IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR L'EPIDEMIE DE LA MENINGITE A MENINGOCOQUE DANS L'OUEST DU NIGER

IMPACTS OF METEOROLOGICAL AND CLIMATIC CONDITIONS ON THE MENINGOCOCCAL MENINGITIS EPIDEMIC IN WESTERN NIGER

Boubacar **IBRAHIM**[1] ; Moussa **WAONGO**[2] ; Zouleidou **KASSOUM MOUSSA**[2] ; Ramatoulaye **LAZOUMAR HAMIDOU**[3] ; Zaneidou **MAMAN**[4]

1. *Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger*
2. *Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger*
3. *Unité UESEC- CERMES, Niamey, Niger*
4. *Service Gestion Des Données, Direction de la Surveillance et de la Riposte aux Epidémies, Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, Niamey, Niger*

Auteur correspondant : ibraboub@yahoo.fr

RESUME

La méningite à méningocoque représente un problème de santé publique majeur en Afrique, et au Niger en particulier. Les épidémies récurrentes surviennent pendant la saison sèche, entre mars et juin de chaque année avec des centaines de cas de contamination. La partie Ouest du Niger qui totalise plus de 53% de la population du pays est une zone très affectée et dispose de districts sanitaires (Gaya au Sud, Dosso au centre Sud, Niamey au centre Nord, Tillabéry au Nord et Tahoua à l'extrême Nord) ayant un suivi rigoureux et régulier sur une longue période. L'objectif de cette étude est de caractériser dans cette partie du Niger la dynamique spatio-temporelle entre les épidémies de méningite à méningocoque et les paramètres climatiques (pluie, humidité relative, température et vitesse du vent) pendant la période de 1994 à 2024. Des méthodes statistiques ont été utilisées pour déterminer la variabilité saisonnière, interannuelle, et spatiale des épidémies de méningite dans la zone et ses relations avec les paramètres climatiques. L'analyse des données des épidémies montre une forte variabilité interannuelle sans aucune tendance linéaire. Les relations entre la méningite et la pluviométrie au cours de l'année ont montré une faible corrélation entre les deux paramètres. Quant aux relations entre le nombre de cas moyen mensuel de la méningite et l'humidité moyenne mensuelle, seule la station de Tahoua a montré une corrélation significative. La corrélation est aussi significative entre la méningite et les températures à Dosso, à Niamey et à Tillabéry. Les corrélations linéaires significatives entre le nombre de cas de méningite et quelques paramètres climatiques a permis d'élaborer des modèles de régression linéaire multiple pour la prédiction du nombre mensuel de cas de méningite en fonction. Les modèles de régression multilinéaire définis sont des outils d'aide à la décision à travers les prévisions qui permettront une meilleure préparation de la gestion de l'épidémie dans la zone.

Mots clés : variabilité climatique, méningite, modèle de régression linéaire, Sahel, Niger.

ABSTRACT

Meningococcal meningitis is a major public health problem in Africa, and in Niger in particular. Recurrent epidemics occur during the dry season, between March and June of each year with hundreds of cases. The western part of Niger, which accounts for more than 53% of the country's population, is a highly affected area and has the health districts (Gaya in the south, Dosso in the central south, Niamey in the central north, Tillabéry in the north, and Tahoua in the extreme north) with a rigorous and regular follow-up over a long period. The objective of this study is to characterize the spatio-temporal dynamics between meningococcal meningitis outbreaks and climatic parameters (rain, relative humidity, temperature, and wind

speed) during the period from 1994 to 2024 in this part of Niger. Statistical methods were used to characterize the seasonal, interannual and spatial variability of meningitis outbreaks in the area and its relationship with climatic parameters. The analysis of epidemic data shows strong interannual variability without any linear trend. The relationships between the meningitis number of cases and rainfall during the year showed a weak correlation between the two parameters. As for the relationships between the monthly average number of meningitis cases and the monthly average humidity, only Tahoua station showed a significant correlation. The correlation is also significant between the meningitis number of cases and temperatures at Dosso, Niamey and Tillabéry. The significant linear correlations between the number of meningitis cases and some climatic parameters have helped to develop a multiple linear regression model for predicting the monthly number of meningitis cases as a function. The defined multilinear regression models are decision support tools through forecast the number of cases that will allow a better preparation for meningitis epidemic management in the area.
Key words: climate variability, meningitis, linear regression model, Sahel, Niger.

INTRODUCTION

La zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest est considérée comme étant la partie la plus vulnérable aux effets du changement et/ou de la variabilité climatique, notamment en ce qui concerne les effets sur la production agricole et la santé des populations (L. M. NASSOUROU et *al*., 2018, p13 ; MESDD, 2020, p26). C'est aussi dans cette zone que la situation sanitaire est aujourd'hui la plus préoccupante à cause du manque d'infrastructures de santé et de moyens humains (M. NDIAYE, 2015, p30). Le Niger, pays sahélien avec un climat de type tropical aride est particulièrement affecté. Le pays subit les effets néfastes des phénomènes climatiques extrêmes (vagues de chaleur, vents violents, poussières, pluies intenses, etc.) qui constituent un grand handicap pour son développement notamment sur la santé de la population (CNEDD, 2014, p9). La Méningite Cérébro-Spinale (MCS) est une maladie climato-sensible qui affecte l'ensemble de la zone sahélienne (Paireau J., 2014, p2). Elle est une maladie contagieuse due au méningocoque *Neisseria meningitidis*, une bactérie Gram négatif dont la transmission interhumaine s'effectue par voie aérienne. Bien que cette maladie soit présente partout, une partie de l'Afrique subsaharienne appelée « ceinture de la méningite » (10°-15° de latitude nord), supporte l'essentiel de la charge de la morbidité (A. M. MOLESWORTH et al., 2002, p5). Des épidémies s'y déclenchent de façon régulière uniquement pendant la saison sèche, de décembre à mai (J. PAIREAU, 2014, p10). La MCS est donc devenue un problème de santé publique particulièrement en Afrique de l'Ouest qui enregistre entre 25 000 et 200 000 cas par an, dont environ 10 % de décès pour les décennies 1980 et 1990 (B. SULTAN, 2011, p43). Le Niger, situé au cœur de la ceinture de méningite, est l'un des pays le plus touché par les recrudescences saisonnières qui prennent parfois une ampleur épidémique. Entre 453 et 43 203 cas suspects sont notifiés au Niger chaque année entre 1960 et 2010 (WHO, 2013), concernant en premier lieu les enfants et les jeunes adultes. Plus de 3 165 cas suspects de méningite dont 159 décès ont été notifiés au Niger, soit un taux de létalité de 5% (INS, 2023, p223). L'épidémie touche pratiquement chaque année tous les

districts du pays. Au Niger, la surveillance de la méningite (maladie à déclaration obligatoire) se fait sur la base des cas suspects notifiés par les formations sanitaires et transmis au niveau central sous forme de données agrégées à l'échelle des districts. L'agrégation de ces données facilite leur traitement au niveau central mais entraîne une perte d'information en renvoyant une image homogène du risque, qui ne reflète pas toujours la situation épidémique potentiellement disparate au sein d'un district (J. PAIREAU, 2014, p25). De nombreux facteurs semblent intervenir dans la survenue de ces épidémies. Une combinaison de facteurs de risque, impliquant à la fois le micro-organisme, l'hôte et l'environnement au sens large, est probablement nécessaire pour déclencher une épidémie en un lieu et à un temps donné. Peu d'études ont porté sur l'évaluation de l'impact des facteurs climatiques sur le développement et la propagation de cette maladie.

Dans le contexte actuel de changement climatique, une meilleure compréhension des paramètres météorologiques favorisant l'apparition de la méningite constitue une étape importante vers un meilleur contrôle de cette maladie à potentiel épidémique. C'est ainsi que cette étude se propose d'étudier la relation entre la variabilité climatique et l'incidence de la méningite dans la bande centre-ouest du Niger notamment les régions de Dosso, Tahoua, Tillabéry et Niamey qui sont très affectées par la maladie.

Ces régions représentent plus de 53% de la population totale du pays (INS, 2023, p54) et leurs districts disposent des données les plus complètes sur une longue période. L'objectif global de cette étude est de caractériser la dynamique spatio-temporelle des épidémies de méningite à méningocoque et les facteurs climatiques.

Il s'agit spécifiquement :

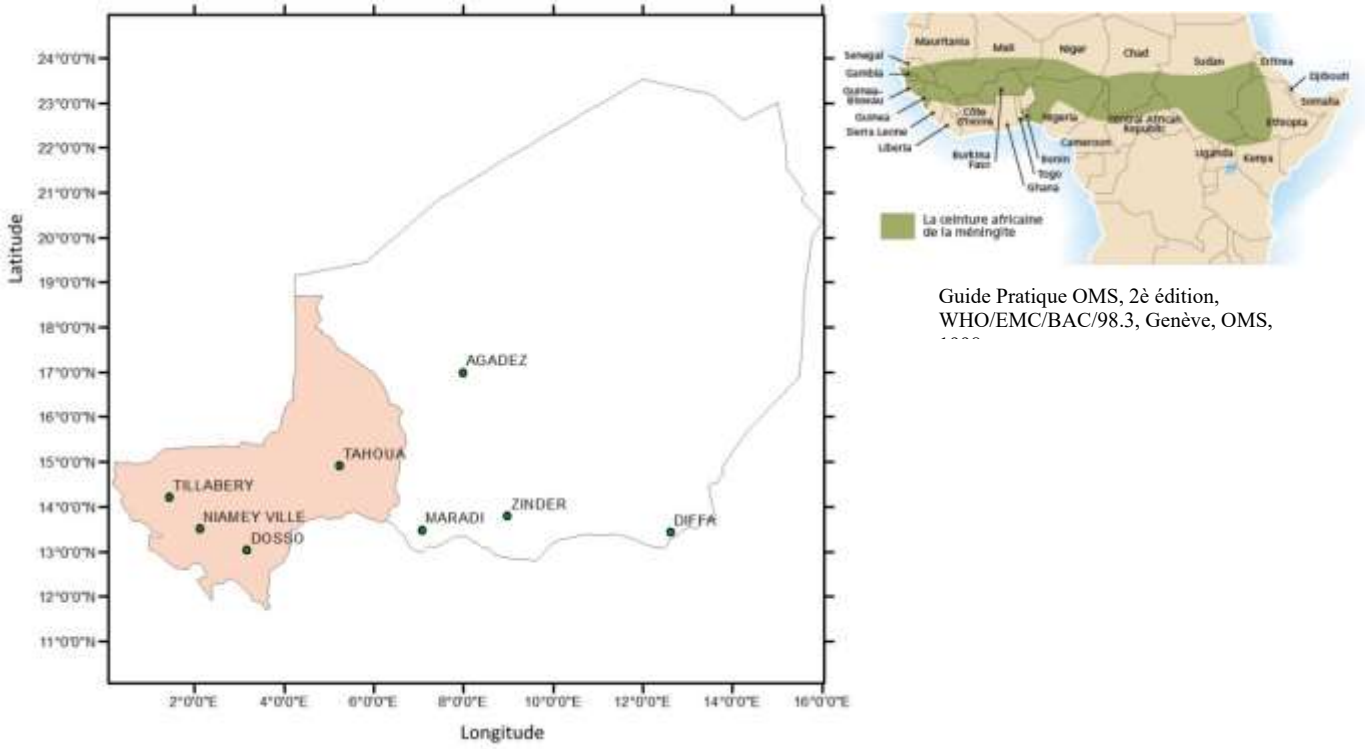
- de caractériser la variabilité des paramètres climatiques susceptibles de déclencher la méningite pour la période 1994-2024 ;
- d'analyser la variabilité temporelle et spatiale des épidémies de méningite pour la période 1994-2024 ;
- de déterminer les relations entre les facteurs climatiques et les épidémies de méningite à méningocoque dans la zone d'étude.

II. Matériel & Méthodes

II.1 Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude s'étend sur quatre régions localisées dans la partie ouest du Niger (Figure 1). Elle comprend la région de Tahoua, Tillabéry, Niamey et Dosso. Cette zone est limitée au Nord par le Mali et la région d'Agadez, à l'Ouest par le Burkina Faso, au sud par le Bénin et le Nigeria et enfin à l'Est par la région de Maradi. Elle s'étend sur une superficie d'environ 236 042,27 Km² soit 18,65 % du territoire national et une population estimée à 13 510 053 habitants soit 53% de la population totale du pays (INS, 2023, p55).

Le climat de la zone, va du domaine sahélo-soudanien au Sud à sahélien au Nord. La pluviométrie de la zone présente une forte variabilité spatiale avec un cumul annuel compris entre 300 mm (Tahoua) et 750 mm (Gaya). Le cycle saisonnier de la pluviométrie est marqué par de fortes pluies au mois d'Aout et une saison sèche qui s'étale du mois d'Octobre au mois de Mai. Les températures moyennes journalières varient de 18°C au mois de Décembre (période très froide) à 45°C aux mois de forte chaleur (Avril-Mai).



Guide Pratique OMS, 2è édition, WHO/EMC/BAC/98.3, Genève, OMS,

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

II.2 Données de l'étude

II.2.1 Données climatiques

Les données climatiques sont issues de deux sources : les observations au niveau des stations synoptiques et les données spatialisées du CRU (Harris I et al., 2020). Les données climatiques observées proviennent des quatre stations synoptiques (Tillabéri, Tahoua, Niamey et Dosso). Les données ont été obtenues auprès du Centre Régional Agrhymet (CRA) et de la Direction de la Météorologie Nationale du Niger (DMN). Ces données se réfèrent à la période 1981-2018 et comprennent les variables météorologiques suivantes pas de temps journalier : la pluviométrie, les températures minimales et maximales, l'humidité relative de l'air et la vitesse du vent.

Les données climatiques du CRU (1901-2024), sont des données mensuelles spatialisées à la résolution spatiale de 0.5°x0.5°. Elles concernent les températures (minimale, moyenne et maximale), la pluie et l'évapotranspiration potentielle.

II.2.2 Données épidémiologique de la méningite

Les données de l'épidémie de la méningite ont été obtenues auprès du service de Gestion Des Données de la Direction de la Surveillance et de la Riposte aux Epidémies du Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique du Niger. Ces données ont été collectées au niveau des districts sanitaires de la zone. Le nombre de districts a évolué dans le temps, il est passé de 16 districts en 1994 à 33 districts en 2024 (soit une augmentation de 100%). Les données brutes sont au pas de temps hebdomadaire. Mais, elles ont été agrégées aux pas de temps mensuel et annuel pour l'analyse des variabilités saisonnière et interannuelle, et l'évaluation des corrélations avec les paramètres climatiques.

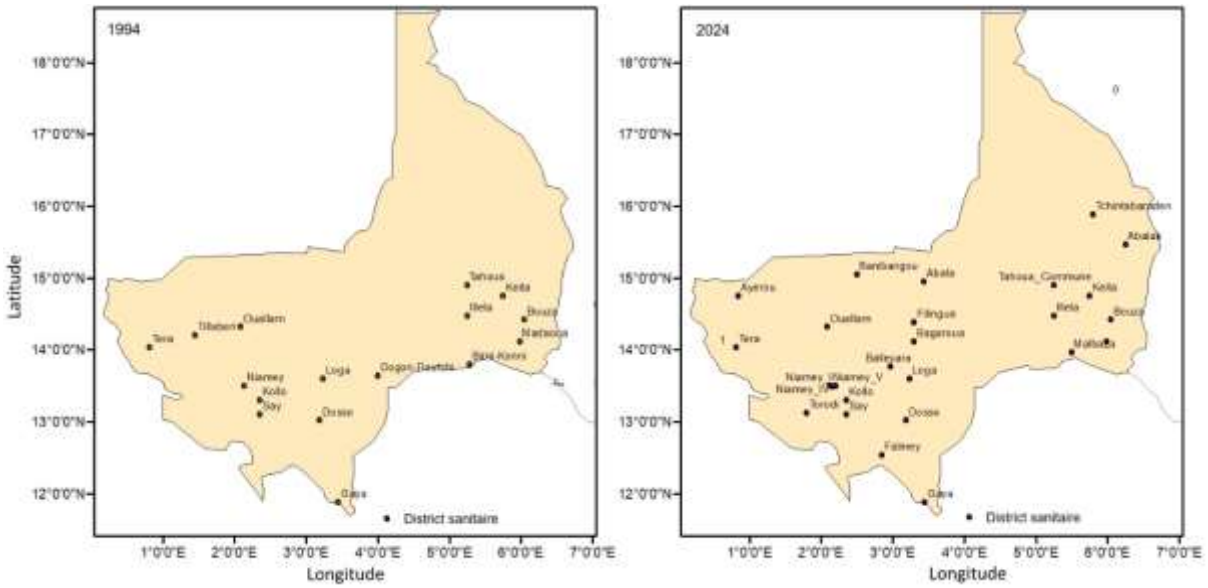


Figure 2 : Nombre de districts sanitaires dans la zone en 1994 et en 2024

II.3 Analyse des données

II.3.1 Caractérisation de la variabilité climatique

L'analyse des paramètres climatiques est faite avec le logiciel excel pour le calcul des amplitudes et pour les représentions graphiques des données mensuelles et annuelles. Les données mensuelles sont utilisées pour caractériser le régime saisonnier et les données annuelles sont utilisées pour la caractérisation de la variabilité interannuelle du climat dans la zone.

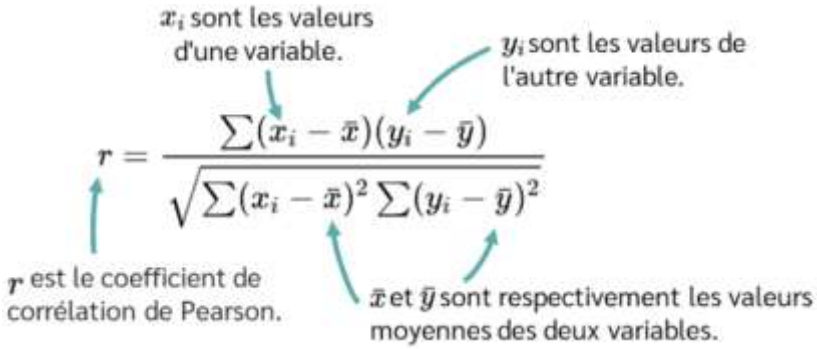
II.3.1 Analyse des épidémies de méningite

L'analyse de la variabilité saisonnière du nombre de cas de méningite a été faite à travers les statistiques descriptives par le calcul des valeurs moyennes. Le but est de faire ressortir les mois qui présentent des forts cas des épidémies de méningite dans la zone. L'identification d'une épidémie de méningite se fait habituellement selon un seuil établi par l'OMS, le seuillage est différent en fonction des échelles d'études. Pour

mesurer l'intensité de la maladie (voir si on est en situation épidémique ou pas), un seuil préétabli par l'OMS a été utilisé. Le seuil de l'OMS définit une année est épidémique si le taux d'attaque est égal ou supérieur à 10 cas pour 100000 habitants. L'épicentre de l'épidémie au cours d'une période est le district ayant enregistré le plus grand nombre de cas au cours de la période. Les épicentres sont représentés sur les cartes à l'aide de Surfer, un outil de spatialisation des données géographique.

II.3.2 Relation entre l'épidémie de méningite et les paramètres climatiques

Les relations entre les caractéristiques de l'épidémie de la méningite et les paramètres climatique sont déterminées à partir des calculs du coefficient de corrélation de Pearson (M. V. MUSHAM, 1947, p3) sur l'ensemble des valeurs mensuelles (nombre de cas et valeurs mensuelles des paramètres). Les corrélations sont déterminées à trois niveaux : mensuelle, annuelle et spatiale. La formule pour calculer le coefficient de corrélation entre deux variables (xi) et (yi) est :



Les deux variables (x et y) sont fortement corrélées, c'est-à-dire qu'elles présentent la même variabilité temporelle ou spatiale si r est proche de 1 en valeur absolue et elles sont indépendantes lorsque r est proche de 0.

Le modèle de régression linéaire multiple des nombres de cas de méningite (prédictant) en fonction des paramètres climatiques (prédicteurs) est développé pour évaluer la prédictibilité de la méningite en fonction des conditions météorologiques. Ce modèle est de la forme :

$$y = \sum_{i=1}^{n} a_i * x_i + Cte$$

y = Nombre de cas pour un district donné, x_i paramètre climatique i, a_i coefficient de régression linéaire du paramètre x_i, Cte une constate
Les représentations graphiques (Excel) et cartographiques (ArcGIS et Surfer) sont utilisées pour mieux illustrer les corrélations significatives.

III. Résultats & Discussion

III.1 Résultats

III.1.1 Caractéristiques climatiques de la zone

Les conditions climatiques de la zone se caractérisent par une forte chaleur entre le mois d'avril et de mai avec des températures pouvant dépasser 42°C et des courants très frais avec des températures autour de 22°C entre décembre et février. Sur l'ensemble de la région et sur la période de 1981 à 2018 (tableau 1), les observations météorologiques montrent une variation de la température minimale de 3.3°C à Tahoua (enregistré le 1er février 1983) et une température maximale de 50°C (enregistré à Tillabéry le 1er avril 1997). La ville de Gaya, la ville la plus au Sud du pays, présente les températures les plus modérées (Tableau1). Pour la pluie et l'humidité relative, la ville de Gaya est la plus humide avec un maximum annuel de 1313 mm en 2018. Tahoua est la ville la moins arrosée avec un maximum annuel de 642 mm enregistré en 1993. L'humidité relative varie dans le même sens que la pluviométrie, elle diminue du Sud vers le Nord, le maximum (100%) est enregistré en août et le minimum (inférieur à 5%) en février ou mars de chaque année.

L'analyse de la vitesse de vent montre que les variations saisonnières du vent varient en général à Dosso entre 1.6 m/s (octobre) et 3.6 m/s (janvier) avec une moyenne d'environ 2.5 m/s, à Niamey de 2.2 m/s (octobre) et 4 m/s (juin) avec une moyenne de 3.3 m/s, à Tillabéry de 0.9 m/s (octobre) à 2.1 m/s (mai) et une moyenne de 1.5 m/s. A Tahoua, il varie de 2.7 m/s (septembre et octobre) à 4,4 m/s (janvier) avec une moyenne de 3.5 m/s. De façon générale, les vents faibles sont enregistrés entre septembre et octobre, alors que les vents forts sont enregistrés en janvier (Harmattan) et en mai-juin (c'est-à-dire le début de l'hivernage marqué par des orages violents).

	Gaya	Niamey	Tillaberi	Tahoua
Tmin (°C)	8	7.7	5.6	3.3
Tmax (°C)	48	49.8	50	48.5

Tableau 1 : Les températures extrêmes dans la zone d'étude

III.1.2 Caractéristiques des épidémies des méningites

- **Régime saisonnier des épidémies**

L'épidémie de méninge se caractérise par une forte occurrence pendant la saison sèche (Paireau, 2014). La figure 3 qui présente le nombre moyen mensuel de cas enregistré au niveau des cinq principaux districts sanitaires de la zone (Gaya, Dosso, Niamey, Tillabéry et Tahoua), montre une forte contamination pendant les mois de mars et avril. L'épidémie semblé commencer en décembre pour s'estomper à partir de juin. Les mois de mars et avril totalise plus de 70% des cas annuels au niveau du district de

Tahoua, 67% des cas annuels à Dosso, 62% des cas annuels à Niamey, 61% des cas annuels à Tillabéry et 50% des cas annuels à Gaya. Pour ce district, ce sont les mois de février et mars qui enregistrent plus de 59% des cas annuels.

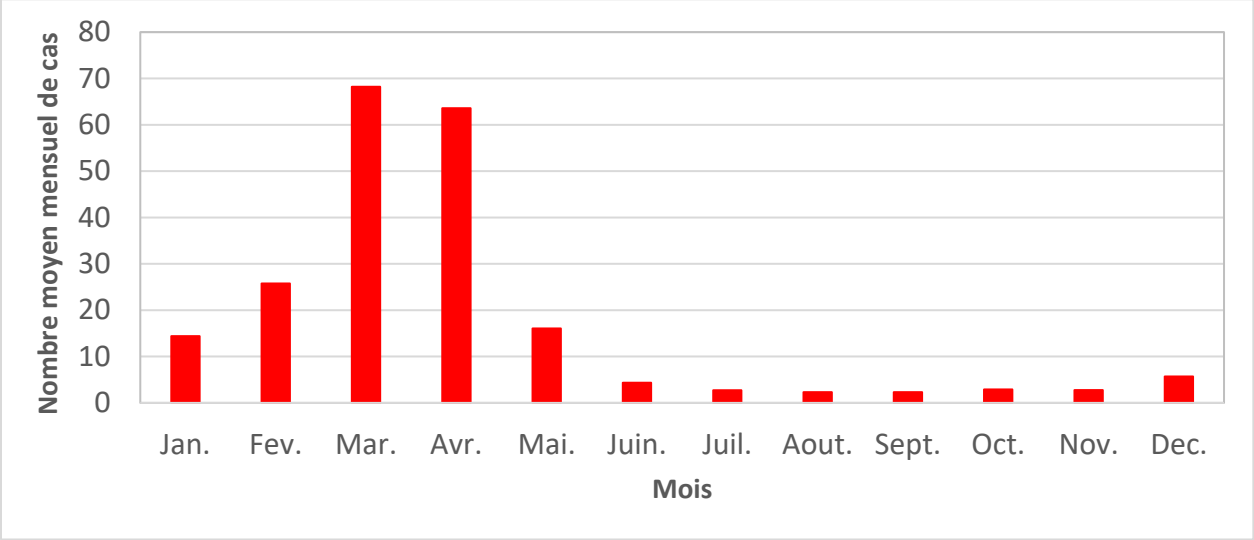


Figure 3 : Nombre moyen mensuel de cas (1994-2024) pour les 5 districts (Gaya, Dosso, Niamey, Tillabéry et Tahoua)
Jan. : Janvier ; Fev. : Février ; Mar. : Mars ; Avr. : Avril ; Juin : Juin ; Juil. : Juillet ; Aout. : Août ; Sept. : Septembre ; Oct. : Octobre ; Nov. : Novembre ; Dec. : Décembre

- **Variabilité interannuelle des épidémiologiques**

La méningite sévit dans la zone depuis des années (OMS, 2013, p1 ; J. PAIREAU, 2014, p2). Sur toute la période d'observation de 1994 à 2024, il n'y a jamais eu une année sans aucun cas de méningite sur l'ensemble de la zone. Le nombre annuel minimum des nombres maximums de cas sur l'ensemble des cinq districts est de 14 cas enregistrés en 2022 au niveau du district de Tahoua alors que le district de Tillabéry n'a enregistré aucun cas (1 à Gaya, 5 à Dosso et 10 à Niamey). L'année 2022 a donc enregistré moins de contaminations de la maladie. Les années 1995-1996 ont été les plus contagieuses avec plus de 1500/an cas à Gaya, Niamey et Tahoua. Cependant, aucune tendance interannuelle (Figure 4) n'apparait dans l'évolution du nombre de cas de méningite du niveau des districts à l'échelle de la zone. La figure 4 montre un nombre annuel élevé de cas (supérieur à 20) au cours de trois périodes : 1995-1998 ; 200-2002 et 2009. Le nombre annuel de cas est très faible (inférieur à 20/district) depuis 2018, sauf pour le district de Niamey où il a dépassé 445 cas en 2023.

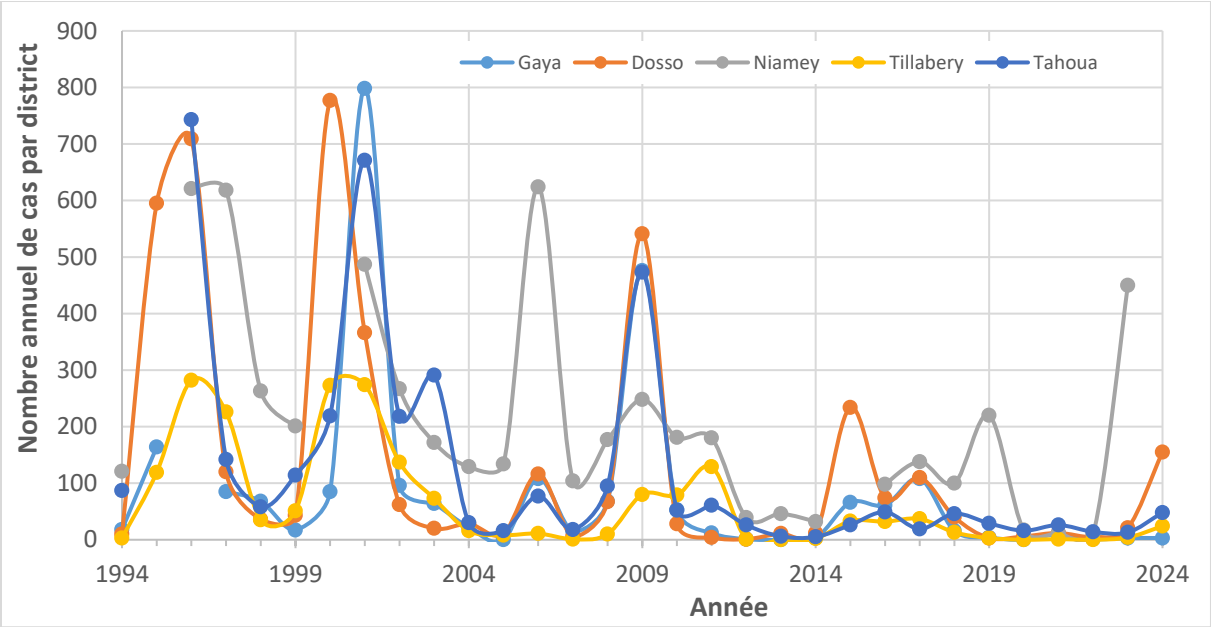


Figure 4 : Evolution interannuelle du nombre annuel de cas de méningite au niveau des cinq districts

- **Identification des épicentres de l'épidémie**

L'épicentre annuel représente le district ayant enregistré le plus grand nombre de cas au cours de l'année. La figure 5 sur la répartition spatiale du nombre annuel de cas pour les cas années : 1994, 2004, 2014 et 2024. Ces années ont été choisies, pour présenter l'évolution spatiale pour un pas de temps de dix ans. Ces figures montrent que les districts de la zone Doutchi-Madaoua et les districts de Niamey présentent les nombres de cas les plus élevés pour ces quatre années. Les districts de Gaya, Tillabéry et Tahoua sont les moins affectés au cours des quatre années (Figure 5).

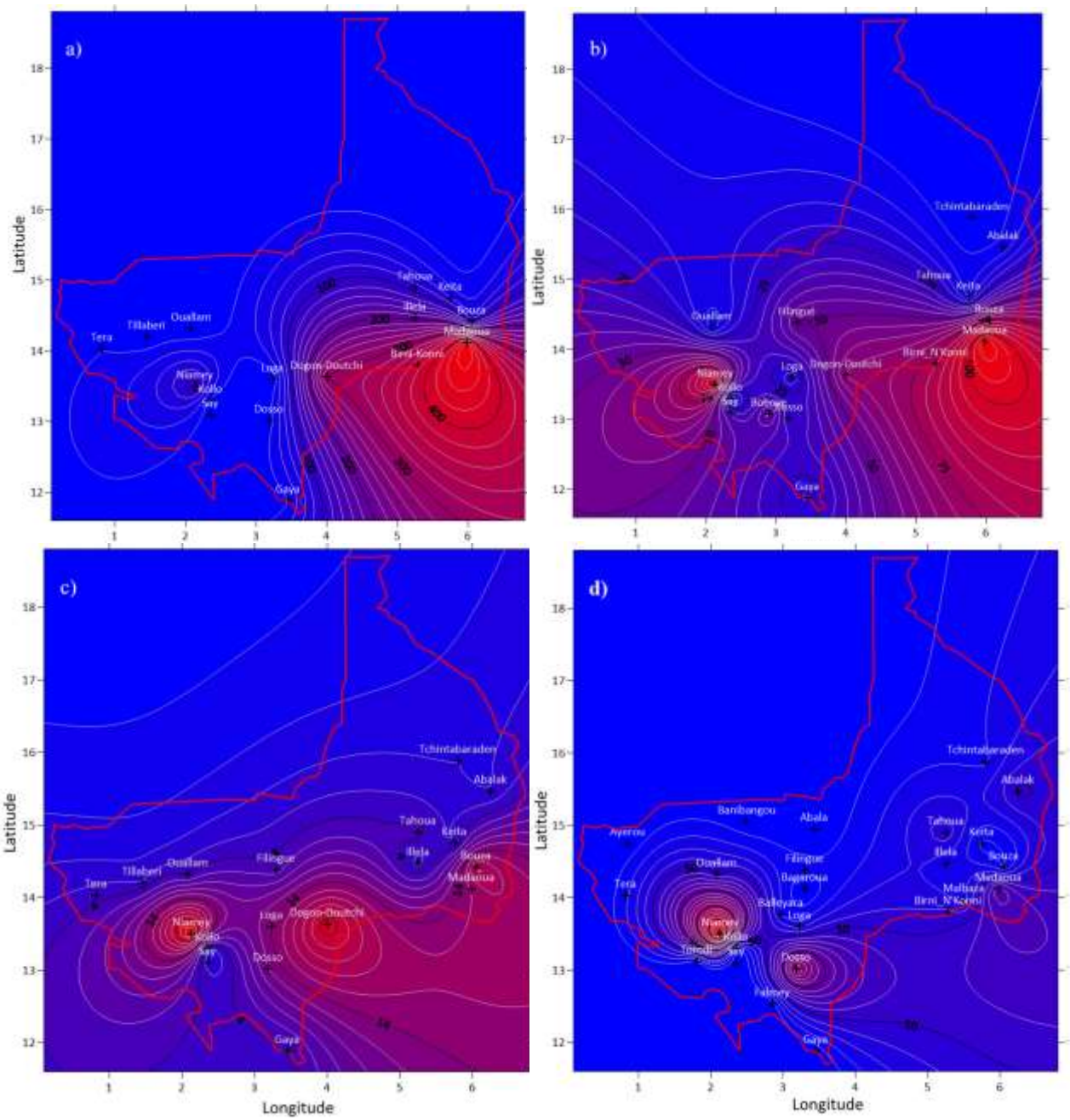


Figure 5 : Répartition spatiale du nombre annuel de cas en : a) 1994, b) 2004, c) 2014, d) 2024

Le rouge représente les nombres élevés de cas pour l'année et le bleu le nombre faible.

III.1.3 Description des relations entre les paramètres climatiques et les caractéristiques de l'épidémie de la méningite

L'analyse des relations entre le nombre de cas de méningite et les paramètres climatiques a été faite à trois niveaux : données mensuelles, données annuelles et données spatialisées. Le croisement des données mensuelles épidémiologiques et des paramètres météorologiques montre qu'il n'y a pas de corrélation entre l'incidence moyenne mensuelle de la méningite et la pluviométrie mensuelle. Il n'y a pas de corrélation entre le nombre de cas et l'humidité relative à l'exception du district de

Tahoua qui présente une corrélation significative et mais négative (r= -0,67) avec un coefficient de détermination R^2 = 0,45.
Pour ce qui est de la relation entre le nombre de cas de méningite et l'intensité de la vitesse de vent, l'analyse révèle que la corrélation est non significative et positive à Dosso avec un coefficient de détermination R^2 =0,191, à Niamey R^2=0,093, à Tahoua R^2 =0,11. Cependant la corrélation est significative et positive à Tillabéry (R^2 =0,546).
Pour ce qui concerne la relation entre le nombre de cas de méningite et les températures minimales, la corrélation est positive et significative avec un coefficient de détermination R^2 compris entre 0,376 et 0,465 au niveau des quatre districts. C'est seulement à Tahoua que la corrélation est non significative avec R^2= 0,026. Pour les températures maximales, la relation est aussi significative avec un R^2 compris entre 0,45 et 0,505 au niveau des quatre districts sauf à Tahoua où R^2= 0,22.
En revanche,-au pas de temps annuel, la corrélation est très faible entre les données annuelles du nombre de cas de méningite et les différents paramètres climatiques sur l'ensemble des cinq districts, le coefficient de corrélation est inférieur à 0.4.
L'élaboration du modèle de régression linéaire multiple du nombre mensuel de cas de méningite en fonction des paramètres climatiques est basée sur la contribution de chaque paramètre (prédicteur) à la détermination de la valeur du prédictant. Le test de significativité du coefficient de corrélation ou du coefficient de détermination explique le degré du lien entre le paramètre climatique et le nombre mensuel de cas de méningite. Seuls les paramètres exprimant une variance significative sont retenus dans la formulation du modèle de régression linéaire multiple. L'analyse des statistiques dans le tableau 2 permet de conclure que la précipitation (RR) présente des coefficients de détermination les moins significative. De même que l'humidité relative moyenne (Hum) à l'exception de Tahoua et la vitesse du vent (VV) est également moins significative à l'exception de Tillabéry. Par ailleurs, les températures mini et maxi expliquent la variation du nombre mensuel de cas avec un degré de significativité excédant 95% pour l'ensemble des quatre districts sanitaires sélectionnés. En résumé, ces quatre variables climatiques exprimant les variances significatives du nombre mensuel de cas sont retenues pour la détermination de l'équation du modèle de régression linéaire multiple.

Districts	RR	Hum	VV	T min	T max
Dosso	0,007921	0,015625	0,191844	**0,465124**	**0,450241**
Niamey	0,0841	0,052441	0,093636	**0,376996**	**0,505521**
Tillabéry	0,014161	0,012321	**0,544644**	**0,408321**	**0,467856**
Tahoua	0,242064	**0,458329**	0,110889	0,026896	0,222784

Tableau 2 : Coefficients de détermination entre le nombre mensuel de cas de méningite et les paramètres climatiques au niveau des 4 districts pendant la période de 1994 à 2024

RR : Précipitation ; Hum : Humidité relative moyenne ; VV : vitesse du vent ; Tmin : Température minimale ; Tmax : Température maximale. Le gras indique une corrélation significative.

Les résultats du modèle de régression linéaire multiple généré à partir des quatre paramètres climatiques explicatifs pour chacun des districts sont :
Dosso : Y= 0.5066*Tmin+0.4260*Tmax-24.1272
Niamey : Y=0.4091*Tmin+ 5.5006*Tmax -190.9282
Tillabéri : Y=23.043* VV+3.030*Tmin+ 3.393*Tmax-256.046
Tahoua : Y= -0.02119*Hum+1.51638

III.2 DISCUSSION

Dans toute la zone d'étude, l'analyse des données du nombre des cas de la méningite montre que des cas de méningite peuvent être enregistrés sur toute l'année. Le nombre de cas commence à augmenter à partir de février jusqu'en mai et il commence à baiser à partir du mois de juin. De juin à octobre (saison pluvieuse) la méningite est sous sa forme endémique. En saison humide, le niveau endémique d'incidence se situe autour de 0-1 cas pour 100 000 habitants par semaine dans la plupart des districts sanitaires (J. E. MUELLER et B. D. GESSNER, 2010, p2). L'analyse des paramètres climatiques a montré que la saison de pluies débute au mois d'avril et cette saison s'étale jusqu'en octobre. Cette période se caractérise par une augmentation de l'humidité de l'air, un des paramètres climatiques important dans la survie du méningocoque. En effet, bien que le coefficient de détermination entre la pluie mensuelle et le nombre mensuel d'attaque de méningite soit faible, on observe une baisse des épidémies de méningite au démarrage de la saison de pluies dans toute la zone. La précocité de la pluviométrie constitue donc un facteur inhibiteur pour le développement de la bactérie selon plusieurs recherches (M. JACKOU-BOULAMA et *al*., 2005, p4). À chaque début de la saison sèche, on observe une augmentation progressive du nombre de cas, jusqu'au début des pluies où l'incidence revient brutalement à son niveau endémique (B. GREENWOOD, 1999, p8). M. JACKOU-BOULAMA et *al*. (2005, p3) ont montré, qu'au Niger, les mois de pluviométries élevées sont ceux ayant les incidences les plus faibles entre 1996 et 2002. La pluie étant fortement corrélé à l'humidité, d'où une baisse considérable de l'épidémie pendant les mois à forte humidité dans la zone. Aussi, la corrélation entre l'humidité mensuelle et le nombre mensuel de cas est également moins significative à l'exception de Tahoua où le coefficient de détermination est de 0.45. Mais tout de même, l'incidence de la maladie baisse avec un fort de taux d'humidité sur toute la zone. Le pic de méningite est observé pour une humidité relative inférieure à 20 % (plage propice pour le développement des bactéries telles que les méningocoques). Le virus du méningocoque n'étant pas résistant à une forte humidité relative (juin-octobre), ce qui fait que pendant cette période le nombre de cas est quasiment nul dans toute la zone. Selon une étude menée par N. MARTINY et I.

CHIAPELLO (2013, p1) au Niger et au Mali, une coïncidence a été observée entre la fin de la saison des méningites et la remontée de l'humidité relative avec l'arrivée de la mousson.

Dans notre zone d'étude, pendant la saison sèche on observe des vents forts de plus de 3.6 m /s. Cette forte intensité du vent pourrait être un facteur important dans la propagation du virus du méningocoque dans la zone. Ainsi, l'évolution de la vitesse du vent pendant la saison sèche est en phase avec la hausse du nombre de cas de méningite. Le début de la méningite coïncidant avec le moment où les vents d'hiver sont très forts (B. HASSANE, 2013, p73). C'est exactement dans cette période que souffle les vents d'Harmattan, vent chaud et sec, et chargés des poussières. Cette situation favorise la dissémination et la propagation du méningocoque dans toute la zone et au-delà. Le pic du nombre de cas de méningite corrèle bien avec le maximum de la vitesse des vents. Ce maximum s'observe entre les mois d'avril, mai et juin dans les districts de la zone. Le mois de février constitue un mois important dans l'apparition des épidémies. Au cœur de la saison sèche, l'humidité est faible, et les vents d'Harmattan apportent depuis le Sahara des grandes quantités des poussières désertiques (B. HASSANE, 2013, p27). Les conditions météorologiques de faible humidité avec plus de poussières sur de longues semaines fragilisent les voies respiratoires supérieures où se trouve la bactérie, ce qui favorise son passage dans le sang (J. PAIREAU, 2014, p12). Globalement les mois de mars, avril et mai sont les plus chauds dans la zone avec des températures dépassant les 42°C par endroit. Cette forte élévation de la température aussi est propice au développement du virus de la méningite. C'est ainsi que la température montre de corrélations significatives avec la variation du nombre mensuel de cas de la méningite dans toute la zone d'étude. La température détermine la variation du nombre de cas a environ 50 % pour tous les districts. Cette période de grande chaleur où la population tente de se concentrer à l'abri, avec une forte concentration de poussière dans l'air et une faible humidité favorise la dissémination du méningocoque. B. GREENWOOD (1999, p10) affirme que la propagation du méningocoque pendant la saison sèche pourrait aussi être facilitée par un taux de contact plus élevé entre les individus pendant cette période.

CONCLUSION

La méningite représente un problème de santé publique majeur au Niger où les épidémies surviennent pendant la saison sèche. Cependant, le climat du Niger est soumis à une forte variabilité caractérisée par une saisonnalité très prononcée pour les températures, la pluie, l'humidité relative et le vent. L'analyse des données épidémiologiques montre l'existence d'une saisonnalité de la méningite bien définie. La baisse de l'humidité relative moyenne (inférieure à 20 %) et l'augmentation de la température moyenne de l'air (supérieure à 30°C) pendant la saison chaude (mars à juin) sont des conditions météorologiques propices à l'apparition d'une épidémie de

méningite. La pluviométrie est un facteur inhibiteur de l'épidémie de méningite. Cependant, ces seuils ne constituent pas à eux seuls des indicateurs suffisants puisque, pendant les années non épidémiques, les valeurs de l'humidité relative et de la température moyenne de l'air enregistrées sont parfois voisines de ces valeurs. À partir des données cliniques et météorologiques disponibles, il n'a pas été possible de définir un seuil précis d'humidité relative et de température moyenne de l'air susceptible de déclencher une épidémie de méningite. Certains paramètres climatiques comme la température mini et maxi, le vent et l'humidité ont été retenus pour la formulation des équations de régression linéaires. Ces paramètres météorologiques pourraient être des indicateurs utiles à suivre pour la mise en place et le renforcement d'un système d'alerte précoce dans la lutte contre la méningite. Comme la plupart des études, notamment en climat et santé, cette étude a également quelques limites du fait du manque des données comme les données sur la poussière. De plus, hormis les facteurs climatiques, les facteurs environnementaux (milieu physique, sols, végétation, etc.) et démographiques jouent aussi un rôle important dans l'évolution des maladies n'ont pas été considérés.

Références bibliographiques

CNEDD, 2014, Rapport d'évaluation des capacités nationales pour la réduction des risques de catastrophes au Niger. Primature, Niamey, République du Niger ; pp78

CRESSWELL Mark. P., MORSE Andrew. P., SHEARS Paul., HART C. Anthony., CUEVAS Luis Eduardo, 2002, « *Where is the meningitis belt? Defining an area at risk of epidemic meningitis in Africa* ». *Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene*, *96*(3), pp242-249.

GREENWOOD Brian, 1999, « *Manson Lecture. Meningococcal meningitis in Africa* ». Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, Vol. 93(4), pp.341-53.

doi: 10.1016/s0035-9203(99)90106-2.

HARRIS Ian., OSBORN Timothy John., JONES Phil., LISTER David, 2020, « *Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset* ». Scientific data, Vol. 7(1), pp.109.

HASSANE Bouba, 2013, « *Variabilité de la dynamique éolienne au sol (direction et vitesse du vent) et de ses conséquences (visibilité horizontale) au Sahel central et Sahara méridional entre 1950 et 2009 (exemple de quelques stations synoptiques au Niger)* ». Thèse de Doctorat, Université de Rouen, France. pp178

INS, 2023, Annuaire des statistiques sanitaires Niger, 2022. Ministère de la santé publique, de la population et des affaires sociales, Niamey, Niger. pp259

JACKOU-BOULAMA Maimouna, MICHEL Remy., OLLIVIER L., MEYNARD Jean-Baptiste., NICOLAS Pierre., BOUTIN Jean. Paul, 2005, « *Corrélation entre la pluviométrie et la méningite à méningocoque au Niger* ». Médecine Tropicale, Vol. *65*(4), pp329-333.

MARTINY Nadège, CHIAPELLO Isabelle, 2013, « *Assessments for the impact of mineral dust on the meningitis incidence in West Africa* ». Atmospheric Environment, Vol. 70, pp.245–253. doi:10.1016/j.atmosenv.2013.01.016

MESDD, 2020, Stratégie nationale d'adaptation face aux changements climatiques dans le secteur agricole (*SPN2A*-2035). Primature, Niamey, République du Niger, pp.85

MOLESWORTH Anna. M., THOMSON Madeleine. C., CONNOR Stephen. J., CRESSWELL Mark P., MORSE Andrew P., Shears Paul, Hart C. Anthony, CUEVAS Luis E, 2002, « *Where is the meningitis belt? Defining an area at risk of epidemic meningitis in Africa* ». Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene, Vol. *96*(3), pp.242-249.

MUSHAM M. V., 1947, « *Sur l'interprétation du coefficient de corrélation* ». Journal de la Société de statistique de Paris, Vol.*88*, pp.134-138.

MUELLER Judith E., GESSNER Bradford D., 2010, « *A hypothetical explanatory model for meningococcal meningitis in the African meningitis belt* ». International Journal of Infectious Diseases, Vol. 14(7), pp. e553-e559.

NASSOUROU Lawali Mamane, SARR,Benoît, ALHASSANE Agali, TRAORE Seydou, ABDOURAHAMANE Balla, 2018, « *Perception et observation : les principaux risques agro-climatique de l'agriculture pluviale dans l'ouest du Niger* ». Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement, no. 18(1).

NDIAYE M., 2015, « *Analyse des épidémies de méningites à l'échelle du district sanitaire au Niger sur la période de 1986-2014* ». Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master, Université de Bourgogne, pp.48

PAIREAU Juliette, 2014, « *Épidémiologie spatiale de la méningite à méningocoque au Niger : influence des facteurs climatiques, épidémiologiques et socio-démographiques sur la dynamique spatio-temporelle des épidémies* ». Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, pp.194

SULTAN Benjamin, 2011, L'étude des variations et du changement climatique en Afrique de l'Ouest et ses retombées sociétales. HDR, UPMC, Paris, France, pp.137

WHO, 2003, Meningococcal meningitis. Fact Sheet 2003, pp.141

WHO, 2013, Niger: health profile [WWW Document]. World Health Organ. URL https://www.who.int/about/accountability/results/who-results-report-2024-2025/country-profile/2024/niger (access 20/04/2026)