



CARTOGRAPHIE DES FACTEURS DE RISQUE DE LA PNEUMONIE DANS LE DISTRICT SANITAIRE DE BOUAKÉ SUD (CÔTE D'IVOIRE)

MAPPING OF PNEUMONIA RISK FACTORS IN THE SOUTH BOUAKÉ HEALTH DISTRICT (CÔTE D'IVOIRE)

¹ TRA BI Armand Zamblé, ² NOUFE Dabissi, ³ ANAS Emran, ⁴ SEDEHI Akissi Epiphanie.

¹ Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké, Côte d'Ivoire), trabiarmand@uao.edu.ci

² Maître de Conférences, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), dnoufe@hotmail.com

³ Professeur Titulaire, Institut Scientifique (Rabat, Maroc), emran@israbat.ac.ma

⁴ Doctorante, Université Alassane Ouattara, sedehiakissi@gmail.com

TRA BI Armand Zamblé, NOUFE Dabissi, ANAS Emran et SEDEHI Akissi Epiphanie Cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le District sanitaire de Bouaké sud (Côte d'Ivoire), *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé* 5 (9), 159-176, [En ligne] 2022, mis en ligne le 27/06/2022, consulté le 2022-06-27 20:46:04, URL: <https://retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=260>

Résumé

Le district sanitaire de Bouaké Sud est localisé au centre de la Côte d'Ivoire dans la zone de contact forêt-savane. Par sa position géographique, ce district se trouve également dans une zone de transition où le régime pluviométrique est instable. En outre, au plan démographique, cet espace abrite la localité de Bouaké qui est la deuxième plus grande ville de la Côte d'Ivoire. L'ensemble des caractéristiques physiques et

humaines du district le rend vulnérable à certaines pathologies infectieuses, notamment la pneumonie. La cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud vise la compréhension géographique des facteurs de l'incidence saisonnière de cette pathologie. Pour atteindre cet objectif, des données climatiques mensuelles, des données satellitaires de Landsat et de MODIS (aérosol), des statistiques sanitaires, démographiques et des enquêtes de terrain ont été utilisés. La méthode d'exploitation des données a fait appel à la statistique descriptive, à la cartographie des facteurs de risque et à leur combinaison à travers un Système d'Information Géographique (SIG). Les principaux résultats de l'étude indiquent, premièrement, une dégradation de la pluviométrie inter et intra annuelle entre 1990 et 2020, avec un rallongement des saisons sèches. Deuxièmement, l'étude établit une forte corrélation entre le caractère sec de l'année, la quantité d'aérosol de la saison sèche et l'incidence de la pneumonie. Troisièmement, le SIG indiquent que le Sud du district sanitaire de Bouaké Sud est soumis à un risque plus élevé de pneumonie que sa partie Nord.

Mots clés: Pneumonie, SIG, télédétection, aérosol, saison sèche, Bouaké.

Abstract

The south Bouaké health district is located in the center of Côte d'Ivoire in the forest-savannah contact zone. By its geographical position, this district is also in a transition zone where the rainfall regime is unstable. In addition, demographically, this space is home to the locality of Bouaké, which is the second largest city in Côte d'Ivoire. All the physical and human characteristics of the district make it vulnerable to certain infectious pathologies, in particular pneumonia. The mapping of pneumonia risk factors in the health district of South Bouaké aims to understand geographically the factors of the seasonal incidence of this pathology. To achieve this objective, monthly climate data, satellite data from Landsat and MODIS (aerosol), health and demographic statistics and field surveys were used. The data processing method used descriptive statistics, the mapping of risk factors and their combination through a Geographic Information System. The main results of the study indicate, first, a deterioration in inter- and seasonal rainfall between 1990 and 2020, with an extension of the dry seasons. Second, the study finds a strong correlation between the dryness of the year, the amount of dry season aerosol, and the incidence of pneumonia. Third, the GIS indicates that the south of the south health district of Bouaké is subject to a higher risk of pneumonia than its northern part.

Keywords: Pneumonia, GIS, remote sensing, aerosol, dry season, Bouaké

INTRODUCTION

Tous âges confondus, les Infections Respiratoires Aigües (IRA) constituent la première cause de morbidité et de mortalité dans le monde. Quatre millions de personnes meurent annuellement d'IRA. Parmi celles-ci, 98 % des décès sont dus aux infections des voies

respiratoires inférieures (M. Jeanoël, 2019, p.31 ; Organisation Mondiale de la Santé, 2020, p 1). La pneumonie est une forme grave d'infection aiguë des voies respiratoires basses spécifiquement au niveau des poumons. Les enfants de moins de cinq ans constituent la tranche d'âge la plus vulnérable aux IRA en général et à la pneumonie en particulier. Ainsi, les IRA sont responsables de 25% à 33% des décès frappant les nourrissons de bas âge (A. Sogoba, 2020, p.13). Parmi ces IRA, la pneumonie cause 15% du nombre total de décès des enfants de moins de cinq ans (P. Aubry et B. A. Gauzère, 2022, p 2). L'incidence des IRA est plus importante dans les pays en développement (90% en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud). En Afrique subsaharienne, on estime à environ 75 millions d'enfants touchés par les IRA. En Côte d'Ivoire, l'incidence des IRA en 2015, chez les enfants de 0 à 4 ans était de 202,35 pour mille (Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, 2015, p.17).

Les principaux facteurs de la pneumonie sont liés à l'environnement (surpeuplement, pollution de l'air ambiant à savoir le tabagisme, les fumées domestiques, les feux de forêts etc.), au sexe et à l'âge (le sexe masculin présente une incidence plus importante par rapport au sexe féminin) et aux conditions météorologiques et climatiques (C. Lafaix et P. Reinert, 1997, p.508 ; P. Aubry et B. A. Gauzère, 2022, p.2). La forte proportion de la pneumonie dans les pays pauvres est en partie liée aux conditions de vie des populations. Les faibles conditions financières, le logement collectif et la densité de l'habitat marquée par la promiscuité rendent ces populations vulnérables à la pneumonie. Au niveau climatique, les variations des saisons et leur caractéristique impactent fortement l'incidence de la pneumonie. Ainsi, H. Djibo et al. (2013, p.31) constate qu'à Niamey au Niger, les périodes de température minimale et de faible humidité

coïncident avec une incidence de pneumonie grave très élevée. En milieu tempéré, les IRA sont particulièrement actives pendant l'hiver à cause du froid et des longues périodes de confinement (M. Jeannoël, 2019, p 30). En outre, la saison sèche, par des conditions favorisant la pollution de l'air par les aérosols désertiques et les feux de végétation, ajoute aux conditions de développement des IRA (OMS et OMM, 2012, p 5 ; Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2016, p 5).

Face à l'ampleur des IRA comme problème mondial de santé publique, l'assemblée mondiale de la santé de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) a créé en 1982 le programme IRA. Ce programme comporte donc deux éléments principaux : une composante « service de santé » qui concerne l'application des stratégies existantes et une composante « recherche » visant à découvrir des méthodes nouvelles et améliorées de lutte (OMS, 1988, p.2). En dépit des énormes efforts accomplis depuis lors, les IRA et particulièrement la pneumonie demeurent aujourd'hui un problème majeur de santé publique. La cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud vise la compréhension géographique des facteurs de l'incidence saisonnière de cette pathologie. Ainsi, l'étude présente d'une part une cartographie, à l'échelle du district, de l'incidence saisonnière de la pneumonie. D'autre part, elle combine à travers un Système d'Information géographique, les facteurs de la maladie pour mettre en relief une classification des espaces par niveau de risque.

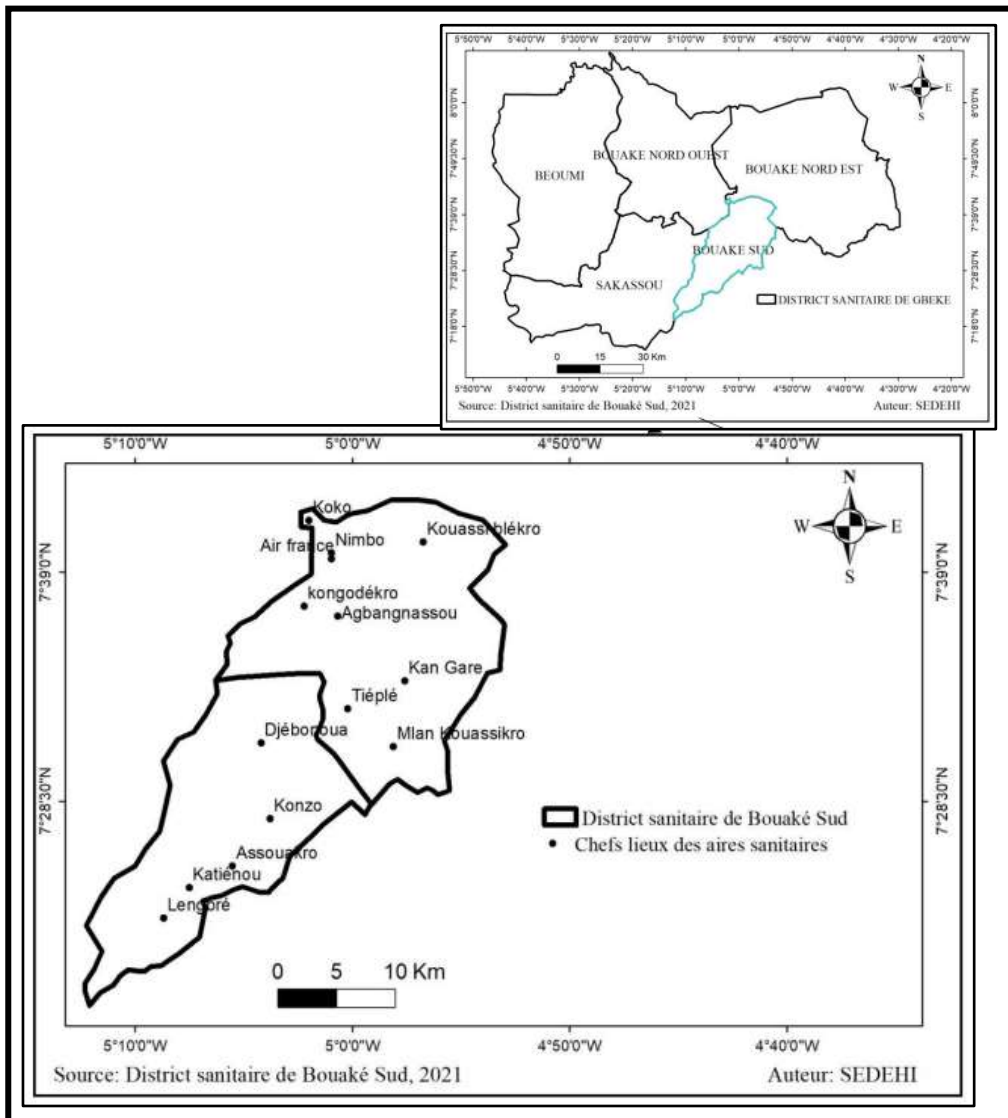
1. Données et méthodes de l'étude

1.1. Présentation du District sanitaire de Bouaké Sud

Le district sanitaire de Bouaké Sud fait partie de la région administrative de Gbêkê au Centre de la Côte d'Ivoire (Carte n°1). Ce district est composé de deux sous-préfectures : la sous-préfecture de Djébonoua (Djébonoua, Assouakro, Katiénou, Konzo et Lengbré) et la sous-préfecture de Bouaké (Koko, Nimbo, Air France, Kongodekro, Tieple, Abgangnassou, Kouassiblékro, Mlankouassikro et Gare kan). Il s'étend sur une superficie de 850 Km² avec une population d'environ 209 798 habitants.

Sur le plan physique, particulièrement au niveau climatique, le district sanitaire est sous l'influence de deux types de climats tropicaux : le climat subéquatorial à régime pluviométrique bimodal localisé au Sud et le climat tropical humide à régime pluviométrique unimodal localisé au Nord. C'est une zone de transition climatique où, de ce fait, les variations interannuelles des régimes sont importantes. Les précipitations annuelles sont abondantes avec une moyenne d'environ 1100 mm par an. La température moyenne est de 29°C avec une amplitude thermique annuelle de 4°C (Z. A. Tra Bi et al., 2020, p.90) .

Carte n°1: District sanitaire de Bouaké Sud



1.2. Données de l'étude

Deux catégories de données ont été utilisées dans cette étude. Il s'agit d'une part des données anthropiques (données démographiques, enquête de terrain et de santé), et d'autre part des données climatiques.

Le district sanitaire de Bouaké Sud comporte 14 aires sanitaires avec 35 centres de santé. Les

statistiques de santé sur la pneumonie ont ainsi été obtenues à la direction du district sanitaire de Bouaké Sud. Il s'agit des cas mensuels de pneumonie compilés sur la période de 2009 à 2020. Cependant, compte tenu des modifications administratives des limites des aires sanitaires survenues au cours de cette période, la série a été subdivisée en deux intervalles homogènes (2009-2014 et 2017-2020). Les statistiques démographiques sont issues du Recensement

Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2014. Pour les enquêtes et observations directes de terrain, les 14 aires sanitaires ont été

visitées. Un échantillon de 300 individus a été retenu à travers la méthode de quota. Le tableau n°1 résume cet échantillonnage. .

Tableau n°1 : Répartition de l'échantillon des personnes enquêtées

Localité (aire sanitaire)	Population totale	Population enquêtée
Kôkô	61846	88
Nimbo	26342	38
Air France	65640	94
Kongodekro	6200	9
Agbangnassou	1433	2
Kangare	7584	11
Tieple	5067	7
Kouassiblekro	1873	3
Mlankouassikro	1700	2
Djebonoua	17810	25
Konzo	3672	5
Assouakro	3286	5
Lengre	5225	8
Katienou	2120	3
Total	209798	300

Source : Direction de Coordination du Programme Elargi de Vaccination, 2020

Les données climatiques de l'étude sont issues de deux sources. Ce sont, d'une part, les données des paramètres climatiques in situ de la station météorologique synoptique de Bouaké aéroport. Les paramètres climatiques retenus sont à l'échelle mensuelle et concernent la pluviométrie et la température de l'air. La série s'étend de 1990 à 2020. Elle a pour source la SODEXAM (Société de Développement et d'Exploitation Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique). D'autre part, les données satellitaires d'épaisseur d'aérosol de MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) de la période de 2010 à 2020 ont été utilisées. Ce sont des données mensuelles de novembre à avril (saison sèche) de chaque année. Ces images ont une résolution spatiale d'un kilomètre. En outre, pour évaluer les conditions d'humidité au sol, des images satellites d'indice de végétation EVI (Enhance Vegetation Index) et de température de surface de Landsat (décembre 2020) ont été utilisées.

1.3. Méthode de traitement et d'analyse des données

La méthodologie de l'étude combine trois approches qui sont : la statistique ; la télédétection ; et les Systèmes d'Information Géographiques. L'ensemble de ces trois méthodes est validé par des enquêtes de terrain par questionnaire et par observation directe.

Ainsi, au niveau statistique, la saisonnalité de la pneumonie dans le district de Bouaké Sud est analysée. Pour cela, les saisons climatiques et leurs variations au cours de la période de 1990 à 2020 sont déterminées. La méthode de Birot (J-L. Trochain, 1975) qui compare les précipitations à quatre fois la température de l'air a servi de base à l'identification des saisons climatiques. Cette formule indique que lorsque les précipitations sont supérieures à quatre fois la température de l'air, alors la saison est qualifiée d'humide. Par contre lorsque c'est le contraire, alors la saison est dite sèche. Les fréquences des mois secs et humides sont ainsi déterminées.

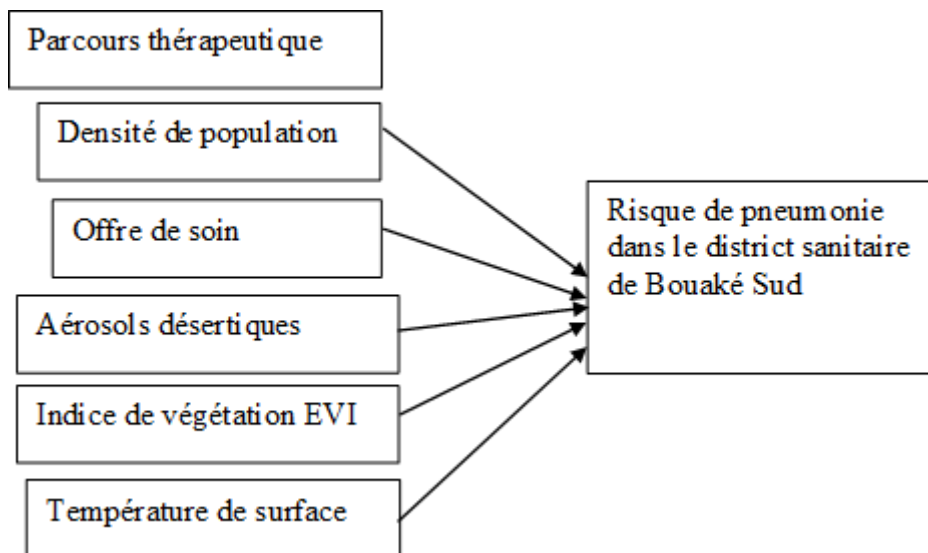
Une analyse de corrélation est alors faite entre ces mois et l'incidence de la pneumonie.

L'analyse par télédétection se base d'une part sur des statistiques spatiales à partir des valeurs des pixels (analyse de variation spatiale et analyse temporelle de dispersion) pour les données de MODIS (Z.A. Tra Bi et al. 2013, p.406) et sur la classification par segmentation des valeurs d'indices de végétation EVI (Enhance Vegetation Index) et de température de surface pour les données de Landsat. L'utilisation des images d'indice EVI et de température de surface se justifie par la recherche de caractérisation des conditions environnementales, notamment les nuances d'humidité de surface au cours de la saison sèche. La conversion des valeurs des pixels des images d'épaisseurs d'aérosol sous la forme de tableau permet ainsi de dessiner des courbes d'évolution de cette variable. Des analyses de

corrélation sont aussi faites avec l'évolution des cas de pneumonie observés.

La dernière analyse, à travers le Système d'Information Géographique, vise à croiser l'ensemble des couches cartographiques de l'étude, afin de classifier le district sanitaire de Bouaké Sud en différents niveaux de risques de la pneumonie. Il s'agit d'un SIG raster (image). A cette fin, les données anthropiques, notamment ponctuelles comme les statistiques démographiques, enquête de terrain et santé, ont été spatialisées par la méthode du plus proche voisin. La figure n°1 présente les couches du SIG. La carte des parcours thérapeutiques est issue des enquêtes de terrain. Les résolutions spatiales de l'ensemble des images ont été harmonisées. Chaque facteur a été classifié en attribuant des poids aux classes en fonction de leur potentiel de contribution à la survenue de la pneumonie.

Figure n°1 : SIG des risques de pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud



Source : Z. A. Tra Bi, 2021

2. RÉSULTATS DE L'ETUDE

2.1. Une confirmation des sécheresses observées depuis les années 1970

L'analyse de la pluviométrie interannuelle de 1990 à 2020 n'indique pas de tendance

significative à la hausse, selon le test de Mann-Kandall. Toutefois, la droite de régression linéaire indique une hausse moyenne de 4.5 mm par an (Figure n°2).

Dans le détail, deux séquences très contrastées apparaissent. Il s'agit des périodes de 1990 à

2002 et de 2003 à 2020. La première séquence (1990-2002) présente une hausse très nette des précipitations, avec un gain moyen annuel de 34 mm. Par contre, la deuxième séquence (2003-2020) est plus sèche avec une baisse moyenne annuelle des précipitations de 21 mm.

L'analyse saisonnière confirme cette tendance de la baisse pluviométrique à travers des fréquences plus élevées des sécheresses, pendant

la saison humide après 2002 (Tableau n°2). Cette observation est surtout visible pour les mois de début (avril) et de fin (octobre) de saison humide. Ainsi, la probabilité pour que le mois d'avril soit sec est de presque un sur deux (44%) après 2002, alors que cette probabilité n'était que d'un quart (25%) de 1990 à 2002. Au mois d'octobre, la probabilité de mois sec après 2002 (17%) est la double de celle d'avant cette date.

Figure n°2 : Evolution interannuelle de la pluviométrie à la station de Bouaké

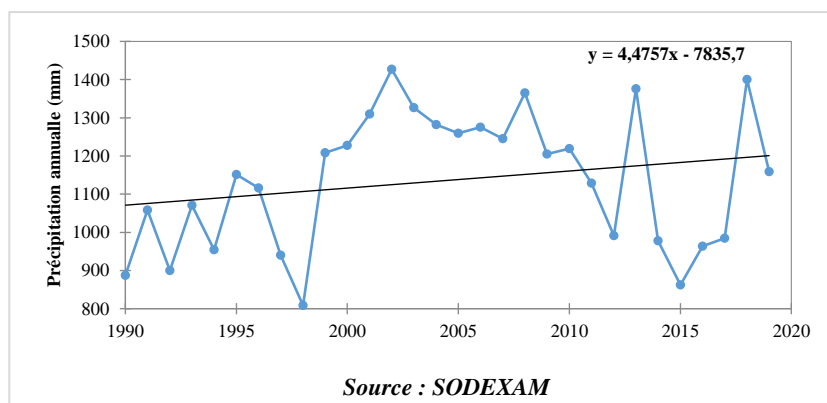


Tableau n°2 : Caractérisation statistique des saisons climatiques à Bouaké de 1990 à 2020

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Mois humides	0	1	8	19	26	28	29	27	27	26	0	0
Mois secs	30	29	22	11	4	2	1	3	3	4	30	30
Probabilité de mois sec (%)	100	97	73	37	13	7	3	10	10	14	100	100
Probabilité de sécheresse avant 2003 (%)	100	100	75	25	8	0	0	0	0	8	100	100
Probabilité de sécheresse après 2002 (%)	100	94	72	44	17	11	6	17	17	17	100	100

Source : SODEXAM, 2021

2.2. Des quantités d'aérosol désertique corrélées à l'évolution de la sécheresse et à la pneumonie

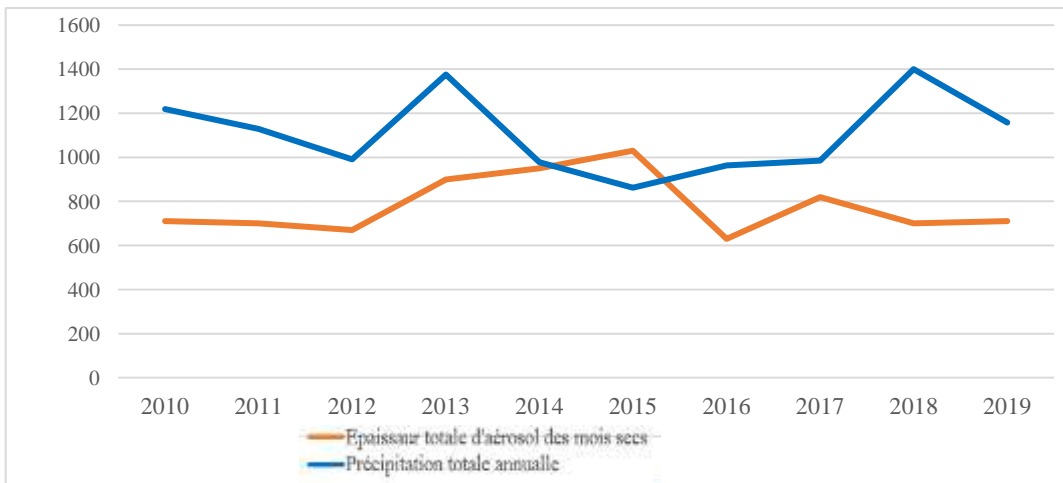
L'analyse comparée de l'évolution des quantités pluviométriques annuelles et des totaux des épaisseurs d'aérosol, exprimée en valeurs

comprises entre 0 et 255 (les valeurs mensuelles inférieures 25 correspondent un ciel cristallin avec une très faible quantité d'aérosol. Par contre, les valeurs de 255 correspondent à une densité d'aérosol empêchant le rayonnement solaire d'atteindre la surface terrestre.), indique une corrélation entre les deux variables. Selon toute logique, lorsque la pluviométrie

interannuelle évolue à la baisse, (2010 à 2014), les quantités d'aérosol annuelles pendant la saison sèche connaissent une augmentation. Dans le cas contraire, la hausse des précipitations annuelles conduit à une baisse des quantités d'aérosol en saison sèche (Figure n°3). Au niveau statistique, le coefficient de détermination

entre les deux variables est très expressif entre 2010 et 2013. 80% des quantités d'aérosol sont déterminées par la pluviométrie annuelle. Ce coefficient est de 30% entre 2015 et 2020 (certaines années comme 2014 n'obéissent pas à cette loi).

Figure n°3 : Evolution comparée de la pluviométrie annuelle et des épaisseurs d'aérosol



Source : MODIS et SODEXAM, 2021

Au niveau spatial, le district sanitaire de Bouaké Sud présente deux principaux espaces quant à la répartition des aérosols désertiques en saison sèche (Carte n°2). La moitié Sud du district concentre les plus fortes quantités d'aérosol comparativement à la moitié Nord.

La figure n4 indique que la pneumonie est une maladie qui sévit toute l'année quel que soit la saison climatique. Cependant, l'observation des cas saisonniers de la pneumonie dans le district sanitaire met en relief deux principales saisons favorables à une incidence élevée. Il s'agit de la grande saison pluvieuse (avril à juillet) et de la grande saison sèche (novembre à mars). Toutefois, la grande saison sèche demeure de loin la période la plus favorable à la pneumonie. Sur la période de 2009 à 2014, il est enregistré environ 16 000 cas de pneumonie dans le district au cours de la grande saison sèche. Ce volume est de 28 000 cas entre 2017 et 2020 (l'énorme

écart des valeurs est lié aux modifications des limites administratives des aires sanitaires et à la création de nouvelles aires). La petite saison sèche en août présente les cas les moins importants.

La répartition spatiale de l'incidence de la pneumonie dans le district de Bouaké Sud au cours de la grande saison sèche montre un schéma assez similaire à celui de la distribution des quantités d'aérosol en saison sèche (Carte n°3). Les incidences les plus élevées sont notées dans les aires sanitaires du Sud et du Centre du district. Cette observation est plus nette pour la grande saison sèche. Dans les deux cas, l'aire sanitaire de Djébonoua au centre du district enregistre la plus grande incidence (plus de 8%). Toutefois, une nuance existe dans le Nord-Ouest où la zone urbaine de Bouaké enregistre également des taux d'incidence élevé

Carte n°2 : Epaisseur d'aérosol au mois de Décembre, 2021

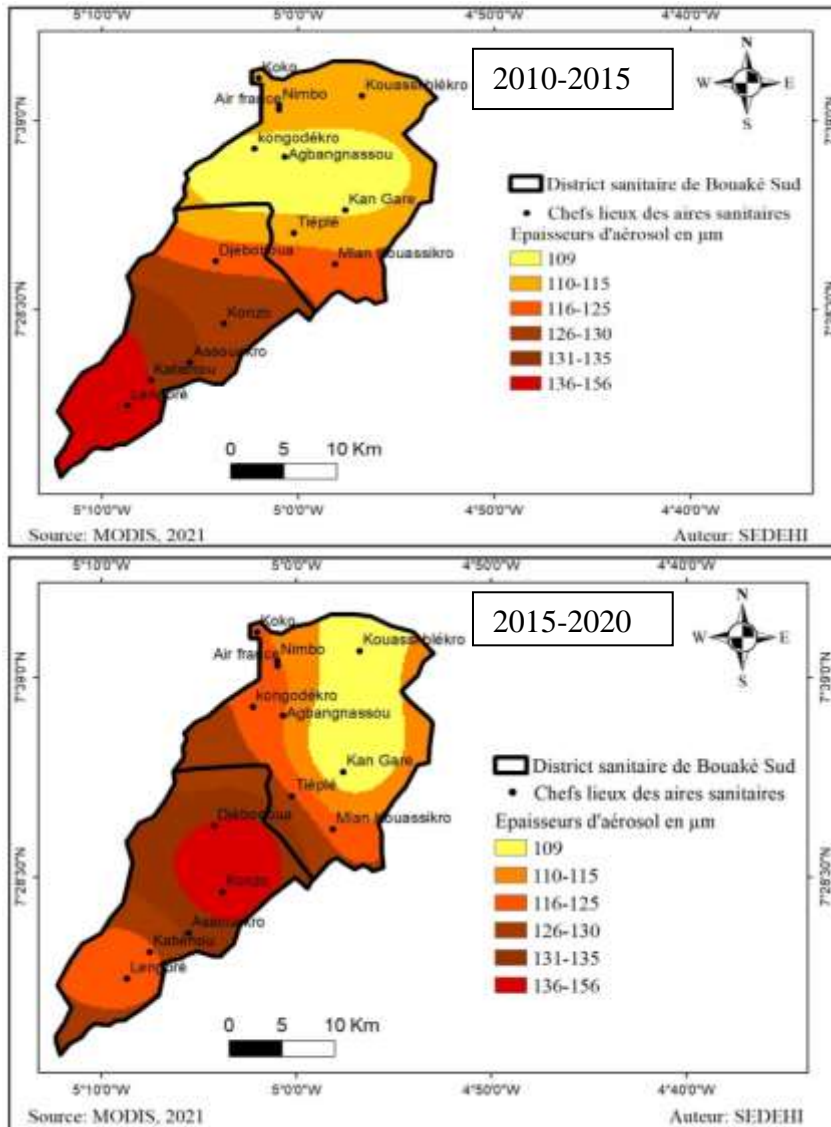
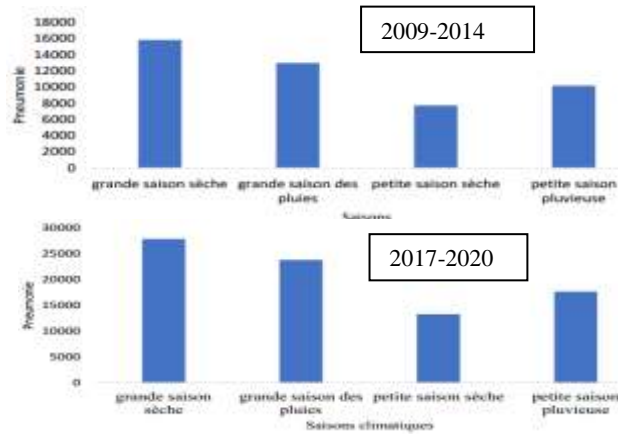
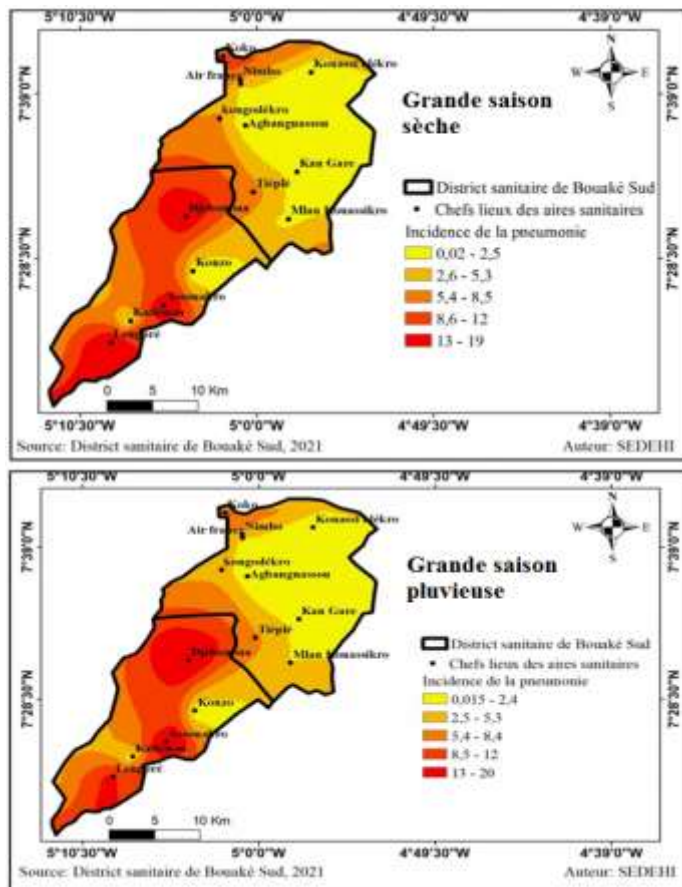


Figure n°4 : Cas de pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud



Source : Direction du district sanitaire de Bouaké Sud

Carte n°3 : Incidence de la pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud, 2021



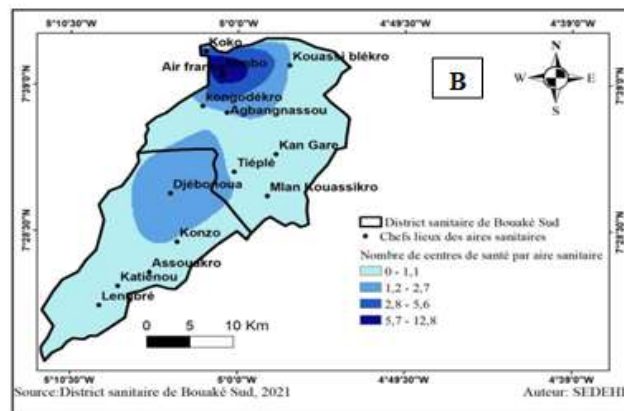
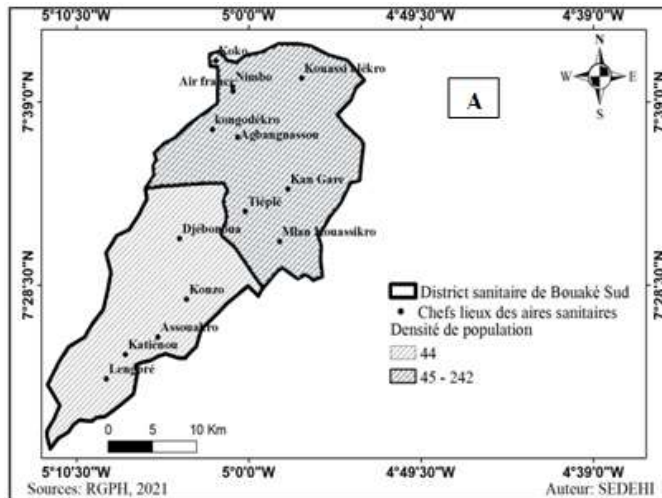
2.3. Des facteurs de risque de pneumonie plus favorables au Sud qu’au Nord du district

De nombreux facteurs anthropiques et naturels expliquent l’incidence plus élevée de la pneumonie au Sud par rapport au Nord dans le district sanitaire de Bouaké Sud. Cependant, dans le cas de la présente étude, six facteurs ont été retenus. Au niveau anthropique, il s’agit de la densité de la population, du ratio centre de santé par aire sanitaire, des modes de soins adoptés par les populations locales (moderne ou traditionnel). Au niveau naturel, les facteurs

retenus sont la quantité d’aérosol en saison sèche, le niveau de recouvrement du sol par le couvert végétal en saison sèche et la température de surface qui est un indicateur d’humidité de la surface de l’espace d’étude au cours de la saison sèche. En somme, le Système d’Information Géographique classe ici le district de Bouaké Sud en niveau de risque de la pneumonie au cours de la saison sèche.

La carte n°4 présente la situation démographique (A) et l’offre de soin de santé (B) dans le district sanitaire de Bouaké Sud. La carte de la densité de la population indique que les densités les plus fortes sont localisées au Nord du district.

Carte n°4 : Densité de population (A) et disponibilité de centre de santé (B) dans le district sanitaire de Bouaké Sud, 2021



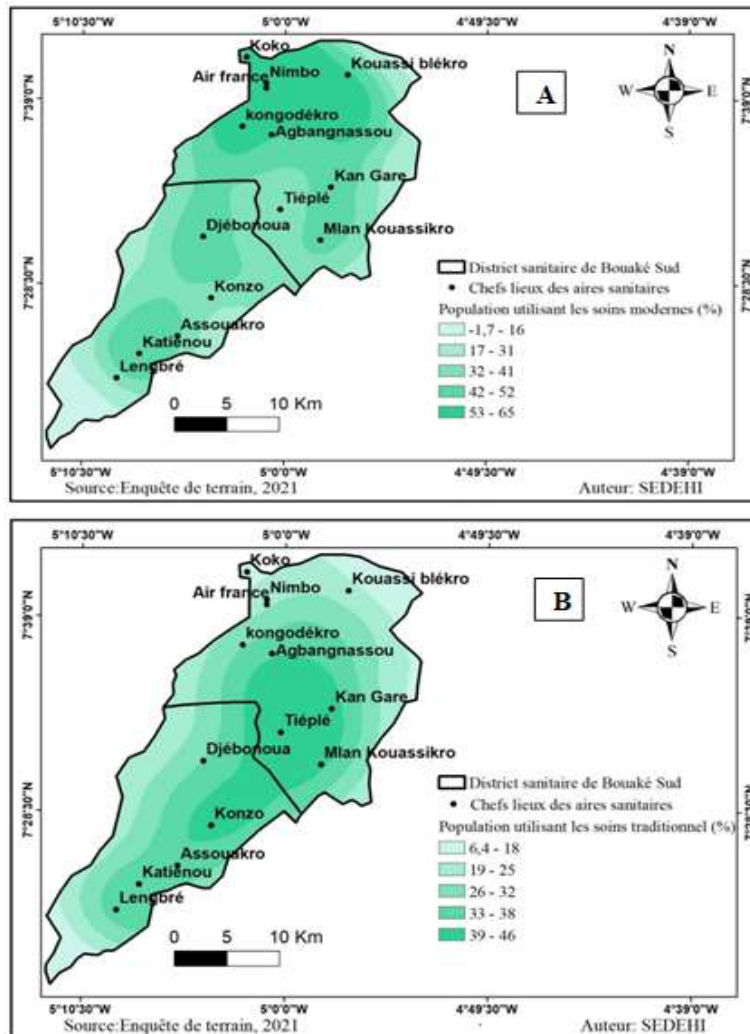
Cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le District sanitaire de Bouaké sud (Côte d'Ivoire)

Ces densités sont comprises entre 45 et 242 habitants au kilomètre carré. Les plus fortes densités sont notées dans la ville de Bouaké au Nord-Ouest. Cette répartition de la population justifie le nombre de centre de santé plus important au Nord (neuf centres de santé) qu'au Sud (cinq centre de santé). La carte B indique que la densité des centres de santé par aire sanitaire est plus élevée au niveau des pôles urbains du district que sont Bouaké (Nord-Ouest) et Djébonoua (Centre). Ces aires sanitaires regroupent 1 à 12 centres de santé. Au contraire de ces pôles, les espaces

majoritairement ruraux ont entre zéro et un centre de santé. Les parties Ouest et Sud-Ouest sont les plus dépourvues en centre de santé.

La carte n5 issue d'enquête de terrain conforte le fait que plus les centres de santé existent dans les localités, plus ils sont fréquentés par les populations. Les espaces de plus forte fréquentation des hôpitaux sont par conséquent localisés au Nord du District (Carte n°5 A). L'offre de soins traditionnels présente presque le même schéma de répartition que les soins modernes. De façon générale, les populations utilisent les deux types de soin.

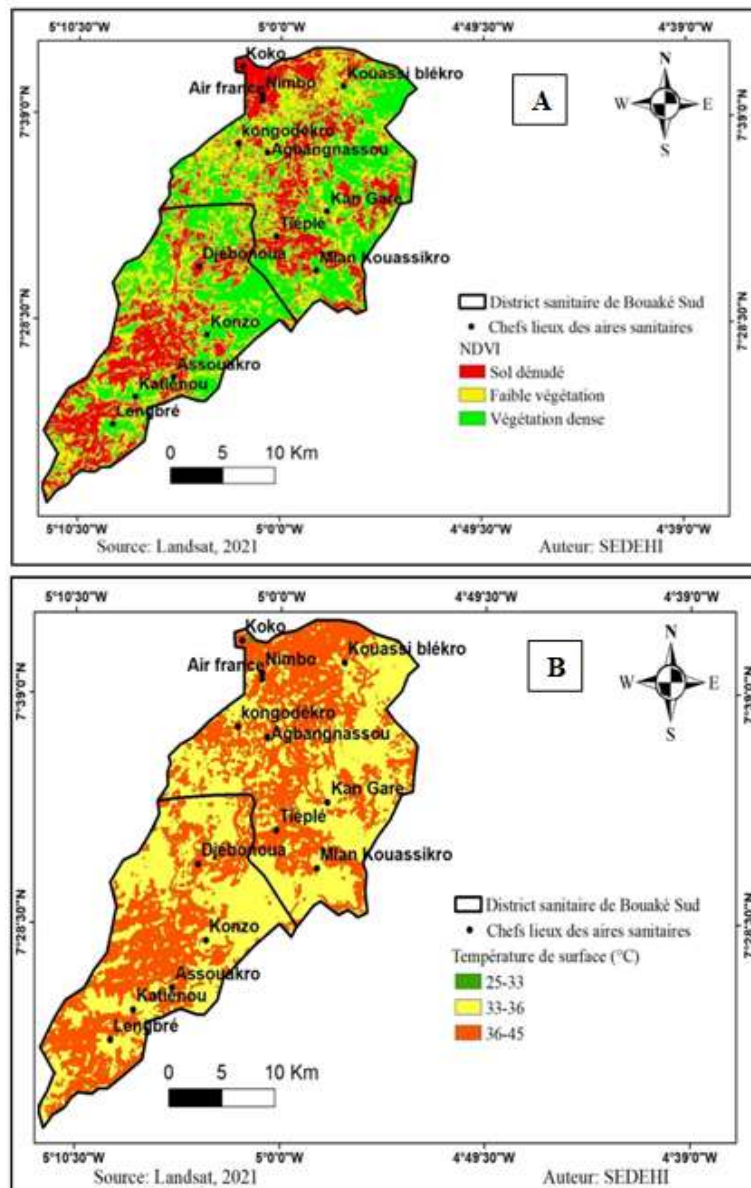
Carte n°5 : Type de soins adoptés par les populations : (A) soins moderne et (B) soins traditionnels), 2021



En conclusion, les facteurs humains permettent une meilleure offre de soin dans les parties Nord et Sud-Est du district sanitaire de Bouaké Sud. L'analyse des facteurs physiques, à travers la carte du recouvrement végétal du sol (Carte n°6

A) et celle de la température de surface (6 B), permet de comprendre que le Sud et le Nord présentent des conditions favorables au développement des aérosols en saison sèche.

Carte n°6 : Etat de surface du district sanitaire de Bouaké Sud : (A) recouvrement végétal et (B) température de surface, 2021



Les plus fortes températures de surface correspondent aux espaces urbanisés, aux espaces à faible recouvrement végétal et aux

espaces dénudés. Ces espaces sont alors favorables au développement des aérosols désertiques en saison sèche. Seul le Centre du

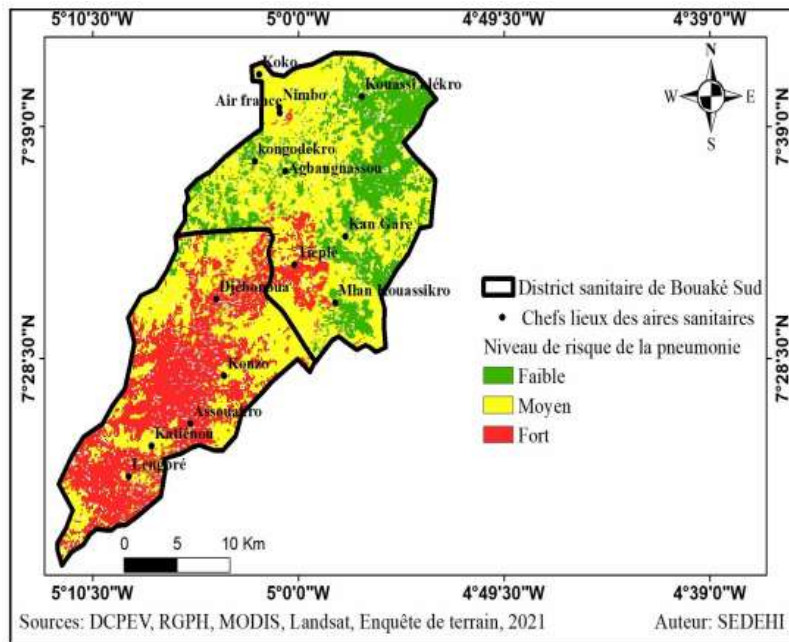
Cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le District sanitaire de Bouaké sud (Côte d'Ivoire)

district présente en théorie des conditions moins propices aux aérosols. Cependant, la carte des aérosols (carte 2) permet de comprendre que, dans les faits, les aérosols désertiques s'installent beaucoup plus dans la moitié Sud du district (y compris le centre) que dans la partie Nord.

Le croisement de l'ensemble des couches d'informations humaines et physiques à travers

le SIG raster (Carte n°7) aboutit à la conclusion que le risque de pneumonie en saison sèche est plus important dans la partie Sud du district sanitaire, notamment la sous-préfecture de Djébonoua, que dans la partie Nord (sous-préfecture de Bouaké). Les plus faibles risques sont d'ailleurs observés dans l'Est et le Nord-Est du district sanitaire de Bouaké Sud.

Carte n°7 : Risque de pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud pendant la grande saison sèche, 2021



3. DISCUSSION

L'évolution des conditions climatiques dans le district sanitaire de Bouaké Sud met en relief une dégradation continue de la pluviométrie interannuelle et de la pluviométrie saisonnière. En effet, la Côte d'Ivoire connaît une baisse pluviométrique importante caractérisée par une rupture à partir des années 1970 (Brou et al., 2005, p.534 ; Dékoula et al., 2018, p. 13209).. Les auteurs évaluent le déficit pluviométrique annuel entre 13 % et 30 %, partir de la décennie 1970. Les séries pluviométriques utilisées dans

les études antérieures s'étendent généralement de 1950 au début des années 2000. Dans le cas présent, la série des données climatiques couvre la période de 1990 à 2020. Elle se situe donc dans la séquence sèche observée depuis 1970. La norme des analyses en climatologie étant de 30 ans, notre étude permet d'actualiser les précédents constats. L'étude confirme, en outre, la dégradation continue de la pluviométrie amorcée depuis la décennie 1970. Le constat de la dégradation se caractérise entre autre par la réduction des saisons humides. Ces résultats ont déjà été obtenus par différents chercheurs. C'est la cas, par exemple, de A. M. Kouassi et al.,

(2010, p.18) qui fait le constat d'une réduction de la saison humide d'une décade à un mois dans le Centre et le Nord de la Côte d'Ivoire.

Le renforcement des conditions de sécheresse au Centre et au Nord de la Côte d'Ivoire est une situation climatique favorable à priori au développement des aérosols terrigènes, même si au niveau interannuelle, la tendance reste confuse. Ce constat a déjà été fait par Z. A. Tra Bi et I. Dombia (2020, p.34) dans la région sanitaire de Gbêkê au centre de la Côte d'Ivoire. L'origine de ces aérosols est liée à la fois aux conditions climatiques de circulation des masses d'air, aux activités humaines qui exposent et rendent vulnérables les sols et aux feux de végétation. En effet, au cours de la saison sèche, la majeure partie de la Côte d'Ivoire (y compris le Centre) est dominée par l'harmattan qui est une masse d'air chaude et sèche. Cette période se caractérise par des quantités importantes de particules terrigènes transportées par les vents (D. Noufé, 2011, p.73). J-L. Rajot et al., (2011, p.8) argumente l'action humaine dans la production d'aérosols désertiques par le fait que les activités anthropiques comme l'agriculture et l'élevage augmentent l'érodibilité des sols. Au Centre de la Côte d'Ivoire, où la végétation est essentiellement constituée de forêt semi décidue et de savane, les sols sont peu couverts au cours de la saison sèche. Cela les expose à l'érosion éolienne. Cette situation est accentuée par les feux de végétation qui sont intenses et fréquents à cette période de l'année. Ces feux constituent d'ailleurs une source importante d'aérosol. Dans le district sanitaire de Bouaké Sud, bien que la savane soit située dans la partie Nord et la forêt au Sud, les aérosols sont plus abondants au Sud. Cela peut s'expliquer par l'importante masse végétale forestière brûlée chaque année (K. S. Dahan et al., 2021, p.102). L'analyse comparée

des quantités d'aérosol et des caractères d'humidité des années permet de faire aussi le constat selon lequel : plus les années sont sèches, plus les aérosols sont importants au cours de la grande saison sèche de novembre à avril au Centre de la Côte d'Ivoire.

L'étude établit une corrélation entre l'évolution des aérosols et l'incidence de la pneumonie. De nombreuses études mettent en relief le même constat (C. Lafaix et P. Reinert, 1997, p.508 ; P. Aubry et B. A. Gauzère, 2020, p.2). Pour la détermination des facteurs de risque de la pneumonie, seulement six facteurs ont été retenus dont trois facteurs humains (la densité démographique, le nombre de centre de santé et les types de soin) et trois facteurs physiques (la végétation, la température de surface et la quantité d'aérosol). L'analyse des facteurs humains indique que les localités situées à l'Est, au Centre et au Nord présentent une meilleure offre de soin de santé. Cependant, la vulnérabilité à la pneumonie de ces espaces du district peut s'expliquer par la densité de la population à travers la promiscuité dans certaines localités comme la ville de Bouaké. La promiscuité est en effet un facteur de diffusion des maladies infectieuses (C. Lafaix et P. Reinert, 1997, p.508). Ce SIG des facteurs anthropiques peut être amélioré considérablement en ajoutant certaines variables importantes comme l'âge, le sexe, la densité de l'habitat, l'architecture des maisons, la taille des ménages et le niveau de pauvreté. Concernant les facteurs naturels, les résultats de l'étude indiquent des conditions plus favorables à la pneumonie au Sud et au Nord du district sanitaire. Cette situation est particulièrement liée à l'état de la végétation en saison sèche et aux caractéristiques physiques des villes où les sols sont, dans leur majorité, dénudés. Ces facteurs physiques peuvent aussi

être renforcés en y intégrant les conditions météorologiques (les types de temps, la température de l'air, les précipitations, les vents). Ces conditions ont été prises en compte dans un modèle de simulation des aérosols développé par C. Pierre (2010, p.177) pour analyser la dynamique des aérosols dans le sahel. Un accent particulier est mis par cet auteur sur les caractéristiques de la végétation dans la production des aérosols terrigènes.

Une limite importante de la présente étude est qu'elle évalue les risques uniquement en grande saison sèche, alors qu'une observation des résultats indique que la pneumonie est très importante pendant la saison pluvieuse. Le nombre de cas au cours de la saison des pluies est tout aussi important lorsqu'on additionne les deux saisons de pluie de l'année. Par exemple, de 2009 à 2014, le nombre total de cas de pneumonie des deux saisons de pluie est sensiblement égale à celui des deux saisons sèches (24 000 cas).

CONCLUSION

La cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le district sanitaire de Bouaké Sud est basée, d'une part, sur une analyse préalable de la corrélation entre la maladie et les conditions climatiques d'humidité du district. L'analyse de la série pluvio-thermique de 1990 et 2020 met en relief une dégradation continue de la pluviométrie inter et intra annuelle. En plus des baisses des quantités annuelles, il est constaté une réduction de la longueur des saisons humides après 2003. Les mois les plus impactés sont ceux du début de la saison humide (avril avec 44% de mois sec) et de fin de la saison humide (octobre avec 17 % de mois sec). L'accentuation des conditions de sécheresse a conduit à faire une comparaison entre les statistiques de la

pneumonie et les caractéristiques d'humidité de l'année. Il apparaît à ce sujet que plus l'année est sèche marquée par une importante quantité d'aérosol en saison sèche, plus l'incidence de la pneumonie est élevée. A contrario, la baisse de l'incidence de la pneumonie est caractérisée par une baisse des quantités d'aérosol de la saison sèche. La cartographie par SIG de certains facteurs physiques (aérosol, niveau du couvert végétal et la température de surface) et humains (la densité de la population, le nombre de centre de santé et leur répartition, le parcours thérapeutique) de risque de la pneumonie aboutit à l conclusion que ces risques sont plus importants en saison sèche dans le Sud du district de Bouaké Sud que dans le Nord. Cependant, l'étude fait aussi remarquer que la pneumonie est une pathologie dont la morbidité demeure également importante en saison humide. Ce constat amène à se demander si les facteurs de risque de la pneumonie sont les mêmes quel que soit la saison.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBRY Pierre et GAUZERE Bernard-Alex, 2022, « Infections respiratoires aiguës Actualités 2022 », Médecine Tropicale, (en ligne) URL : <http://medecinotropicale.free.fr/cours/infrespi.pdf>

BROU Yao Téléphore, AKINDES Francis et BIGOT Sylvain, 2005, « La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles », Cahiers Agricultures, Les Ulis, edp sciences, Vol. 14, N°6, p. 533-540.

DAHAN Kueshi Sémanou, DIBI N'DA Hyppolite, ASSI-KAUDJHIS Chimène, 2021, « Dynamique spatio-temporelle des feux de 2001 à

2019 et dégradation du couvert végétal en zone de contact forêt-savane, Département de Toumodi, Centre de la Côte d'Ivoire », *Afrique SCIENCE* 19(2), p. 94 – 113.

DEKOULA Charles Sékpa, KOUAME Brou, N'GORAN Kouadio Emmanuel, EHOUNOU Jean-Noël, YAO Guy Fernand, KASSIN Koffi Emmanuel, KOUAKOU Brou Julien, N'GUESSAN Badou Angelo Evariste et SORO Nagnin, 2018, « Variabilité des descripteurs pluviométriques intrasaisonniers à impact agricole dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire : cas des zones de Boundiali, Korhogo et Ouangolodougou », *Journal of Applied Biosciences*, 130, p. 13199-13212.

DJIBO H., ALKASSOUM I., MAMADOU D., AMADOU M., MOCTAR R. S., 2013, Effets du changement climatique sur la pathologie infantile en milieu pédiatrie de l'hôpital national de Niamey», *Cahier Santé Publique*, Vol. 12, n°1, p. 27-36.

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2016, Exposition à la fumée des feux de forêt :

Lignes directrices provisoires pour la protection de la santé et du bien-être publics, Canada, (en ligne) URL : <https://www.hss.gov.nt.ca/sites/hss/files/resources/smoke-exposure-wildfire-guidelines-fr.pdf>

JEANNOËL Marion, 2019, Pneumopathies bactériennes secondaires aux infections respiratoires virales : de l'étude expérimentale in vitro à l'analyse descriptive des données hospitalières en passant par l'étude prospective d'une cohorte de patients, Lyon (France), Thèse de doctorat de l'Université de Lyon 1

KOUASSI Amani Michel, KOUAME Koffi Fernand, KOFFI Yao Blaise, DJE Kouakou Bernard, PATUREL Jean Emmanuel et OULARE Sekouba, 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*, p. 1-30.

LAFaix Christian et REINERT Paul, 1997, « Morbidité et mortalité de l'Infection Respiratoire aigüe chez l'enfant de moins de 5 ans dans le monde », *Médecine et Maladies infectieuses*, 27, N ° Spécial, p. 507-12.

Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, 2015, Plan national de développement sanitaire 2016-2020, Abidjan, Côte d'Ivoire.

NOUFE Djibril, 2011, « Changements hydroclimatiques et transformations de l'agriculture : l'exemple des paysanneries de l'Est de la Côte d'Ivoire », *Carnets de Géographes*, 3, p. 1-5.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1988, Rapport du programme 1988, Éditions de l'OMS, Genève (Suisse).

Organisation mondiale de la Santé (OMS) et Organisation météorologique mondiale (OMM), 2012, Atlas de la santé et du climat, Éditions de l'OMS, Genève (Suisse).

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2020, Manuel pratique pour la mise en place et la gestion d'un centre de traitement des IRAS et d'une unité de dépistage des IRAS dans les établissements de soins, Éditions de l'OMS, Genève (Suisse)

Cartographie des facteurs de risque de la pneumonie dans le District sanitaire de Bouaké sud (Côte d'Ivoire)

PIERRE Caroline, 2010, Variabilité interannuelle des émissions d'aérosols minéraux en zone semi-aride sahélienne, Paris (France), Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie

RAJOT Jean Louis, ABDOURHAMANE TOURE Amadou, GUILLON Rodrigue, GARBA Zibo, PETIT Christophe, BICHET Vincent, DURAND Alain, SEBAG David, MARTICORENA Béatrice, 2011, Les poussières terrigènes au Sahel – un marqueur climatique ou anthropique ? , in Colloque international : sciences de l'eau, du climat et de l'environnement pour un développement durable de l'Afrique, édition IRD, Ngouandéré (Caméroun).

SOGOBA Aboubacar, 2020, Aspect épidémiologique clinique et thérapeutique des Infections Respiratoires Aigües dans le service de pédiatrie du CSREF CII du district de Bamako (A propos de 121 cas), Bamako (Mali), thèse de doctorat d'état de la faculté de médecine et d'odontostomatologie.

TRA BI Zamblé Armand et DOUMBIA Isoumaïla, 2020, « Etude géographique de l'impact des aérosols sur les infections respiratoires aigües de la saison sèche dans les districts sanitaires de Gbêkê », La revue des Sciences Sociales « Kafoudal » N° Spécial Janvier 2020, p. 27 - 40

TROCHAIN Jean-Louis, 1975, « Le modelé des régions chaudes et humides : J. Tricart, Le modelé des régions chaudes. Forêts et Savanes. » In: Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 46, fascicule 4, p. 459-462.