

Changement climatique climat tropical et imagerie médicale de l'accident vasculaire cérébral durant la pandémie a covid-19 en milieu hospitalier de Kinshasa

Tropical climate change and medical imaging of stroke during the covid-19 pandemic in Kinshasa hospitals

Mika Mulewa¹, Benjamin Longo-Mbenza^{1,2,3,4}, Michel Lelo Tshikwela¹, Roland Vangu-Vangu^{1,2,3}, Christian Matondo Semo², Blaise Makoso Nimi^{1,2,3}, Zacharie Tsongo Kibendelwa⁵, Longo Maxime², Kisoka Lusunsi¹, Augustin Nge Okwe⁶

- 1 Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo
- 2 Lomo University Research, Kinshasa, RD Congo
- 3 Université Président Joseph Kasa-Vubu, Boma, RD Congo
- 4 Department of Internal Medicine, Walter Sisulu University, Mthatha, South Africa
- 5 Université de Kisangani, Kisangani, RD Congo
- 6 Université de Lubumbashi, Lubumbashi, RD Congo

Pour citer cet article : Mika M, Longo-Mbenza B, Lelo MT, Vangu-Vangu R, Matondo CS, Makoso BN, Tsongo ZK, Longo M, Lusunsi K, Nge Okwe A. Changement climatique climat tropical et imagerie médicale de l'accident vasculaire cérébral durant la pandémie a covid-19 en milieu hospitalier de Kinshasa. Kivu Medical Journal 2025 ; 3(1), 1-12.

Article reçu : 27-09-2024

Accepté : 10-02-2025

Publié : 15-02-2025

Publisher's Note: KMJ stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright : © 2025, Mika M et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

Correspondance : Benjamin Longo-Mbenza
Faculté des sciences de la santé, LOMO University for Research, République Démocratique du Congo
longombenza@gmail.com

Résumé

Introduction : L'exposome est une notion qui prend de plus en plus de place dans la compréhension de la survenue des maladies en générales et plus spécialement de la survenue des pathologies cardio-vasculaires ; c'est dans cette optique que nous avons étudié le rôle du changement climatique, du climat global et de la saisonnalité dans la survenue des accidents vasculaires cérébraux selon l'imagerie médicale.

Matériels et méthode : il s'agit d'une étude mixte avec une analyse secondaire (étude documentaire) et discriminante avec des approches quantitatives et mathématiques portées sur les dossiers médicaux, données météorologiques et climatiques 1291 examens d'imagerie tomодensitométriques et par résonance magnétique dans deux hôpitaux de Kinshasa (Centre diagnostique le Rocher et Clinique Ngaliema) sur une période allant de 2019 à décembre 2020. Les paramètres météorologiques prélevés dans le centre météorologique Mbinza Mettelsat. Les moyennes \pm écart types (ET), le test de KHI carré et le test T de Student ont été calculés pour la corrélation entre les variables. L'analyse multi variée de type discriminante a classé le type d'AVC selon les paramètres climatiques. La valeur seuil fixée était de 5%.

Résultats : Avec un sexe ratio de 1,4 homme pour une femme, l'âge moyen était de 54 ± 18 ans, plus de 60% de patients avaient moins de 60 ans, on comptait 2 AVC ischémiques pour 1 hémorragique, 66% de cas survenaient pendant la saison de pluie ($p=0,2$), plus des AVC ischémiques chez les séniors et le contraire chez les jeunes, les paramètres climatiques influençant la survenue des types des AVC étaient les précipitations ($p=0,012$), le nombre de jour d'orage ($p=0,002$) et l'humidité relative ($p=0,000$) alors que les paramètres discriminants étaient l'humidité relative, le rayonnement global et le nombre de jour d'orage.

Conclusion : les saisons influencent la survenue des types des AVC selon l'avancement en âge dans un climat tropical humide de Kinshasa ; l'humidité relative, le rayonnement global et le nombre de jour d'orage discriminent la survenue de types des AVC.

Mots-clés : Changement climatique, climat tropical, imagerie médicale, AVC, Covid-19, Kinshasa

Abstract

Introduction : The exposome is an increasingly important concept in understanding the occurrence of disease in general and cardiovascular disease in particular. With this in mind, we investigated the role of climate change, global climate and seasonality in the occurrence of stroke based on medical imaging.

Materials and method: This is a retrospective study that took 1291 CT and MRI examinations in two Kinshasa hospitals (Centre diagnostic le Rocher and Clinique Ngaliema) over a period from 2019 to December 2020. Meteorological parameters collected at the Mbinza Mettelsat meteorological centre. Means \pm standard deviation (SD), KHI squared test and Student's T test were calculated for correlation between variables. Multivariate discriminant analysis classified the type of stroke according to climatic parameters. The threshold value was 5%.

Results: With a sex ratio of 1.4 men to one woman, the mean age was 54 ± 18 years, more than 60% of patients were under 60, there were 2 ischaemic strokes for 1 haemorrhagic, 66% of cases occurred during the rainy season ($p=0.2$), more ischaemic strokes in the elderly and the opposite in the young, The climatic parameters influencing the occurrence of stroke types were precipitation ($p=0.012$), the number of days with thunderstorms ($p=0.002$) and relative humidity ($p=0.000$), while the discriminating parameters were relative humidity, global radiation and the number of days with thunderstorms.

Conclusion: The seasons influence the occurrence of types of stroke according to advancing age in the humid tropical climate of Kinshasa; relative humidity, global radiation and the number of days with thunderstorms discriminate against the occurrence of types of stroke.

Key words: Climate change, tropical climate, medical imaging, stroke, Covid-19, Kinshasa

Introduction

L'introduction donne l'orientation générale et l'importance relatives au changement climatique, à la variabilité climatique, à la saisonnalité locale (climat) associés aux accidents vasculaires cérébraux dans le monde, en Afrique sub-saharienne et en Afrique centrale. Les preuves scientifiques démontrent les impacts du changement climatique (émission des gaz à effet de serre) [1-3] de la variabilité climatique (climat global, phénomènes El nino-la nina), du climat local, et de la saisonnalité sur l'émergence de la morbi-mortalité en général et sur la morbi-mortalité cardiovasculaire en particulier. [2,4,5] L'accident vasculaire cérébral (AVC) est caractérisé par les types suivants : accident ischémique transitoire (AIT) actuellement considéré comme AVC ischémique non constitué [6-9], AVC ischémique constitué, AVC hémorragique et AVC ischémique transformé à l'autopsie et à l'imagerie cérébrale dont la tomodensitométrie (scanner cérébral) et l'imagerie par résonance magnétique [9]; devient un fardeau et un problème de santé publique dans le monde [10], dans les pays à revenu élevé et aussi dans les pays à faible revenu

[10-13]. Les interactions et l'interface (exposome et épi génétique) [14,15] entre les facteurs génétiques/non modifiables et les facteurs environnementaux (physiques, social, politique, infectieux, professionnel/industriel, familiaux) sont aujourd'hui incriminés dans la genèse des AVC selon la transition sanitaire (démographique /avancement en âge et nutritionnel) [16-19] et la migration rurale-urbaine (exode) [20,21]. Classé parmi les maladies non transmissibles, l'organisation mondiale de la santé (OMS) déclare dans le rapport sur la situation mondiale des maladies non transmissibles de 2014 [22] que les accidents vasculaires cérébraux constituent un enjeu majeur de santé publique par le nombre de personnes atteintes et les conséquences médicales, sociales, et économiques qui en résultent. Les accidents vasculaires cérébraux représentent une cause importante de décès et de handicap dans le monde, pour ce faire, l'efficacité des préventions primaire et secondaire de l'AVC [23] pourrait réduire de 50% à 80% l'incidence de l'AVC. D'après le Journal international LCI dans son article apparu le 16 janvier 2016, une étude allemande dans la ville de Lena

publiée dans la revue Biométéorology reprenant 1700 patients sur une période de 7 ans, a démontré qu'une variation de la température climatique d'environ $-2,9^{\circ}\text{C}$ est susceptible d'entraîner une croissance de 11% sur l'incidence des AVC dans les pays à climat tempéré [19]. En 2019, Tchapebong JP a trouvé qu'une croissance de la quantité des pluies tombée, de la température moyenne et de la vitesse de vent à partir 2 m/s se suit d'une diminution du taux d'incidence de survenue des AVC ischémiques et hémorragiques. Il dit qu'il y aurait un risque élevé en saison des pluies avec une pluviométrie de 0 à 150 mm, une humidité à 65,6%, une température moyenne de 24°C à 28°C et une vitesse de vent moyen de 1 à 2 m/s; avec survenue en journée plus précisément le matin au réveil et au mois d'Août [24].

En République Démocratique du Congo (RDC), deux travaux ont été réalisés en ce sens. L'étude Prédicteurs associés de la mortalité à l'AVC chez les africains réalisée 1987 à 1991 par Longo Mbenza B a conclu que les saisons n'avaient pas d'impact sur la morbi-mortalité liée aux AVC [25,26]. En second, l'étude sur l'impact des saisons, des années El Nino/La Nina et des précipitations sur la morbi-mortalité des accidents vasculaires cérébraux à Kinshasa réalisée par Kintoki MF et al sur la période allant de 1998 à 2003 aux Cliniques Universitaires de Kinshasa dont les résultats ont montré une absence de saisonnalité de la morbi-mortalité liée à l'AVC par contre une association particulière et significative entre l'augmentation des indices ou des précipitations; l'excès de morbi-mortalité liée à l'AVC a été observée lors des années de Nina 1999 et el Nino 2002 [5]. Cette étude donc pour objectif d'étudier le rôle du changement climatique, du climat global et de la saisonnalité dans la survenue des accidents vasculaires cérébraux selon l'imagerie médicale.

Matériels et méthode

Il s'agit d'une étude mixte avec une analyse secondaire (étude documentaire) et discriminante avec des approches quantitatives et mathématiques portées sur les dossiers médicaux, données météorologiques et climatiques. Cette étude avait couvert une période de 2 ans allant de janvier 2019 à décembre 2020. Tout patient ayant souffert d'AVC et ayant bénéficié d'un scanner cérébral pendant la période et les cadres d'étude était inclus dans la présente étude (échantillonnage exhaustif). A été retenu dans l'étude, tout examen scanographiques ou d'imagerie par résonance magnétique cérébraux ayant comme diagnostic un AVC hémorragique ou ischémique de moins de deux semaines d'âge (hyper aigu, aigu et subaigu) sur parenchyme sain ou avec contexte d'AVC antérieur. N'a pas été retenu dans l'étude toute autre pathologie cérébrale et tout AVC survenu sur une autre

pathologie cérébrale. L'approche méthodologique consistait en collecte des données démographiques, climatiques, et des données d'imagerie cérébrale. La collecte des données a été réalisée grâce aux résultats des examens stockés dans des dossiers Word ou enregistrés dans des registres ou dans le système PACS aux différents services d'imagerie des hôpitaux pris comme cadre de la présente étude. La collecte des données climatiques prélevées dans le stockage Excel des paramètres climatologiques de la station centrale de Météorologie de Kinshasa comprenant les moyennes mensuelles des différents paramètres retenus. La collecte des données d'imagerie a été réalisée grâce aux résultats des examens stockés dans des dossiers Word ou enregistrés dans des registres ou dans le système PACS aux services d'imagerie du centre diagnostic Le Rocher (pour le scanner) et clinique Ngaliema pour l'IRM cérébrale. Plus de 200 images ont été revisitées pour évaluer l'effectivité des images. En ce qui concerne le diagnostic d'imagerie, la lecture des images était faite par des médecins radiologues. Les examens retenus dans l'étude comprenaient les AVC de type aigu ou subaigu sur parenchyme sain; et du diagnostic scanographique, a été considéré comme AVC ischémique toute image scanographique d'effacement des sillons cérébraux, image de lacune, plage d'hypodensité avec ou sans signe de complication (œdème cérébral, engagement cérébral...), ou encore avec ou sans image de séquelle d'ancien AVC. A été considéré comme AVC hémorragique, toute image scanographique d'hyperdensité spontanée sur parenchyme cérébral sain avec ou sans signes de complication. Ces signes évoqués dans le compte rendu rédigé par un spécialiste ayant au moins 5 ans d'expérience. Pour le diagnostic IRM cérébral, la technique IRM était réalisée après avoir obtenu un examen scanographique normal sur un patient dont les signes cliniques d'AVC restaient persistants. Nous avons considéré comme AVC hémorragique, toute image IRM gardant un hyposignal central quel que soit la séquence sur le reste de parenchyme sain alors que la séquence de Diffusion à montrer une restriction sans diminution de l'ADC. A été considéré comme AVC Ischémique, toute image IRM d'hyper signal en séquences T2* et FLAIR avec hypersignal en diffusion accompagnée d'une diminution de l'ADC sur un parenchyme sain et sans hypo intensité à la séquence T2*.

Analyses statistiques

Les données catégorielles (nominales et qualitatives) ont été présentées sous forme de fréquences et des proportions. Les données quantitatives ont été résumées sous forme de moyennes \pm écart types (ET), de médiane,

de mode, minimum, maximum, les quantiles, l'asymétrie, l'erreur standard de la moyenne, l'erreur standard d'asymétrie, la variance, l'aplatissement. L'analyse uni variée a été utilisée pour comparer les proportions des variables catégorielles entre les groupes selon le test de KHI carré alors que les valeurs moyennes, des variables quantitatives entre deux groupes en utilisant le test T de Student. La performance diagnostique de l'AVC Ischémique et de l'AVC hémorragique du scanner cérébral comparée à l'IRM cérébral, test de référence, a été évaluée selon la sensibilité et la spécificité, la valeur prédictive et le ROC. Seuls les types des AVC d'IRM ont été considérés dans l'analyse uni variée et dans l'analyse discriminante et l'analyse multi variée de type discriminante visait à classer les différents types les AVC ischémiques et les AVC hémorragiques à partir de leurs caractéristiques météorologiques et la variabilité climatique selon l'année de l'incidence de l'AVC. Les coefficients des fonctions canoniques et les distances selon le Barycentre étaient capables de modéliser la prédiction de chaque type d'AVC. En effet, l'analyse discriminante est une méthode statistique intermédiaire autour du champ de modélisation et de celui de l'exploration multidimensionnel sans aucun test ni condition de validité. La valeur de p de 0,05 a été considérée comme le seuil de significativité statistique. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le Logiciel SPSS version 20.0

Résultats

Dans la population de l'étude, 756 patients étaient de sexe masculin contre 535 patients de sexe féminin avec un sexe ratio 1,4 :1 sexe féminin ; près de 2/3 de sexe masculin contre près de 1/5 de sexe féminin. En effet, la figure 8 souligne la surpopulation du sexe masculin dans la population d'étude. La stratification des âges des patients a décrit leur chronobiologie selon un gradient et selon leur sénilité ; les jeunes adultes sont le plus représenté avec 529 cas soit 40% suivi des patients âgés de 60 à 79 ans.

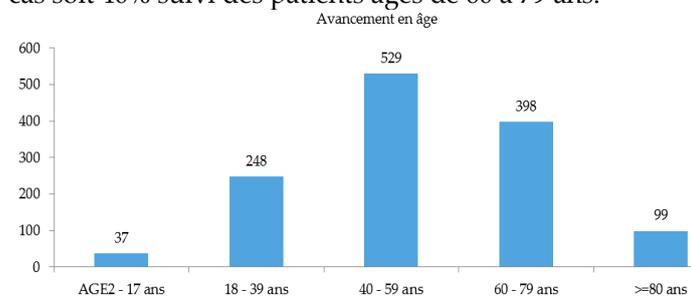


Figure 1. Groupe d'âge selon les percentiles

Température ambiante

Les températures les plus basses (NADIR) sont enregistrés aux mois de juillet des deux années et leur évolution paraît

cyclique. Les variations de la température maximale absolue ont été dessinées selon la période de l'étude. Il existait un nadir (trou) de la courbe cyclique de la température maximale était survenue entre le mois de juin et le mois d'Août de l'année 2019 contre les acrophases (maximum) au mois de Mars 2019 et au mois d'avril 2020. Les variations des températures minimales pendant la période d'étude avec une variation presque constante évoluant dans la fourchette de 17°C et de 20°C. Il existe une dépression (Nadir) aux mois de Juin 2019, de Juin 2020 et au mois de Décembre 2020.

En ce qui concerne l'amplitude thermique, Globalement, la moyenne des amplitudes thermiques mensuelles était inférieure à 10°C vers un bon confort thermique excepté les mois de Mars-Avril 2019 associés à une amplitude thermique mensuelle proche de 11°C et caractéristique d'inconfort thermique.

Les précipitations

L'évolution des précipitations mensuelles entre 2019 et 2020 a été dessinée par la figure 8. Les valeurs les plus élevées des précipitations mensuelles, supérieures à 300 mm par mois étaient respectivement observées aux mois d'octobre 2019, Décembre 2019 et Avril 2020 alors que les valeurs intermédiaires de précipitations mensuelles comprise entre 100 mm et 270 mm étaient respectivement observées au cours de mois de Novembre 2019, Janvier 2020, octobre-décembre 2020 contre les valeurs inférieures des précipitations rapportées au cours des mois juin-septembre des deux années.

Le régime des précipitations actuelles était caractérisé par un avènement de pluie au cours de la grande saison sèche pendant le mois de Septembre 2019, de Juillet 2020 et de Septembre 2020 contre une tendance aux inondation au cours de la période Janvier-Mars 2019 et 2020 (petites saisons sèches).

Le rayonnement global mensuel et l'évaporation globale mensuelle

Il existait une variation inégale du rayonnement global mensuel estimé entre 256 MJ/m² et 450 MJ/m² : les valeurs maximales de rayonnement global mensuel étaient observées avec un mode cyclique (rythme) au cours de la période Janvier-Mars 2019, Septembre-Novembre 2019, contre mai-août 2019 et juin-septembre 2020.

Les variations de l'évaporation globale mensuelle ont été dessinées par la figure 10 montrant un excès d'évaporation globale mensuelle aux mois d'Août-octobre de l'année 2019 et 2020, des valeurs intermédiaires aux mois de Janvier-juillet 2019, novembre décembre 2019, puis janvier-mars 2020 et Novembre-Décembre 2020 contre un Nadir au mois de juin 2020.

L'orage et la vitesse de vent

Il n'existe pas une logique cyclique dans la survenue des jours d'orage. L'année la plus orageuse était La Nina 2020. Les mois les plus orageux sont compris entre Septembre 2019 et Mai 2020. Les vitesses des vents étaient caractérisées par deux sommets aux mois de Septembre 2019 et Aout 2020 ; entre les deux mois il existe une dépression allant du mois d'Octobre 2019 jusqu'au mois de Juin 2020.

Distribution générale des paramètres météorologiques pendant la période d'étude

Tableau I : Tableau de représentation de la distribution des variables climatiques

Paramètres climatiques (Uninté)	Moyenne ± ET	Min – max
TMax (°C)	34 ± 1,	30,8 – 36,7
TMin (°C)	19,4 ± 1,4	16,6 – 21,3
T ambiante (°C)	25,6 ± 1,2	22,8 – 27,6
Amplitude (°C)	8,5 ± 0,9	6,9 – 10,8
Précipitations (mm)	138 ± 117	0 – 381
Rayonnement global (MJ/m ²)	342 ± 52	256 – 450
Evaporation (mm)	77,8 ± 20,9	24,5 – 128,8
Humidité relative (%)	82 ± 3	88-82
Nombre de jours d'orage	2 ± 3	0 – 8
Vitesse du vent (m/s)	3,3 ± 0,6	2,3 – 4,5

TMax : Temperature maximale, TMin : Température minimale, °C : Degré celcius, MJ/M2, Mégajoule par mètre carré, mm : Millimètre, m/s : Mètre par seconde

Types d'AVC selon le scanner

Dans la population de l'étude, les AVC Ischémiques représentaient 854 cas contre 457 cas des AVC hémorragiques c'est-à-dire que les AVC ischémiques comptaient le 2/3 des cas. La fréquence mensuelle des AVC selon la TDM au cours des mois pendant la période d'étude montre que la fréquence des AVC ischémiques reste plus élevée que celle des AVC hémorragiques. Il y a eu une régression des cas pendant les mois septembre 2019 à Décembre 2019 ; il y a tendance à la dépression en fin de l'année 2020.

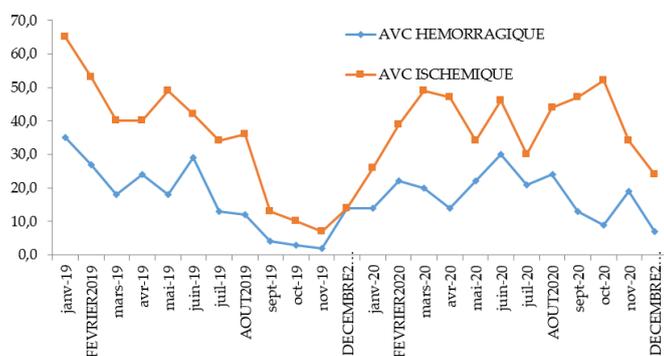


Figure 2 :1 Evolution des fréquences mensuelles de types d'AVC pendant la période d'étude

En considérant le microclimat de la ville de Kinshasa, le tableau 3 montre qu'il n'existe pas de différence dans la survenue des AVC pendant la période d'étude et 66,3% de cas des AVC sont survenus pendant la saison des pluies. Il y avait plus des AVC pendant les saisons de pluie que pendant la saison sèche soit 67,9% des AVC tout type confondu.

Analyses comparatives

Le sexe masculin prépondérant l'année 2019 mais qu'il y a tendance à l'égalisation entre les deux sexes en 2020 et le sexe féminin est plus représenté dans les extrêmes alors que les hommes sont plus représentés chez les jeunes adultes (18-39 ans et 40-59 ans) $p=0,02$. En ce qui concerne la variabilité des paramètres météorologiques selon les années, les seuls quatre paramètres météorologiques étaient comparables entre les années 2019 et 2020 ; c'était l'humidité $p=0,068$; les précipitations $p=0,354$; la vitesse des vents $p=0,277$. Cela pourrait s'expliquer par l'influence des vents El Nino-La Nina. (Tableau II)

Variabilité des paramètres météorologiques selon les années

Tableau II. Variabilité inter annuelle des paramètres météorologiques

Variables	El-Nino 2019 très chaude n=605	La Nina 2020 très froide n=686	p
Température (°C)	25,3±1,5	25,1±1,4	0,075
Humidité relative (%)	82,5±8,3	81,9±3,4	0,068
Précipitation (mm)	133,8±10,8	139,7±12,0	0,354
Vitesse du vent (m/s)	3,3±0,5	3,2±0,7	0,277
Température absolue max (°C)	34,6±1,2	33,6±1,7	≤0,001
Température absolue minimale (°C)	19,6±1,4	19,3±1,4	≤0,001
Amplitude	8,7±1,2	8,4±0,7	≤0,001
Rayonnement global	552.2±50	333.2±52.5	≤0,001
Jour d'orage	1±2	4±3	≤0,001

°C : Degré celcius, MJ/m², Mégajoules par mètre carré, mm : Millimètre, m/s : Mètre par seconde

Fréquence des AVC par année

Il y avait tendance à la hausse de cas d'AVC tous les types confondus en 2020 à hauteur de 53% et les AVC ischémiques restent les plus fréquents quel que soit l'année avec une tendance à l'augmentation en 2020. L'année 2019 est caractérisée par une diminution progressive de cas d'AVC tous les types confondus avec retour à l'ascension vers le mois de juin, l'année 2020 montre plutôt une augmentation des AVC hémorragique aux premier et deuxième trimestres pour les AVC

ischémiques et pour les AVC hémorragique cela est survenu au premier et dernier trimestre de l'année.

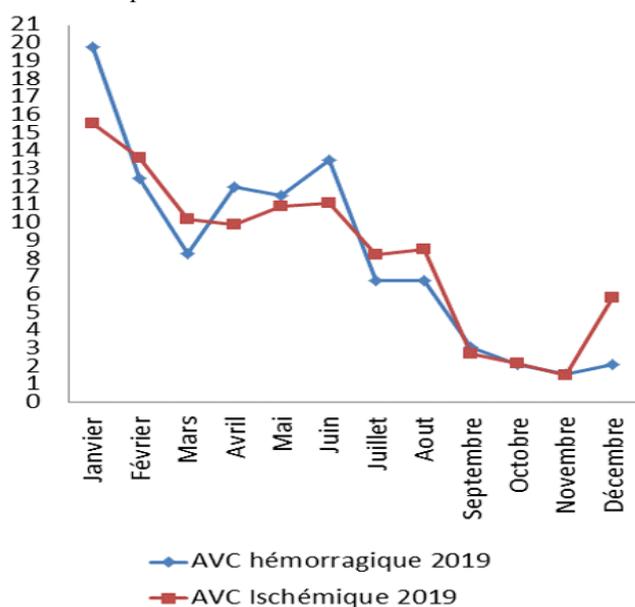


Figure 3: Courbes de l'évolution des fréquences de différents types d'AVC 2019

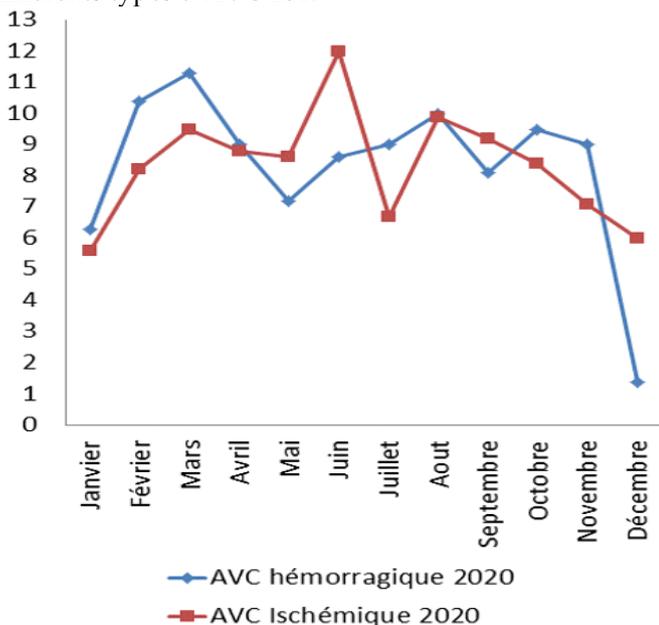


Figure 4: Courbes de l'évolution des fréquences de différents types d'AVC 2020

Variabilité des paramètres météorologiques selon les types d'AVC

Les paramètres météorologiques influençant la survenue des AVC hémorragique ou ischémique sont l'humidité, les précipitations et le nombre des jours d'orage. Les jeunes sont susceptibles de faire un AVC hémorragique contrairement aux séniors, ont tendance à faire des AVC ischémiques quel que soit les saisons $p \leq 0,001$; D'autant plus qu'ils sont séniors, de sexe féminin et en saison sèche, la possibilité de faire un AVC ischémique est grande $p=0,05$ et à l'opposé pour la jeune masculine, être séniors

augmente le risque de faire les AVC hémorragique en saison de pluie. (Tableau III)

Tableau III. Comparaison des moyennes par rapport aux types d'AVC afin de déterminer quels paramètres météorologiques influencent leur survenue

Variables	AVC Ischémique (n=875)	AVC Hémorragique (n=476)	p
TMax abs(°c)	34,1±1,6	33,9±1,6	0,087
Tmin abs(°c)	19,5±1,3	19,3±1,4	0,255
Température (°c)	25,6±1,2	25,5±1,2	0,207
Amplitude(°c)	8,5±0,9	8,5±1,5	0,358
Précipitation (mm)	143,9±120	126,3±109,6	0,012
Rayonnement global MJ/m ²	342,8±52,2	340,5±52,7	0,453
Evaporation(mm)	79±21	75±21	0,822
Humidité (%)	82,7±3,1	80,6±2,5	≤0,001
Nombre de jr d'or	2±3	2±3	0,002
Vitesse du vent (m/s)	3,3±0,6	3,2±0,5	0,252

TMax : Temperature maximale, Tmin : Température minimale, °C : Degré celcius, MJ/M2, Mégajoule par mètre carré, mm : Millimètre, m/s : Mètre par seconde

Analyse discriminante

Le degré d'influence de chaque paramètre météorologique dans la survenue de types des AVC. Ce degré se traduit par l'équation suivante : $Y = -51,837 + 0,597 \text{ humidité relative \%} + 0,001 \text{ précipitations mm} - 0,181 \text{ nombre de jours d'orage} + 0,594 \text{ vitesse du vent m/s} + 0,123 \text{ température minimale absolue } ^\circ\text{c} - 0,004 \text{ rayonnement global MJ/m}^2$ (Tableau IV)

Tableau IV. Importance de discrimination des variables météorologiques par rapport aux types des AVC

Coefficients des fonctions discriminantes canoniques	Fonction
Humidité relative %	0,597
Précipitations mm	0,001
Nombre de jours d'orage	-0,181
Vitesse du vent m/s	0,594
Température minimale absolue °c	0,123
Rayonnement global MJ/m ²	-0,004
(constante)	-51,837

coefficients non standardisés

Discussion

L'AVC est de plus en plus connu dans nos milieux et ses causes comme ses facteurs favorisants de plus en plus élucidés. Le changement climatique est une réalité dont l'impact sur l'environnement entraîne une augmentation des maladies transmissibles [43], son impact sur les

maladies non transmissibles fait l'objet de plusieurs recherches dont cette étude.

Paramètres sociodémographiques

La présente étude a trouvé que le sexe masculin était le plus représenté avec un sexe Ratio de 1,4 pour 1 en faveur des hommes comparable à plusieurs études africaines dans lesquelles le sexe ratio variait entre 1,2 et 1,6 en faveur des hommes [32] contrairement en chine [72] et en France [44] où les femmes étaient majoritaires. Dans l'étude présente, la moyenne d'âge était 53,8 ±18ans avec les extrêmes allant de 2 à 93 ans. Kintoki F de 1998 à 2004 et Kabeya M en 1994 avaient trouvé un âge moyen respectivement de 48 ans et 44 ans ± 17 ans. Cette évolution dans l'âge moyen pourrait s'expliquer par l'augmentation de l'espérance de vie et la transition démographique dans notre milieu. Cette moyenne d'âge a aussi été retrouvée au Mali par Chapebong JP de 2008 à 2017 [24] mais elle est plus élevée au Cameroun avec une moyenne de 66 ± 14 ans probablement parce que dans l'étude présente les enfants ont été inclus.

Dans notre série, deux tiers des patients étaient âgés de moins de 60 ans ; cela est resté pareil depuis Kintoki pouvant s'expliquer par une population jeune en Afrique sub-saharienne et par la transition démographique [66]. Dans la présente étude la tranche d'âge de moins de 18 ans représentait 4% de la population atteinte d'AVC et dans cette population il y avait plus d'AVC hémorragiques. Cela corrobore avec la méta-analyse colligée aux USA par Denise M. Oleske qui a observé des incidences de survenue des AVC ischémiques des enfants variant entre 7,2 à 1,3 pour 100 000 enfants en Europe et en Amérique du nord avec prévision d'une augmentation d'environ 35% en 30 ans [67].

Paramètres météorologiques

Plusieurs études ont trouvé des moyennes et des extrêmes conformément à leurs climats [17,68-70] donc non comparables. La température absolue maximale, la température absolue minimale, la température ambiante, les précipitations, les rayonnements globaux et les évaporations mensuels subissaient une chute (NADIR) au mois de Juin ou de Juillet durant leur évolution annuelle respectant ainsi un cycle de pic et de dépression. Pendant les mois de Juin, la courbe de l'évolution des fréquences des AVC accusait une montée en faveur de l'augmentation des cas des AVC particulièrement les types hémorragiques en 2019 et le type Ischémiques en 2020. Cette différence pourrait s'expliquer par la venue de la saison sèche entraînant une diminution des températures, une forte variabilité des températures en faveur d'une physiopathologie pro-inflammatoire par l'augmentation

des particules fines dans l'atmosphère, variation des températures. Dans l'étude de Kintoki F et al [5] ils ont trouvé des variations respectives de la hauteur des précipitations inégales et très significatives ($p < 0,01$) entre les types saisonniers et les années de la variabilité climatique.

La variation de la température montre une variation de plus de 2°C entre les mois de Mai et Juin pouvant expliquer l'augmentation de la fréquence des AVC quel que soit le type tel que publié par the winter group [16] en Angleterre, par Bouthouri en Tunisie [30] et par Huang en chine [71]. Tchapebong JP et Nganou-Gnindjio CN et al respectivement au mali dans un climat tropical sec et au Cameroun dans un climat équatorial c'est le mois d'Aout qui accusait une plus forte fréquence de survenue des AVC ; par contre cette étude c'est le mois de juin (debut de la saison sèche) qui a enregistré des fréquences élevées. Il est bien établi que les variations des températures sont susceptibles d'augmenter le stress oxydatif, la réponse inflammatoire et les variations des pressions vasculaires intracérébrales fragilisant ainsi la barrière hémato-encéphalique expliquant la survenue des AVC hémorragiques. D'autre part, la réponse inflammatoire serait susceptible de détacher la plaque athéromateuse et ainsi aboutir à l'AVC ischémique par obstruction d'une artère cérébrale par l'embolie. Pour évaluer le changement climatique, il faudrait 30 ans d'observation des paramètres météorologiques. Pourtant, en 2 ans seulement, les résultats de cette étude nous montrent au Tableau 4 qu'il y a eu des variations statistiquement significatives des températures absolues, du confort thermique, du rayonnement global et du nombre des jours d'orage mensuels avec tendance de variation de l'humidité entre les années 2019 et 2020. Cela pourrait être dû à la variabilité climatique globale par l'influence du phénomène El Nino-La Nina [77]. Lorsque les températures, les rayonnements globaux et le nombre des jours d'orages accusent un pic avec un faible taux d'humidité relative au mois de Mars, il n'a pas augmentation des cas des AVC pouvant encourager la théorie de la protection cérébrale par la vitamine D par ces effets bénéfiques qui comprennent la réduction du stress oxydatif, la réduction du risque de tempête de cytokines, le maintien de l'intégrité endothéliale, l'augmentation de la fibrinolyse, la réduction de la coagulation et le renforcement du système immunitaire [75,76]. Par rapport à la saisonnalité, cette étude a trouvé que les AVC hémorragiques sont l'apanage des enfants et des jeunes adultes quel que soit les saisons ($P \leq 0,001$) alors que ces dernières influencent la survenue des AVC chez les séniors de manière opposé selon le sexe c'est-à-dire pendant la saison sèche, les séniors de sexe féminin sont

susceptibles de développer un AVC ischémique et les séniors de sexe masculin dans la même saison sont susceptibles de développer un AVC de type hémorragique ($P=0,05$) à l'opposé de la saison de pluie où ce sont les séniors de sexe masculin qui sont plus susceptibles de développer un AVC de type ischémique que celles de sexe féminin ($P=0,03$). Victoria G et al. [27] ont aussi trouvé plus de femmes que d'hommes parmi les AVC ischémiques ($p<0,0001$). Kintoki M et al. ont trouvé une différence significative dans la prévalence des AVC hémorragiques et ischémiques dans le groupe d'âge plus jeune ($p=0,001$) sans différence par rapport aux saisons. Également pour Nganou-Gnindjio CN et al. [45] il n'y avait pas de différence significative par rapport à l'incidence médiane des cas d'AVC pendant les saisons humides et sèches $p = 0,5$ dans un climat équatorial. Dans la présente étude, pendant la saison sèche comme la saison de pluie, les AVC hémorragiques survenaient chez les moins de 59 ans et les plus de 59 ans ont présentés les AVC ischémiques ($p\leq 0,001$). Ces résultats peuvent expliquer par la variabilité des températures, la hausse de l'humidité et l'état de ménopause qui s'associent exacerbant l'état d'hypercoagulabilité sanguine, la rigidité des vaisseaux, l'état de stress et l'état pro-inflammatoire [72,73]. Nganou-Gnindjio CN et al [45] n'avaient pas trouvé d'association significative entre les variations saisonnières équatoriales et les accidents vasculaires cérébraux ($p = 0,86$). Quant à Jean Paul Tchapebong [9] lui a trouvé dans un climat tempéré désertique, que pendant la saison pluvieuse, la fréquence des accidents vasculaires cérébraux étaient toujours plus élevée. 45,96% d'AVC ont été enregistrés en saison pluvieuse et ; 55,04 pendant la saison sèche (28,03% en saison sèche froide et 26,01% en saison sèche chaude). Cette étude n'ayant pas fait de corrélation avec le groupe d'âge.

Types des AVC, les saisons et les analyses discriminantes

Selon le type des AVC, dans la présente étude, 67,8% des AVC étaient de type ischémiques pour un ratio de 2 AVC ischémiques pour 1 AVC hémorragique. Ces résultats sont comparables à ceux de Victoria G et al. en France de 2008 à 2017 [44] et de Houehanou YCN à Porto Novo de 2016 à 2018 [45], qui ont trouvés 84% et 72% d'AVC ischémiques contrairement à Kintoki M et al à Kinshasa de 1998 à 2004 où, la majorité représentait des accidents vasculaires cérébraux hémorragiques 63,6%, tandis que 36,4% avaient un AVC ischémique. Selon la discrimination, le Tableau 5 montre que, pris séparément, trois paramètres météorologiques influençaient la survenue des AVC (tous les types confondus). Il s'agissait de l'humidité relative, des précipitations et de nombre de jour d'orage. Cela était

différent de l'étude de Nganou-Gnindjio CN et al [45], qui n'ont pas trouvé d'association significative entre l'AVC et les précipitations moyennes mensuelles ($p=0,62$), les températures quotidiennes moyennes mensuelles ($p=0,12$), les températures maximales moyennes mensuelles ($p=0,06$) et la moyenne mensuelle des températures minimales ($p=0,60$). Mais chez Chapebong JP [9], il a noté qu'une croissance de la quantité de pluies tombée, de la température moyenne et de la vitesse de vent à partir 2 m/s se suivait d'une diminution du taux d'incidence de survenue des AVC ischémiques et hémorragiques. Nous pensons que cela a été favorisé par la période longue de couverture de l'étude. De cela, trois types de modèles ont été développés donnant lieu à 3 équations canoniques afin de discriminer et de montrer l'influence des différents paramètres météorologiques sur les types d'AVC. Le premier modèle à partir des températures absolues, le deuxième modèle à partir du confort thermique et le troisième modèle à partir de la température ambiante. Quel que soit le paramètre météorologique choisi, l'humidité est restée le paramètre le plus discriminatif en ce que l'augmentation du taux de l'humidité relative favorisait l'expression des AVC ischémiques. Cela a été corroboré par Abir Boutouri et al [30] en Tunisie 2015 chez qui le froid, l'humidité élevé et les changements brusque de températures augmentaient le risque de survenue d'AVC. Salam Abdoul Qatar 2017 avait trouvé une association positive entre la température moyenne et les rayonnements solaire et une association négative entre l'humidité relative et la pression atmosphérique. En cas de faible humidité, l'absence de précipitation et un nombre de jour d'orage supérieur à 3 jours augmentaient le risque de survenue d'AVC ischémique. Seul dans les premier et deuxième modèles (avec les températures absolues et l'amplitude), l'étude en présence a trouvé respectivement qu'un écart entre les températures entre les températures absolues maximales élevées et les températures absolues minimales très basses augmentaient le risque de survenue d'AVC ischémique. Dans tous les trois modèles, ce sont l'humidité relative basse associée aux rayonnements globaux élevés qui définissaient le risque de survenue des AVC hémorragiques. Pour Kato Naoki en Chine 2015 [74], l'incidence des AVC hémorragiques était directement proportionnelle aux basses températures journalières et basses amplitudes alors que les AVC ischémiques n'étaient corrélés à aucun paramètre météorologique. En chine encore, Tao Xue 2020 [70] avait trouvé que les AVC ischémiques étaient associés au froid (basses températures) que les AVC hémorragiques qui sont associés aux températures élevées. La vitesse des vents, et l'évaporation n'ont pas participé à la discrimination de

type d'AVC comme aussi dans les études de BOUTOURI et coll. et Tao Xue en chine [70].

Les AVC et la COVID-19

Il est établi que de par l'état d'hypercoagulabilité sanguine, la cardiomyopathie, la vascularite et la cascade inflammatoire qu'elle entraîne, la Covid-19 augmente le risque de survenue des accidents vasculaires cérébraux, surtout dans la forme grave de Covid-19. Le premier cas de Covid-19 dans la ville de Kinshasa a été déclaré en mars 2020 bouleversant ainsi la prise en charge de nombreuses pathologies dont les pathologies cardio-vasculaires. Dans de nombreuses études, la Covid-19 dans sa forme grave, a été reconnu à la base de la survenue de 1% à 5% des AVC [34,77]. En observant les courbes des AVC sans discrimination de type, des AVC selon les types et la courbe de l'évolution hebdomadaire des cas de Covid-19 montrent une ascension (acrophase) de ces trois courbes au mois de juin 2020. Bien que la courbe des cas de Covid-19 montre une reprise d'ascension à partir du mois de novembre 2020 alors que les courbes des AVC montrent une baisse des cas et sans prétendre établir une association de causalité, la tendance des fréquences élevées des AVC (quel que soit le type) dans l'année 2020 par rapport à l'année 2019 pourrait aussi s'expliquer par l'exacerbation de la pandémie Covid-19 pendant le mois de juin 2020. Mais cette théorie exigerait une autre étude plus poussée pour prouver une association entre les deux entités.

Conclusion

Les saisons influencent la survenue des types des AVC selon l'avancement en âge dans un climat tropical humide de Kinshasa ; l'humidité relative, le rayonnement global et le nombre de jour d'orage discriminent la survenue de types des AVC au sein de la population générale.

Références

- Gensler G, Buchot C. Introduction à la Bioclimatologie. Sensibilités aux changements de temps et au fœhn. Rev Géographie Alp. 1979;67(3):349-58.
- Stocker M, Ladstädter F, Steiner AK. Observing the climate impact of large wildfires on stratospheric temperature. Sci Rep ;11(1):22994.
- Mayer N. Les émissions de gaz à effet de serre battent encore des records en 2020. Futura 2020 ;5(4).
- De Wasseige C, Tadoum M, Atyi E, Doumenge C. Les forêts du Bassin du Congo-Forêts et changements climatiques. Weyrich ; 2015.
- Kintoki MF, Longo-Mbenza B, Mbungu FS, Zola N, Motebang D, Nakin V et al. Impact des saisons, des années El Nino/La Nina et des précipitations sur la morbi-mortalité des accidents vasculaires cérébraux à Kinshasa - ScienceDirect 2021;76(4).
- Goldstein Lb, Bushnell Cd, Adams Rj, Appel Lj, Braun Lt, SC et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. Stroke 2011;42(2).
- Boursin P, Paternotte S, Dercy B, Sabben C, Maïer B. Semantics, epidemiology and semiology of stroke. Soins Rev Ref Infirm. 2018;63(828):24-7.
- Belahsen F, Moulin T, Cattin F. Prise en charge de l'AVC ischémique scanner: signes précoces. CNV [Internet]. 2002 [cité 28 oct 2021];II(2):5.
- Gandolfo G, Deschaux O. Histoire de la découverte du cerveau et de l'évolution des méthodes d'exploration. Biol Géologie 2010 1(1)2-2010 :127.
- Mahanta BN, Mahanta TG, Gogoi P. Clinical Epidemiology and Global Health. 2017; 1(1)
- Sissoko AS, Cissé A, Coulibaly T, Diallo SH, Kone Z, Djimdé SO, et al. Aspects Cliniques et Paracliniques des Récidives d'Accidents Vasculaires Cérébraux au CHU Point G (Bamako). Health Sci Dis. 2020;21(8).
- Claver HP, Ernest A, Philippe A, Enoch K, Luc O. Epidemiology and Prognostic Factors of Stroke In Intensive Care Unit at the National University Hospital Hubert Koutoukou Maga (CNHU-HKM) of Cotonou. Anesth Crit Care. 2020;2(1):1-7.
- Adoukonou T. Pathologie vasculaire en Afrique. Rev Neurol (Paris) . 2015;1(1);171:A204.
- Junien C. Sexe et genre à l'ère de l'épigénétique. Rev Fr Psychanal. 2019;83(5):1521-32.
- Christophe Paul Sauvage. exposome: from concept to utility. International Journal of Epidemiology | Oxford Academic 2015; 2(2)].
- The Eurowinter Group. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. The Lancet 1997; 349(9062):1341-6.
- Nganou-Gnindjio CN, Essama DB, Nkeck JR, Demano RS, Fogoum YF, Menanga AP. Seasonal Variations and the Incidence of Stroke: A Cross-Analysis of Meteorological and Epidemiological Data in a Sub-Saharan Africa Region with an Equatorial Climate. Health Sci Dis 2021;22(6).
- Myint PK, Vowler SL, Woodhouse PR, Redmayne O, Fulcher RA. Winter excess in hospital admissions, inpatient mortality and length of acute hospital stay in stroke : a hospital database study over six seasonal years in Norfolk, UK. Neuroepidemiology. 2007;28(2):79-85.

19. Hagan P. How cold weather can increase YOUR chance of stroke by 30% [Internet]. Mail Online. 2016 [cité 1 nov 2021]. Védie H-L. La transition démographique: un enjeu majeur pour l'Afrique tropicale. *Rev Int Économistes Lang Fr.* 2018; 3:70-9.
20. Védie H-L. La transition démographique : un enjeu majeur pour l'Afrique tropicale. *Rev Int Économistes Lang Fr.* 2018;3:70-9
21. Boudjemline N, Delenda A. Transition démographique et vieillissement en Algérie. *الباحث مجلة العلوم في الإنسانية و الاجتماعية*. 2019;10(4):259-70.
22. WHO_NMH_NVI_15.1_fre.pdf [Internet]. [cité 27 janv 2022]. Disponible sur: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/149294/WHO_NMH_NVI_15.1_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y
23. Pelletier Julie, Laborde Charlotte. Prévention des accidents vasculaires cérébraux: intérêt des entretiens pharmaceutiques chez les patients hypertendus, [Internet]. 2019 [cité 1 nov 2021].
24. Tchapebong JP. Variations climatiques et risque d'accident vasculaire cérébral [Internet] [Thesis]. USTTB; 2019 [cité 1 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.bibliosante.ml/handle/123456789/3679>
25. Longo-Mbenza B, Mashi M, Tshikwela M, Mokondjimobe E, Gombet T, Ellenga-Mbolla B, et al. Relationship between Younger Age, Autoimmunity, Cardiometabolic Risk, Oxidative Stress, HAART, and Ischemic Stroke in Africans with HIV/AIDS. *ISRN Cardiol.* 23 mai 2011;2011:897908.
26. Longo -Mbenza B, Tshinkwela ML, Pukuta JM. Rates and predictors of stroke-associated case fatality in black Central African patients : cardiovascular topics. *Cardiovasc J Afr* [Internet]. 1 mars 2008 [cité 24 oct 2021];19(2):72-6.
27. Friel S. Climate change and the people's health. Vol. 2. *Small Books Big Ideas in Popul.* 2019;2(4)
28. Giorgini P, Di Giosia P, Petrarca M, Lattanzio F, Stamerra CA, Ferri C. Climate Changes and Human Health: A Review of the Effect of Environmental Stressors on Cardiovascular Diseases Across Epidemiology and Biological Mechanisms. *Curr Pharm Des.* 2017;23(22):3247-61.
29. He Y, Tang C, Liu X, Yu F, Wei Q, Pan R, et al. Effect modification of the association between diurnal temperature range and hospitalisations for ischaemic stroke by temperature in Hefei, China. *Public Health.* 2021;194:208-15.
30. Bouthouri A, Anis H, Salma N, Khelifi A, Amor Sana B, Ammou Sofiene B. Impact des facteurs météorologiques sur la fréquence des accidents vasculaires cérébraux. *Rev Neurol (Paris)* [Internet]. 1 avr 2016 [cité 10 nov 2021];172:A24-5. Barouki R. L'exposome, un concept holistique et utile. *Bull Académie Natl Médecine* [Internet]. 1 mars 2020 [cité 12 nov 2021];204(3):299-305.
31. Barouki R. L'exposome, un concept holistique et utile. *Bull Académie Natl Médecine* 2020; 204(3):299-305
32. Yves N'da Kouakou N'goran, Fatou Traore, Micesse Tano,1, Kouadio Euloge Kramoh,1, Jean-Baptiste Anzouan Kakou,1, Christophe Konin,1, et al. Aspects épidémiologiques des accidents vasculaires cérébraux (AVC) aux urgences de l'institut de cardiologie d'Abidjan (ICA) [Internet]. NCBI. 2015 [cité 1 nov 2021].
33. Apollinaire KS, André KM, Pélagie KK, Augustin KM, Augustin KS. Profil épidémiologique de l'hypertension artérielle en ville de Butembo (Est de la République Démocratique du Congo): Du 1er Janvier 2017 au 31 Décembre 2018 - *ProQuest.* 2019;1(3)
34. Ali L, Jamoussi H, Kouki N, Fray S, Echebbi S, Ben Ali N, et al. COVID-19 Infection and Recurrent Stroke in Young Patients With Protein S Deficiency: A Case Report. *The Neurologist.* 4 nov 2021;26(6):276-80.
35. Millogo A, Bobo-dioulasso. Pathologies infectieuses et AVC. *Rev Neurol (Paris)* [Internet]. 1 sept 2020 [cité 12 nov 2021];176:S144.
36. Nkondi NJ, Bomba DME, Itoua NA, Longo-Mbenza B, Ibara JR. Infection à *Helicobacter pylori* – *Annales africaines de médecine. Anale Médicale de l'UNIKIN.* 2007;1(1).
37. Leemann B, Boughanem N, Schnider A. Accident ischémique cérébral, une complication rare de la maladie de Biermer. *EM-Consulte.* 2008; 1(3)
38. Tiwari S, Joshi A, Rai N, Misbah A, Satpathy P. Community-based longitudinal follow-up of Stroke patients discharged from a tertiary care center in Central India. *J Fam Med Prim Care.* déc 2020;9(12):6102-8.
39. Johnson TD, Marrelli SP, Steenberg ML, Childres WF, Bryan RM. Inward rectifier potassium channels in the rat middle cerebral artery. *Am J Physiol.* févr 1998;274(2):R541-547.
40. Longo-Mbenza B, Ngimbi RM, Ngoma DV, Fuele SM, Buassa-bu-Tsumbu B. Facteurs de risque d'accident vasculaire cérébral chez les diabétiques hypertendus noirs congolais de type 2. *Ann Cardiol Angéiologie* [Internet]. 1 févr 2008 [cité 2 déc 2021];57(1):37-43.
41. Abibi I. Mésusage des boissons alcooliques et dommages engendrés en République Démocratique du Congo. Une illustration par le phénomène

- “zododo” à Kisangani. *Alcoologie Addictologie* [Internet]. 18 déc 2017 [cité 30 nov 2021];39(4):356-63.
42. Kabeya KJM, Lelo T, Longo-Mbanza B, Malenga M, Mbuyamba KJ R, Muvoda D. *AJNS – African Journal of Neurological Sciences* | » C.T. scan features in stroke in the urban black africans [Internet]. [cité 30 nov 2021].
43. Pouvourville G. Coût de la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France. *Arch Cardiovasc Dis Suppl* [Internet]. 1 févr 2016 [cité 3 févr 2022];8(2):161-8.
44. John H, Jerome B, Jiping T, Andre O, Richard H, William JP. The vascular neural network: a new paradigm in stroke pathophysiology. *Nat Rev Neurol* 2012;8(12).
45. Deb P, Sharma S, Hassan KM. Pathophysiologic mechanisms of acute ischemic stroke: An overview with emphasis on therapeutic significance beyond thrombolysis. *Pathophysiol Off J Int Soc Pathophysiol*. juin 2010;17(3):197-218.
46. Camille L, Christine P, Amélie Gabet1G, Olivier G, France W, Maurice G, Yannick B, Valérie O, Saint-Maurice T. The use of national administrative data to describe the spatial distribution of in-hospital mortality following stroke in France, 2008-2011. *Int J Health Geogr*. 2016;15:2.
47. Banerjee T, Das S. Fifty years of stroke researches in India. *Ann Indian Acad Neurol* [Internet]. 2016 [cité 24 oct 2021];19(1):1.
48. Cowppli-Bony P, Sonan-Douayoua T, Akani F, Ahogo C. Epidémiologie des accidents vasculaires cérébraux au service de neurologie de Bouake. *Médecine Afr Noire*. 2007;54(4):199-202.
49. Jacques Mesopamba Kiana, N’sinabu Ayay Rais, Ndongosi Muntu Fiston, Nsambu Tuasila Fan, Ngbogbo Lekabusia Patrick, Manzala Kumbi Jean-claude. Urgences Cardiovasculaires à l’Hôpital Général de Référence de N’djili-ISTM (HGR-ISTM) à Kinshasa (RDC). *Anal médical UNIKIN* 2020;2(4)
50. El Machkour M, Chtaou N, Maaroufi M, Belahsen F. Imagerie de l’accident vasculaire cérébral ischémique à la phase aigue CHU Hassan II – Fès.. 2011; 4(1),24
51. Nakajo Y, Zhao Q, Enmi J-I, Iida H, Takahashi JC, Kataoka H, et al. Early Detection of Cerebral Infarction After Focal Ischemia Using a New MRI Indicator. *Mol Neurobiol*. janv 2019;56(1):658-70.
52. Elise de Roquefeuil S, Molinier V, Dousset G Neuro-imagerie des AVC. *Lett Neurol*. avr 2014;Vol. 4(18):121-8.
53. Machkour ME. Imagerie de l’accident vasculaire cérébral ischémique à la phase aigue Imaging of Acute Stroke. *J Maroc Cardiol*. 2011; 9(3).
54. Kucinski T, Koch C, Zeumer H. In. *Imaging in Stroke*. Ed. Hennerici MG, Remedica Publishing. 2003;19-42.
55. Bandzouzi PEGS, Mpandzou GA, Euberma JD, Tchizinga R, Motoula-Latou DH, Diouf N, et al. *Accidents Vasculaires Cérébraux de l’Enfant à Pointe-Noire (Congo)*. *Health Sci Dis* 2021; 22(10).
56. Varlet-Grancher C, Gosse G, Chartier M, Sinoquet H, Bonhomme R, Allirand JM. Mise au point : rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal. *Agronomie* 1989; 9(5):419-39.
57. Mudibu B, Jean Marie T, Ngoie I, Kalonji K, Ngimbi M, Ndiadia Kandolo E. Corrélations entre les valeurs mesurées et simulées du rayonnement solaire global quotidien. *Rev Congo Sci Nucéaires* 2001;17(1).
58. Bouchet RJ. Evapotranspiration réelle et potentielle, signification climatique. *IAHS Publ*. 1963;62:134-42.
59. Calanca P, Smith P, Holzkämper A, Ammann C. L’évapotranspiration de référence et son application en agrométéorologie. *Stn Rech Agroscope Reckenholz-Tänikon ART*. 2011;8046:176-83.
60. Slingo J, Bates K, Nikiforakis N, Piggott M, Roberts M, Shaffrey L, et al. Developing the next-generation climate system models: challenges and achievements. *Philos Trans R Soc Math Phys Eng Sci* [Internet]. 13 mars 2009 [cité 1 nov 2021];367(1890):815-31.
61. Wasseige C, Tadoum M, Eba’a Atyi R, Doumenge C, Observatory for the Forests of Central Africa, Congo Basin Forest Partnership. *Les forêts du bassin du Congo: forêts et changements climatiques Belgique weyrich edition* 2015;4(3). 128.
62. Donnelly CA, Malik MR, Elkholy A, Cauchemez S, Kerkhove MDV. Worldwide Reduction in MERS Cases and Deaths since 2016. *Emerg Infect Dis* 2019; 25(9):1758.
63. Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, Mao YP, Ye RX, Wang QZ et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infect Dis Poverty* 2020; 9(1):29.
64. Lechien JR, Chiesa-Estomba CM, De Siati DR, Horoi M, Le Bon SD, Rodriguez A, et al. Olfactory and gustatory dysfunctions as a clinical presentation of mild-to-moderate forms of the coronavirus disease (COVID-19): a multicenter European study. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. août 2020;277(8):2251-61.
65. Kashongwe IM, Lepira FB, Situakibanza HNT, Rissassy Makulo J-R, Sumaili EK, Kayembe Ntumba J-M. Manifestations cliniques de l’infection à

- Coronavirus SARS-Cov-2 (COVID-19). *Ann Afr Méd.* 2020; 13(3):3687-93.
66. Boulahouat M. Vivre en ville : à quel prix pour la santé ? *Al-Mishkat En Économie Dév Droit* 2021; 6(1):117-32.
67. Bandzouzi PEGS, Mpandzou GA, Euberma JD, Tchizinga R, Motoula-Latou DH, Diouf N, et al. Accidents Vasculaires Cérébraux de l'Enfant à Pointe-Noire (Congo). *Health Sci Dis* 2021; 22(10).
68. Oleske DM, Cheng X, Jeong A, Arndt TJ. Pediatric Acute Ischemic Stroke by Age-Group: A Systematic Review and Meta-Analysis of Published Studies and Hospitalization Records. *Neuroepidemiology.* 2021;55(5):331-41.
69. Huang Q, Lin S-W, Hu W-P, Li H-Y, Yao P-S, Sun Y, et al. Meteorological Variation Is a Predisposing Factor for Aneurismal Subarachnoid Hemorrhage: A 5-Year Multicenter Study in Fuzhou, China. *World Neurosurg.* déc 2019;132:e687-95.
70. Ricci G, Pirillo I, Tomassoni D, Sirignano A, Grappasonni I. Metabolic syndrome, hypertension, and nervous system injury: Epidemiological correlates. *Clin Exp Hypertens* 2017; 39(1):8-16.
71. Yoshida Y, Chen Z, Baudier RL, Krousel-Wood M, Anderson AH, Fonseca VA, et al. Early Menopause and Cardiovascular Disease Risk in Women With or Without Type 2 Diabetes: A Pooled Analysis of 9,374 Postmenopausal Women. *Diabetes Care.* nov 2021;44(11):2564-72.
72. Kato N, Hasegawa T, Iizuka H, Kato T, Yamamoto T, Torii J. [Meteorological Factors that Affect Stroke Onset. *No Shinkei Geka.* juin 2018;46(6):481-9.
73. Xue T, Guan T, Zheng Y, Zhang Q, Guo J, Liu Y, et al. Quantifying the contribution of temperature anomaly to stroke risk in China. *Environ Res Lett.* 2020;15(10):105014.
74. Steinlin M. A Clinical Approach to Arterial Ischemic Childhood Stroke: Increasing Knowledge over the Last Decade. *Neuropediatrics* 2012; 43(01):001-9.
75. William B. Grant, PhD. Top Vitamin D Papers in 2021: Benefits ignored at a time they are most needed *google scholar.* 2022 ;2(4).
76. Thouvenot É, Camu W. Vitamine D et neurologie. *Presse Médicale.* 2013 ;42(10):1398-404.
77. De Vita A, De Matteis G, d'Aiello A, Ravenna SE, Liuzzo G, Lanza GA, et al. Incidence and Predictors of Thrombotic Complications in 4742 Patients with COVID-19 or Other Acute Infectious Respiratory Diseases: A Propensity Score-Matched Study. *J Clin Med.* 26 oct 2021;10(21):4973.
-