEMENT DE L'ASTHME DANS LES DISTRICTS SANITAIRES AU SUD DU V-BAOULE

CLIMATIC PARAMETERS AND ASTHMA DEVELOPMENT IN HEALTH DISTRICTS SOUTH OF THE V-BAOULE

Christopher Armel Eric **GBAMELE** [1], Christian Yves Kouamé **KONAN**[2], Brice Logbo Ézéchiel **MOGOU**[3]
1-Université Alassane Ouattara-Bouaké, UFR-CMS, Département de géographie, Laboratoire d'hydro-Climatologie, Télédétection et d'Environnement (LHCTE), geachristopher@gmail.com
2-Université Alassane Ouattara-Bouaké, UFR-CMS, Département de géographie, Laboratoire d'hydro-Climatologie, Télédétection et d'Environnement (LHCTE), kkyveschristian59@gmail.com
3-Université Alassane Ouattara-Bouaké, UFR-CMS, Département de géographie, Laboratoire d'hydro-Climatologie, Télédétection et d'Environnement (LHCTE), mogoubrice@gmail.com

RESUME

La question des relations entre l'environnement et la santé soulève de nombreux et délicats enjeux sur le plan social. La santé humaine est étroitement liée au climat, et les variations climatiques peuvent avoir des effets significatifs sur le bien-être physique et mental des individus. Le sud du V-Baoulé qui comprend les districts sanitaires de Tiébissou, Yamoussoukro et de Toumodi n'est pas épargné de cette variabilité du climat qui joue sur la santé de sa population. Les conditions climatiques de cette zone influencent le développement de diverses maladies, soit directement, soit en s'associant à certains éléments de l'environnement naturel, y compris l'asthme. De ce fait, il est important de s'interroger comment l'évolution des conditions climatiques induit-elle le développement de la pathologie de l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé. Pour atteindre cet objectif, des données climatologiques, démographiques et sanitaires ont été utilisées. La méthode utilisée pour l'analyse de ces données a été mise en œuvre en utilisant des méthodes statistiques telles que l'indice de Nicholson et la matrice de corrélation de Pearson. Les résultats obtenus ont démontré que la population des districts sanitaires au Sud du v-baoulé ont subi une ambiance chaude de 1982 à 2020 avec une hausse progressive des sensations de malaise ; autrement dit, certains paramètres climatiques ont une influence sur le développement de l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé.

Mots clés : Climat, Asthme, V-Baoulé, District de santé, Côte-d'Ivoire

ABSTRACT

The relationship between the environment and health raises numerous and complex social issues. Human health is closely linked to climate, and climatic variations can significantly affect population well-being. Southern V-Baoulé, which includes the health districts of Tiébissou, Yamoussoukro, and Toumodi, is not exempt from climate variability, which affects the health of its population. The climatic conditions of this area influence the development of various diseases, either directly or through

interactions with elements of the natural environment, including asthma. Therefore, it is important to examine how changes in climatic conditions contribute to the development of asthma in the health districts of southern V-Baoulé. To achieve this objective, climatological, demographic, and health data were analyzed using statistical methods such as the Nicholson Index and Pearson's correlation matrix. The results showed that the population of the health districts in southern V-Baoulé experienced predominantly warm conditions from 1982 to 2020, accompanied by a progressive increase in thermal discomfort. Furthermore, certain climatic parameters were found to influence the development of asthma in the study area.

Keywords : Climate, Asthma, V-Baoulé, Health District, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Le lien entre l'environnement et la santé a été érigé depuis longtemps (Afsset, 2007, p.26). Selon l'OMS, 24 % des maladies présentes dans le monde peuvent être attribuées à la dégradation de l'environnement (M. P. Chevrier, 2007, p.01). Ainsi, selon la Stratégie Africaine sur les Changements Climatiques (2014, p-9), l'Afrique est la partie du globe la plus désavantagée face à la menace climatique actuelle, sur la base de projection des scénarios par les experts du climat et sur la base des preuves scientifiques révélées. À l'instar des pays de l'Afrique de l'Ouest et centrale, la Côte d'Ivoire connaît une recrudescence de la variabilité climatique qui se manifeste particulièrement par une modification du régime des précipitations et par une diminution des hauteurs annuelles (Brou et al, 2005). Le sud du V-Baoulé qui comprend les districts sanitaires de Tiébissou, Yamoussoukro et de Toumodi subit des variations climatiques qui joue sur la santé de sa population. Les conditions climatiques de cette zone jouent ainsi sur le développement de diverses maladies soit directement, soit en s'associant à certains éléments de l'environnement naturel. Parmi ces maladies nous pouvons énumérer les infections respiratoires aigües (IRA) dont l'asthme qui constitue l'objet de cette étude, les districts sanitaires au sud du v-baoulé, localisés au centre de la Côte d'Ivoire se situent en effet entre 6°00 et 7°40 de latitude Nord et entre 4°70 et 5°60 de longitude Ouest. De ce fait, il est donc important de s'interroger, comment l'évolution des conditions climatiques induisent-elles le développement de la pathologie de l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé ? L'objectif général de cette étude vise à montrer l'impact des conditions climatiques sur le développement de l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du V-Baoulé.

2. METHODOLOGIE

2.1. Présentation de la zone d'étude

Les districts sanitaires au sud du v-baoulé, localisés au centre de la Côte d'Ivoire se situent en effet entre 6°00 et 7°40 de latitude Nord et entre 4°70 et 5°60 de longitude Ouest. Les districts sanitaires au Sud du v-baoulé, s'étendent sur une superficie de 8

230 km². Ces districts sont limités au Nord par le district sanitaire de Bouaké, à l'Est par le district sanitaire de Dimbokro, à l'Ouest par le district sanitaire de Bouaflé et Oumé et au Sud par le district sanitaire de Tiassalé. Au niveau physique, les districts sanitaires au Sud du v-baoulé sont sous l'influence d'un climat de type subéquatorial avec quatre saisons dont une longue et une courte saison sèche, une longue et une courte saison des pluies. Le relief est composé de bas plateaux avec une altitude moyenne d'environ 300 mètres et de plaines. On observe trois types de sols dans cette zone. En zone forestière on note le sol ferralitique sur roche-mère granitique (sol sablo-argileux). Par contre en zone de savane on observe un sol avec des roches basiques et des cuirasses. Aussi, en bordure des cours d'eau, dans les bas-fonds et zone a écoulement difficile on a le sol argileux ou sablo-humifère ou hydromorphes, potentiellement humide. Les districts sanitaires au Sud du v-baoulé sont parcouru par un réseau hydrographique dense et ramifié avec le fleuve BANDAMA, les rivières N'ZI et KAN et leurs affluents sur lesquels on trouve quelques cours d'eau permanents. La Végétation des districts sanitaire au Sud du v-baoulé est composée de savane arborée, de savane herbeuse et de forêts galeries caractéristiques du 'V Baoulé'. En ce qui concerne l'économie, les districts sanitaires au Sud du v-baoulé ont des activités économiques qui reposent sur les secteurs, primaire, secondaire et tertiaire. Le secteur primaire est basé sur une agriculture qui constitue l'activité économique la plus importante de la région. Le secteur secondaire renferme des usines et plusieurs unités artisanales. Le district sanitaire de Tiébissou compte au total 98734 habitants. La population du district sanitaire de Yamoussoukro est d'environ 355543 habitants. Celle de Toumodi est estimée à 154355 habitants. Les localités ayant les populations les plus élevés sont les chefs-lieux de sous-préfectures de chaque district sanitaire. La

localisation spatiale des districts sanitaires du Sud du V-Baoulé est présentée sur la carte ci-dessous (figure 1).

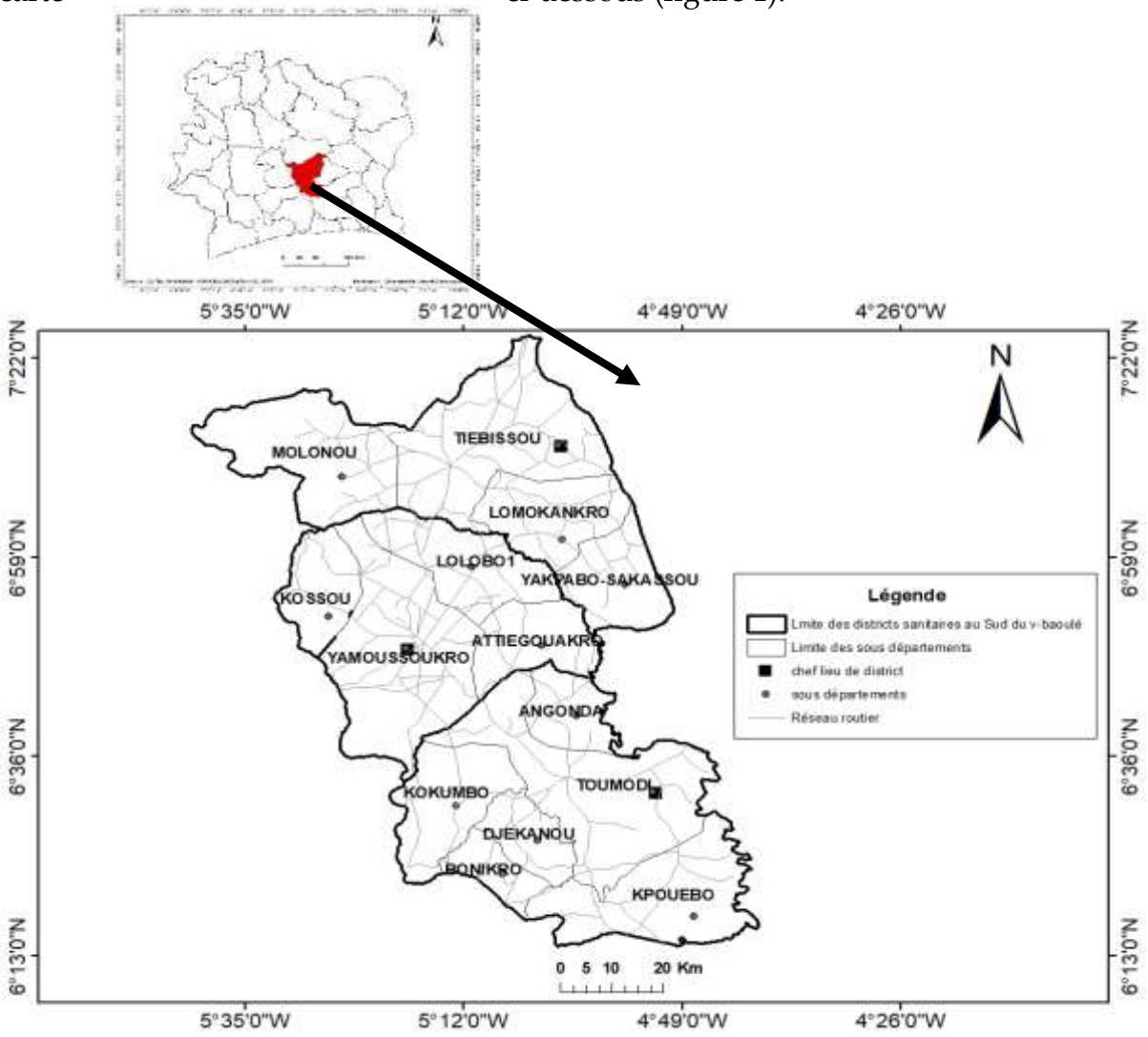


Figure 1: Carte de localisation des districts sanitaires au Sud du V-Baoulé

2.2. Approche méthodologique

2.2.1. Méthodes de collectes de données

Le présent travail repose sur une importante base de données (pluviométrie, température, humidité relative, point de rosée, la vitesse et la direction du vent) couvrant l'ensemble de la zone d'étude. Les données thermo-pluviométriques couvrent la période allant de 1932 à 2020 et ont été extraites sur CRU data ts 4.04 à travers *Google Earth* avec le lien : « https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.04/ge/ ». En ce qui concerne l'ensemble des données climatologiques sauf celles de la pluviométrie et de la température, elles ont été obtenues sur : « https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/ ». Ces données couvrent la période 1982-2020. Ces données obtenues sous le format EXCEL ont été ensuite traitées grâce à différentes méthodes.

Au niveau sanitaire, la collecte des données a concerné les données épidémiologiques. Il s'agit d'une part de données des structures sanitaires publiques et d'autre part de données des structures sanitaires privées. C'est-à-dire toutes les données des différentes structures sanitaires de la zone d'étude. Cela, dans l'objectif de collecter le maximum de cas d'asthme. De ce fait, les données sanitaires ont été fournies par la direction départementale de la santé de chaque district sanitaire sur la période allant de 2017 à 2020. Par ailleurs, des entretiens individuels sont effectués auprès de personnes-ressources et complétés par des observations sur le terrain.

Avant de traiter les données climatologiques et les données sanitaires, une longue phase prétraitement a été nécessaire pour non seulement bien ordonner les données mais aussi pour détecter les données manquantes et les valeurs déraisonnables. Il s'agit entre autres d'une procédure analytique de contrôle, de vérification de la continuité des données dans le but de s'assurer de leurs crédibilités.

2.2. Méthodes de traitement statistique des données

Dans le cadre de l'étude, une analyse dans un premier temps des données climatologiques, ensuite une analyse des données épidémiologiques de l'asthme, a été réalisée. L'utilisation de plusieurs méthodes a été nécessaire pour montrer les caractéristiques des conditions climatiques dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé. Il s'agit : de l'indice de Nicholson, l'indice THI de Thom (Temperature Humidity Index), la matrice de corrélation de Pearson et le test de Pettitt (1979).

En vue d'apprécier l'évolution des paramètres climatiques au cours des années allant de 1983 à 2018, l'indice de Nicholson a été déterminé. Il a pour avantage de mettre en évidence les périodes excédentaires et déficitaires au niveau de ces paramètres. Cet indice s'exprime par l'équation suivante (Servat et al, 1998) : $\mathbf{Ii = (\mu i - \emptyset) / \Omega}$

$\boldsymbol{\mu i}$: cumul de l'année i étudiée ;

$\emptyset$: moyenne interannuelle de la variable sur la période de référence ;

Ω : valeur de l'écart-type de la variable sur la même période de référence.

L'indice THI de Thom (Temperature Humidity Index) combine la température et l'humidité de l'air. Il se calcule selon la formule suivante : $\mathbf{THI = T - [(0,55 - 0,0055 \times U)(T - 14,5)]}$

T : température moyenne de l'air en ° c

U : humidité relative moyenne en %.

La matrice de corrélation de Pearson a été utilisée pour mettre en corrélation et déterminer un éventuel lien entre les paramètres climatiques et le développement de l'asthme. La méthode d'interprétation de la force du lien selon RAKOTOMALALA a été également utile. Elle stipule que :

Le signe de la valeur positive ou négative : indique le sens du lien

La valeur positive : lien direct (si une variable augmente, l'autre augmente)

La valeur négative : lien inverse (si une variable augmente, l'autre diminue)

Valeur : sens du lien

De 0 à 0,1 : aucun lien ; De 0,2 à 0,3 : lien faible ; De 0,4 à 0,5 : lien modéré ; De 0,6 à 0,7 : lien fort ; De 0,8 et + : lien très fort, le lien est tellement fort que les variables sont presque identiques et l'une peut très facilement remplacer l'autre.

Pour connaitre l'existence d'une éventuelle rupture dans les séries de données, une approche a été utilisée. Il s'agit bel et bien du Test d'homogénéité de Pettitt, un test non paramétrique qui est une adaptation du test Mann-Whitney basé sur les rangs et ne nécessitant aucune hypothèse quant à la distribution de données. Notons que l'absence d'une rupture dans la série (xi) de taille N constitue une hypothèse nulle (H0). La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N, les séries chronologiques (xi)i = 1 à t et t + 1 à N appartiennent à la même population. La variable à tester est le maximum en valeur absolue de la variable $U_{t,N}$ qui se définit par :

$$\mathbf{Ut, N} = \sum_{i=1}^{t} \sum_{j=t+1}^{N} \boldsymbol{D_{ij}}$$

Avec D_{ij}= signe $(x_i + x_j)$ = $\begin{cases} 1 \text{ si } (Xi + Xj) > 0 \\ 0 \text{ si } (Xi + Xj) = 0 \\ -1 \text{ si } (Xi + Xj) < 0 \end{cases}$

L'analyse des données épidémiologiques consistait à déterminer le nombre de cas de maladies enregistrées dans la population déterminée, soit à un moment précis, soit durant la période d'étude, et englobant aussi bien les cas nouveaux que les cas anciens. De plus, nous avons calculé le taux d'incidence interannuelle de l'asthme : **Taux d'incidence = nombre de cas / population**

3. RÉSULTATS

3.1. Analyse de l'évolution des conditions climatiques dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

L'évolution des paramètres climatiques dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé a été mise en évidence à travers une analyse de plusieurs paramètres climatiques pour montrer la variabilité du climat dans cette zone. Ainsi, l'évolution de la pluviométrie, de la température, de l'hygrométrie, du point de rosée et des paramètres du vent a été analysée. La période d'étude part de 1982 à 2020 pour la pluviométrie et la température. Mais en ce qui concerne les autres paramètres que sont l'hygrométrie, le point de rosée et les paramètres du vent, l'étude a couvert la période allant de 1932 à 2020. L'incommodité ressentie par la population à travers l'indice de Thom entre 1982 et 2020 a été étudiée par la suite

3.1.1 Analyse des paramètres climatiques dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

- ***Analyse de l'évolution de l'indice pluviométrique et thermique interannuelle***

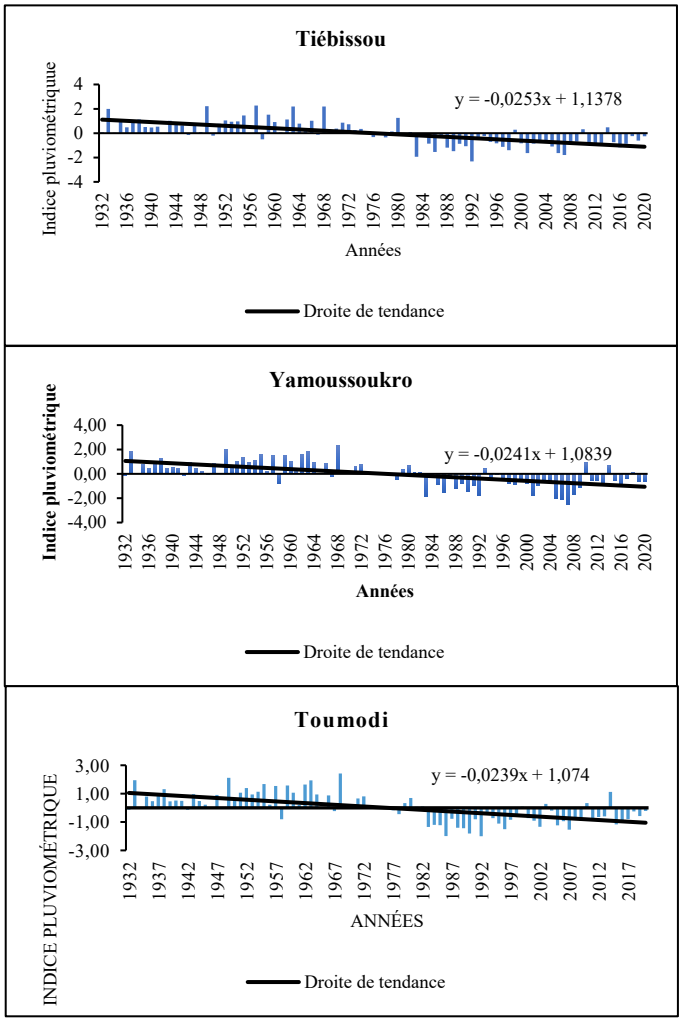
Les indices pluviométrique et thermique calculés sur la période (1932-2020) soulignent les années tantôt déficitaires, tantôt excédentaires, constatées dans les districts sanitaires de Tiébissou, Yamoussoukro et Toumodi. La figure faite à partir des indices pluviométrique et thermique de Nicholson montre que la tendance pluviométrique et la tendance thermique de ces trois districts sanitaires est en baisse sur la période de 1932 à 2020. Mais cette baisse n'est pas homogène et implique une distribution non

linéaire dans le temps. La courbe linéaire de tendance croît et se démarque nettement de la droite entre -1 et +1 au niveau des districts sanitaires de Tiébissou, Yamoussoukro et Toumodi. Ainsi, deux séquences dans la série chronologique (1932-2020) apparaissent clairement au niveau de chaque district sanitaire.

Au niveau de la pluviométrie, on observe une alternance de séquences excédentaires (1932-1982) et déficitaires (1983-2020) dans les districts sanitaires du Sud du V-Baoulé (figure 2). En effet, entre 1932 et 1982, les districts sanitaires de Tiébissou, Yamoussoukro et Toumodi ont connu une période excédentaire avec un maximum d'années pluvieuses, présentant des indices positifs : de -0,50 à +2,27 pour Tiébissou, de -0,78 à +2,33 pour Yamoussoukro et de -0,81 à +2,82 pour Toumodi. Quelques années sèches ont été observées, comme 1942, 1946, 1950, 1958, 1967, 1976, 1978 et 1981 à Tiébissou, ainsi que 1932, 1942, 1946, 1958, 1967, 1976, 1977 et 1978 à Yamoussoukro et Toumodi. De 1983 à 2020, une séquence déficitaire prédomine avec des indices négatifs : de -2,32 à 0,48 pour Tiébissou, de -2,54 à 0,92 pour Yamoussoukro et de -2,00 à +1,13 pour Toumodi. Cependant, certaines années pluvieuses ont été notées, notamment en 1999, 2010 et 2014 à Tiébissou, en 1993, 2010, 2014 et 2018 à Yamoussoukro, et en 1999, 2003, 2010 et 2014 à Toumodi. L'année 1957 représente le maximum (+2,27) et 1992 le minimum (-2,32) à Tiébissou. Pour Yamoussoukro et Toumodi, les maximas sont +2,33 (1968) et +2,42 (1968), les minimas étant -2,54 (2007) et -2,00 (1992).

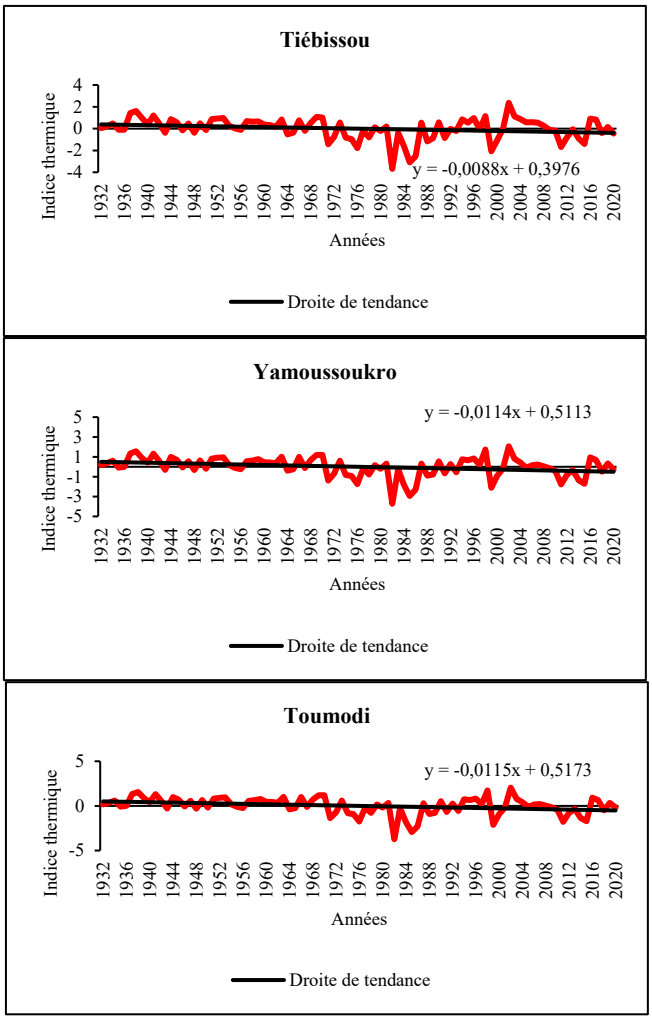
Au niveau de la température, les indices thermiques calculés de 1932 à 2020 montrent une tendance thermique irrégulière dans les districts sanitaires de Tiébissou, Yamoussoukro et Toumodi. La courbe linéaire de tendance décroît légèrement autour de la droite 0. Deux grandes périodes thermiques sont observées : la période excédentaire de 1932 à 1970, et la période déficitaire de 1971 à 2020. Les années 2002 et 1982 représentent respectivement les maxima (+2,37 à Tiébissou ; +2,06 à Yamoussoukro ; +2,05 à Toumodi) et les minima (-3,69 à Tiébissou ; -3,73 à Yamoussoukro et Toumodi). Entre 1932 et 1970, les indices positifs varient de -1,43 à +1,62 à Tiébissou, de -1,38 à +1,56 à Yamoussoukro et Toumodi. Certaines années de faible chaleur sont notées : 1935, 1936, 1943, 1946, 1948, 1950, 1956, 1964, 1967 et 1971 pour Tiébissou ; 1935, 1943, 1946, 1948, 1950, 1955, 1956, 1964, 1965, 1967 et 1971 pour Yamoussoukro et Toumodi. De 1994 à 2018, des années à indices négatifs dominent : -3,69 à +2,37 pour Tiébissou, -3,73 à +2,06 pour Yamoussoukro et -3,73 à +2,05 pour

Toumodi. Quelques années de faible chaleur sont aussi présentes dans cette période (figure 3).



Source : NOAA, cru data (ts 4.04), 2020

Figure 2 : Evolution de l'indice pluviométrique dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé (1932-2020).



Source : NASA, cru data (ts 4.04), 2020

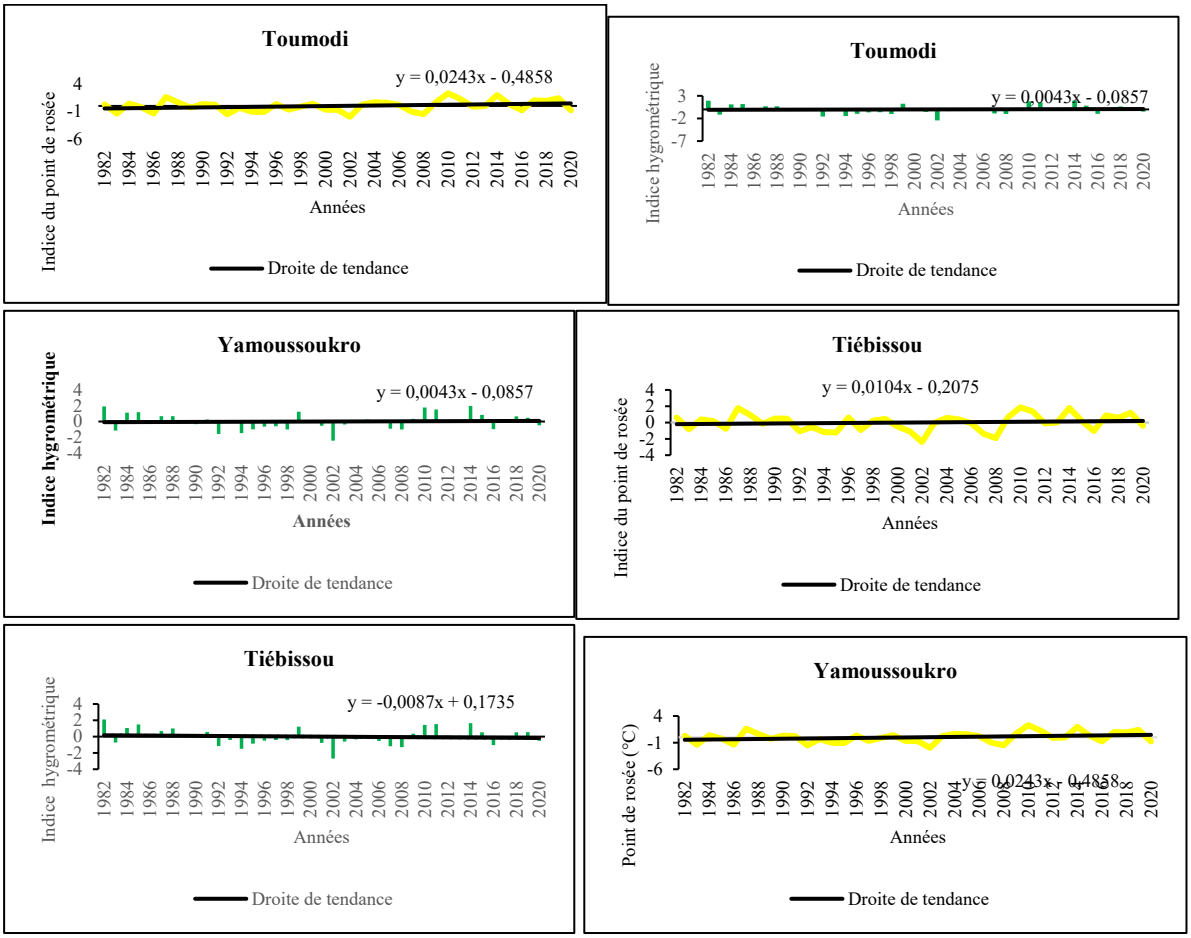
Figure 3 : Evolution de l'indice thermique dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé (1932-2020).

- ***Analyse de l'évolution de l'indice hygrométrique et du point de rosée interannuel***

L'application de l'indice de Nicholson sur l'hygrométrie interannuelle (1982-2020) montre deux cycles distincts dans les districts sanitaires au sud du V-Baoulé (figure 4).

À Tiébissou, le premier cycle (1982-1991) est marqué par une forte humidité relative avec des indices positifs (0 à 1) pour la plupart des années, sauf 1983 et 1990. À Yamoussoukro et Toumodi, le premier cycle (1982-2008) se caractérise par une faible humidité relative avec des indices négatifs (1983, 1986, 1990, etc.). Le second cycle (1992-2020) à Tiébissou présente une faible humidité relative, avec des indices négatifs (-1 à 0), sauf pour quelques années de forte humidité (1993, 1999, etc.). À

Yamoussoukro et Toumodi, le second cycle (2009-2020) montre une forte humidité relative avec des indices positifs (0 à 1) pour la plupart des années, sauf 2013, 2016 et 2020. Les années anormales (-2 à -1 et 1 à 2) se retrouvent dans chaque cycle.



L'application de l'indice de Nicholson sur le point de rosée interannuel (1982-2020) montre une légère évolution de la température de rosée dans les districts sanitaires au sud du V-Baoulé (figure 5). Deux grands cycles se distinguent : de 1982 à 2008 (période déficitaire) et de 2009 à 2020 (période excédentaire). À Tiébissou, la température de rosée a baissé durant la période déficitaire avec des indices entre -2,37 et +1,78, mais a augmenté certaines années (1982, 1983, 1984, etc.). Pendant la période excédentaire, les indices positifs varient de -1,03 à +1,86, avec quelques années négatives (2012, 2016, 2020). À Yamoussoukro et Toumodi, la période déficitaire (1982-2008) a des indices entre -1,97 et +1,60, avec des hausses certaines années (1982, 1984, 1987, etc.). La période excédentaire (2009-2020) montre des indices positifs entre -0,78 et +2,28, avec des années négatives (2012, 2013, 2016, 2020).

Source : NASA, 2020

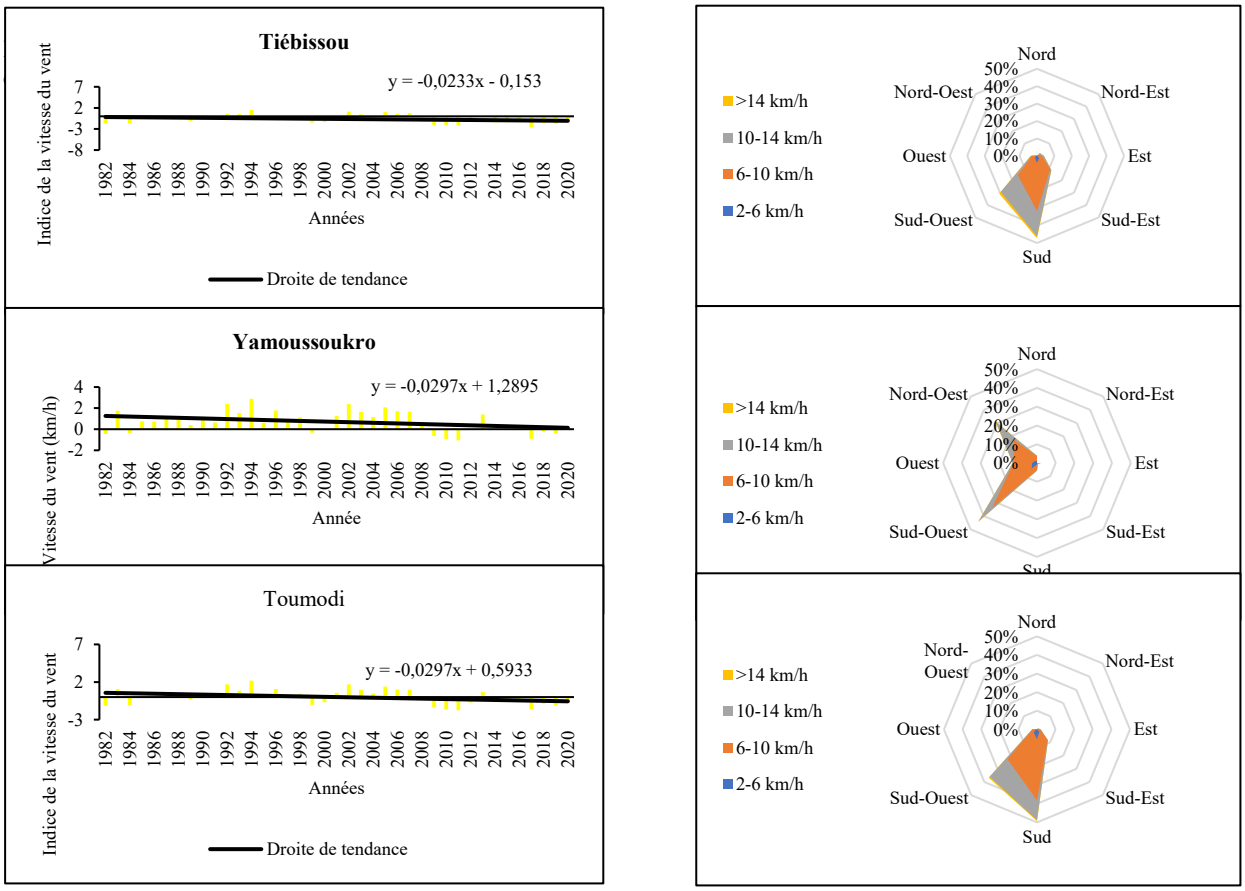
Figure 5 : Evolution de l'indice hygrométrique dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé (1982-2020).

- ***Analyse de l'évolution des paramètres du vent (indice de la vitesse du vent et rose énergétique du vent)***

L'évolution de la vitesse du vent dans les districts sanitaires du sud du V-Baoulé (1982-2020) montre une variation allant de -2,55 à +1,52 à Tiébissou, de -1,05 à +2,87 à Yamoussoukro et de -1,75 à +2,18 à Toumodi, avec des maximas en 1994 et des minimas en 2017 pour Tiébissou et 2011 pour Yamoussoukro et Toumodi. Deux périodes distinctes se dessinent : la première période (1982-2008 pour Tiébissou, 1982-2007 pour Yamoussoukro et Toumodi) est caractérisée par une forte vitesse du vent et des indices positifs (1983, 1992-1994, etc.). La seconde période (2009-2020 pour Tiébissou, 2008-2020 pour Yamoussoukro et Toumodi) est marquée par une faible vitesse du vent et des indices négatifs (2009-2012, 2014-2020). Malgré la prédominance de faibles vitesses de vent, quelques années de forte vitesse sont présentes (figure 6).

La rose énergétique du vent révèle que la majorité des vents à Tiébissou proviennent du sud et du sud-ouest, avec des vitesses variées. Les vents faibles (2-6 km/h) représentent environ 4% des valeurs, tandis que les vents forts (plus de 14 km/h) sont les plus fréquents. À Yamoussoukro, les vents soufflent principalement du sud-ouest et du nord-ouest, avec des vents faibles représentant 3% des valeurs et les vents forts étant les plus fréquents. À Toumodi, les vents viennent principalement du sud et du sud-ouest, avec des vents faibles représentant 4% des valeurs et les vents forts étant les

Source : NASA, 2020



plus fréquents. Selon l'échelle de Beaufort, les districts sanitaires connaissent des vents calmes (moins de 1 km/h), de très légères brises (1-5 km/h), légères brises (6-11 km/h), petites brises (12-19 km/h) et jolies brises (20-28 km/h) (figure 7).

3.1.2 Analyse de l'évolution de l'indice d'inconfort et analyse de l'incommodité de la population les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

- ***Analyse de l'évolution de l'indice d'inconfort dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé***

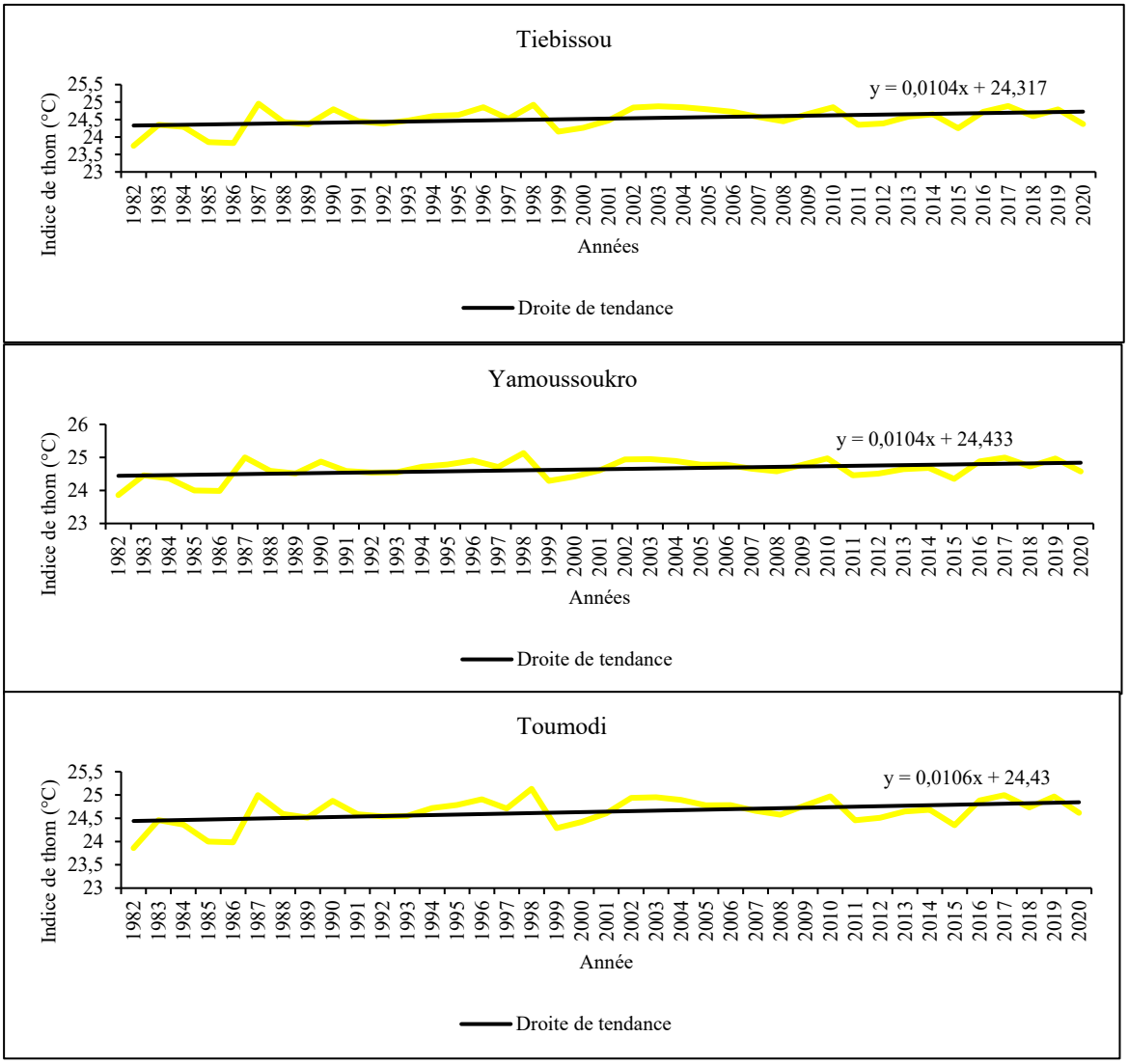
L'évolution interannuelle de l'indice d'inconfort de Thom (1982-2020) montre une augmentation de l'inconfort biothermique dans les districts sanitaires du sud du V-Baoulé. Les courbes de tendance (y = 0,0104x + 24,317 pour Tiébissou, y = 0,0104x + 24,433 pour Yamoussoukro et y = 0,0106x + 24,43 pour Toumodi) révèlent deux phases dans cette évolution non linéaire. Les années avec un indice supérieur supérieur à la moyenne indiquent une ambiance très chaude tandis que celles en dessous de la moyenne représentent des années à ambiance moins chaude (23,74°C à 24,47°C). Les années 1987 (Tiébissou) et 1998 (Yamoussoukro et Toumodi) ont des valeurs d'indice supérieures à la moyenne interannuelle (24,52°C pour Tiébissou et 24,64°C pour Yamoussoukro et Toumodi), représentant les maximas. Les minimas sont observés en 1982 pour tous les districts. Globalement, une hausse progressive des sensations de malaise est notée dans les districts sanitaires du sud du V-Baoulé (figure 8).

Source : NASA, 2020

Figure 6 : Evolution de l'indice de la vitesse du vent dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé (1982-2020).

Source : NASA, 2020

Figure 7 : Rose énergétique du vent du 1er janvier 1982 au 31 décembre 2020 dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé



Source : NASA, cru data (ts 4.04), 2020

Figure 8: Indice d'inconfort de Thom selon les mois de l'année dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé **(1982-2020).**

- ***Analyse de l'incommodité de la population dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé***

L'analyse mensuelle et interannuelle du degré d'inconfort dans les districts sanitaires au sud du V-Baoulé montre que la population peut ressentir un malaise en fonction de la combinaison de la température et de l'humidité relative. Un indice d'inconfort de 21°C au plus n'entraîne aucun inconfort. Moins de la moitié de la population peut ressentir un malaise avec un indice entre 21°C et 24°C, tandis que plus de la moitié de la population est affectée entre 25°C et 27°C. Au-delà de 27°C, la plupart de la population ressent un inconfort significatif, et au-delà de 28°C, l'inconfort peut mener à une urgence sanitaire. Dans les districts sanitaires de Tiébissou,

Yamoussoukro et Toumodi, le degré d'inconfort varie entre 21°C et 25°C, ce qui signifie que la population peut ressentir un malaise à certains moments. La température ne dépassant pas 30°C dans la zone d'étude, plus de la moitié de la population ressent un malaise important durant la plupart des mois et des années, comme indiqué par les données du tableau ci-dessous.

Tableau I : Iincommodité de la population dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

	THI en degré Celsius (°C)	**Description**
Tiébissou, Yamoussoukro, Toumodi	De 21 à 24	Moins de la moitié de la population se sent un malaise
	De 25 à 27	Plus de la moitié de la population se sent un malaise
	De 28 à 29	La plupart de la population se sent l'inconfort et la détérioration des conditions psychophysiques
	De 30 à 32	L'ensemble de la population se sent un malaise lourd
	Plus de 32	Urgence sanitaire en raison de la très forte montée de l'inconfort qui peut causer des coups de chaleur

3.2. Analyse de l'impact des conditions climatiques sur le développement de l'asthme les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

Les conditions climatiques ont connu des modifications dans le temps dans notre zone d'étude. Ces modifications ont conduit à fragiliser la population et l'ont donc rendue vulnérable, favorisant soit l'apparition soit la sévérité de l'asthme d'où le développement de l'asthme.

Dans ce point, une analyse de corrélation entre les paramètres du climat et le développement de l'asthme, sera évoquée dans un premier temps. Enfin, l'étude s'orientera sur la mise en évidence du développement de l'asthme dans cette zone qui prendra en compte la cartographie du développement de l'asthme dans cette zone.

3.2.1. Analyse de corrélation entre les paramètres climatiques et l'asthme les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

Les paramètres climatiques que sont la pluviométrie, la température, l'humidité relative, le point de rosée et le vent ont une influence sur le développement de l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé. Certains contribuent à l'augmentation des cas d'asthme tandis que d'autres favorisent sa diminution dans ces districts sanitaires. À Tiébissou, il existe une corrélation négative significative entre la température, l'indice de Thom et les cas d'asthme (R=-0,65 ; R=-0,58), et une faible corrélation positive avec l'humidité relative et la vitesse du vent (R=0,09 ; R=0,11). La pluviométrie et le point de rosée montrent une faible corrélation négative (R=-0,13 ; R=-0,19). À Yamoussoukro, l'indice de Thom, la vitesse du vent et la pluviométrie

présentent une corrélation négative significative (R=-0,32 ; R=-0,67 ; R=-0,31), tandis que l'humidité relative, le point de rosée et la température montrent une faible

Matrice de corrélation (Pearson) : Tiébissou							
Variables	Pluviométrie	Température	Humidité relative	Point de rosée	Vitesse du vent	Indice de Thom	Asthme
Pluviométrie	1	0,02	0,67	0,77	0,25	0,73	-0,19
Température	0,02	1	-0,56	-0,29	-0,10	0,47	-0,65
Humidité relative	0,67	-0,56	1	0,95	0,29	0,47	0,09
Point de rosée	0,77	-0,29	0,95	1	0,28	0,70	-0,13
Vitesse du vent	0,25	-0,10	0,29	0,28	1	0,18	0,11
Indice de Thom	0,73	0,47	0,47	0,70	0,18	1	-0,58
Asthme	-0,19	-0,65	0,09	-0,13	0,11	-0,58	1

corrélation négative (R=-0,02 ; R=-0,15 ; R=-0,22). À Toumodi, il y a une corrélation négative significative entre la température, l'indice de Thom et les cas d'asthme (R=-0,61 ; R=-0,60), et une faible corrélation positive avec l'humidité relative (R=0,17). La pluviométrie, le point de rosée et la vitesse du vent ont une faible corrélation négative (R=-0,29 ; R=-0,08 ; R=-0,17).

Tableau II : Analyse de régression linéaire entre les paramètres climatiques et l'incidence de l'asthme dans les districts sanitaires du Sud du V-Baoulé (2017-2020).

Matrice de corrélation (Pearson) : Yamoussoukro							
Variables	Pluviométrie	Température	Humidité relative	Point de rosée	Vitesse du vent	Indice de Thom	Asthme
Pluviométrie	1	-0,26	0,72	0,78	0,27	0,47	-0,31
Température	-0,26	1	-0,67	-0,35	-0,17	0,56	-0,22

Humidité relative	0,72	-0,67	1	0,93	0,21	0,24	-0,02
Point de rosée	0,78	-0,35	0,93	1	0,21	0,57	-0,15
Vitesse du vent	0,27	-0,17	0,21	0,21	1	0,00	-0,67
Indice de Thom	0,47	0,56	0,24	0,57	0,00	1	-0,32
Asthme	-0,31	-0,22	-0,02	-0,15	-0,67	-0,32	1
Matrice de corrélation (Pearson) : Toumodi							
Variables	Pluvio métrie	Tempér ature	Humidité relative	Point de rosée	Vitesse du vent	Indice de Thom	Asth me
Pluviométr ie	1	-0,27	0,79	0,86	0,18	0,54	-0,29
Températu re	-0,27	1	-0,68	-0,37	-0,18	0,55	-0,61
Humidité relative	0,79	-0,68	1	0,93	0,21	0,23	0,17
Point de rosée	0,86	-0,37	0,93	1	0,21	0,56	-0,08
Vitesse du vent	0,18	-0,18	0,21	0,21	1	0,00	-0,17
Indice de Thom	0,54	0,55	0,23	0,56	0,00	1	-0,60
Asthme	-0,29	-0,61	0,17	-0,08	-0,17	-0,60	1

3.2.2. Développement de l'asthme dans le temps dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

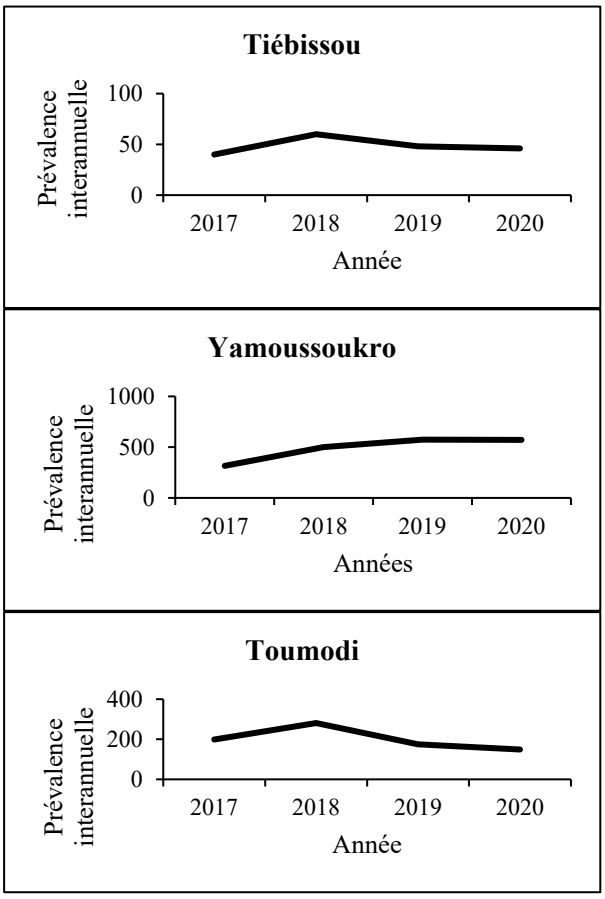
L'analyse du développement de l'asthme dans les districts sanitaires dans au Sud du v-baoulé s'est faite sur la période allant de 2017 à 2020. Cette analyse traduit non seulement la répartition annuelle et mensuelle du développement de l'asthme, mais aussi la répartition des cas d'asthme selon l'âge, la cartographie de son développement ainsi que ses risques de développement.

- **Développement interannuel de l'asthme et répartition de l'asthme selon les tranches d'âge.**

Les valeurs de la prévalence de l'asthme (2017-2020) montrent une évolution des cas d'une année à l'autre dans les districts sanitaires au sud du V-Baoulé. À Tiébissou, les cas varient de 40 (2017) à 60 (2018), indiquant une prévalence maximale en 2018. À Yamoussoukro, les cas vont de 316 (2017) à 574 (2019), avec un maximum en 2019. À Toumodi, les cas varient de 149 (2020) à 281 (2018), avec un maximum en 2018. Chaque année, en moyenne, 68 personnes à Tiébissou, 490 personnes à Yamoussoukro et 201 personnes à Toumodi souffrent d'asthme. La morbidité de l'asthme est moindre en

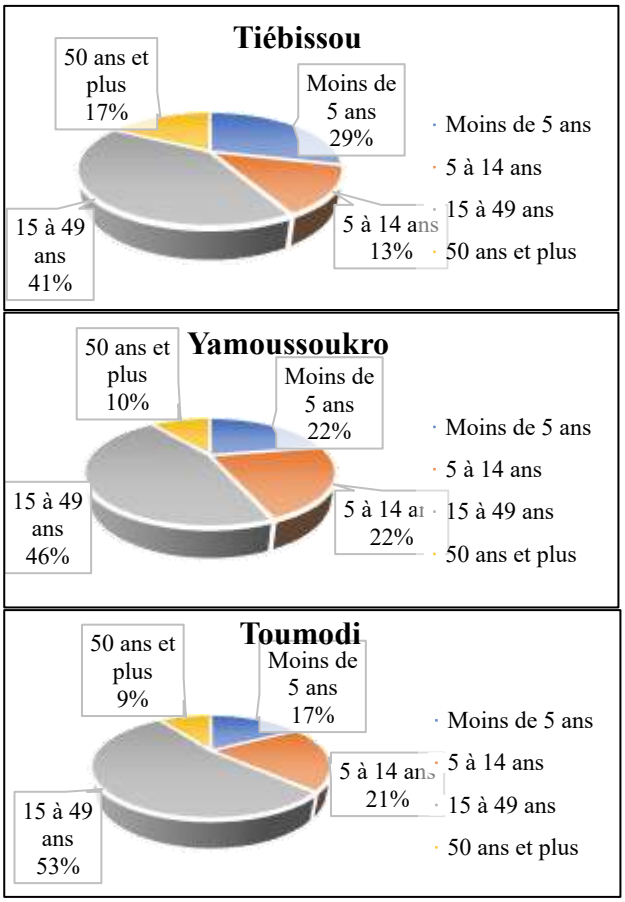
2017 pour Tiébissou et Yamoussoukro et en 2019 pour Toumodi, alors qu'elle est la plus élevée en 2018 pour Tiébissou, en 2019 pour Yamoussoukro et en 2020 pour Toumodi. En conclusion, l'asthme affecte un nombre significatif de la population dans les districts sanitaires au sud du V-Baoulé chaque année.

La répartition des cas d'asthme entre 2017 et 2020 dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé varie en fonction des tranches d'âge. Dans le district de Tiébissou, les moins de 5 ans représentent 29% des cas, les 5-14 ans 13%, les 15-49 ans 41%, et les 50 ans et plus 17%. À Yamoussoukro, les moins de 5 ans et les 5-14 ans représentent chacun 22% des cas, les 15-49 ans 46%, et les 50 ans et plus 10%. À Toumodi, les moins de 5 ans représentent 17% des cas, les 5-14 ans 21%, les 15-49 ans 53%, et les 50 ans et plus 9%. On constate que les personnes de 15 à 49 ans sont les plus touchées par l'asthme dans les trois districts. À Tiébissou, les moins touchés sont les 5-14 ans, alors qu'à Yamoussoukro et Toumodi, ce sont les 50 ans et plus qui le sont. Les autres tranches d'âge sont également affectées de manière modérée. Ainsi, l'asthme affecte principalement les personnes âgées de 15 à 49 ans dans ces districts sanitaires.



Source : Directions départementales de la sante de Tiébissou, Yamoussoukro et Toumodi, 2020

Figure 9 : Développement interannuel de l'asthme, toute catégorie d'âge confondue dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé (2017-2020).

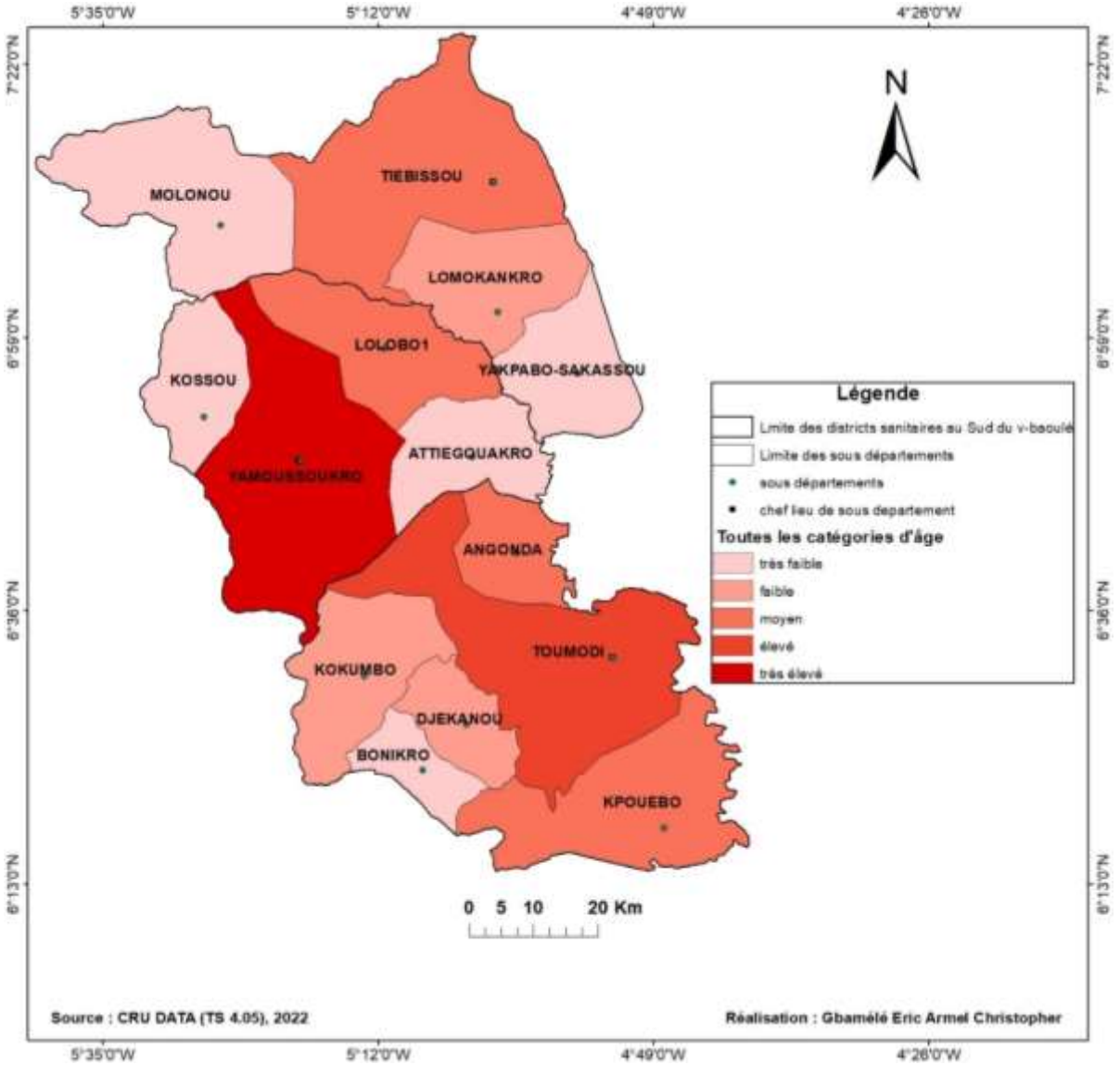


Source : Directions départementales de la sante de Tiébissou, Yamoussoukro et Toumodi, 2020

Figure 10 : Répartitions des cas d'asthme selon les tranches d'âge dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé (2017-2020).

3.2.3. Cartographie du développement de l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé

La variation spatiale de la prévalence de l'asthme pour toutes les catégories d'âge a été analysée de 2017 à 2020 dans les districts sanitaires au sud du V-Baoulé. La répartition de la maladie n'est pas uniforme et dépend en grande partie de la taille de la population. Le district sanitaire de Yamoussoukro est le plus touché par l'asthme, suivi par Toumodi. Les sous-préfectures de Tiébissou, Lolobo, Angoda et Kpouèbo montrent une prévalence moyenne de l'asthme, tandis que les cas sont faibles à très faibles à Molonou, Lomokankro, Yapkabo-Sakassou, Kossou, Attiégouakro, Kokumbo, Djékanou et Bonikro. En général, les cas d'asthme sont inégalement répartis. Les sous-préfectures les plus touchées (prévalence très élevée) sont Yamoussoukro et Toumodi. Celles avec une prévalence moyenne incluent Tiébissou, Lolobo, Angoda et Kpouèbo. Les prévalences faibles à très faibles sont observées à Molonou, Lomokankro, Yapkabo-Sakassou, Kossou, Attiégouakro, Kokumbo,



Djékanou et Bonikro. Cette analyse spatiale permet de mieux comprendre la

distribution de l'asthme dans la région, facilitant ainsi la mise en place de stratégies de santé publique ciblées pour les zones les plus touchées. Les interventions peuvent ainsi être adaptées en fonction des variations de prévalence dans chaque localité, améliorant ainsi la gestion de cette pathologie chronique.

Figure 11 : Variation spatiale de la prévalence de l'asthme moyenne annuelle, de toutes les catégories d'âge (2017-2020)

4-DISCUSSION

La variabilité climatique se manifeste par une hausse des températures de l'air, qui joue l'affection du cycle hydrologique en général et la formation de nuages pluviogènes en particulier, d'où la faiblesse des hauteurs pluviométriques annuelles. Dans les régions tropicales forestières où les surfaces forestières sont très étendues et sensibles aux états de surface, et dont l'humidité atmosphérique a une origine continentale marquée (Fontaine et Janicot, 1993 in Kouassi et *al*, 2010, p-01).

Les précipitations sont hétérogènes et permettent ainsi de confirmer la baisse globale des précipitations et mettent en évidence la variabilité climatique qu'a connue la région de Yamoussoukro ces trois dernières décennies. Notons aussi que les variations interannuelles de la température de l'air montrent que la température de l'air connait une hausse régulière sur toute la période 1975-2001 (Kouame et *al*, 2014, p-52).

Les effets indiscutables des fluctuations du climat sur la santé sont les grandes catastrophes sanitaires provenant des extrêmes météorologiques. Ces événements extrêmes climatiques auraient tué entre 1972 et 1996 environ 120 000 personnes par an principalement en Afrique et en Asie (Loretti et Tegegn, 1996) citées dans (Valleron, 2005, p-1). Les impacts directs les plus probables du climat sont les vagues de chaleur, les tempêtes et les inondations. Il serait donc inapproprié d'introduire dans cette liste, les sécheresses qui ont plutôt des impacts indirects (Denis, 2017, p-8).

Les brutaux changements des facteurs météorologiques, comme les chutes de température et les variations de pression ont été suspectés d'être à eux seuls responsables des épidémies d'asthme pendant les tempêtes (Caillaud et al, 2005). Cependant, Peyre et *al* (1979, pp.39-42), démontrent qu'il n'existe aucune corrélation entre la fréquence des crises et leur intensité, et un paramètre météorologique pris isolément.

Les causes de l'asthme sont multiples, mais certaines sont en rapport avec le temps et avec les saisons. Le rapport est indirect lorsque les conditions météorologiques contrôlent le développement de tel ou tel allergène. Par contre, le rapport est direct quand les variations brutales de la température, surtout lorsqu'elles se font dans le sens d'un refroidissement et sont accompagnées de vent, déclenchent une contraction

des bronches, explique Jean-Pierre Besancenot dans (Asthme et Allergies Association, 2007, p-6).

CONCLUSION

Dans notre étude, il était important de montrer comment les conditions climatiques induisent-t-elles l'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé. Les conditions climatiques à travers leurs irrégularités dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé induisent la pathologie de l'asthme. La situation climatique dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé se traduit par une variation des paramètres climatiques. La hausse des cas d'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé est une réalité. Les perturbations climatiques sont à la base de la hausse de la prévalence d'asthme dans les districts sanitaires au Sud du v-baoulé. L'augmentation de la pluviométrie et de la température diminuent la prévalence de l'asthme tandis que l'humidité relative et le point de rosée sont des facteurs d'augmentation de la prévalence de l'asthme de façon directe. On note cependant une évolution similaire de la vitesse du vent et de l'incidence de la pathologie d'asthme qui explique qu'une hausse de la vitesse du vent entraîne une augmentation de l'incidence de la pathologie d'asthme de façon indirecte. Cependant, il est clair que les coefficients de détermination indiquent que les conditions climatiques n'expliquent pas à elles seules, la totalité des variations de la morbidité de l'asthme.

Références bibliographiques

AFSSET, (2007). Air Intérieur Formaldéhyde, « Valeurs. Guide de qualité d'Air Intérieur ». Rapport du groupe de travail Afsset, Maisons Alfort, France. 78p.

ASSOCIATION ASTHME & ALLERGIES. (2007). Asthme & Allergies : Environnement et traitements, où en est-on ? In Conférence de presse à l'issue des 14ème Etats Généraux de l'Asthme et des Allergies, 17p.

BARD, Denis. (2017). Les changements climatiques et leurs conséquences sur la santé. Internatioal Journal of Medecine and Surgery, 4(1), pp 7-11.

BROU, Yao. Telesphore. (2005). Climat, mutations socio-économiques 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, 212 p.

CAILLAUD, Denis., MERLE, Pierre., MARSON, Henri., & JEANNIN, Anne. (2005). Tempête et asthme. Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique, 45(1), pp 29-32.

CHEVRIER, Marie. Pierre. (2007). L'environnement et la santé humaine. In GAGNON, C. (Éd.), & ARTH, E. (collab.), Guide québécois pour des Agendas 21e siècles locaux : applications territoriales de développement durable viable (pp. 247–256).

KOUAME, Antoine. N'Guessan., AMANI, Michel. Kouassi., GNABOA, Roseline et al, (2014). Analyse de phénomènes hydrologiques dans un bassin versant urbanisé : cas de la ville de Yamoussoukro (centre de la Côte d'Ivoire). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2602-7828, (17).

KOUASSI, Amani. Michel., KOUAME, Koffi. Fernand., KOFFI, Yao. Blaise et al, (2010). Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : Cas du Bassin versant du N'Zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. Cybergeo : European Journal of Geography.

PEYRE, Michel., CHEMINAT, Jean. Charles., MOLINA, Claude. (1979). Asthme et facteurs météorologiques. Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique, 19(1), pp 39-42

SERVAT, Eric., PATUREL, Jean. Emmanuel., LUBES-NIEL, Heleine et al, (1999). « De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne ». Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, 12(2), pp. 363-387.

STRATEGIE AFRICAINE SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUE. (2009). amcen-15-ref-11, 84p.

VALLERON, Alain. Jacques. (2005). Climat et santé. Unité de recherches « épidémiologie et sciences de l'information », In séminaire de prospective scientifique et de lancement du programme recherche du plan national santé environnement et du plan santé travail, pp 14-25.