

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET DYNAMIQUE ÉPIDÉMIOLOGIQUE DE LA ROUGEOLE DANS LE DISTRICT SANITAIRE D'ABÉCHÉ (PROVINCE DU OUADDAÏ, TCHAD)

Nibissi TAMANDA¹, Daniel Valérie BASKA TOUSSIA² et Fidèle
DJONGAH³

¹Université de Maroua - Cameroun e-mail : nibissitamanda@gmail.com

²Université de Bertoua, Cameroun, e-mail : baskadan5@gmail.com

³Université de Maroua, Cameroun, e-mail : djongahfidele@gmail.com

Résumé

Les changements climatiques à l'échelle planétaire se traduisent par une élévation des températures et des modifications du régime des précipitations, suscitant des interrogations sur leurs impacts sanitaires. Cette étude, conduite dans le district sanitaire d'Abéché (province du Ouaddaï, Tchad), analyse la relation entre la variabilité climatique et l'incidence des maladies épidémiques et endémiques, avec un accent particulier sur la rougeole. Les données recueillies combinent : (i) des enquêtes auprès de 150 patients et des structures de soins (hôpital de district et centres de santé), (ii) des séries climatiques et thermiques couvrant la période 2014–2024, et (iii) des informations sanitaires locales. Les résultats mettent en évidence d'importantes fluctuations annuelles et mensuelles de la vitesse du vent et des températures, corrélées à une recrudescence de pathologies telles que la dysenterie, le choléra, le paludisme, la méningite et la rougeole. Ces observations soulignent la nécessité d'un renforcement des stratégies de santé publique, incluant l'intensification des programmes de vaccination, l'amélioration des infrastructures d'assainissement et des équipements sanitaires, ainsi que la mise en place d'un dispositif de veille épidémiologique permanent pour anticiper et gérer efficacement les pandémies récurrentes liées aux variations climatiques.

Mots clés : *variabilité climatique, rougeole, santé publique, district sanitaire d'Abéché, Tchad.*

Climatic variability and epidemiological dynamics of measles in the Abeche health district (Ouaddaï province, Chad)

Abstract

Global climate change is characterized by rising temperatures and altered precipitation patterns, raising concerns about its impacts on public health. This study, conducted in the Abéché health district (Ouaddaï Province, Chad), examines the relationship between climate variability and the incidence of epidemic and endemic diseases, with a particular focus on measles. Data collection combined: (i) surveys of 150 patients and health facilities (district hospital and health centers), (ii) climatic and thermal series covering the period 2014–2024, and (iii) local health records. The findings reveal significant annual and monthly fluctuations in wind speed and temperature, correlated with

increased prevalence of diseases such as dysentery, cholera, malaria, meningitis, and measles. These results highlight the urgent need to strengthen public health strategies, including expanded vaccination programs, improved sanitation infrastructure and medical equipment, and the establishment of a permanent epidemiological surveillance system to anticipate and effectively manage recurrent pandemics linked to seasonal and climatic variations.

Keywords: *climate variability, measles, public health, Abéché health district, Chad.*

Introduction

Le bon état de santé pour tous constitue l'une des préoccupations majeures de l'humanité (C.S. Houssou et al., 2006, p. 88). Dès l'Antiquité, Hippocrate (400 av. J.-C.), auteur de nombreuses observations cliniques et traités de médecine, avertissait déjà ses contemporains sur l'influence des facteurs météorologiques sur la santé humaine (J.P. Besancenot, 1992, cité par A. Houndonougbo, 2009, p.1). Cette relation entre climat et santé a été confirmée par de nombreux travaux modernes. Plusieurs maladies sont sensibles à la variabilité climatique, notamment les maladies vectorielles, les affections respiratoires et les maladies épidémiques (OMS, 2015, p.50).

Dazé et al., cités par N.P.M. Boko et L. Dohou (2021, p.34), ont montré que la hausse des températures, l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies entraînent des répercussions négatives sur la santé publique, particulièrement chez les populations vulnérables. De même, Patz (2005, p.766) soulignent que les changements climatiques constituent un déterminant majeur de la transmission des maladies infectieuses, en particulier celles d'origine vectorielle et hydrique. Confalonieri (2007, p.391), dans le rapport du GIEC, insistent sur le rôle des facteurs climatiques dans l'émergence et la récurrence des maladies entériques et respiratoires.

La relation entre les variations interannuelles du climat et les maladies infectieuses est particulièrement évidente dans les contextes où les populations sont vulnérables et où les fluctuations climatiques sont marquées (McMichael et al., 2006, p. 859). Les observations de terrain confirment que plusieurs maladies épidémiques telles que le paludisme, la rougeole et la méningite sont sensibles à ces variations. Les analyses démontrent que la hausse des températures, la vitesse du vent, ainsi que l'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies peuvent avoir des répercussions négatives sur la santé publique, en accentuant la vulnérabilité des populations locales.

Ainsi, le climat peut agir indifféremment comme facteur causal, précipitant ou déclenchant de la maladie (Besancenot, 2001, p.15). Dans cette dynamique, le présent travail se propose d'analyser l'influence de la variabilité climatique sur la santé humaine, avec pour objectif global de contribuer à une meilleure compréhension de cette relation dans la ville d'Abéché, province du Ouaddaï (Tchad).

La variabilité climatique, caractérisée par des fluctuations de température, de précipitations et de paramètres atmosphériques, exerce une influence croissante sur la santé publique, en particulier dans les régions sahéliennes où les populations sont vulnérables. Dans le district sanitaire d'Abéché (Tchad), la rougeole demeure une maladie épidémique récurrente malgré les efforts de vaccination. Or, les liens entre les variations climatiques et la dynamique épidémiologique de cette pathologie restent peu étudiés et insuffisamment documentés. La question centrale est donc de savoir : dans quelle mesure la variabilité climatique contribue-t-elle à l'évolution spatio-temporelle de l'incidence de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché, et quelles implications cela comporte pour les stratégies de prévention et de contrôle sanitaire ?

L'objectif général étant d'analyser l'influence de la variabilité climatique sur la dynamique épidémiologique de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché, afin de mieux comprendre les interactions climat-santé et d'orienter les politiques de santé publique. Spécifiquement, il s'agit de : décrire les tendances climatiques (températures, précipitations, vitesse du vent) dans le district sanitaire d'Abéché sur la période 2014 - 2024 ; évaluer l'évolution spatio-temporelle de l'incidence de la rougeole dans la zone d'étude ; identifier les corrélations entre les paramètres climatiques et les fluctuations de la rougeole ; mettre en évidence les populations les plus vulnérables face aux variations climatiques et à la recrudescence de la maladie ; et proposer des recommandations pour renforcer les stratégies de prévention (vaccination, assainissement, surveillance épidémiologique).

2. Méthodologie

2.1. Présentation de la zone d'étude

La ville d'Abéché est localisée entre les 13° et 14° degrés de latitude Nord et les 20° et 21° degrés de longitude Est. Elle est délimitée au Nord par la sous-préfecture de Bourtaye, au Sud par celle d'Abougoudame, à l'Est par la sous-préfecture d'Amleyouma et à l'Ouest par celle de Guéri. Sur le plan régional, Abéché se situe à 93 km de Biltine (au Nord), à 215 km de Goz-Beida (au Sud), à 932 km de N'Djamena, capitale du Tchad (à l'Ouest), et à 173 km de la frontière avec le Soudan.

Au cours des quinze dernières années, la ville a connu une dynamique spatio-démographique remarquable. Selon le deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH2, 2009), la population était estimée à 138 684 habitants, dont 65 483 femmes et 73 201 hommes. Cette population est passée à 166 757 habitants en 2014 (78 738 femmes et 88 019 hommes), puis à 172 746 habitants en 2015, et enfin à 178 896 habitants en 2016. Cette croissance démographique témoigne d'une urbanisation accélérée et d'une attractivité croissante de la ville, renforçant son rôle stratégique dans la province du Ouaddaï (Figure 1).

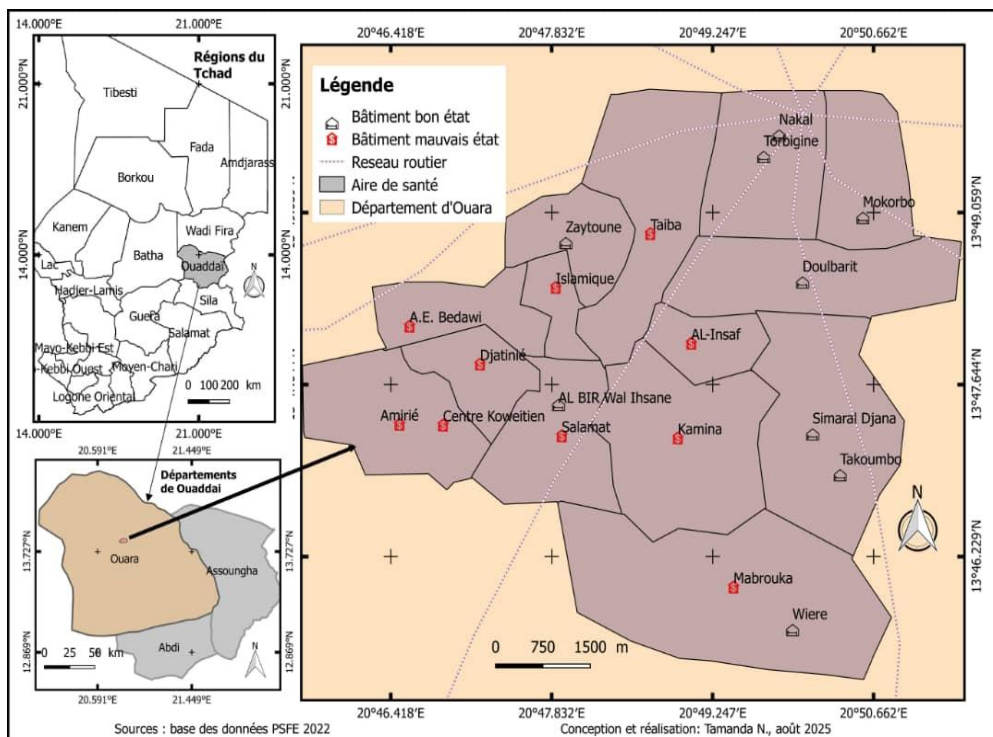


Figure 1. Carte de la localisation de la zone d'étude

2.2. Matériels et méthode de collecte de données

La méthodologie adoptée dans cette étude repose sur une approche mixte combinant données quantitatives et qualitatives. Sur le plan sanitaire, des informations ont été recueillies auprès de 150 patients suivis dans les structures de soins du district (hôpital de district et centres de santé). Parallèlement, des entretiens semi-directifs ont été menés auprès des acteurs de santé afin de compléter et contextualiser les données épidémiologiques.

Concernant les paramètres climatiques, les données utilisées portent sur les précipitations, l'insolation, les températures et la vitesse du vent, couvrant une période de dix années, de 2012 à 2022. Ces séries chronologiques proviennent des services météorologiques d'Abéché et ont été systématiquement vérifiées pour assurer leur fiabilité. L'ensemble de ces données a été traité afin d'établir des corrélations entre la variabilité climatique et l'occurrence de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché. Cette démarche permet d'analyser la dynamique épidémiologique de la maladie en fonction des fluctuations climatiques observées.

2. 3. Traitement et analyse des données

Le traitement et l'analyse des données ont été réalisés à l'aide des logiciels SPSS et Microsoft Excel, en mobilisant des méthodes statistiques adaptées à l'étude des relations entre variables climatiques et sanitaires. La principale technique utilisée est le coefficient de corrélation de Pearson (r), permettant de mesurer l'intensité

et la direction de la relation linéaire entre les paramètres climatiques et l'incidence de la rougeole. La formule générale est la suivante :

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

Où X : Somme des pluies

\bar{X} : moyenne pluviométrique

Y : sommes des malades enregistrés par mois

\bar{Y} : Moyenne du nombre de malades

Pour étudier les fréquences des maladies récurrentes, nous avons calculé les moyennes mensuelles des patients par année en utilisant la formule suivante :

$$\bar{X} = \sum x_i / N$$

Où \bar{X} est la moyenne des malades

$\sum x_i$ = somme de malades

N = nombre total d'années ou de mois.

À l'issue des calculs, les coefficients de détermination (R^2) ont été utilisés pour apprécier la force des corrélations entre les précipitations, les températures et l'occurrence des maladies récurrentes dans le district sanitaire d'Abéché. Cette approche statistique a permis de mettre en évidence les interactions entre la variabilité climatique et la dynamique épidémiologique de la rougeole.

3. Résultats

Les résultats obtenus mettent en évidence l'existence de liens significatifs entre la variabilité climatique et la dynamique épidémiologique de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché. L'analyse statistique des données climatiques et sanitaires révèle que certains paramètres environnementaux jouent un rôle déterminant dans la propagation de la maladie.

3.1. Facteurs climatiques favorisant la rougeole dans le district d'Abéché

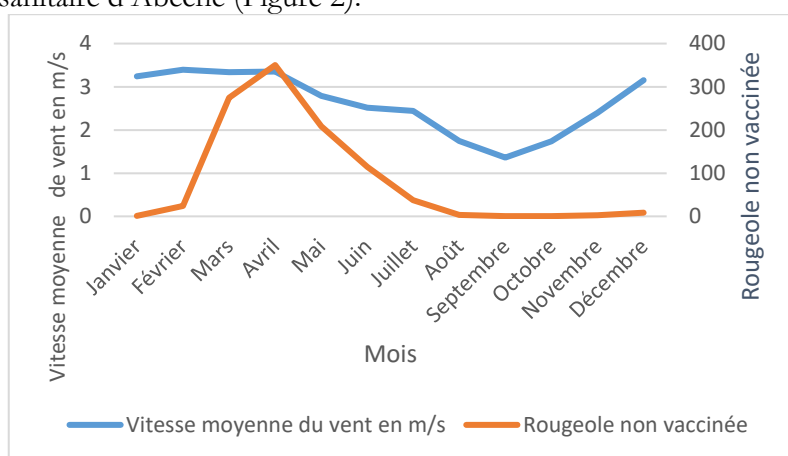
Selon les spécialistes de la santé du district, la rougeole est une infection virale hautement contagieuse, causée par le paramyxovirus du genre Morbillivirus. La transmission s'effectue principalement par voie aérienne, à travers les gouttelettes respiratoires émises lors de la toux, des éternuements ou même lors de simples échanges verbaux entre personnes infectées et non infectées.

Toutefois, au-delà de ce mode de transmission biologique, plusieurs facteurs climatiques contribuent directement ou indirectement à l'augmentation de l'incidence de la rougeole. Les données recueillies montrent que :

- La vitesse du vent favorise la dispersion des particules virales dans l'air, augmentant ainsi le rayon de contamination.
- Les températures élevées influencent la fragilité immunitaire des populations, en particulier des enfants, et peuvent accroître la vulnérabilité face aux infections respiratoires.

- L'ensoleillement et l'insolation prolongée modifient les conditions de survie des agents pathogènes et affectent la résistance des organismes.
- Les précipitations irrégulières et leur mauvaise répartition entraînent des regroupements de populations dans des espaces confinés, ce qui accroît les risques de transmission interhumaine.
- L'humidité atmosphérique agit sur la persistance des particules virales en suspension, facilitant leur maintien dans l'air et leur inhalation par les individus exposés.

Ces résultats confirment que la variabilité climatique constitue un facteur aggravant dans la propagation de la rougeole, en renforçant les conditions favorables à la transmission du virus au sein des populations vulnérables du district sanitaire d'Abéché (Figure 2).



Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché, 2022.

Figure 2. Corrélation entre la vitesse moyenne du vent et l'incidence de la rougeole non vaccinée

La figure 2 illustre la relation entre la vitesse moyenne du vent et le nombre de cas de rougeole non vaccinée enregistrés dans le district sanitaire d'Abéché. Les résultats montrent que la vitesse du vent varie entre 1,4 m/s et 3,4 m/s, tandis que l'incidence de la rougeole présente une dynamique plus marquée, avec une augmentation notable entre les mois de février et d'avril. L'intersection des courbes observée en avril met en évidence une correspondance entre la hausse de la vitesse du vent (3,4 m/s) et l'augmentation du nombre de cas de rougeole non vaccinée (350). Ces résultats suggèrent que des vitesses de vent élevées favorisent la dispersion des particules virales dans l'air, contribuant ainsi à une diffusion accrue de la maladie au sein de la population.

Par ailleurs, l'analyse statistique réalisée à partir de la matrice de corrélation de Pearson confirme cette relation positive. Le coefficient obtenu est $r = 0,476$, ce qui indique une corrélation modérée mais significative entre la vitesse moyenne du vent et l'incidence de la rougeole non vaccinée. La valeur de r étant différente de zéro à un niveau de signification $\alpha = 0,05$, cette relation est statistiquement

valide. Ces résultats renforcent l'hypothèse selon laquelle les conditions climatiques, en particulier la vitesse du vent, constituent un facteur déterminant dans la dynamique épidémiologique de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché. En effet, la matrice de corrélation de Pearson ci-dessous présente la relation statistique entre la vitesse moyenne du vent (m/s/an) et l'incidence de la rougeole non vaccinée dans le district sanitaire d'Abéché. Les résultats indiquent une corrélation positive modérée ($r = 0,476$), suggérant que l'augmentation de la vitesse du vent est associée à une hausse des cas de rougeole non vaccinée (Tableau I).

Tableau I. Matrice de corrélation entre la vitesse moyenne du vent et les cas de rougeole non vaccinée

Variables	Vitesse moyenne du vent (m/s/an)	Cas de rougeole non vaccinée
Vitesse moyenne du vent (m/s/an)	1	0,476
Cas de rougeole non vaccinée	0,476	1

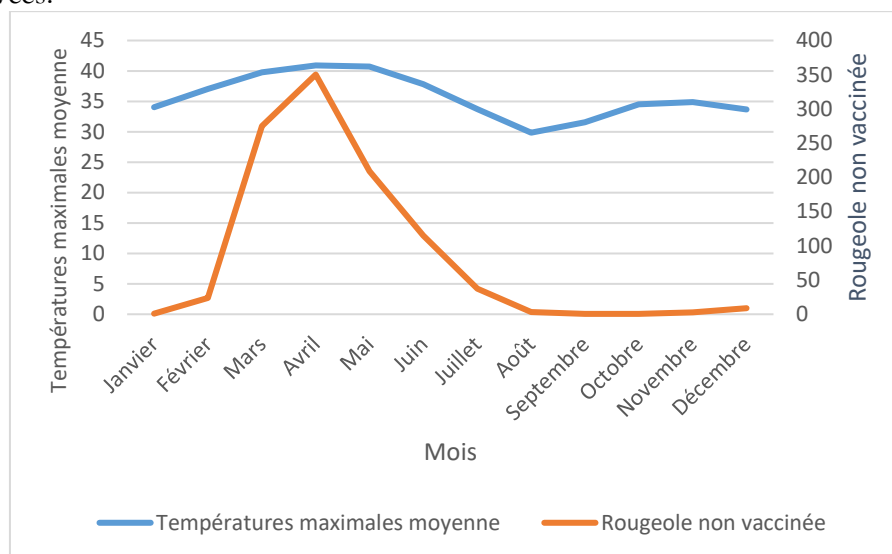
Source : Agence Nationale de la Météorologie et District sanitaire d'Abéché, 2022.

Au regard du Tableau 1, la vitesse moyenne du vent présente une corrélation positive modérée avec l'incidence de la rougeole non vaccinée ($r = 0,476$). Ce résultat indique qu'une augmentation de la vitesse du vent est statistiquement associée à une hausse des cas de rougeole chez les sujets non vaccinés. Cette relation peut s'expliquer par le rôle du vent dans la dispersion aéroportée des particules virales, facilitant ainsi leur transmission au sein de la population. Bien que cette corrélation ne démontre pas une causalité directe, elle met en évidence l'importance des facteurs climatiques comme éléments favorisant la propagation épidémiologique de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché.

3.2. Corrélation entre la température moyenne annuelle et les cas de rougeole

Au Tchad, les températures sont particulièrement élevées et dépassent fréquemment les 40 °C entre mars et mai, selon les observations de terrain. Cette chaleur extrême exerce un impact direct sur la santé humaine, en particulier chez les enfants malnutris ou déshydratés, dont la résistance immunitaire est fortement réduite. Cette vulnérabilité accrue favorise la survenue de maladies épidémiques telles que la rougeole. Ainsi, dans un contexte de forte densité démographique comme celui du district sanitaire d'Abéché, les conditions thermiques extrêmes contribuent non seulement à l'affaiblissement des défenses immunitaires, mais également à la facilitation de la diffusion virale. La chaleur agit comme un facteur aggravant, créant un environnement propice à la transmission interhumaine du virus de la rougeole. La figure 3 illustre la relation entre la température maximale moyenne et le nombre de cas de rougeole non vaccinée, mettant en évidence une

tendance croissante de l'incidence de la maladie en période de températures élevées.



Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché, 2022.

Figure 3. Températures maximales moyennes et cas de rougeole non vaccinée

De plus, la température moyenne annuelle est positivement et fortement corrélée aux cas de rougeole ($r = 0,695$), car cette corrélation est statistiquement significative au seuil de 5 %, ce qui signifie que plus la température augmente, plus les cas de rougeole tendent à augmenter. Cela pourrait s'expliquer par des conditions climatiques favorisant la transmission de virus. Le tableau II met en évidence la matrice de Pearson entre les paramètres évoqués.

Tableau II. Corrélation entre température moyenne annuelle et les cas de rougeole

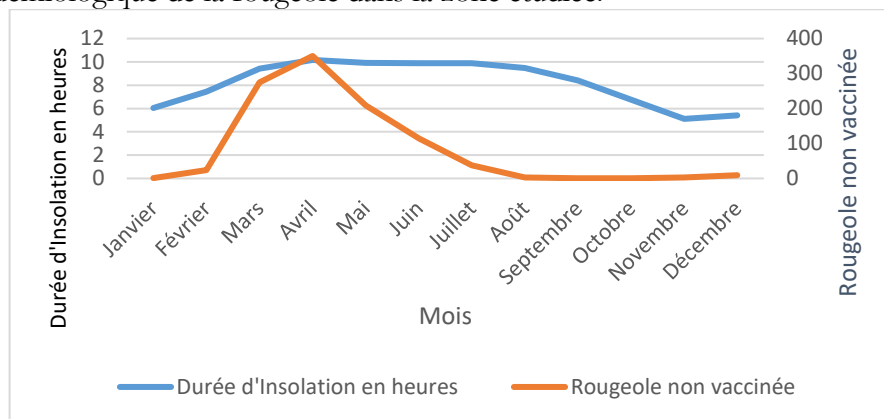
Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	Moyenne T°	Cas de rougeole
Moyenne T°	1	0,695
Cas de rougeole	0,695	1

Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché, 2022.

Le tableau II met en évidence, la température moyenne et le cas de rougeole. Il en ressort corrélation positive très positive ($r = 0,695$) (0,695) et par conséquent les températures contribuent à une forte propagation de la rougeole non vaccinée dans le district sanitaire d'Abéché.

3.3. Corrélation entre la durée moyenne annuelle d'insolation et les cas de rougeole non vaccinée

Dans le district sanitaire d'Abéché, l'ensoleillement annuel est particulièrement élevé, générant des conditions de chaleur intense. Cette forte insolation entraîne des effets physiologiques notables, notamment la déshydratation, qui fragilise davantage les enfants déjà affectés par la fièvre liée à la rougeole. La vulnérabilité immunitaire accrue dans ces conditions favorise la progression de la maladie. Par ailleurs, l'exposition prolongée au soleil, combinée à la promiscuité dans des espaces clos où se trouvent des personnes symptomatiques (présentant fièvre et éruptions cutanées), accroît le risque de transmission interhumaine. Ainsi, la chaleur extrême induite par l'ensoleillement agit comme un facteur aggravant, en créant un environnement propice à la diffusion du virus de la rougeole parmi les individus non vaccinés. La Figure 4 illustre cette relation, mettant en évidence une tendance croissante de l'incidence de la rougeole en période de forte insolation. Ces résultats suggèrent que l'ensoleillement, en interaction avec d'autres paramètres climatiques, constitue un déterminant important de la dynamique épidémiologique de la rougeole dans la zone étudiée.



Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché 2012 -2022.

Figure 4. Durée d'insolation en heures et cas de rougeole non vaccinée

La Figure 4 met en évidence une corrélation directe entre la durée mensuelle d'insolation et l'incidence de la rougeole non vaccinée dans le district sanitaire d'Abéché. En mars, l'insolation atteint environ 300 heures, tandis que le nombre de cas avoisine 290. À l'inverse, en août, lorsque l'insolation chute à 160 heures, les cas enregistrés sont inférieurs à 10. Cette tendance suggère que les mois fortement ensoleillés, caractéristiques de la saison sèche, sont associés à une recrudescence de la rougeole.

Deux mécanismes explicatifs peuvent être envisagés :

- Facteurs physiologiques : la chaleur intense et la déshydratation affaiblissent les défenses immunitaires, en particulier chez les enfants vulnérables.

- Facteurs sociaux : les regroupements dans des espaces clos ou les comportements liés aux conditions climatiques favorisent la transmission interhumaine du virus.

L'analyse statistique confirme cette relation : la durée moyenne d'insolation est fortement et positivement corrélée aux cas de rougeole non vaccinée (), avec une significativité établie au seuil. Ces résultats indiquent que les périodes de forte insolation coïncident avec une augmentation de l'incidence de la rougeole, renforçant l'hypothèse selon laquelle les conditions climatiques constituent un déterminant majeur de la dynamique épidémiologique de la maladie (tableau 3).

Tableau III. Corrélation entre insolation/an et Rougeole non vaccinée

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	Moyenne durée d'Insolation/an	Rougeole non vaccinée
Moyenne durée d'Insolation/an	1	0,633
Rougeole non vaccinée	0,633	1

Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché, 2022.

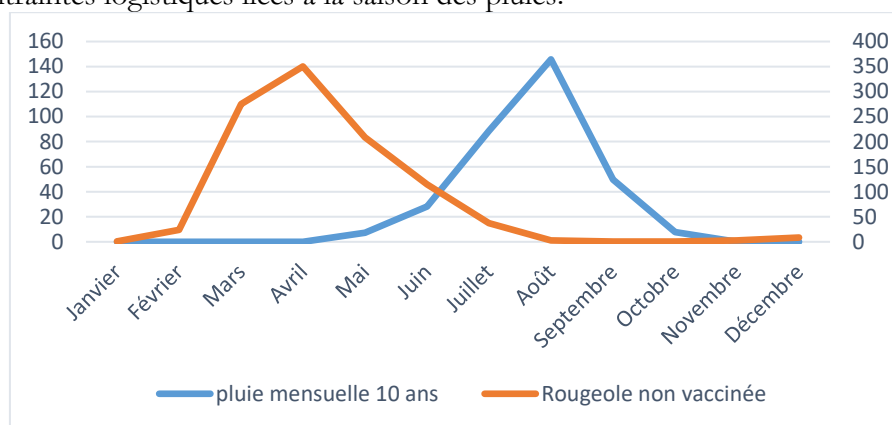
L'analyse de la matrice de corrélation de Pearson (Tableau III) révèle une corrélation positive forte et significative entre la durée moyenne annuelle d'insolation et l'incidence de la rougeole non vaccinée (0,633). Ce résultat indique que l'augmentation de l'ensoleillement est statistiquement associée à une recrudescence des cas de rougeole, particulièrement chez les populations non vaccinées. Cette relation suggère que les conditions climatiques, en particulier l'intensité de l'insolation, constituent un facteur aggravant dans la dynamique épidémiologique de la rougeole. L'exposition prolongée au soleil, combinée à la vulnérabilité immunitaire des enfants et aux comportements sociaux favorisant les regroupements, peut expliquer cette tendance.

Ainsi, la variabilité climatique apparaît comme un déterminant majeur de la propagation de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché, renforçant la nécessité d'intégrer les paramètres environnementaux dans les stratégies locales de prévention et de contrôle de la maladie.

3.4. Corrélation entre la pluviométrie et les cas de rougeole non vacciné

Dans le district sanitaire d'Abéché, les précipitations annuelles sont relativement faibles et concentrées sur une courte saison des pluies. L'analyse des données montre que, contrairement à d'autres maladies hydriques ou entériques, la rougeole ne présente pas de corrélation directe avec la pluviométrie. En effet, les précipitations, lorsqu'elles sont associées à une mauvaise hygiène, favorisent la propagation de germes pathogènes responsables de maladies telles que la dysenterie ou le choléra, mais n'entraînent pas une augmentation significative des cas de rougeole non vaccinée. Cependant, la saison des pluies exerce un impact indirect sur la dynamique épidémiologique de la rougeole. Elle rend certaines

zones rurales difficilement accessibles, ce qui limite la mise en œuvre des campagnes de vaccination et complique les interventions d'urgence lors de flambées épidémiques. Ainsi, si la pluviométrie n'est pas un facteur causal de la propagation de la rougeole, elle constitue néanmoins un facteur contextuel qui influence la capacité des services de santé à contrôler efficacement la maladie. La figure 5 illustre cette relation, mettant en évidence l'absence de corrélation directe entre les précipitations et l'incidence de la rougeole, mais soulignant les contraintes logistiques liées à la saison des pluies.



Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché, 2022.

Figure 5. Pluviométrie mensuelle et cas de rougeole non vaccinée

La figure 5 met en évidence une corrélation négative entre la pluviométrie mensuelle observée sur une période de dix ans et l'incidence de la rougeole non vaccinée. Les résultats montrent que durant les mois secs, tels que février (0 mm de pluie), le nombre de cas de rougeole atteint un pic d'environ 280 cas. En revanche, au cours des mois pluvieux (juin, juillet, août et septembre), lorsque la pluviométrie augmente, le nombre de cas chute de manière drastique. Cette tendance suggère que les précipitations abondantes limitent la transmission du virus et ne favorisent pas la propagation de la rougeole parmi les populations non vaccinées. L'analyse statistique confirme cette observation : la quantité de pluie est modérément et négativement corrélée aux cas de rougeole non vaccinée ($r = -0,445$). Autrement dit, plus les précipitations diminuent, plus l'incidence de la rougeole tend à augmenter. Cette relation peut s'expliquer par les conditions climatiques propres aux périodes sèches, qui favorisent la concentration des individus dans des espaces clos et augmentent ainsi les opportunités de transmission interhumaine. Les résultats soulignent donc le rôle indirect de la pluviométrie dans la dynamique épidémiologique de la rougeole, en agissant comme un facteur limitant ou amplifiant selon la saison.

Tableau IV. Corrélation entre précipitation annuelle et les cas de rougeole

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	Précipitation (mm)	Cas de rougeole
Précipitation (mm)	1	-0,456
Cas de rougeole	-0,456	1

Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché, 2022.

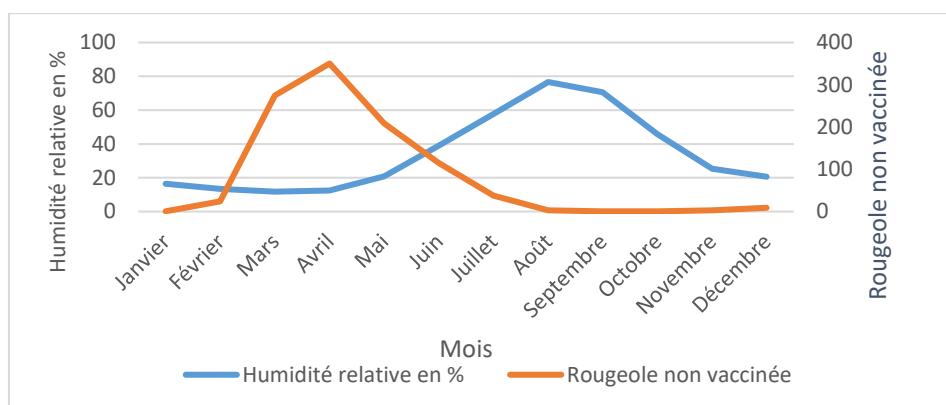
Le tableau IV présente la matrice de corrélation de Pearson entre les précipitations et l'incidence de la rougeole non vaccinée dans le district sanitaire d'Abéché. Les résultats révèlent une corrélation négative modérée ($r = -0,456$), indiquant que l'augmentation des précipitations n'est pas associée à une hausse des cas de rougeole.

Autrement dit, les pluies ne favorisent pas la propagation de la rougeole non vaccinée dans cette zone. Au contraire, les périodes pluvieuses semblent coïncider avec une diminution des cas, ce qui suggère que la saison des pluies agit comme un facteur limitant dans la dynamique épidémiologique de la maladie. Cette tendance peut être attribuée à des conditions climatiques moins favorables à la transmission aérienne du virus, mais également à des changements de comportements sociaux durant la saison humide.

3.5. Corrélation entre Humidité relative moyenne/an et Rougeole non vaccinée

À Abéché, l'humidité atmosphérique varie fortement selon les saisons. Durant la saison sèche, l'air est particulièrement aride, avec un taux d'humidité pouvant descendre en dessous de 20 %, ce qui accentue les problèmes respiratoires, favorise le dessèchement de la peau et rend les conditions de vie difficiles, notamment pour les enfants et les personnes âgées. En saison des pluies, l'humidité augmente légèrement, surtout au mois d'août, mais demeure modérée comparativement aux régions tropicales plus humides.

Ces variations hygrométriques influencent indirectement la vulnérabilité des populations face aux maladies infectieuses. L'air sec, en fragilisant les muqueuses respiratoires, peut accroître la sensibilité aux infections virales telles que la rougeole. Dans ce contexte, l'étude de la corrélation entre la pluviométrie mensuelle et les cas de rougeole non vaccinée apparaît pertinente et est illustrée dans la figure 6.



Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché 2022.

Figure 6. Humidité relative et cas de rougeole non vaccinée

La figure 6 met en évidence une relation significative entre l'humidité relative mensuelle et le nombre de cas de rougeole non vaccinée à Abéché sur la période 2012–2022. Les courbes représentant l'humidité relative (en rouge) et les cas de rougeole non vaccinée (en bleu) montrent des variations concomitantes à certaines périodes de l'année. Les résultats indiquent que les pics d'humidité relative coïncident généralement avec une baisse du nombre de cas. Ainsi, au cours des mois d'août et septembre, où l'humidité atteint respectivement 75 % et 70 %, l'incidence de la rougeole non vaccinée est très faible, voire nulle (aucun cas enregistré). À l'inverse, durant les mois de mars et avril, caractérisés par un faible taux d'humidité (12 % en mars et 14 % en avril), le nombre de cas de rougeole non vaccinée atteint des niveaux élevés, avec environ 350 cas en mars et 300 cas en avril. Cette tendance suggère une interaction entre les conditions environnementales et la propagation de la maladie : des niveaux élevés d'humidité pourraient limiter la survie et la transmission du virus, tandis que des conditions sèches favoriseraient sa dissémination. L'analyse statistique, fondée sur le coefficient de corrélation de Pearson (Tableau 4), est nécessaire pour confirmer cette hypothèse et quantifier la force de la relation entre humidité et incidence de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché.

Tableau V. Corrélation entre Humidité relative moyenne/an et Rougeole non vaccinée

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	Humidité relative en % Moyenne/an	Rougeole non vaccinée
Humidité relative en % Moyenne/an	1	-0,043
Rougeole non vaccinée	-0,043	1
Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$		

Source : Agence Nationale de la Météorologie et district sanitaire d'Abéché 2022.

Le Tableau V présente la matrice de corrélation de Pearson entre l'humidité relative moyenne annuelle et l'incidence de la rougeole non vaccinée dans le district sanitaire d'Abéché. Le coefficient obtenu est $r = -0,043$, ce qui traduit une corrélation négative très faible entre les deux variables. Autrement dit, la variation de l'humidité relative ne semble pas influencer de manière significative le nombre de cas de rougeole non vaccinée. Cette absence de relation statistiquement pertinente suggère que l'humidité, dans le contexte climatique semi-aride d'Abéché, n'est pas un facteur déterminant de la propagation de la rougeole. Il est toutefois important de noter que si l'humidité relative n'a pas d'effet direct sur l'incidence de la maladie, elle peut agir de façon indirecte en modulant les conditions de vie et la vulnérabilité des populations (par exemple, sécheresse des muqueuses respiratoires en période sèche ou inconfort lié à l'air humide en saison des pluies). Ces effets restent cependant marginaux par rapport à d'autres paramètres climatiques tels que la température, l'insolation ou la vitesse du vent, qui ont montré des corrélations plus marquées avec la dynamique épidémiologique de la rougeole. Il n'y a pratiquement aucune corrélation entre l'humidité relative moyenne et la rougeole non vaccinée ($r = -0,043$). Cette valeur est très proche de zéro et n'est pas statistiquement significative, ce qui signifie qu'il n'existe pas de lien clair entre l'humidité et les cas non vaccinés de rougeole dans cet ensemble de données.

En somme, le climat du district sanitaire d'Abéché, caractérisé par une chaleur intense, une longue période de sécheresse, des vents poussiéreux et une courte saison pluvieuse, crée un environnement propice à la propagation de la rougeole. Ces conditions climatiques fragilisent la situation sanitaire des populations, compliquent la logistique des services de santé et réduisent l'efficacité des campagnes de prévention et de vaccination. Ainsi, la mise en place d'une stratégie de santé publique adaptée aux spécificités climatiques locales apparaît indispensable pour protéger efficacement la population d'Abéché contre cette épidémie évitable mais encore trop fréquente, comme l'ont confirmé les enquêtes et les responsables du district sanitaire

4. Discussion

L'analyse des résultats concernant la variabilité climatique et l'incidence de la rougeole dans le district sanitaire d'Abéché doit être mise en perspective avec les travaux scientifiques réalisés dans des contextes similaires. Les données issues des entretiens avec les responsables de santé et des statistiques épidémiologiques locales montrent que les épidémies de rougeole liées aux paramètres climatiques ont des conséquences démographiques majeures. Par exemple, en 2028, 1 556 cas ont été enregistrés, dont 224 décès (taux de létalité de 19,56 %). En 2020, on note une baisse avec 884 cas et 165 décès (18,66 %), tandis qu'en 2021, 843 cas et 80 décès (9,48 %) ont été rapportés. En 2023, 1 016 cas et 106 décès (11,57 %) ont été notifiés par le district sanitaire du Ouaddaï. Ces chiffres confirment que la

rougeole demeure une menace persistante, aggravée par les conditions climatiques locales.

Ces résultats rejoignent les observations de Doukpolo (2014, p.1) en Centrafrique, qui a montré qu'une hausse de température (+1 °C) et une baisse des précipitations (-11 %) entraînent des impacts significatifs sur la santé humaine et l'économie. De même, Darmon (1999, p.1) a souligné que l'air, même inodore, constitue une menace sanitaire majeure, la poussière jouant le rôle de vecteur microbien incontrôlable. Nouaceur (2002, p. 35) a également mis en évidence l'importance des flux atmosphériques dans la transmission des maladies.

Dans le contexte sahélien, Bausch et al. (2008) au Niger ont démontré que l'humidité et les températures élevées favorisent la transmission des maladies respiratoires. Diallo et al. (2016, p.521) au Sénégal ont établi que la rougeole connaît une recrudescence pendant les périodes de sécheresse, lorsque la population est exposée aux poussières et au surpeuplement. Ces résultats sont corroborés par Barry et al. (2018, p.45), qui ont montré une recrudescence des épidémies de rougeole en période de chaleur intense et de vents secs au Niger. En Côte d'Ivoire, Kouadio (2016, p.345) a souligné que les variations saisonnières constituent un facteur déterminant dans la dynamique des maladies infectieuses, la sécheresse favorisant la transmission aérienne.

Plus récemment, Ba et Coundoul (2024, p.77) au Sénégal ont analysé les effets de la variabilité climatique sur les ressources naturelles et ont montré que la sécheresse et l'érosion éolienne accentuent les risques sanitaires. De même, Raimond, Bémadji et Ndoutorlengar (2024, p.101) ont étudié les impacts du dérèglement climatique au Sahel et ont confirmé que les conditions extrêmes entraînent des migrations et une vulnérabilité accrue des populations. Enfin, Fotouo (2024, p.211) a documenté l'évolution de la rougeole en Afrique entre 2010 et 2022, confirmant que les flambées épidémiques persistent malgré les efforts de vaccination, en lien avec les conditions climatiques défavorables.

Les résultats de cette recherche s'inscrivent dans une littérature scientifique plus large qui démontre que la variabilité climatique est un déterminant majeur de la dynamique épidémiologique de la rougeole. Les conditions extrêmes (sécheresse, chaleur, vents poussiéreux, insolation élevée) fragilisent les populations et favorisent la transmission du virus. Ces constats appellent à une adaptation des stratégies de santé publique aux réalités climatiques locales, afin de réduire la vulnérabilité des populations sahéliennes face à cette maladie évitable mais persistante.

Conclusion

La problématique examinée dans cette recherche met en évidence l'influence des ambiances climatiques sur la santé des populations, en particulier dans le district sanitaire d'Abéché. Les paramètres climatiques, tels que la température, l'insolation, la pluviométrie et l'humidité, étant instables et variables selon les saisons, ils exercent une pression significative sur la dynamique des maladies

épidémiques. L'analyse a permis de mettre en lumière le degré de dépendance entre ces facteurs climatiques et l'incidence de certaines maladies, notamment la rougeole. Il ressort que certaines pathologies apparaissent de manière saisonnière et présentent des corrélations significatives avec les éléments du climat qui les caractérisent. Ces résultats confirment que la variabilité climatique constitue un déterminant majeur de la vulnérabilité sanitaire des populations. Face à ces constats, il est nécessaire que les acteurs de la santé publique adoptent des stratégies adaptées aux saisons afin d'éviter que les risques sanitaires ne deviennent incontrôlables et coûteux. Cela implique la sensibilisation des populations sur la lutte vectorielle, l'hygiène et la salubrité ; la mise en place d'équipes de veille sanitaire à l'approche de chaque saison pour anticiper et contenir rapidement les flambées épidémiques ; le recours à une approche participative, intégrant les communautés dans la prévention et le contrôle des maladies, afin de renforcer l'efficacité des interventions. En définitive, cette étude souligne l'importance d'une intégration des paramètres climatiques dans les politiques de santé publique, afin de mieux protéger les populations contre les épidémies évitables comme la rougeole et de renforcer la résilience sanitaire face aux défis climatiques.

Références bibliographiques

- Ba Abdoulaye., Coundoul Moustapha. 2024. *Variabilité climatique et impacts sur les ressources naturelles et la santé au Sénégal*. *Revue Africaine de Climat et Santé*, 5(1), 77–95.
- Barry Alpha. 2018. *Epidemiology of measles outbreaks in the Sahel: Climate variability and transmission dynamics*. *International Journal of Infectious Diseases*, 73, 45–52.
- Baska Toussia. 2014. *Analyse géographique des infections paludéennes dans les districts de santé de la Région de l'Extrême-Nord (Cameroun)* (Thèse de doctorat, Université de Ngaoundéré).
- Bausch Daniel George. 2008. *Climate and infectious disease transmission in West Africa: The case of measles and respiratory infections*. *Journal of Infectious Diseases*, 197(Suppl. 1), S54–S60.
- Besancenot Jean Pierre. 2002. *Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines*. *Environnement, risques et santé*, 1(4), 229–240.
- Besancenot Jean Pierre 2006. *Maladies infectieuses et climat*. In *Rapport sur les cas des infections respiratoires vues en ambulatoire à Athènes*. CNRS Faculté de Médecine, pp.15-34.
- Besancenot Jean Pierre 2007. *Changement climatique et impacts sanitaires : Une évolution déjà observable ?* *Collection Air pur*, 72, 13–15.
- Besancenot Jean Pierre. 2012. *Changement climatique et santé publique*. In *Des climats et des hommes* (pp. 469–479).
- Boko Narcisse Paul Michel, & Dohou, Luc. 2021. *Changements climatiques et vulnérabilité sanitaire en Afrique de l'Ouest*. *Revue Africaine de Géographie et de Climatologie*, 12(1), pp. 25–45.

- Confalonieri Ulisses Eugenio. 2007. *Human health*. In *Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press, pp.391-431.
- Darmon Pierre. (1999). *La longue traque de la peste : Essai sur l'histoire de la pensée biomédicale*. Fayard.
- Dazé Angie., Ambrose Kristin., & Ehrhart Charles. 2009. *Changement climatique et vulnérabilité en Afrique*. CARE International, Ottawa, pp. 1–90.
- Diallo Mamadou., Ndiaye Ousmane., Fall Aadam. 2016. *Impact des conditions climatiques sur la recrudescence de la rougeole au Sénégal*. *Santé Publique*, 28(4), 521–529.
- Diop Cheikh. 2018. *Rapport spécial du GIEC sur la gestion des risques de catastrophes et des phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique*, pp.1-594.
- Dos Santos João. 2006. Accès à l'eau et enjeux socio-sanitaires à Ouagadougou. *Espace urbain et santé*, 2006(2–3), 271–285.
- Doukpolo Bertrand. 2007. *Variabilité et tendance pluviométrique dans le Nord-Ouest de la Centrafrique : Enjeux environnementaux* (Mémoire de DEA, Université d'Abomey-Calavi) pp.1-97.
- Doukpolo Bertrand. 2014. *Changement climatique et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine* (Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi), pp. 1-287.
- Fotouo Metoudou Jean. 2024. *Évolution de la rougeole en Afrique subsaharienne (2010–2022) : Variabilité climatique et défis de vaccination*. *Revue Africaine d'Épidémiologie*, 9(3), 211–229.
- Hippocrate. (400 av. J.-C.). *Des airs, des eaux et des lieux*. Tome II, Paris : Les Belles Lettres, pp. 1–28.
- Houssou Charles Sossa., Agossou Simple., & Hounghinin Roger. (2006). *Santé publique et développement durable en Afrique*. Paris : L'Harmattan, pp. 45–112.
- Kouadio Ibrahima Kalil. 2016. Seasonal variations and infectious disease dynamics in Côte d'Ivoire : The case of measles. *African Health Sciences*, 16(2), 345–353.
- McMichael Anthony John., Woodruff Robyn Edward., & Hales Simon. 2006. *Climate change, health, and human health: present and future risks*. *The Lancet*, 367 (9513), 859 – 869.
- Nouaceur Zohra. 2002. Climat et santé : Les transferts atmosphériques et leurs impacts sur les maladies infectieuses. *Revue de Géographie et Santé*, 12(3), 45–62.
- OMS. 2015. *Changements climatiques et santé*. Genève : Organisation mondiale de la Santé, pp. 1–120.
- Patz Jonathan Adam. 2005. *Climate change and infectious diseases*. *WHO Bulletin*, 83(10), pp. 766- 773.
- Raimond Christian., Bémadji Nicolas., & Ndoutorlengar Germain. (2024). Changements climatiques et vulnérabilité sanitaire au Sahel. *Cahiers du Climat et Développement*, 12(2), pp. 101–120.