

Université Assane Seck de Ziguinchor



UFR Sciences et technologies

Département de Géographie

Master Espaces Sociétés et développement

Spécialité : Environnement et développement

****MEMOIRE DE MASTER****

THÈME :

**Évolution des températures en zones côtières sur la normale
1991-2020 : tendances et perception des impacts dans le secteur
de l'éducation aux stations de Saint-Louis et de Cap Skirring**

Présenté par :

Fatoumata Binetou SANE

Sous la direction de :

Dr Demba GAYE,

Maître-Assistant

Sous la supervision de :

Pr. Cheikh FAYE,

Maitre de Conférences

Prénom (s) et Nom (s)	Grade	Qualité	Établissement
Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL	Maître de Conférences	Président	UASZ
Cheikh FAYE	Maître de Conférences	Rapporteur	UASZ
Cheikh Tidiane WADE	Maître-Assistant	Examineur	UASZ
Demba GAYE	Maître-Assistant	Encadrant	UASZ

Année académique 2021/2022

Dédicaces

Ce travail de mémoire est dédié à l'ensemble des personnes qui m'ont toujours soutenu de près ou de loin durant tout mon cursus.

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents Ousmane Sané et Seynabou Diédhiou.

A mes grands-parents feu Alassane Lémoutang Sané, feu Malamine Diédhiou, feu Sona Diédhiou et Sira Tamba.

A tous mes frères et sœurs.

A tous mes oncles, tantes, cousins et cousines.

A toute ma famille !

Aux défunts Alpha Sané, Daouda Thiam et Lansana Badji.

A tous mes camarades de promotion.

Aux étudiants de Géographie de l'UASZ.

A toute la communauté scientifique...

Recevez toute ma reconnaissance !

Remerciements

D'abord, je remercie ALLAH le tout-miséricordieux, pour m'avoir donné la force et le courage d'en arriver là. Ma reconnaissance va ainsi à l'encontre de mes chers parents Ousmane SANE et Seynabou DIEDHIOU, pour votre soutien inébranlable, votre présence, vos conseils, vos prières, depuis toujours. Merci à vous deux, mon pilier, mon miroir, ma référence, rien que d'être mes parents !

J'adresse mes sincères remerciements à mon encadrant, le Dr Demba Gaye, non seulement pour avoir accepté de m'accompagner dans ce modeste travail de recherche, mais aussi pour l'engagement et les investissements qu'il y a consenti. Les questions relatives au climat m'ont intéressé depuis mes débuts au collège. Mais, c'est vraiment à l'université que j'ai eu cette passion pour la climatologie. Ses conseils et son enthousiasme à l'égard de ce travail m'ont donné assez de courage et de force pour me lancer sur ces questions et en arriver à ce stade. Son appui sans commune mesure a été crucial. Je ne saurais le remercier assez à travers ces quelques lignes pour son très précieux soutien, conseil, aide, orientation,... Une liste ne pourrait suffire pour décrire ma reconnaissance à votre égard. Merci encore cher professeur !

Je profite de cette occasion pour remercier tous les professeurs du département géographie.

Mes profonds remerciements aux professeurs Cheikh FAYE, Aïdara Chérif Amadou Lamine FALL et Cheikh Tidiane WADE, pour avoir accepté d'évaluer ce travail malgré vos calendriers très serrés.

Je tiens aussi à remercier les personnels administratifs des différents établissements scolaires, mes familles d'accueil à Saint-Louis et Cap Skirring (DIOP et DIEME) ainsi que les populations pour leur disponibilité et pour avoir répondu à mes interrogations dans le cadre de ce travail de recherche.

Mes particuliers remerciements à toute ma famille qui m'a toujours soutenu sans retenue. Merci Papa, Maman, merci aussi chers grands-parents, frères, sœurs, oncles, tantes, cousins et cousines.

Mille merci à vous également mes chers Bouly SANE et Gnima SANE, pour votre soutien infaillible, votre présence, pour diverses raisons que je ne saurais mettre dans ces quelques lignes, merci pour tout. Et merci également à tous les doctorants du département de géographie.

Je ne saurais aussi te remercier assez mon cher Mamadou THIOR, pour ta présence, ton soutien, tes conseils, bref pour tout, depuis mes débuts à l'université.

Merci beaucoup à toi aussi Baba SY pour ta compréhension, ton soutien et ton aide, je te remercie vraiment pour tout. Je ne pourrais faire une liste dans ces quelques lignes !

Je ne saurais terminer sans remercier tous mes camarades de promotion (la 12^e promo) avec lesquels j'ai partagé les plus beaux souvenirs de mon cursus. Je veux nommer Khady DIOUF, Houlye TOURE, Fatoumata SECK, Mamadou NDOM, Lala Khadidiatou KANE, Siré CISSE, Suzane Anita KASSOKA, Corine AMOUZOU, Aïssatou SOUARE, Julie DIATTA, Ibra FAYE, François Ngor SENE, Fatima DIOP, Mouhamadou Bachir CISS, Ousmane BARRO, Moussa BA, Arona GUEYE, Aïssatou SAMBOU, Ata GUISSSE,...pour ne citer que ceux-là.

A tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont soutenu, je vous remercie du plus profond du cœur !

Sommaire

Dédicaces	II
Remerciements.....	III
Sommaire	V
Sigles et abréviations	VI
Résumé	VIII
Abstract.....	IX
Introduction générale.....	1
CHAPITRE 1 : Cadre opératoire et méthodologie	3
I. Cadre opératoire	4
II. Méthodologie.....	14
III. Présentation de la zone d'étude	21
CHAPITRE 2 : Évolution des températures au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020.	27
I. Evolution des températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring (1991-2020)	28
II. Tendances de l'évolution des températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring... ..	37
III. Les extrêmes	54
CHAPITRE 3 : Perception des impacts de l'évolution des Températures côtières sur l'Éducation au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring	67
I. Perception locale de l'évolution des températures de ces dernières décennies aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring.....	68
II. Perception locale des impacts de l'évolution des températures sur l'éducation aux stations de Saint-Louis et Cap-Skirring	75
III. Perception locale des impacts sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements	76
CHAPITRE 4 : Les stratégies d'adaptation et d'atténuation mis en place pour pallier aux impacts de l'évolution des températures sur l'éducation dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring	100
I. Stratégies d'adaptation et d'atténuation mises en place pour pallier aux impacts.....	101
II. Perception de la stratégie d'atténuation ou d'adaptation la plus efficace.....	111
Conclusion générale	114
Bibliographie.....	117
Annexes	i
Table des matières.....	ix

Sigles et abréviations

ACMAD: African Centre of Meteorological Applications for Development

ADC : Agence de Développement Communale

ADL : Agence de Développement Locale

ANACIM : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

AR5 : Cinquième rapport d'évaluation du GIEC

AR6 : Sixième rapport d'évaluation du GIEC

BP : British Petroleum

CC : Changement Climatique

CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique

CEM : Collège d'Enseignement Moyen

CGQA : Centre de Gestion de la Qualité de l'Air

CPDN : Contribution Prévues Déterminées au niveau National

CSE : Centre de Suivi Ecologique

DEEC : Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés

DGPRES : Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau

DMN : Direction de la Météorologie Nationale

EC : Education civique

GCM : Global Climate Model

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupement Inter-gouvernemental pour l'Evolution du Climat (**IPCC**, en Anglais)

HG : Histoire-Géographie

IEF : Inspection de l'Education et de la Formation

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LPAO-SF : Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de l'Océan Siméon Fongang

MEN : Ministère de l'Education Nationale

ODD : Objectifs de Développement Durable

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

OMM : Organisation Mondiale de la Météorologie

PANA : Programme d'Action National aux fins d'Adaptation

RCP : Representative Concentration Pathways

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

SVT : Science de la vie et de la Terre

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education la Science et le Culture

UNICEF : Organisation des Nations Unies pour le Fond des Enfants

USAID : Agence des Etats Unies pour le Développement International (United States Agency for International Development, en anglais)

Résumé

Au Sénégal, plus précisément au niveau de la côte, les pluies et les variations thermiques sont essentiellement les éléments qui caractérisent le climat. Leur variation positive ou négative est un facteur majeur dans l'équilibre des écosystèmes. Actuellement, l'accent est plus mis sur les précipitations. Pourtant, les températures connaissent des variations importantes dans le temps et dans l'espace avec une tendance globale au réchauffement. Ainsi, l'objectif général de cette étude est de comprendre les tendances de l'évolution des températures au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020, la perception de leurs impacts sur l'éducation et les stratégies d'adaptation et d'atténuation mis en place pour y pallier. Plus spécifiquement, il s'agit pour nous de montrer les tendances de l'évolution de la température côtière dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020, la perception locale de ses impacts dans le secteur éducatif et les stratégies palliatives mis en place. L'approche méthodologique utilisée dans le cadre de ce travail de recherche se résume à l'adoption d'un ensemble de démarches, afin d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés, qui consiste à revoir la documentation, à la collecte de données de températures, et la conduite des enquêtes auprès des personnels des établissements scolaires et des populations, notamment les parents d'élèves. Les résultats issus de cette étude montrent que les zones côtières peuvent aussi être plus sensibles au réchauffement climatique. Ainsi, les fluctuations thermiques au niveau de ces deux stations diffèrent au cours de la période sur la normale 1991-2020. L'évolution des températures varie d'une station à une autre voire au niveau supra local et dans le temps, même si de façon générale la tendance est à la hausse comme quasiment partout dans le monde. Cependant, des stratégies d'adaptation et d'atténuation selon la période thermique ont été mises en place au niveau des établissements scolaires, mais aussi au niveau des ménages afin de pallier ces fluctuations thermiques exacerbées par le changement climatique dont fait face le monde actuellement.

Mots clés : évolution, température, changement climatique, zone côtière, impacts, éducation.

Abstract

In Senegal, more precisely in the coastal area, rainfall and temperature variations are essentially the elements that characterize the climate. Their positive or negative variation is a major factor in the balance of ecosystems. Currently, the focus is more on precipitation. However, temperatures experience significant variations in time and space with a warming trend underlying it. Thus, the general objective of this study is to understand the evolution of coastal temperatures at the stations of Saint-Louis and Cap Skirring from 1991 to 2020, the perception of their impacts on education and adaptation strategies and mitigation measures put in place to compensate. The methodology used in the context of this work on research science counts on to the adoption of a set of approaches, in order to achieve the objectives that we have set ourselves, which consists of literature review, temperatures data collection, and the conduct of surveys of school staff and populations, in particular student's parents. The results from this study showed that coastal areas may also be more sensitive to global warming. Thus, the thermal fluctuations in these two stations differ during the period from 1991 to 2020. The evolution of temperatures varies from one station to another or even at the supra local level and over time, even if in general the trend is upward like almost everywhere in the world. However, adaptation and mitigation strategies according to the thermal period have been implemented at schools, but also in households in order to compensate these thermal fluctuations exacerbated by the climate change that the world is currently facing.

Keywords: evolution, temperature, climate change, coastal zone, impacts, education

Introduction générale

Le fonctionnement du climat est l'une des clés de compréhension de la mutation des environnements passés, actuels et à venir (De Bélizal *et al.*, 2017). Cette question a été soulevée dans toutes les sphères de la société à travers la notion de changement climatique largement documentée par le GIEC à travers ses rapports. A l'échelle globale, les impacts de ce changement se font sentir à travers des aléas tels que la hausse des températures, la sécheresse, les inondations, ... Ainsi, une sensation de chaleur ou de froideur de l'atmosphère dans un lieu donné, tel est l'entendement qu'on a sur la notion de température. Cette dernière est donc une grandeur physique mesurée à l'aide d'un thermomètre, et constitue l'un des éléments phares de caractérisation du climat.

Dans le monde en général et au Sénégal en particulier, les zones côtières représentent des espaces d'enjeux sièges d'écosystèmes complexes sur différents niveaux. Ainsi, dans le domaine climatologique, plus précisément dans celui des températures, les zones côtières sont les plus favorisées et convoitées par les populations du fait de leur dite douceur. Cependant, elles sont parfois soumises à des intempéries comme des vagues de chaleur ou même de fraîcheur qui ont des impacts non négligeables sur plusieurs secteurs dont celui de l'éducation qui fait l'objet de notre étude.

De plus, les données statistiques couvrant le XX^e siècle présentent une hausse des températures moyennes globales de 0,7 °C. Mais cette moyenne ne doit pas cacher des disparités dans l'espace et des irrégularités dans le temps. Si le réchauffement est très marqué de 1910 à 1940, il s'infléchit entre les années 1940 et 1970, pour reprendre la hausse jusqu'à nos jours, la tendance à l'augmentation de la température moyenne avoisinant les 0,2 °C par décennie pour cette dernière période (De Bélizal *et al.*, 2017). Ainsi, l'année 2017 a été la troisième année la plus chaude jamais enregistrée sur les terres continentales africaines depuis 1950, au Sénégal en particulier, après 2010 (année la plus chaude) et 2016 (2^{ème} année la plus chaude) (ACMAD, 2017). Au cours des neuf premiers mois de 2017, la température moyenne sur le continent était supérieure de 1.20°C à la moyenne de 1961-1990. En comparaison, la température était de 1.41°C supérieure à la moyenne en 2010 et de 1.26°C en 2016 (Climate Analytics, 2018). L'Afrique de l'Ouest expérimente déjà un réchauffement des températures de 1°C depuis 1950 (Morrice *et al.*, 2012).

Néanmoins, depuis l'époque préindustrielle, l'homme a commencé à polluer l'environnement avec l'invention des technologies, en raison essentiellement de la croissance économique et

démographique (GIEC, 2014). Ce qui fait qu'au fil des années, des technologies de plus en plus sophistiquées ont été fabriquées, arrimées à des pollutions de plus en plus accentuées. Le réchauffement contemporain est généralement considéré et présenté comme issue de l'utilisation des combustibles fossiles, l'industrie, la conversion des terres jadis naturelles pour la foresterie, l'Agriculture, le bâti pour parler de l'urbanisation entre autres, qui en sont les facteurs anthropiques, assujettis à des facteurs d'ordre naturel comme la variabilité naturelle (De Bélizal et al, 2017). Cette pollution entraîne à travers ses manifestations de nombreux bouleversements à l'image de la recrudescence des événements météorologiques extrêmes et des perturbations climatiques comme la présence des vagues de chaleur avec le réchauffement climatique qui est un défi majeur pour l'ensemble de la planète. Ainsi, le Sénégal n'est pas à l'abri de ces phénomènes, surtout au niveau de ses côtes en général et au niveau des stations de Saint Louis et Cap Skirring, en particulier. L'évolution des températures au niveau de ces stations est donc tributaire d'un ensemble de facteurs. Les impacts dans le domaine de l'éducation qui en découlent se font ressentir notamment dans l'élaboration des calendriers scolaires avec une diminution du quantum horaire, dans le déroulement des enseignements, dans les différents ménages, ou même sur la santé des élèves.

De surcroît, les effets du changement climatique constituent un enjeu de rang auquel le monde doit faire face. Au Sénégal, ces effets se ressentent à plusieurs niveaux dont le milieu scolaire. En effet, ce phénomène a conduit à un réchauffement global de la température dans le monde, créant des situations vraiment inconfortables du point de vue thermique. Ainsi, pour s'adapter et faire face à ces situations thermiques extrêmes, des stratégies ont été adoptées par les personnels administratifs des milieux scolaires au niveau des stations ainsi que par les ménages concernés. Sur, les stratégies dans les milieux scolaires se font ressentir dans l'aménagement de leur calendrier et le déroulement des activités pédagogiques. Et pour le cas des ménages elles se matérialisent par la conjonction des revenus et des dépenses probablement influencées par ces fluctuations thermiques.

Dans le cadre de notre étude, la période 1991-2020 a été retenue comme référence pour les stations de Saint Louis et Cap Skirring. Le critère lié à la longueur de la série est non seulement basé sur les recommandations de l'OMM, qui préconise l'utilisation d'une période minimale d'observation de 30 ans pour toute étude sur l'évolution du climat (FAYE, 2018). Mais aussi sur le fait qu'il s'agit en partie d'une étude des tendances récentes des températures notamment sur la dernière normale (1991-2020).

CHAPITRE 1 : Cadre opératoire et méthodologie

Dans ce chapitre, nous abordons le cadre théorique général de notre étude, ainsi que la méthodologie utilisée afin de répondre à nos objectifs de départ, avant de terminer par une présentation de la zone d'étude choisie.

I. Cadre opératoire

I.1. Contexte

Le changement climatique est devenu un problème environnemental majeur pour la planète. Il est défini comme l'évolution récente du climat sur une certaine durée, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines (Mbaye *et al.*, 2009). Ainsi, le réchauffement climatique étant une de ses causes, est actuellement sans précédent et sans commune mesure. Ce dernier est souvent corrélé aux activités anthropiques qui augmentent l'effet de serre dans l'atmosphère, altérant ainsi sa composition. Cependant, il faut savoir que le climat varie naturellement et l'effet de serre émanant des actions humaines n'est qu'additionnelle, d'où son nom d'effet de serre additionnel. La variabilité climatique est donc cet enjeu de taille auquel le monde fait face du fait de ses manifestations sans équivoque à travers plusieurs indicateurs comme les canicules, la sécheresse, les inondations, entre autres phénomènes météorologiques extrêmes. C'est dans ce sens que le GIEC prévoit dans ses derniers rapports la recrudescence de ces derniers avec une augmentation de leur fréquence et de leur intensité, dans le monde en général et dans le continent Africain en particulier. En d'autres termes, le Sénégal n'en demeure pas moins une exception.

Les effets du réchauffement global sur la biosphère, induis par le changement climatique, sont multiples et s'observent déjà par l'enregistrement des extrêmes thermiques. L'évolution des températures en Afrique de l'Ouest, et plus spécifiquement au Sahel, est marquée par une augmentation de 0.2 à 0.8°C depuis la fin des années 1970 (Noblet *et al.*, 2018). Ainsi, les trois dernières décennies sont les plus chaudes jamais observées à la surface de la terre, depuis 1850 selon le 5^e rapport du GIEC. Durant la grande sécheresse des années 70 et 80, la rupture des phases pluviométriques était corrélée à une augmentation des températures de surface au Sahel en particulier. La période de 1983 à 2012, étant les 30 ans les plus chaudes des 800 dernières années dans l'hémisphère nord en général et en Afrique de l'Ouest en particulier. La quasi-totalité de la terre a connu un réchauffement, avec une moyenne des températures variable aux échelles décennales et interannuelles mais aussi spatiales. En effet, en ce qui concerne les tendances climatiques actuelles et futures, il ressort que les tendances actuelles sur les températures sont marquées par une hausse accompagnée d'une irrégularité spatio-temporelle qui se renforcera dans le futur, à l'horizon 2100, quel que soit le scénario (Noblet *et al.*, 2018). Les communautés qui vivent dans les milieux côtiers sont particulièrement les plus exposés à ces phénomènes climatiques extrêmes. Il est ainsi prévu une augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la durée des canicules qui affectent la santé humaine ainsi que tous les secteurs

d'activités. L'éducation est un des secteurs particulièrement touchés dont on fait rarement état en l'associant avec les événements thermiques extrêmes.

La région Ouest africaine est fortement sensible aux effets de la variabilité climatique et soumise à d'importantes pressions anthropiques, du fait généralement de son niveau économique encore faible. Il est donc évident que les impacts du changement climatique vont constituer un enjeu de taille pour les pays qui la composent. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre par les activités humaines (effet de serre additionnelle) ont élevé les températures d'environ 1.1°C (GIEC, 2021). En effet, avec le développement des technologies, dans un contexte de mondialisation, les hommes s'adonnent à des activités qui polluent fortement l'environnement, dans un souci de compétition au développement économique accéléré. Il s'agit notamment des industries avec l'utilisation des combustibles fossiles, le rejet des déchets chimiques et toxiques dans les océans, sans compter la déforestation avec les coupes abusives qui libère le carbone stocké dans les arbres, entre autres activités favorisant généralement un réchauffement supplémentaire. Ce qui va augmenter la probabilité de répercussions graves, généralisées et irréversibles sur les écosystèmes, les populations et leurs secteurs d'activités.

Au Sénégal, c'est presque les mêmes scénari qu'aux échelles régionale et mondiale. En effet, le pays a enregistré une augmentation de la température d'environ 1,7°C en 30 ans (Gaye A *et al.*, 2015). Ainsi, les projections montrent une augmentation des températures entre 2°C et 4°C d'ici 2100 (PANA, 2006). Il a également été affecté par la sécheresse des années 70, où les températures étaient élevées en plus d'une diminution pluviométrique accrue à cette époque. Les séquelles de cet événement climatique extrême se font encore ressentir. Le réchauffement climatique au Sénégal s'appréhende à travers des indicateurs tels que les vagues de chaleurs, les périodes de sécheresse, les inondations,... Comme les autres régions d'Afrique de l'ouest et dans le monde en général, au Sénégal aussi, les activités humaines ne facilitent pas la tâche et entraînent une augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et donc le réchauffement qui se traduit par la recrudescence des canicules en particulier, pendant une bonne partie de l'année. Les zones côtières à l'image des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, sont les plus vulnérables du fait de leur position. Les températures influent ainsi sur les activités humaines et leurs impacts se font ressentir dans les différents secteurs d'activités socio-économiques, notamment celui éducatif. En effet, l'évolution des températures a des impacts non négligeables sur l'éducation qui s'appréhendent à travers le dressage des calendriers scolaires au niveau des écoles, la diminution des quantum horaires, les dépenses dans les ménages en périodes de canicules ou d'extrêmes froid, la santé des élèves entre autres.

I.2. Justification

La zone côtière Sénégalaise, est la partie la plus favorisée par les populations du fait de sa valeur en termes d'économie mais aussi en termes de climat. En effet, la douceur du climat dans cette partie du pays constitue un des facteurs déterminant de son peuplement, nous rappelle l'histoire. Ainsi, les stations de Saint-Louis et Cap Skirring sont très bien répartis de part et d'autre de la côte et représentent parfaitement deux des trois domaines climatiques du pays. La station de Saint-Louis appartient au domaine sahélien et celle de Cap Skirring au domaine sud soudanien. Ces stations ont donc, comme le reste du pays et des régions Ouest africaines en général, subit les effets du réchauffement climatique en termes de fluctuation des températures. Les plus grandes villes du pays y sont localisées. Elles représentent des espaces à grand enjeu économique, environnemental, humain, foncier, ...pour ne citer que ceux-là. Paradoxalement, ce sont également les zones les plus vulnérables face au changement climatique de manière général.

Les épisodes chaudes s'y étalent pendant une bonne partie de l'année et la recrudescence de ces dernières augmente d'avantage leur vulnérabilité avec les nombreuses conséquences qu'elles entraînent à l'image des perturbations du planning des cours dans les écoles, de la gestion des revenus dans les ménages, de la santé des élèves... Cette situation constitue le catalyseur justifiant le choix du thème « Évolution des températures en zones côtières sur la normale 1991-2020 : tendances et perception des impacts dans le secteur de l'éducation aux stations de Saint-Louis et de Cap-Skirring ».

Il faut savoir qu'il est important d'étudier des paramètres tels que l'évolution des températures côtières, les amplitudes thermiques, la variation interannuelle et intra-annuelle des températures, les anomalies des températures maximales et minimales, la relation entre température et éducation,...pour aider les décideurs à la prise de conscience de la dimension plurisectorielle du problème du climat, à la prise de décisions et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation cohérentes et durables.

Par ailleurs, il y a peu d'études et de productions scientifiques concernant les impacts passés et futurs de l'évolution des températures côtières sur l'éducation. Ces deux stations n'ont pas assez fait l'objet d'étude approfondie se rapportant au climat à rythmer au secteur éducatif. Les travaux existants sur le sujet révèlent peu la corrélation entre l'évolution des températures et le secteur éducatif. Or, l'éducation est l'un des secteurs phares pour le développement d'une nation comme le Sénégal.

I.3. Questions de recherche

Pour une meilleure compréhension de notre thème de recherche, nous avons articulé notre problématique autour d'un certain nombre de questions. La question principale est alors la suivante :

Comment évolue la température au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020 ainsi que la perception de ses impacts dans le secteur de l'éducation ?

- ✓ Quelle sont les tendances de l'évolution de la température au niveau des stations Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020 ?
- ✓ Comment l'évolution de la température au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring affecte-t-elle le secteur de l'éducation ?
- ✓ Quelles sont les stratégies d'adaptation et d'atténuation mises en place pour faire face à ces impacts ?

I.4. Objectifs de recherche

Objectif principal

Comprendre l'évolution des températures au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020, la perception de ses impacts dans le secteur de l'éducation et les stratégies mises en place pour y pallier.

Objectifs spécifiques

- ✓ montrer les tendances de l'évolution des températures côtières dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020.
- ✓ analyser la perception locale des impacts socio-économiques de l'évolution des températures côtières dans le milieu scolaire et les ménages au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring.
- ✓ mettre en évidence les stratégies mises en place dans le milieu scolaire et les ménages pour pallier ces impacts socio-économiques au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring.

I.5. Hypothèses de recherche

Hypothèse principale

Sur la normale 1991-2020, la température a fortement évolué au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap-Skiring et cette dernière a eu des impacts dans le secteur l'éducation.

Hypothèses spécifiques

- ✓ La température a connu d'importantes fluctuations au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skiring sur la normale 1991-2020.
- ✓ L'évolution de la température au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skiring a eu des impacts dans le secteur l'éducation.
- ✓ Des stratégies d'adaptation et d'atténuation ont été mises en place dans les établissements scolaires et les ménages pour faire face à ces impacts.

I.6. Analyse conceptuelle

La définition des concepts nous a permis de mieux comprendre et cerner notre thématique de recherche.

- **Température**

Selon le dictionnaire français Larousse, la température est : « Ensemble des conditions atmosphériques, variables, traduites subjectivement en sensations relatives de chaud et de froid, et dont l'appréciation exacte est fournie par le thermomètre ». Les géographes en disent que l'état énergétique de l'air se traduit par un réchauffement plus ou moins grand et que la température de l'air se mesure avec des thermomètres placés sous un abri météorologique. C'est donc cette sensation de chaleur ou de fraîcheur de l'atmosphère à un moment donné et dans un lieu donné.

- **Evolution**

Le « Passage progressif d'un état à un autre ; Ensemble de ces modifications, stade atteint dans ce processus, considérés comme un progrès ; développement », telle est une des définitions que nous donne Larousse par rapport au concept dont il est question ici. Dans le public, le mot évolution est souvent associé à des représentations diverses. Il importe de savoir ce que son interlocuteur entend par « évolution » afin d'éviter les malentendus.

Nous utiliserons le terme évolution pour parler ou démontrer les tendances (hausses, baisse, constance, amplitude, ...) que peuvent prendre les données journalières de températures au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skiring, sur la dernière normale (1991 à 2020).

- **Evènement météorologique extrême**

Les événements climatiques sont qualifiés d'extrêmes lorsqu'une variable météorologique ou climatique prend une valeur située au-dessus (ou au-dessous) d'un seuil proche de la limite supérieure (ou inférieure) de la plage des valeurs observées pour cette variable. Dans son cinquième rapport (AR5), le GIEC nous rappelle qu'il s'agit d'un phénomène rare en un endroit et à un moment de l'année. Même si les définitions du mot « rare » varient, un phénomène météorologique extrême devrait normalement se produire rarement, les seuils étant fixés de telle manière que moins de 10 % des phénomènes observés soient qualifiés d'extrêmes. Ces seuils sont également définis en fonction du besoin : projections, statistiques, assurance, social, économique... De manière générale, les caractéristiques des conditions ou événements météorologiques extrêmes peuvent varier d'un lieu à un autre. Ce sont entre autres les vagues de chaleur, les vagues de froid, les sécheresses, les inondations, les tsunamis, les cyclones, ... Selon le type d'événement, le changement climatique pourrait avoir un impact sur la fréquence (rareté) ou sur l'intensité des événements extrêmes. On distingue les événements météorologiques extrêmes et les événements climatiques extrêmes qui ne se situent pas sur la même fréquence temporelle. Les événements climatiques extrêmes surviennent sur une période plus longue et peuvent résulter de l'accumulation de plusieurs événements météorologiques extrêmes ou non (Duvernoy *et al.*, 2018).

Dans un souci de simplification et de compréhension selon la terminologie habituellement utilisée, il est peut-être préférable d'employer le terme « extrêmes climatique » pour désigner soit un phénomène météorologique extrême, soit un événement climatique extrême.

- **Changement et variabilité climatique**

Le changement climatique désigne une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat. La Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) fait une distinction, déjà dans son rapport premier, entre « variabilité climatique » et « changement climatique » proprement dit. La première, appréhendée à des échelles de temps longues, est due à des causes naturelles, comme en témoigne l'histoire passée du climat. C'est donc la variation de de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts types, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre à des phénomènes climatiques particuliers. Le second, saisi à des échelles de temps plus brèves et plus récentes, peut être attribué à des activités humaines contemporaines qui altèrent la composition de l'atmosphère et l'équilibre de biosphère (Noblet *et al.*, 2018), en s'ajoutant à

la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels, à des forçages externes ou à des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres émergents. Ce sont alors deux notions qui semblent synonyme mais qui sont distinctes d'où la nécessité d'apporter certaines précisions par rapport à elles.

- **Impact**

Selon Larousse, un impact c'est « un effet produit par quelque chose, un contrecoup, une influence... ». Il peut également être la conséquence, la répercussion d'un phénomène, d'une action ou d'une activité..., en fonction du contexte.

Dans son avant dernier rapport (AR5, 2020), le GIEC nous rappelle que le terme « impact » est principalement utilisé pour désigner les conséquences sur les systèmes naturels et humains des événements météorologiques et climatiques extrêmes. Les impacts désignent généralement les conséquences sur les vies, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures dues à l'interaction des changements climatiques ou des événements climatiques dangereux, se produisant à une période donnée, et la vulnérabilité d'une société ou d'un système exposé. Ils sont également appelés conséquences et résultats. Les impacts du changement climatique sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses, et l'élévation du niveau de la mer, l'érosion, etc. constituent un sous-ensemble des impacts appelés impacts physiques.

Dans le cadre de notre étude, l'impact est défini comme la mesure de la perception des conséquences de la manifestation des fluctuations thermiques en milieu scolaire et sur les ménages dans les stations synoptiques de Saint-Louis et Cap Skirring.

- **Éducation**

« Formation de quelqu'un dans tel ou tel domaine d'activité ; ensemble des connaissances intellectuelles, culturelles, morales acquises dans ce domaine par quelqu'un, par un groupe », telle est la définition du concept d'éducation que nous a rappelé le Larousse. Elle suppose alors une formation. Dans notre sujet, ce terme fait précisément référence à la formation scolaire que les élèves reçoivent dans les écoles situées au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring.

- **Stratégie**

Dans le Larousse, la stratégie désigne l'« art de coordonner des actions, de manœuvrer habilement pour atteindre un but ». Elle vient étymologiquement du grec «*Stratos Agein*», qui signifie l'armée que l'on pousse en avant. Il n'y a pas une définition universellement reconnue de ce que l'on peut qualifier de stratégie, elle suppose en revanche la finalité.

Dans le cadre de notre étude, la stratégie suppose l'ensemble des actions et mesures d'adaptation prises par les acteurs du milieu scolaire ainsi que dans les ménages pour essayer d'atténuer les impacts socio-économiques de l'évolution thermique.

I.7. État de l'art

L'Afrique de l'Ouest, en particulier le Sénégal, est l'une des régions de la planète les plus touchées par le changement climatique en cours et projeté, ainsi que ses répercussions, malgré sa faible contribution aux GES au niveau de l'atmosphère mondiale (Gaye et al., 2020). Elle expérimente déjà un réchauffement des températures de 1°C depuis 1950 (Ndiaye, 2020).

Les événements climatiques extrêmes en termes de température ne sont pas un phénomène nouveau. Néanmoins, les scientifiques africains ne se sont pas très tôt intéressés sur l'évolution des températures encore moins de leurs impacts sur l'éducation. Ainsi, la recrudescence de ces événements au cours de ces dernières décennies constitue le catalyseur qui a poussé les chercheurs à faire plus d'investigations sur cette thématique, en l'occurrence l'évolution des températures. La plupart des études au niveau national se focalisent le plus souvent sur les changements climatiques et leurs effets sur les activités agricoles de manière générale. Elles ne se sont pas vraiment intéressées à la recrudescence des extrêmes (canicules) ou aux fluctuations thermiques de manière générale, en rapport avec l'Education. En d'autres termes, il n'y a pas vraiment d'études avérées qui s'intéressent à cette question dans le pays (en tout cas en notre connaissance).

En revanche, la première partie de notre thématique qui traite de l'évolution des températures nous a largement été renseignée par le GIEC. Ainsi, dans son dernier rapport (2020), il donne de nouvelles estimations selon lesquelles il est possible que le réchauffement planétaire excède 1,5°C dans les décennies à venir et une mise en garde qui prône une diminution immédiate, rapide et massive des gaz à effet de serre sinon une limitation du réchauffement avoisinant même les 1,5°C voir 2°C serait quasi-impossible. L'homme est ainsi placé au cœur de ces perturbations avec leurs activités productrices de GES qui augmentent la température d'environ 1,1°C depuis 1850-1900. Selon Sagna en 2015, la décennie 1991-2000 a été la plus chaude

depuis les premiers enregistrements thermiques. Les projections sur les vingt prochaines années montrent une augmentation des températures d'au moins 1,5°C. Les caractéristiques du changement climatique dépendent directement de l'ampleur du réchauffement climatique qui varie localement dans le temps et dans l'espace. Dans ces projections pour le futur, le réchauffement des températures pour l'Afrique de l'Ouest en général et le Sénégal en particulier, est estimé à 3°C dans le cadre du scénario RCP4.5 et à 6°C dans le cadre du scénario RCP8.5 à l'horizon 2100. Cela représente un réchauffement de 10% à 60% supérieur au réchauffement global moyen de la planète (Dème et al, 2015).

Par ailleurs, 50% des projections climatiques régionales suggèrent que des vagues de chaleur, qui sont inhabituelles dans les conditions climatiques actuelles, seront plus régulières d'ici 2040 voire plus sévères sous le scénario RCP8.5 (Russo et al., 2016). Les scénarios RCP sont 4 scénarios de trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2300. Ces scénarios ont été établis par le GIEC pour leur AR5. Un scénario RCP permet de modéliser le climat futur (paramètres climatique).

Afin de caractériser les changements climatiques, les recours à des simulations de par des modèles climatiques globaux (GCM) est de nos jours très fréquent. Les experts climat de l'ONU, dans leur dernier rapport, prévoient globalement une intensification du réchauffement moyen, en plus de la variabilité des précipitations mais aussi une plus grande fréquence et une intensification des phénomènes climatiques extrêmes (CSE, 2020). Les impacts de cette variation varient d'une région à une autre du globe, avec des répercussions socioéconomiques particulièrement importantes dans les pays en développement comme le Sénégal. Selon le rapport de la BM : « Les pays en développement seront frappés de plein fouet par les effets du changement climatique, alors même qu'ils s'efforcent de vaincre la pauvreté et de promouvoir leur croissance économique ». Le changement climatique menace d'accroître encore leur vulnérabilité, de saper les résultats de longues années d'efforts et de gravement compromettre leurs perspectives de développement. Il aggrave les difficultés auxquelles se heurtent les efforts axés sur la réalisation des objectifs de développement pour le millénaire et la préparation d'un avenir sécurisé et viable au-delà de 2015 » (Banque mondiale, 2010).

De plus, les modifications climatiques, appelées changements climatiques, réchauffement climatique ou encore dérèglement climatique, constituent à la fois une préoccupation et un défi majeur pour l'humanité. Elles sont devenues un enjeu de développement crucial car elles « impactent » énormément sur l'activité humaine de manière générale et méritent une approche

à la fois globale et locale, aussi bien pour la connaissance des mécanismes que pour les stratégies à mettre en œuvre pour atténuer les effets et protéger les populations (Sagna, 2015).

A cet effet, les secteurs phares de développement comme l'Éducation se trouvent particulièrement touchés par les fluctuations thermiques à travers le réchauffement. En réponse, des stratégies d'adaptation et d'atténuation sont mises en place par différents acteurs concernés. Dans ce sens, l'ACMAD émet un message d'alerte aux populations Ouest africaines lorsque les températures maximales sont supérieures à 40°C (Diouf, 2018). En plus, si l'école sénégalaise manifeste de plus en plus son incapacité à répondre aux attentes des populations (Diagne, 1999), les CC à travers le réchauffement thermiques viennent à point empirer la situation.

Il va donc falloir agir autrement, en privilégiant dans ce débat planétaire qu'est la question de CC dans sa globalité, la recherche pour une meilleure compréhension des phénomènes, le partage des résultats scientifiques, la formation des différents acteurs, la sensibilisation, mais surtout l'action autour des questions d'atténuation et d'adaptation dans les secteurs clés de développement que sont : l'éducation, la santé, l'agriculture, la pêche, l'assainissement, l'hydraulique sous diverses formes (forages, dessalement, transfert d'eau, bassins de rétention, etc.), l'habitat, l'énergie, le transport,...(Sagna, 2015). D'autant plus que les prévisions du GIEC s'accordent sur une augmentation des températures annuelles de l'ordre de +1°C à +3°C d'ici 2050 et jusqu'à 4°C d'ici la fin du siècle. Au Sénégal, les projections réalisées par l'ANACIM et le LPAO-SF dans le cadre de la CPDN, prévoient aussi une augmentation et une forte variabilité inter annuelle des températures à l'horizon 2035. Cette hausse comprise entre 1°C et 1,8°C, sera plus marquée au nord, au sud-est et à l'ouest du pays (CSE, 2020). Le Sénégal pourrait faire face à une augmentation d'événements extrêmes tels que les vagues de chaleur (ANACIM/LPAO-SF, 2017).

Cependant, il serait présomptueux pour nous, de présager d'une augmentation continue des températures pour les prochaines années. Cela est du ressort des prévisionnistes et des modèles développés. Cependant, il s'agit donc pour nous, d'analyser et d'interpréter les données disponibles et voir la perception que les populations locales ont des impacts quant à leur évolution dans un contexte de changements globaux. Seulement un constat demeure : la grande variabilité de la température en fonction de chaque zone climatique.

II. Méthodologie

Cette rubrique est sans doute la plus importante. La méthodologie utilisée nous a permis de bien aborder notre thème d'étude et d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés. Ainsi, la démarche méthodologique utilisée dans le cadre de notre étude repose sur trois volets principaux : revue documentaire, collecte de données et traitement de données.

II.1. Revue documentaire

C'est une des étapes les plus importantes dans la compréhension d'un thème d'étude. Elle permet de savoir où en sont les études sur notre thématique de recherche, d'avoir de bonnes idées afin d'améliorer nos objectifs et hypothèses de recherche. Nous avons ainsi consulté des ouvrages généraux, des thèses, des mémoires, des articles et revues scientifiques, des journaux, des webographies, etc. qui se rapportent à notre thème de recherche. Ainsi, nous nous sommes rapprochés des différents centres de documentation tels que:

- ✓ La bibliothèque de l'Université Assane Seck de Ziguinchor (UASZ) ;
- ✓ La bibliothèque de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis (UGB) ;
- ✓ Le Laboratoire de Géomatique et d'Environnement (LGE) ;
- ✓ Les services de documentation de l'ANACIM (Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie) ;
- ✓ Le CSE (Centre de Suivi Ecologique) ;
- ✓ Le CGQA (Centre de Gestion de la Qualité de l'Air) ;
- ✓ L'ANSD (Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie) ;
- ✓ La DTGC (Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques) ;
- ✓ La DEEC (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés) / DCC (Division Changement Climatique).

II.2. Collecte de données

Les données climatiques ont été collectées à l'ANACIM et sur le site <https://fr.tutiempo.net/climat>. Il s'agit des données temporelles aux échelles journalière et mensuelle sur la normale 1991-2020 aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring. Cependant, pour la station de Saint-Louis, les maxima, les minima et les moyennes ont été utilisés, tandis qu'à la station de Cap Skirring, seules les moyennes ont été utilisées. Cette différence s'explique par un manque de disponibilité données, d'autant plus que la station de Saint-Louis dispose de

la plus longue série chronologique d'observations au Sénégal mais aussi en Afrique occidentale. Ensuite, des questionnaires et des guides d'entretien ont été soumis respectivement aux populations, en particulier les parents d'élèves et aux personnels administratifs des établissements scolaires in situ.

II.2.1. Les visites exploratoires

Une première exploration a été faite dans les localités abritant les différentes stations (Saint Louis et Cap Skirring). Cette étape a permis d'avoir une idée du terrain et de voir les outils de recherche nécessaires pour cette étude.

II.2.2. Les enquêtes socio-économiques

Afin de comprendre l'évolution de la température côtière au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020, la perception de ses impacts sur l'éducation et les stratégies d'adaptation mis en place, un questionnaire a été administré aux populations, notamment les parents d'élèves de ces deux sites. L'exploration a permis d'avoir une compréhension plus nette des impacts de l'évolution des températures sur l'éducation au niveau de nos deux sites.

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé l'échantillonnage aléatoire simple pour permettre aux acteurs cibles d'avoir la même chance d'être interrogé. Dans les 33 quartiers qui composent la commune de Saint-Louis, nous en avons choisi deux et pour le deuxième site nous avons choisi le village de Cap Skirring qui est dans la commune de Diembéring. Ce choix n'est pas fortuit. En effet, en climatologie, on résonne en termes de stations donc les limites administratives viennent après. Ainsi, la station de Saint-Louis est localisée dans la commune du même nom et celle de Cap Skirring dans le village du même nom aussi. A Saint-Louis, les deux quartiers (Goxu mbacc et Ngallèle) sont choisis en fonction de leur position par rapport à l'océan. En d'autres termes le quartier de Goxu mbacc est plus proche de l'océan en étant carrément dans l'île. Ce qui nous permettrait d'avoir des réponses plus claires en ce qui concerne les extrêmes froids. Et parallèlement, en ce qui concerne les extrêmes chaud, leur compréhension plus nette également justifie le choix du quartier de Ngallèle, avec sa position à l'intérieur des terres, constituant le dernier quartier de la commune. La situation intermédiaire étant aussi prise en compte dans ces deux cas de figure. Pour ce qui est du village de Cap Skirring, son choix s'explique par le simple fait qu'il abrite la station synoptique elle-même.

Tableau 1: Liste des quartiers et du village à interroger

Stations	Numéros	Quartiers/Village	Population	Ménages
Saint-Louis	1	Goxu mbacc	18151	2058
	2	Ngallèle	3638	554
Cap Skirring	3	Cap Skirring	8044	2165
Total		3	29833	4777

Source : Recensement Général de la Population et de l'Habitat / ANSD, 2013

Un taux de sondage de 5% a été retenu pour chaque station. Ce taux se justifie par la taille des ménages qui composent nos sites préalablement choisis. Nous nous sommes ainsi retrouvés avec 239 ménages au total à enquêter pour les deux quartiers de Saint-Louis et le village de Cap-Skirring. La méthode de calcul qui suit nous a permis de connaître le nombre de ménages à interroger :

Nombre de ménages des deux quartiers et du village x Taux de sondage

100

Tableau 2: Taille de l'échantillon en fonction des deux quartiers et du village choisis.

Stations	N°	Quartiers/Villages	Population	Ménages	Nombre de ménage à enquêter	Pourcentage de ménages à enquêter
Saint-Louis	1	Goxu mbacc	18151	2058	103	79
	2	Ngallèle	3638	554	28	21
	Total	2	21789	2612	131	100
Cap Skirring	1	Cap Skirring	8044	2165	108	100
Totaux		3	29833	4777	239	

Source : RGPH/ ANSD, 2013 (adapté par SANE F.B, 2022)

Cette technique d'échantillonnage, dite par quota, est pertinente car elle permet un ratissage assez large des zones ciblées à base de critères bien définis précédemment. Ce qui permet d'avoir des réponses dispersées afin de mieux cerner notre thème de recherche.

✓ **Le guide d'entretien**

On a procédé à des rencontres d'échanges avec les personnels administratifs, en l'occurrence les directeurs d'écoles, les proviseurs, les censeurs, les enseignants, les surveillants des différents établissements scolaires au niveau des quartiers de Goxu mbacc et Ngallèle ainsi que du village de Cap Skirring. Cela nous a permis de diversifier les acteurs afin de connaître leur perception sur l'évolution des températures, ses impacts sur l'éducation ainsi que les stratégies mis en œuvre.

✓ **Traitement de données**

Cette dernière partie de la méthodologie consiste à décrire comment les données recueillies ont été traitées et analysées. Elle permet de représenter graphiquement les données quantitatives et qualitatives collectées à travers des diagrammes, courbes, histogrammes, cartes, ... Pour cela nous avons utilisé des logiciels et des outils tels que :

- **Microsoft Word** pour la saisie du texte et les tableaux
- **Kobocollect** pour le questionnaire
- **Excel** pour les calculs statistiques et les graphiques
- **Logiciel R et XLSTAT** pour les traitements de données climatiques (températures), les tests et les graphiques aussi.
- **Arc gis 10.5** pour réaliser les cartes de localisation de notre zone d'étude, ainsi que des résultats de certaines données climatiques traitées, selon la pertinence.

Certaines notions statistiques ont également été utilisées pour le traitement des données de températures. Il s'agit entre autres des tests de détection des tendances et des ruptures des séries thermiques, respectivement nommés tests de Mann Kendall et de Pettitt (sur XLSTAT) ainsi que le calcul des 95^e et 10^e percentiles pour la détermination des extrêmes (chauds et froids) et les vagues (de chaleur et de fraîcheur), sur Excel.

Ces tests permettent de caractériser la variabilité et la détection de tendance de l'évolution des températures dans notre cas. Ils ont été recommandés par l'OMM, pour l'analyse de l'évolution des variables hydro-climatiques (Gaye et al., 2020). Le test de Mann-Kendall est utilisé pour la détection de la présence d'une tendance monotone au sein d'une série chronologique (Kendall, 1975). Le test de Pettitt (Pettitt, 1979) a été retenu quant à elle pour sa puissance et sa robustesse dans la détection d'une rupture sur la série des températures (Faye et al., 2019). Les études des variations climatiques à long terme doivent s'appuyer sur des séries exemptées de données

manquantes et d'hétérogénéités (Lamarque et Jourdain, 1994). Il est simple d'écarter les séries lacunaires, mais il est beaucoup plus complexe d'identifier les discontinuités propres à une série chronologique. Une série climatologique est considérée comme homogène si aucun élément perturbateur ne l'a affectée, c'est-à-dire si la loi de distribution de l'élément mesuré n'a pas changé pendant toute la période étudiée (Bigot, 2002). Une rupture peut alors être définie par un changement dans la loi de probabilité des variables aléatoires définissant la série chronologique étudiée (Bigot, 2002). Par ailleurs, identifier les ruptures dans une série revient souvent à discriminer les plus importantes sans tenir compte des plus faibles.

Les études sur les phénomènes climatiques, notamment la détection des ruptures sur une série chronologique donnée, se font avec différentes méthodes. Cependant, les plus utilisées demeurent sans doute l'application des tests de tendance et celui de Man Kendall en est le plus répandu ou utilisé (Gaye et al., 2020). Ainsi, le test non paramétrique de Man Kendall est un test statistique qui permet de détecter l'existence ou non d'une tendance linéaire dans une série chronologique avec un niveau de significativité donné. Il ne tient pas compte de la saisonnalité ou autres cycles lorsqu'il s'effectue (Touré et al., 2022). Alors, pour un échantillon de n variables, constituant une série chronologique, supposées aléatoires et indépendantes, la statistique S du test est donnée par l'équation :

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{signe} (x_i - x_j)$$

Où x_i et x_j sont les valeurs séquentielles des données, n la taille de l'échantillon ou la longueur de la série et $\text{Sign} ()$ est une fonction dont la formule est la suivante :

$$\text{Sign} (x_i - x_j) = \begin{cases} 1 & \text{si } (x_i - x_j) > 0 \\ 0 & \text{si } (x_i - x_j) = 0 \\ -1 & \text{si } (x_i - x_j) < 0 \end{cases}$$

La présence d'une tendance statistiquement significative est évaluée en utilisant la valeur de Z (positive ou négative) calculée à partir de la variance de S qui formulée comme suit :

$$\text{Var} (s) = n (n - 1) (2n + 5) / 18$$

La valeur de Z (Tau de Mann-Kendall) étant donnée par la formule qui suit :

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{si } S > 0 \\ 0 & \text{si } S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{si } S < 0 \end{cases}$$

Une valeur positive (ou négative) de Z indique une tendance haussière (ou baissière) et sa significativité est comparée à la valeur qui constitue le pic ou seuil de significativité du test.

Il existe plusieurs méthodes qui se servent uniquement de la série à analyser (homogénéité interne). Certaines ont déjà été utilisées sur des séries hydroclimatiques (Paturel et al., 1996). On notera par exemple la méthode bayésienne (Lee et Heghinian, 1977), la statistique U de Buishand (Buishand, 1984) ou encore la méthode de segmentation de Hubert (Hubert et al., 1989). Le test de Pettitt (version modifiée de Mann-Whitney - Pettitt, 1979) est aussi souvent retenu pour sa simplicité d'utilisation, la grande lisibilité de ses résultats et sa capacité d'estimer la position d'un changement de moyenne, marquant le début d'une phase thermique. Mestre (2000) recense six causes principales provoquant des discontinuités dans les séries climatiques, certains sauts artificiels d'amplitude thermique enregistrés dans des séries françaises pouvant être supérieurs à 1°C : un changement d'emplacement du site de mesure, un changement de capteur et/ou d'abri météorologique, une modification de l'environnement du capteur, un changement du mode de calcul paramétrique, un changement d'observateur, une valeur reconstituée sur de longue période. Ainsi, le test de Pettitt est un test non paramétrique qui permet de détecter une rupture unique avec une méconnaissance des dates. L'hypothèse H_0 indique que *la série est stationnaire* et l'hypothèse H_1 montre que *la série présente une rupture*. La statistique de test Z est calculée de la manière suivante :

$$Z = \max \{ |U(k)|, k=1, \dots, n-1 \}$$

Avec :

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{signe}(x_i - x_j)$$

Calcul de la probabilité P, probabilité de dépassement de la valeur k prise par la statistique Z du test sur la série observée.

$P = Z(Z \geq k) = 2\exp(-k^2/n^3 + n^2)$, si $p < \alpha$ alors l'hypothèse nulle est rejetée.

Pour ce qui a trait aux extrêmes, ils sont généralement évalués à l'aide d'indicateurs extrêmes, basés sur des statistiques d'ordre sur la queue de la fonction de distribution de probabilité (généralement des centiles ou percentiles). Un percentile est un concept de statistique qui permet de déterminer la position d'une personne ou d'un nombre quelconque par rapport à un groupe donné. Le groupe est divisé en 99 parts, chacune correspondant à un percentile, c'est-à-dire à 1/100 du groupe : le 1er percentile, le 2ème percentile, le 3ème percentile, ..., le 99ème percentile. Il est donné par la formule :

$$K = P * n / 100 \quad (\text{source : NIST, 2018})$$

Où

K est le Rang, **P** est le Percentile et **n** est le nombre de valeur.

Dans cette section de notre étude, nous nous sommes concentrés sur la queue de la distribution des températures moyennes, maximales et minimales quotidiennes, sur la normale 1991-2020. Ainsi, nous avons analysé les percentiles supérieurs (95^e) et inférieurs (10^e) des températures moyennes, maximales et minimales quotidiennes au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring. En statistique descriptive, le quatre-vingt-quinzième percentile (ou nonante-cinquième centile) est la valeur telle que 95 % des valeurs de la série mesurée sont en dessous et 5 % sont au-dessus. Le 10^e percentile est également cette valeur de la série de sorte que seulement les 10% sont en dessous d'elle et les 90% au-dessus (Diouf 2018). Ainsi, toutes les valeurs de notre série de données quotidiennes qui sont au-dessus du 95^e percentile sont considérées comme étant des extrêmes chauds et logiquement toutes celles qui sont en dessous du 10^e percentile sont vues comme étant des extrêmes froids. Les vagues de chaleur ou de fraîcheur étant considérées comme étant des épisodes d'extrêmes chauds ou froids sur une période d'au moins trois jours successifs.

Par ailleurs, il convient de préciser que l'étude de l'évolution thermique au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring nous a amené à analyser les températures. Les résultats obtenus ont été représentés sous forme de graphiques à travers des traitements avec Excel, XLSTAT, R

et Word afin d’apprécier et de montrer les tendances de cette évolution sur la période climatique retenue (1991-2020).

Ainsi nous avons dans un premier temps analysé l’évolution des températures dans chacune des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020, pour ressortir, les tendances, les ruptures, les extrêmes et les vagues. Dans un second temps, montré la perception des parents d’élèves par rapport à ses impacts sur l’Education ainsi que les stratégies palliatives mises en place.

III. Présentation de la zone d’étude

De nos jours, les espaces littoraux regorgent de fortes concentrations démographiques. Plus de 60 % de la population mondiale vit dans la grande zone côtière et 3,8 milliards de personnes résident à moins de 150 km du rivage (Pajon-Perrault, 2019). Les espaces côtiers de l’Afrique de l’Ouest s’étendent sur environ 4 400 km (Thior et al., 2019), dont le littoral Sénégalais, qui s’étale sur près de 700 Km au niveau de l’océan atlantique et correspond à la façade maritime de six régions administratives du pays du même nom. Elles sont donc respectivement du nord vers le sud : Saint Louis, Louga, Dakar, Thiès, Fatick et Ziguinchor (fig. 1).

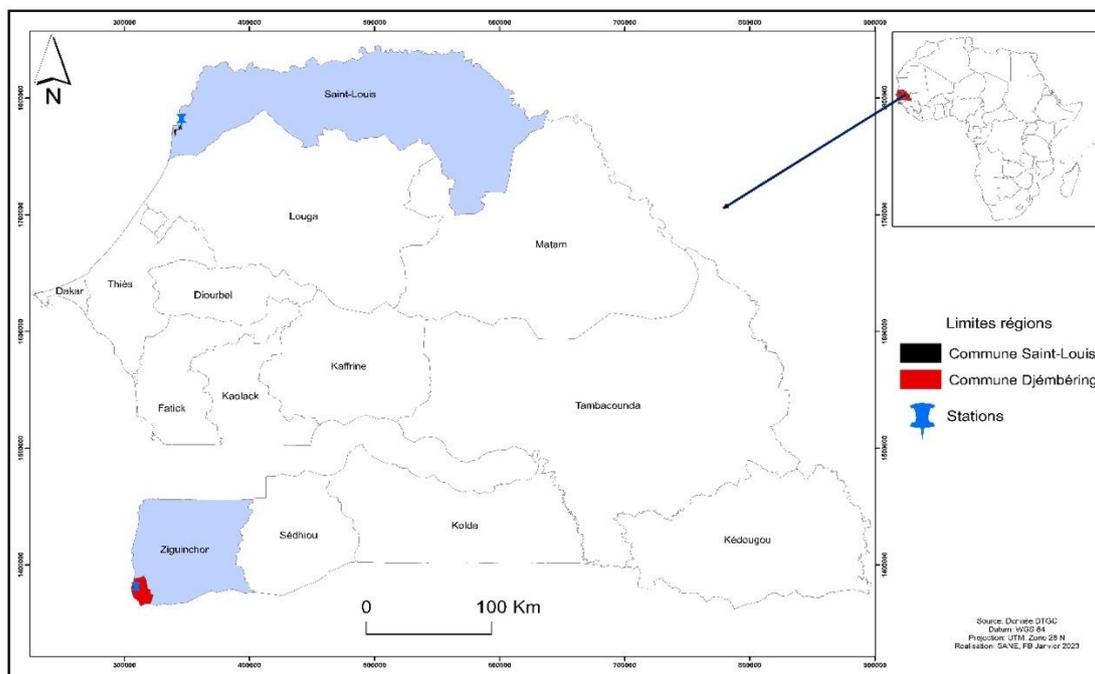


Figure 1: Localisation des stations de Saint-Louis et Cap Skirring.

Ainsi, ce sont des espaces à fort enjeu territorial qui se caractérisent par une forte concentration de la population (près de 9 millions), soit près de 40 % de la population totale du pays, en passant de 1 748 384 à 4 299 487 habitants entre 1976 et 2003 (Sène et al., 2018), le

développement de plusieurs activités économiques (tourisme, pêche, agriculture, industrie, mine...), une forte urbanisation (25,7 % du linéaire côtier entre 2005 et 2010), de nombreuses infrastructures socio-économiques,... L'urbanisation le long de la côte sénégalaise est susceptible d'augmenter d'un tiers entre 1990 et selon les projections de 2080 (Cinyabuguma et Valdivia, 2015). Les stations de Saint Louis et Cap Skirring se trouvent sur cette côte et constituent notre terrain d'étude.

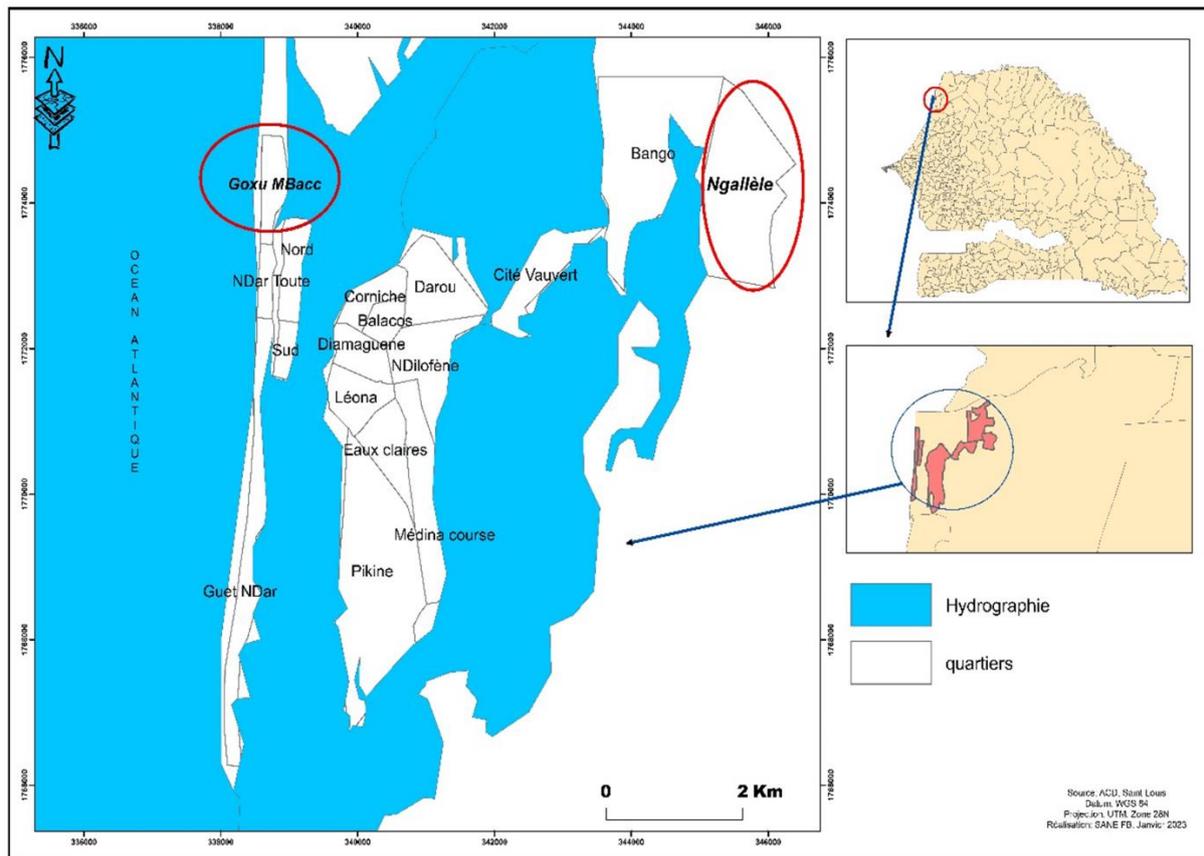


Figure 2: Localisation de la station de Saint-Louis et des quartiers ciblés.

La station sahélienne de Saint Louis est située à l'extrême Nord-Ouest du Sénégal, dans la région du même nom, à l'embouchure du fleuve Sénégal (fig. 2). Elle est limitée au Nord par la République Islamique de la Mauritanie avec le fleuve Sénégal faisant fi de frontière entre les deux Etats, au Sud et Sud-Est par la région de Louga et à l'Ouest par l'océan atlantique. Une des plus grandes villes du Sénégal, et historiquement l'une des plus importantes, comme en témoigne l'inscription de son île sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, Saint-Louis s'étend sur près de 19.034 Km², soit environ 10 % du territoire national au gré de la loi n° 2002-002 du 15 février 2002 et du décret n° 2002-166 du 21 février 2002 (ADC, 2020).

Elle a une population d'environ 908 941 habitants (ANSD, 2013) et est localisée à 264 Km² au nord de la capitale du pays, Dakar. Etant la plus ancienne colonie française d'Afrique qui était fondée par les colons français au XVII^e siècle, Saint-Louis s'urbanisa au milieu du XIX^e siècle. Elle fut la capitale du Sénégal de 1872 à 1957, de l'Afrique Occidentale Française (1895-1958), de la Mauritanie (1920-1960) et joua un rôle culturel et économique prépondérant dans l'ensemble de l'Afrique occidentale.

En effet, situé au bord de l'eau, sur un espace éclaté, le site offre à Saint-Louis le visage d'une ville constituée par trois bandes de terre aux aspects différents. Il s'agit, en allant d'Ouest en Est, de la langue de barbarie, l'île de Saint-Louis et le faubourg de Sor (ACD, 2020). Saint-Louis est composée de 3 départements que sont Dagana, Podor et Saint-Louis. Ainsi, la commune de Saint-Louis (département de Saint-Louis), qui fait partie intégrante de l'une de nos deux stations d'étude (station côtière de Saint-Louis), s'étend sur une superficie de 46,69 km² dont près de 20% de cette surface est occupée par le fleuve Sénégal et ses défluent et affluents (ADC, 2019). Elle est limitée : A l'Ouest par l'océan atlantique, A l'Est par la Commune de Gandon, au Nord par la Mauritanie et au Sud par les Communes de Gandon et Ndiébène Gandiole. Elle est située dans la zone éco géographique du Gandiolais. Zone de formation quaternaire, son relief est relativement bas avec un plateau au modelé dunaire. C'est un site amphibie du delta du fleuve Sénégal où la présence sempiternelle de l'eau associée à de faibles altitudes, augmente les risques réels d'inondation.

Son climat est étroitement dépendant de la rosée de l'anticyclone des Açores, source des alizés maritimes qui soufflent tout au long de l'année, de l'Harmattan qui vient de la dépression Saharienne (fin Octobre au mois d'Avril-Mai) et de la Mousson de l'anticyclone de Sainte-Hélène (Juin à septembre-October). Ainsi, il est donc caractérisé par l'alternance de deux saisons : la saison sèche et la saison humide ; avec une pluviométrie située entre les isohyètes 200 mm et 300 mm et recevant en moyenne 200 mm par an selon les statistiques (Gaye, 2019). De plus, l'influence adoucissante des alizés maritimes lui confère une double saisonnalité en termes de températures à savoir la saison froide (Décembre à Mai) et la saison chaude (Juin à Novembre). La température moyenne annuelle à Saint-Louis a augmenté en 50 ans, passant de 24,8°C à 26,0°C (ADC, 2019). Sa couverture végétale est constituée par une steppe littorale très clairsemée, formée d'individus spécifiques tels que les *halos psammophytes*.

Sa situation géographique d'estuaire fait qu'elle est caractérisée par le brassage entre les eaux du fleuve Sénégal et de l'Océan Atlantique en termes de ressources d'eaux de surface ; mais

aussi par deux aquifères à savoir celle du maestrichtien et celle du quaternaire avec des profondeurs allant de 50 à 250 m, en termes de ressources en eaux souterraines (ADC, 2019).

Du point de vue démographique, la commune avait une population de 209.752 en 2013 avec 51% de femmes et 49% d'hommes (ANSD, 2013). Cette dernière est inégalement répartie sur ce littoral communal. En effet, l'île regroupe 17% de cette population, la langue de Barbarie 23,5%, le faubourg de Sor 56,4% et le péricentre communal 3,1% (ADC, 2019). Le quartier de Guet-Ndar renferme la plus forte densité de population avec 755 habitants à l'hectare selon les statistiques de l'ANSD. Ce qui fait de ce quartier l'un des plus peuplé de l'Afrique de l'Ouest. En termes d'Education, le taux brut de scolarisation de la région était de 91% en 2013 contre 92,9% en 2012, soit une baisse de 1,9 point par rapport à 2012 (ANSD, 2013). Certes, selon une étude nationale sur les enfants et les jeunes hors du système éducatif faite par l'USAID en partenariat avec le ministère de l'Education nationale en 2017, le taux de scolarisation régional était de 64,1%.

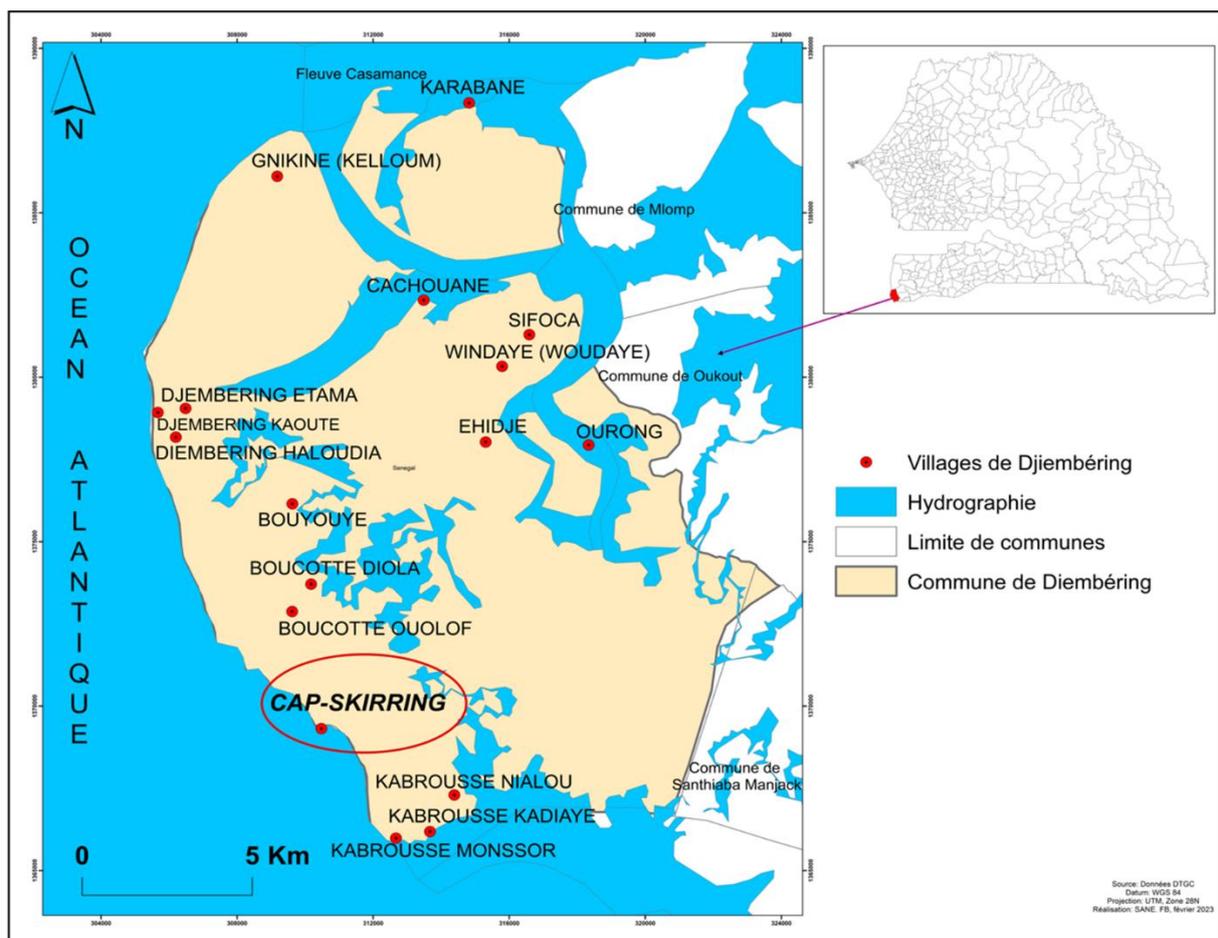


Figure 3: Localisation de la station de Cap Skirring.

Par ailleurs, plus au sud du pays, à l'extrémité sud-ouest de la Casamance, se trouve la station de Cap Skirring (12 30'53'' nord, 16 42'58'' ouest) dans le département d'Oussouye, région de Ziguinchor (fig. 3). C'est un village de la commune de Diembéring, qui sur le plan spatial, est caractérisée par l'insularité, avec des entrées d'Alizé maritime, car elle est limitée au nord par le fleuve Casamance, au sud par le bolong d'Essoukoudiack (République de Guinée-Bissau), à l'est par les communes de Mlomp, d'Oukout et de Santhiaba Manjack et à l'ouest par l'Océan Atlantique (IRD, 2019). Tous les villages de la commune sont desservis par le réseau hydrographique (bolongs). Cette dernière compte administrativement 21 villages officiels dont Cap Skirring, une de nos deux stations synoptiques d'étude et couvre une superficie de 237 km² (IRD, 2019).

Ainsi, Cap Skirring est connu pour avoir été la première station balnéaire du Sénégal en 1973 avec ses 5 km de plages (Tendeng et al., 2022), en proie à une urbanisation rapide et qui accueille plus de la moitié de la commune (Diallo, 2014) avec 39% de la masse démographique de cette dernière. Localisée dans le domaine sud-soudanien côtier, avec une population d'environ 8044 habitants selon l'ANSD en 2013, elle est d'une importance socio-économique remarquable.

Au Cap Skirring, le cumul pluviométrique annuel (juillet à septembre-Octobre) enregistré est égal à 1 803 mm en 1989 contre 671 mm en 2003 (Mbaye et al., 2009) et 1200 mm en 2014 (Diallo, 2014). Le climat est de type soudano-guinéen dominé par une intermittence entre deux saisons : une saison sèche qui s'étale de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre. En outre, la tendance pluviométrique notée ces dernières années est favorable à un retour timide des précipitations. Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 25 et 26°C entre 1977 et 1999. S'agissant des vents dominants, ils sont caractérisés par l'alizé maritime et la mousson (Diallo, 2014).

Le relief est peu accidenté (maximum 25 m), avec des vallées peu encaissées. Sa géologie a pratiquement le même façonnement que la Basse Casamance (Dianko, 2017). La végétation est arborée et arbustive de type savane boisée. Elle est soumise à l'avancée des dunes, et la salinisation des terres qui entraînent la disparition du couvert végétal. Du point de vue éducatif, le taux de scolarisation de la région de Ziguinchor où se situe la station de Cap Skirring était de 87% en 2015 selon l'ADL de la région. Certes, selon l'ANSD en 2013, le taux brut de scolarisation a connu une tendance baissière depuis 2010. Il est passé de 110,3% en 2010 à 98% en 2013, après s'être établi à 102,5% en 2012.

Ces deux stations sont très bien réparties de part et d'autre des extrémités septentrionale et méridionale la côte sénégalaise (fig.1) et leur proximité avec l'océan atlantique, leur procure des températures moyennes annuelles relativement basses selon les statistiques. Ce choix a été effectué de manière à permettre une couverture la plus homogène possible de la zone, dans le cadre d'une étude comparative.

CHAPITRE 2 : Évolution des températures au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020.

Dans ce chapitre, il s'agit de déterminer les tendances de la température au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring (1991-2020) aux échelles journalières, mensuelles, annuelles et décennales.

I. Evolution des températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring (1991-2020)

I.1.Évolution journalière

Le Sénégal est un pays ouest-africain à cheval entre deux zones climatiques. L'évolution thermique au niveau de ses côtes qui ont un climat avec la prédominance d'une circulation atmosphérique d'ouest d'origine maritime, constitue l'un des facteurs ayant attiré notre curiosité. Les observations faites sur les températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring montrent des variations considérables. Les tendances sont marquées par une hausse accompagnée d'une irrégularité spatiotemporelle qui se renforcera dans le futur, à l'horizon 2100, quel que soit le scénario (GIEC, 2020). L'analyse des données thermiques nous a permis de répondre à un certain nombre de questions posées dans le cadre de cette étude.

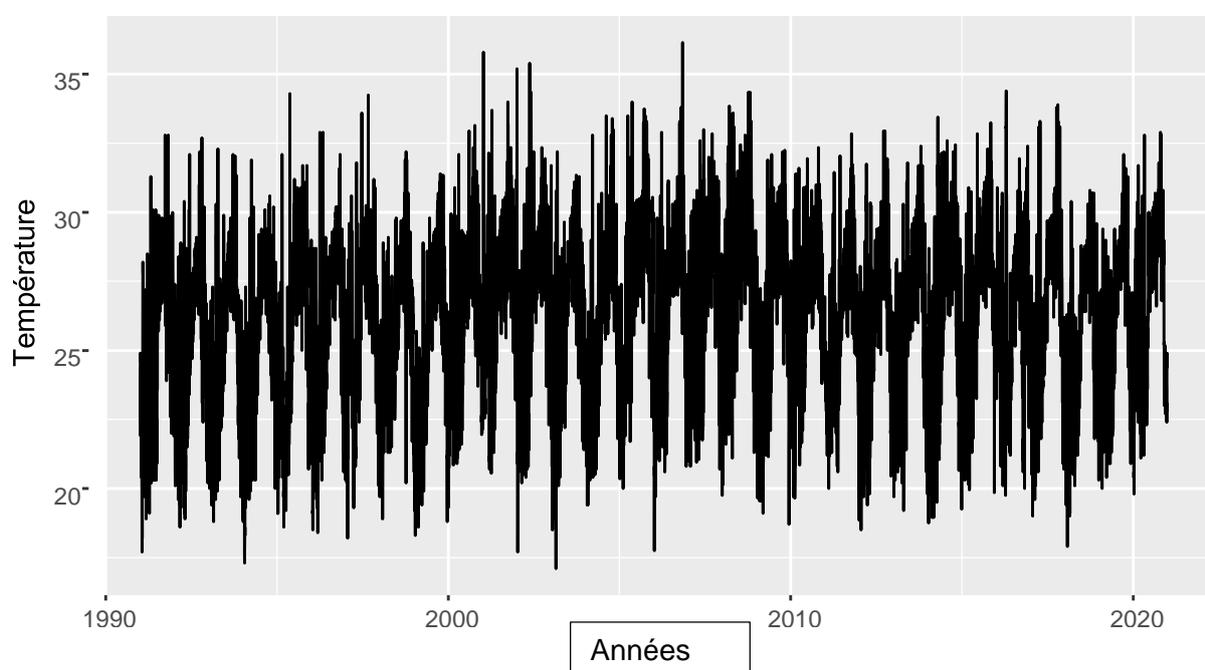


Figure 4: Températures moyennes journalières à la station de Saint-Louis (1991-2020).

La figure 4 indique une variation assez régulière entre 1991-2020. Les moyennes journalières les plus élevées de cette période ont été enregistrées durant la décennie 2001-2010, dépassant parfois les 35°C. Contrairement aux deux autres décennies (1991-2000 et 2011-2020) qui ne les atteignent jamais de toute cette période retenue. En d'autres termes, la première décennie (1991-2000) a généralement enregistré des températures moyennes journalières moins élevées par rapport aux deux dernières. Même si on remarque une tendance à la diminution des moyennes maximales journalières à la fin de la dernière décennie. Par ailleurs, au niveau de la station de Saint-Louis, on peut noter que la moyenne journalière la plus faible a été enregistrée le 19 Janvier 1994 avec 17,3°C (fig. 4) et la plus élevée le 05 Septembre 2018 avec 39,6°C. Il

faut alors retenir globalement que durant la période de 1991-2020, les températures moyennes journalières à la station de Saint-Louis ont été les plus élevées comparées à celles de Cap Skirring.

Une évolution généralement régulière, telle est la tendance que nous pouvons voir de la figure 5 des maxima journaliers au courant des trois dernières décennies à la station de Saint-Louis.

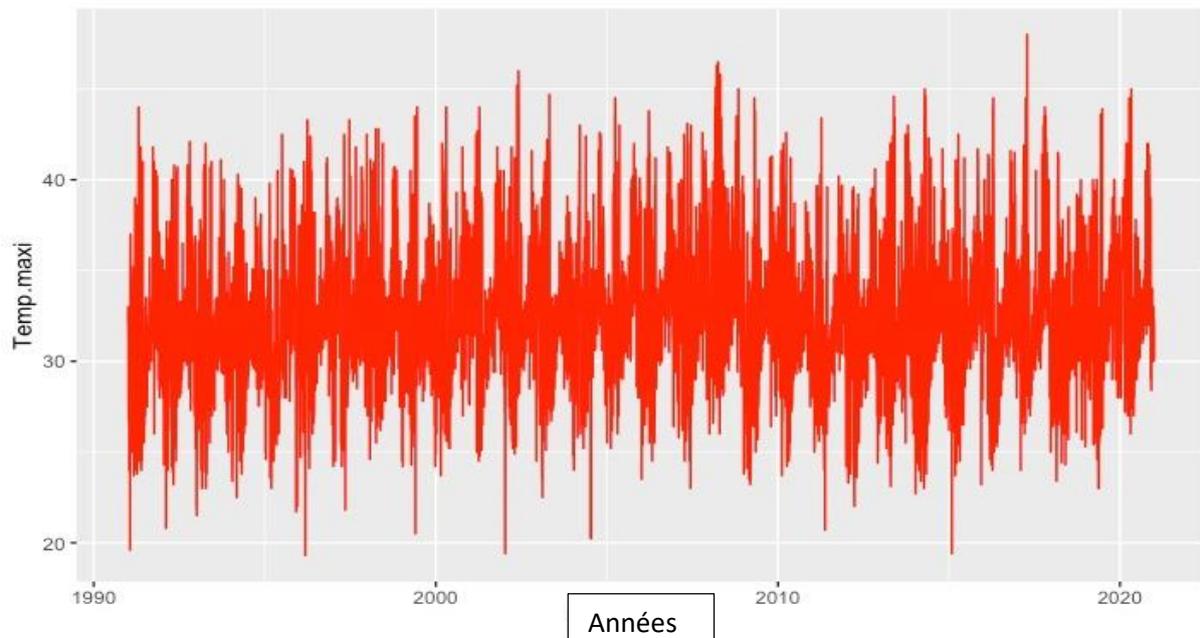


Figure 5 : Températures maximales journalières de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Toutefois, on y observe quelques disparités par décennies. Ainsi, durant la décennie (1991-2000), les maxima n'atteignent pas les 45°C et les plus basses d'entre elles sont enregistrées parfois en dessous des 20°C (24 janvier 1991 et 9 mars 1996). Durant la décennie (2001-2010), les maxima enregistrés sont compris entre 45°C et plus. Les températures maximales les plus basses (en dessous 20°C) ont été enregistrées à la date du 10 janvier 2001. A la décennie (2011-2020), les maxima n'atteignaient presque pas les 45°C excepté à la journée du 14 avril 2017 et les maxima les moins élevés de cette décennie ne font pas moins de 20°C sauf aussi un seul jour (01 janvier 2015). Au courant de cette même période, le maximum le plus élevé a été enregistré à la date du 14 avril 2017 est de 48°C. Globalement, les températures maximales varient considérablement à l'échelle des trois décennies 1991-2000 ; 2001-2010 ; 2011 et 2020 à la station de Saint-Louis.

Les températures minimales journalières à la station de Saint-Louis ont connu une évolution globalement régulière au courant de la période sur la normale 1991-2020 (fig. 6).

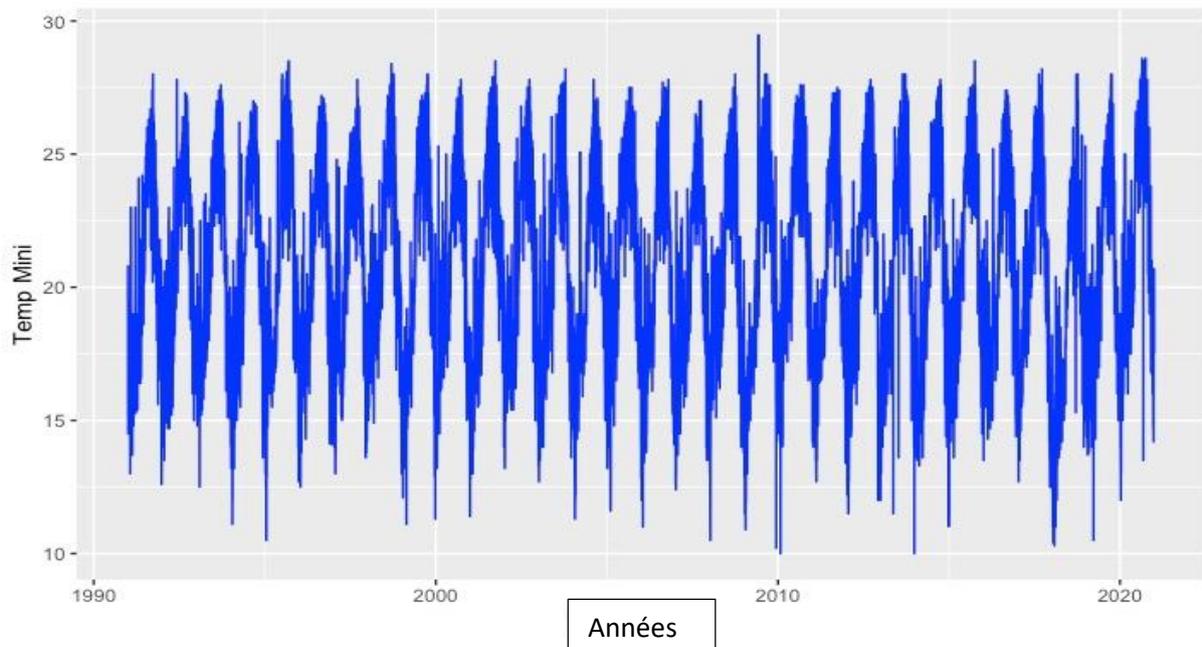


Figure 6: Températures minimales journalières de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Durant toute cette période, les minima n'ont relativement pas atteint les 30°C et n'ont pas été en dessous des 10°C. Les années 2010 et 2013 ont enregistré la température minimale journalière la plus basse de la période avec respectivement 10°C le 28 janvier et le 27 décembre. Toutefois, l'année 2009 a enregistré la température minimale journalière la plus élevée de ladite période avec ses 29,5°C du 06 juin. Par ailleurs, on peut remarquer qu'au courant de la première décennie (1991-2000), les minima ne baissent quasiment pas sous les 10°C et s'en approchent même difficilement. Alors que pour les deux dernières décennies (2001-2010 et 2011-2020), les minimas atteignent parfois les 10°C. Il faut alors retenir que durant la période sur la normale 1991-2020, à la station de Saint-Louis, les minima connaissent globalement une augmentation au fil des décennies.

L'évolution des températures moyennes journalières à la station de Cap Skirring est représentée à la fig.7. Elle indique une variation assez régulière tout au long de la série.

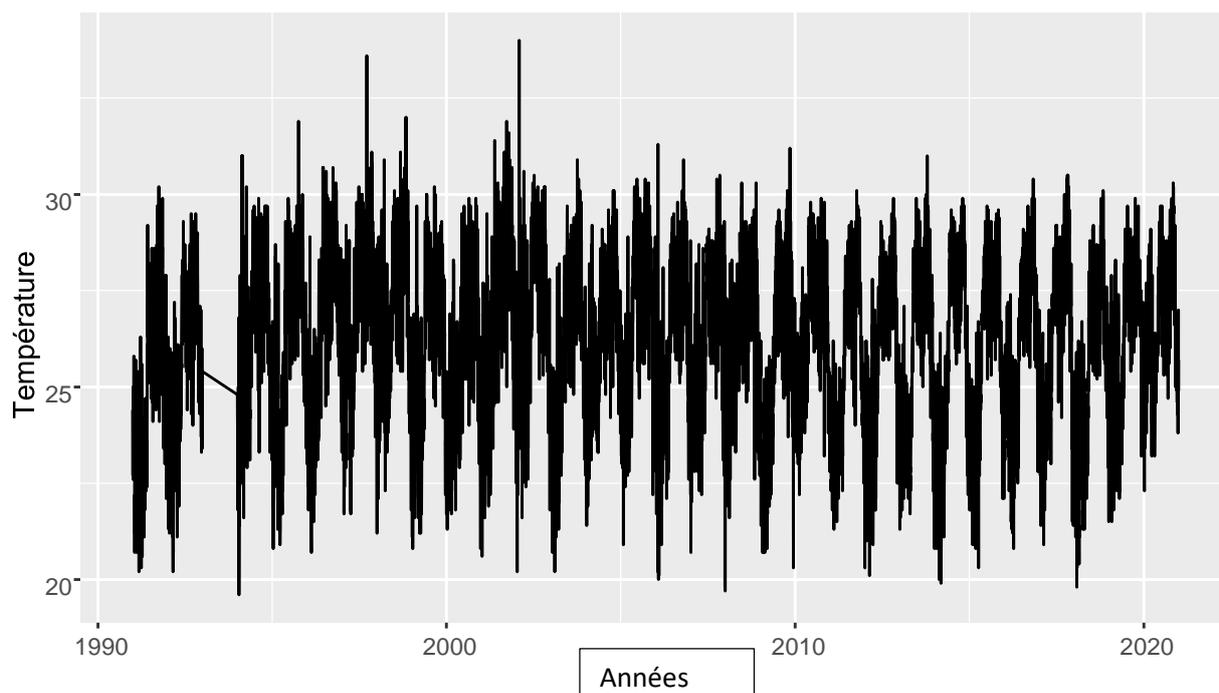


Figure 7 : Températures moyennes Journalières de la Série à la station de Cap Skirring (1991-2020).

Les températures moyennes obtenues n'atteignent pas les 40° sur la période 1991-2020. De plus, on note que pendant la décennie (2011-2020) les moyennes n'avoisinent pas les 30°C parallèlement aux décennies (1991-2000) et (2001-2010). On constate qu'entre 1990 et 1995, les températures moyennes journalières enregistrées sont moins élevées que celles des années (1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015, 2016-2020). A la station de Cap Skirring, on observe une tendance globale à la baisse des températures moyennes maximales journalières et une hausse de celles minimales. La variation positive de la température à l'échelle annuelle se confirme aux échelles mensuelles et journalières. Ainsi, selon une étude de Ndong en 2015, sur l'évolution des températures sur le littoral Sénégalais entre Saint Louis au nord-ouest et Ziguinchor au sud-ouest en passant par Dakar, Mbour et Fatick sur la période 1951-2010, chaque année est plus chaude que la précédente et tous les mois sont affectés par le réchauffement. Cela est valable à l'échelle globale, mais à une échelle plus fine comme les moyennes journalières, elles démontrent une réalité assez contrastée au niveau de la station de Cap Skirring. En effet, la température moyenne journalière la plus faible de cette période (1991-2020) a été enregistrée le 30 décembre 1999 avec 19,7°C et la plus élevée, le 02 octobre 2002 avec 38,6°C.

I.2. Evolution mensuelle et saisonnière

Les températures moyennes mensuelles sur la normale 1991-2020 épousent trois tendances (fig.8). La première tendance, montre des moyennes mensuelles relativement basses. Elles concernent les mois de janvier-février-mars-avril-mai (23,6 ; 24,1 ; 24,5 ; 24,2 et 24,6°C). La seconde phase où les fréquences des températures sont à la hausse durant les mois de juin-juillet-août-septembre, avec respectivement 26,4 ; 27,8 ; 28,6 ; 29.

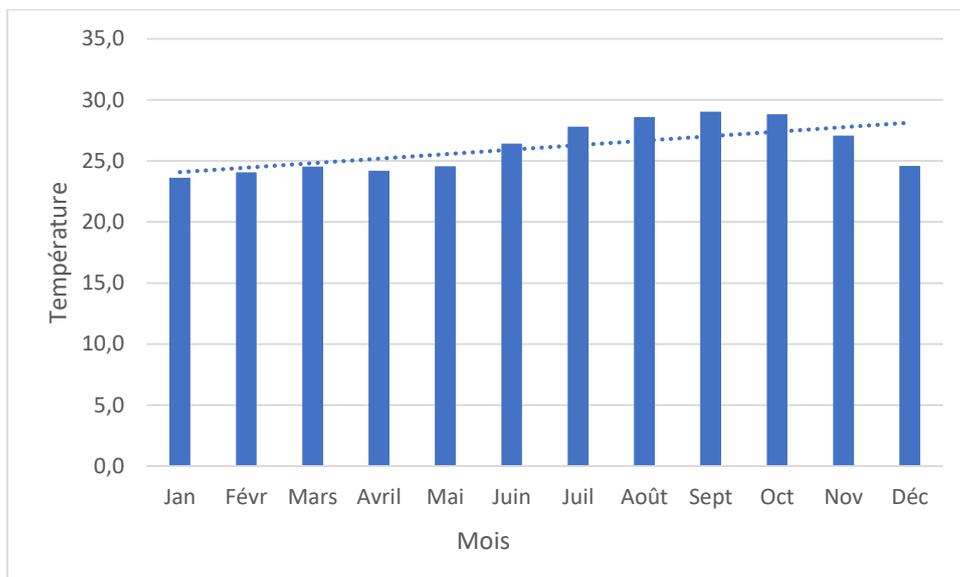


Figure 8 : Températures moyennes mensuelles de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

De légères reprises sont observées au mois d'octobre allant jusqu'au mois de décembre (28,8 ; 27,1 et 24,6°C). Par ailleurs, d'un point de vue saisonnier, étant donné que la station de Saint-Louis appartient au domaine sahélien avec une saison des pluies qui dure quasiment 2 mois (Août-Septembre) et une longue saison sèche d'octobre à juin-juillet, on peut donc constater que les températures mensuelles les plus élevées de la série ont été enregistrées durant les saisons des pluies et les plus basses lors des saisons sèches. Cependant, on remarque que durant les trois dernières décennies qui constituent notre série (1991-2020), les températures moyennes mensuelles n'atteignent pas les 30°C tout comme à la station de Cap Skirring.

L'observation des maxima mensuels de notre série nous montre une évolution des fréquences plutôt irrégulières (Fig. 9).

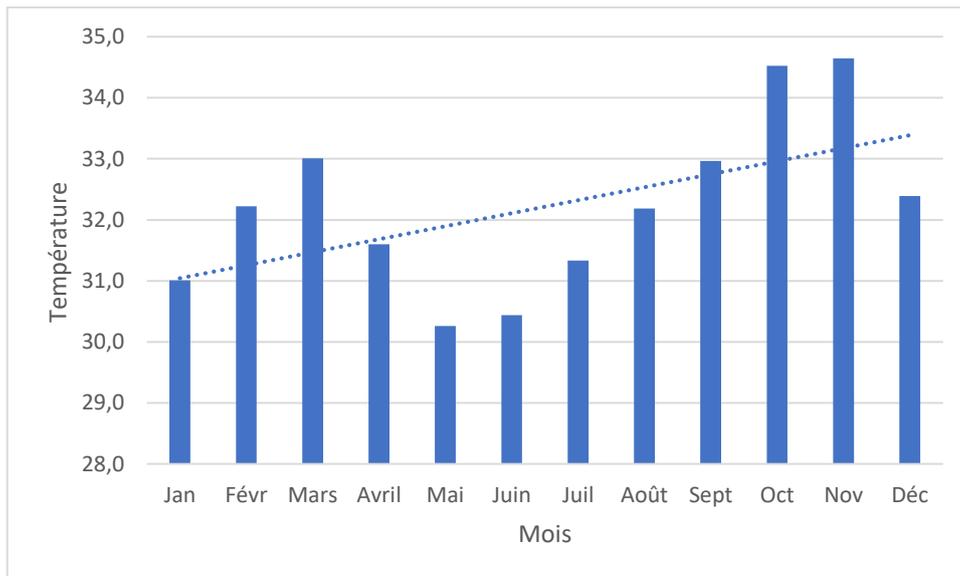


Figure 9:Températures moyennes maximales mensuelles de la Série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

On note une augmentation des maxima mensuels aux mois de janvier et mars (respectivement 31 ; 32,2 et 33°C), mois après lequel on a plutôt une tendance à la baisse entre avril et mai (31,6 et 30,3°C). Après, on note une reprise avec une augmentation régulière forte jusqu'au mois de novembre qui enregistrent les plus fortes températures maximales mensuelles de la série (34,6°C). Pour finir, on remarque une diminution avec le mois de décembre (32,4°C). Du point de vue saisonnier, la station de Saint-Louis appartient au domaine sahélien côtier avec ses 2 mois de pluies et sa longue saison sèche. Pratiquement, les plus fortes températures maximales mensuelles de la série (1991-2020) sont enregistrées durant les saisons des pluies.

La figure 10 renseigne l'évolution des températures minimales mensuelles à la station de Saint-Louis.

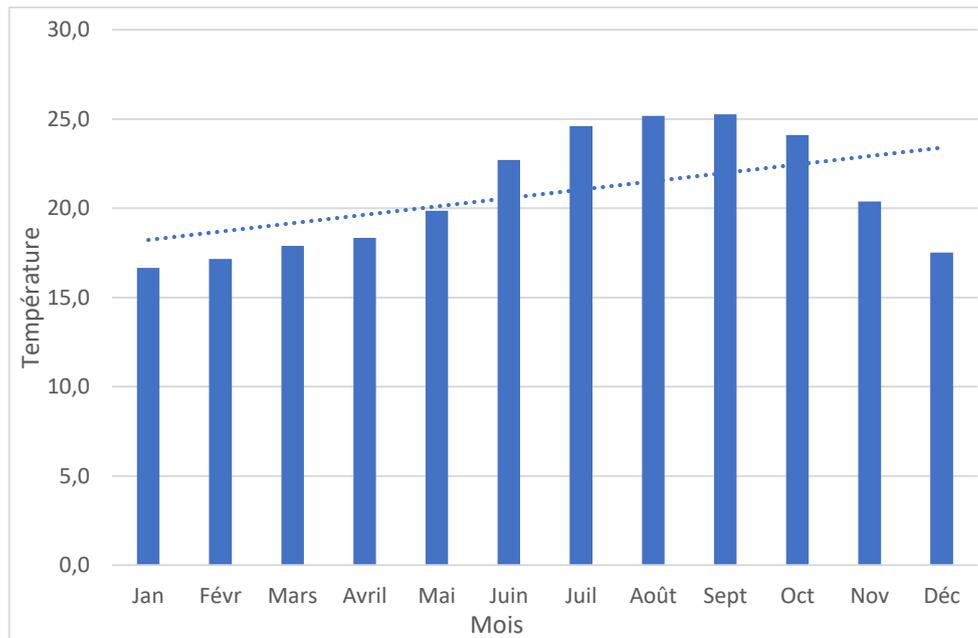


Figure 10 : Températures minimales de la Série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Au cours de la période sur la normale 1991-2020, c'est donc les températures moyennes minimales mensuelles qui influencent le plus sur les températures moyennes mensuelles elles-mêmes. Et c'est toujours durant les saisons des pluies qu'on enregistre les fortes fréquences de températures minimales les plus élevées de la période, avec le mois de septembre en tête (25,3°C). Il faut aussi noter que durant toute la période, les températures moyennes minimales mensuelles atteignent difficilement les 25°C, ce qui est tout de même assez élevé avec cette évolution en flèche avec une tendance à la hausse de ces dernières comme le démontre la courbe de tendance.

Les courbes d'évolution des températures moyennes, maxima et minima sur ce graphique (Fig.11) nous permet d'avoir une vue d'ensemble des analyses faites précédemment avec chacun de ces paramètres.

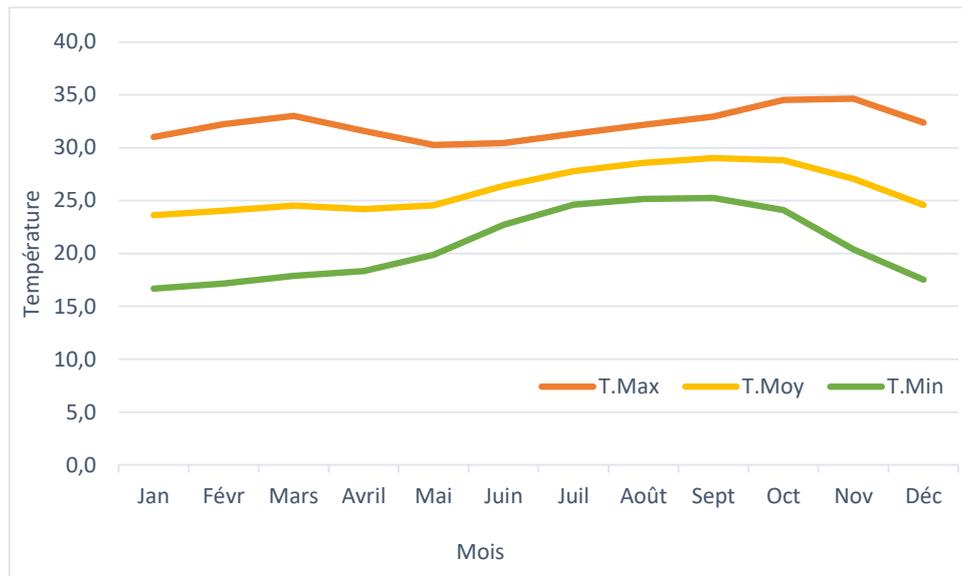


Figure 11: Evolution des températures de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Ainsi, on peut voir que ces trois derniers ont globalement presque la même allure au cours de la période sur la normale 1991-2020. On remarque aussi que les maxima mensuels varient entre 30 et 35°C alors que les minima mensuels quant à elles varient entre 16 et 26°C. Ces dernières ont donc une évolution plus rapide par rapport aux maxima. Les maxima n'atteignent jamais les 35°C et les minima ne vont aussi jamais en dessous des 15°C tout au long de cette période. Une analyse saisonnière montre que durant les saisons de pluies, les minima augmentent plus vite que les maxima qui ont une augmentation assez régulière.

On peut donc constater que la courbe des températures moyennes mensuelles de la série a quasiment la même allure que celle des minima mensuels. C'est donc les minima qui entraînent la tendance que prennent les moyennes mensuelles au cours de la période sur la normale 1991-2020.

Par ailleurs, l'analyse des températures moyennes à l'échelle mensuelle au niveau de la station de Cap Skirring à la période (1991-2020) indique une tendance contrastée (fig. 12).

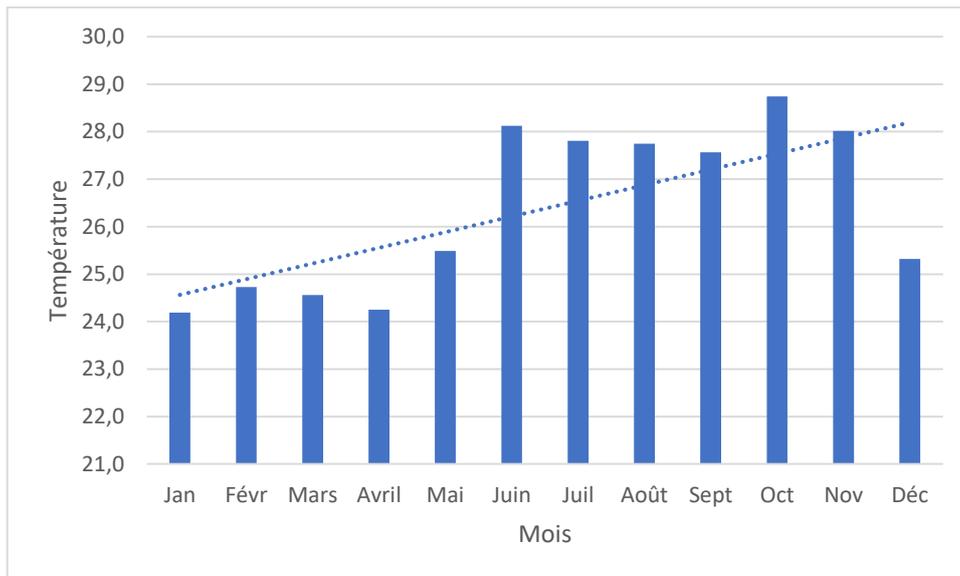


Figure 12:Températures moyennes mensuelles de la Série à la station de Cap Skirring (1991-2020).

La lecture des données de l’histogramme nous permet de faire une distinction entre les différentes moyennes mensuelles de la série (1991-2020). On note au courant des mois de mai-juin-juillet-août-septembre-octobre-novembre des températures relativement élevées avec des moyennes comprises entre 25,5°C et 28,7°C (fig. 12). Ainsi, le mois d’octobre enregistre à cette période les températures moyennes les plus élevées avec une moyenne de 28,7°C. Toutefois, les moyennes mensuelles les plus basses ont été enregistrées durant les mois de décembre-janvier-février-mars-avril avec des moyennes globales comprises entre 24,2°C et 25,3°C et respectivement 25,3°C; 24,2°C; 24,7°C; 24,6°C; 24,2°C. Les mois de janvier et avril ont enregistré la plus faible fréquence des températures les plus basses de la série avec une moyenne de 24,2°C. L’analyse saisonnière des moyennes mensuelles indique que les mois mai, juin, juillet, août, septembre, octobre et novembre sont les plus chaudes à la station de Cap Skirring. Ces variations s’expliquent en partie par la position éco-géographique de cette station et son appartenance au domaine sud soudanien. Ainsi, tous les mois confondus de la saison des pluies ont enregistré les plus fortes fréquences de températures de la série.

Globalement, à la station de Cap Skirring, les plus faibles fréquences de températures sont enregistrées pendant la saison sèche (décembre, avril, mai). Par ailleurs, on peut voir que les températures moyennes mensuelles de la série (1991-2020) à la station de Cap Skirring n’atteignent pas les 29°C encore moins 30°C.

II. Tendances de l'évolution des températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring

La température est le paramètre qui affiche les variations les plus manifestes et les plus régulières. Au Sénégal, notamment dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring, ces variations peuvent être appréhendées à travers la variabilité journalière, mensuelle, mais aussi interannuelle et les périodes fraîches et chaudes. Par rapport à la normale 1961-1990, les températures moyennes annuelles ont augmenté entre 1950 et 2014. Cela se traduit par des écarts dont la tendance globale est nettement à la hausse (Sagna, 2015).

Dans le cadre de notre étude, les tests de Mann-Kendall et de Pettitt ont été appliqués à la série (1991-2020) aux stations de Saint-Louis (maximas, minimas, moyennes) et Cap Skirring (moyennes).

II.1. Tendances mensuelles de la série (1991-2020)

L'application du test de Mann Kendall nous montre qu'à la station de Saint-Louis, une tendance à la hausse se dessine, même si l'intensité ou la fréquence varie d'un mois à l'autre (tab. 3).

Tableau 3: Tendance des températures moyennes mensuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Tau de Mann-Kendall	0,2276	0,1218	0,2368	0,3333	0,0805	0,1218
p-value	0,2322	0,5211	0,2377	0,0802	0,7018	0,5450
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse
Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tau de Mann-Kendall	0,2460	0,2598	0,3149	0,4345	0,2373	0,1080
p-value	0,2185	0,1926	0,1262	0,0307	0,2434	0,5843
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse

Ainsi, tous les mois affichent un réchauffement au cours de ladite période. On peut donc avancer qu'au niveau de cette station, on a globalement à une hausse des températures moyennes mensuelles, en saison des pluies comme en saison sèche pendant cette période sur la normale 1991-2020. L'application de ce test aux maximas et aux minimas nous permet d'avoir une idée plus claire du ou des mois qui influence le sens de cette tendance globale. Les tableaux suivants correspondent aux résultats de ces dits tests.

Tableau 4: Tendance des températures maximales mensuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Tau de Mann-Kendall	0,3655	- 0,0069	0,2230	0,2368	-0,0529	-0,0115
p-value	0,0483	0,9805	0,2471	0,2087	0,7910	0,9621
Sens de la tendance	hausse	baisse	hausse	hausse	baisse	baisse
Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tau de Mann-Kendall	0,2209	0,1841	0,2368	0,2097	0,1381	0,1678
p-value	0,2741	0,3736	0,2501	0,2759	0,4699	0,3977
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse

Le test de Mann Kendall sur les maxima mensuels de cette série (1991-2020) indique une tendance générale à la hausse à la station de Saint-Louis (tab.4).

En effet, 9/12 des mois (janvier-mars-avril-juillet-aout-septembre-octobre-novembre-décembre) ont une tendance haussière et les 3/12 des mois (février-mai-juin) ont plutôt une tendance baissière. Il faut aussi savoir qu’au cours de la période sur la normale 1991-2020, c’est durant les saisons sèches qu’on enregistre ces trois mois à tendance baissière.

Tableau 5: Tendance des températures minimales mensuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Tau de Mann-Kendall	-0,1172	-0,1310	-0,0575	0,0713	0,0667	-0,0391
p-value	0,5384	0,4949	0,7690	0,7152	0,7272	0,8469
Sens de la tendance	baisse	baisse	baisse	hausse	hausse	baisse
Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tau de Mann-Kendall	0,1402	0,0690	-0,0622	0,2327	0,1151	-0,1013
p-value	0,4794	0,7214	0,7503	0,2164	0,5430	0,5905
Sens de la tendance	hausse	hausse	baisse	hausse	hausse	baisse

Pour les minima soumis à ce test de Mann Kendall sur la période 1991-2020, les résultats montrent plutôt une tendance stable (tab. 5). En effet, pour tous les mois confondus, on a autant de mois qui ont une tendance haussière (avril-mai-juillet-aout-octobre-novembre) que de mois qui ont une tendance baissière (janvier-février-mars-juin-septembre-décembre). La tendance des minima mensuels à la station de Saint-Louis n’est ni à la hausse ni à la baisse. Cela voudrait dire qu’ici, c’est plutôt la tendance des maxima mensuels qui entraîne ou influence plus cette tendance globale à la hausse avec les moyennes mensuelles précédemment analysées (tab. 3). Dans ce cas les maxima augmentent donc plus vite que les minima.

Le tableau 6 présente les résultats du test de Mann-Kendall sur la normale 1991-2020 et pour tous les mois, à la station de Cap Skirring. Il montre un refroidissement global de $\frac{3}{4}$ des 12 mois

(février, mars, avril, mai, juin, août, septembre, novembre, décembre), soit 9 des 12 au cours de la série sur la normale 1991-2020. Seuls les mois de janvier, juillet, octobre, ont une tendance à la hausse des températures moyennes mensuelles sur toute la série.

Tableau 6: Tendance des températures moyennes mensuelles à la station de Cap-Skirting (1991-2020).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Tau de Mann-Kendall	0,1034	-0,1084	-0,0493	-0,0296	-0,0345	-0,0690
p-value	0,5958	0,5771	0,8045	0,8936	0,8723	0,7367
Sens de la tendance	hausse	baisse	baisse	baisse	baisse	baisse
Mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tau de Mann-Kendall	0,0567	-0,0148	-0,0640	0,1478	-0,0296	-0,0690
p-value	0,7775	0,9489	0,7580	0,4539	0,8875	0,7247
Sens de la tendance	hausse	baisse	baisse	hausse	baisse	baisse

En d'autres termes, sur la toute la période sur la normale 1991-2020, on a une tendance générale à la baisse des températures moyennes mensuelles. Les tableaux suivants (tab. 7, tab. 8, tab. 9, tab.10) représentent les résultats du test de Mann-Kendall appliqués à chaque décennie pour les températures moyennes mensuelles, les maximas et les minimas aux stations de Saint-Louis et Cap Skirting.

II.2. Tendances mensuelles et décennales de la série (1991-2020)

Les tendances moyennes mensuelles décennales montrent une fois de plus le niveau de précision de ces dernières par rapport aux tendances globales sur toute la période (1991-2020), à la station de Saint-Louis (tab. 7). En effet, les tendances mensuelles sur toute la période révèlent une hausse des températures pour tous les mois, alors qu'en regardant les tendances décennales, il y a une certaine nuance avec quelques mois qui font toute la différence en affichant une baisse des températures.

Tableau 7: Tendance des températures moyennes mensuelles décennales à la station de Saint-Louis (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).

Mois	Jan	Fév	Mars	Av	Mai	J	Jt	At	Sep	Oct	Nov	Déc
Tau de Mann-Kendall	0,15	0,37	0,15	0,46	0,11	0,24	0,28	0,06	0,24	0,42	0,51	-0,06
p-value	0,70	0,32	0,70	0,20	0,81	0,52	0,46	0,90	0,55	0,27	0,18	0,89
Sens de la tendance	hausse	baisse										
Tau de Mann-Kendall	-0,06	0,06	0,33	0,06	0,06	0,11	0,20	0,06	-0,11	-0,02	0,02	-0,15
p-value	0,90	0,90	0,38	0,90	0,89	0,80	0,61	0,90	0,81	1,00	1,00	0,71
Sens de la tendance	baisse	hausse	baisse	baisse	hausse	baisse						
Tau de Mann-Kendall	0,02	0,06	0,24	0,06	-0,24	0,15	0,06	0,15	0,46	0,15	-0,02	0,06
p-value	1,00	0,90	0,54	0,89	0,53	0,72	0,90	0,71	0,21	0,70	1,00	0,90
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse

Ainsi, la première décennie (1991-2000) indique une tendance à la hausse des températures pour tous les mois sauf décembre qui affiche plutôt une baisse des températures. La deuxième décennie (2001-2010) montre aussi une tendance globale à la hausse des températures avec 8 mois sur 12 (février- août et novembre) qui entraînent cette hausse thermique même si au moins 4 mois (janvier, septembre, octobre et décembre) ont plutôt une tendance baissière. Enfin, la dernière décennie (2011-2020), comme celles précédentes indique une tendance générale à la hausse des températures pour tous les mois sauf mai et novembre qui ont des tendances baissières.

Il nous faut retenir que sur toute la période sur la normale 1991-2020, les moyennes mensuelles décennales indiquent une tendance globale à la hausse des températures même si on peut voir quelques mois qui ont une tendance plutôt baissière. La première décennie (1991-2000) étant la plus chaude de toute la période, en termes de mois les plus chauds. Puis vient la dernière décennie (2011-2020), et la deuxième décennie (2001-2010) est donc la moins chaude de toute la période par rapport aux deux autres, en ce qui concerne les températures moyennes mensuelles décennales.

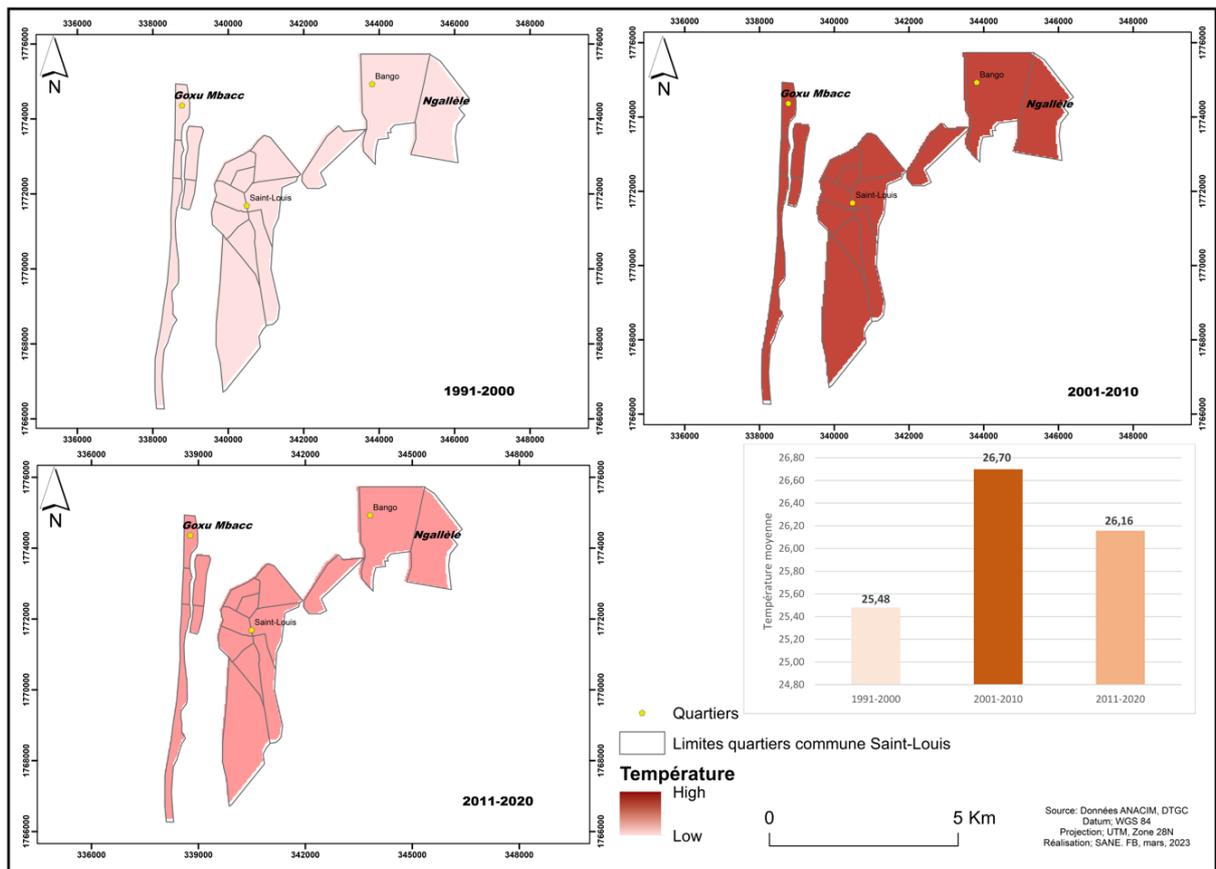


Figure 13: Carte des températures moyennes décennales à la station de Saint-Louis

A la station de Saint-Louis, la carte des températures moyennes décennales montre les tendances suivantes. Ainsi, la deuxième décennie (2001-2010) est la plus chaude de toute la période (26,7°C), en termes de moyennes décennales (fig. 13). La dernière décennie (2011-2020) vient en seconde position avec une moyenne de 26,1°C soit -0,6°C par rapport à la deuxième. Et la première (1991-2000) décennie est la donc la moins chaude des trois qui constituent la période, avec 25,4°C.

En regardant le tableau 8 de tendances des maxima mensuels décennaux, on peut voir que la tendance globale est à la hausse pour toutes les décennies confondues à la station de Saint-Louis. Cependant, des disparités apparaissent derrière cette tendance générale, d'autant plus qu'une analyse décennale suffit pour les distinguer.

Tableau 8: Tendance des températures moyennes mensuelles maximales décennales à la station de Saint-Louis (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).

Mois	Jan	Fév	Mars	Av	Mai	J	Jt	At	Sep	Oct	Nov	Déc
Tau de Mann-Kendall	0,15	0,33	0,24	0,37	-0,11	0,24	0,44	0,35	0,15	0,06	0,11	0,46
p-value	0,70	0,40	0,53	0,32	0,80	0,52	0,24	0,35	0,71	0,90	0,80	0,21
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse						
Tau de Mann-Kendall	-0,11	-0,28	0,24	-0,06	0,15	0,15	0,11	0,11	0,11	-0,11	0,20	-0,60
p-value	0,81	0,45	0,54	0,89	0,71	0,70	0,80	0,80	0,81	0,80	0,63	0,10
Sens de la tendance	baisse	baisse	hausse	baisse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse	baisse
Tau de Mann-Kendall	0,02	0,06	0,24	0,06	-0,24	0,15	0,06	0,15	0,46	0,15	-0,02	0,06
p-value	1,00	0,90	0,54	0,89	0,53	0,72	0,90	0,71	0,21	0,70	1,00	0,90
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse

Effectivement, la première décennie indique une tendance à la hausse des températures pour tous les mois sauf mai qui affiche une tendance baissière. La deuxième décennie (2001-2010), montre aussi généralement une hausse des températures même si 5 des 12 mois (janvier, février, avril, octobre et décembre) ont une tendance baissière. Quant à la dernière décennie (2011-2020), elle indique aussi une hausse générale des températures pour tous les mois sauf mai et novembre qui ont plutôt une tendance baissière.

Nous pouvons ainsi retenir que pour toutes les décennies confondues sur la période 1991-2020, la décennie (1991-2000) semble être la plus chaude avec la quasi-totalité de ses mois qui indiquent une hausse des températures, ensuite vient la dernière décennie (2011-2020) et enfin la deuxième décennie (2001-2010) qui a plus de mois qui affichent une tendance baissière par rapport aux autres décennies. Il faut savoir qu'il s'agit ici aussi de tendances décennales en termes de mois les plus chauds.

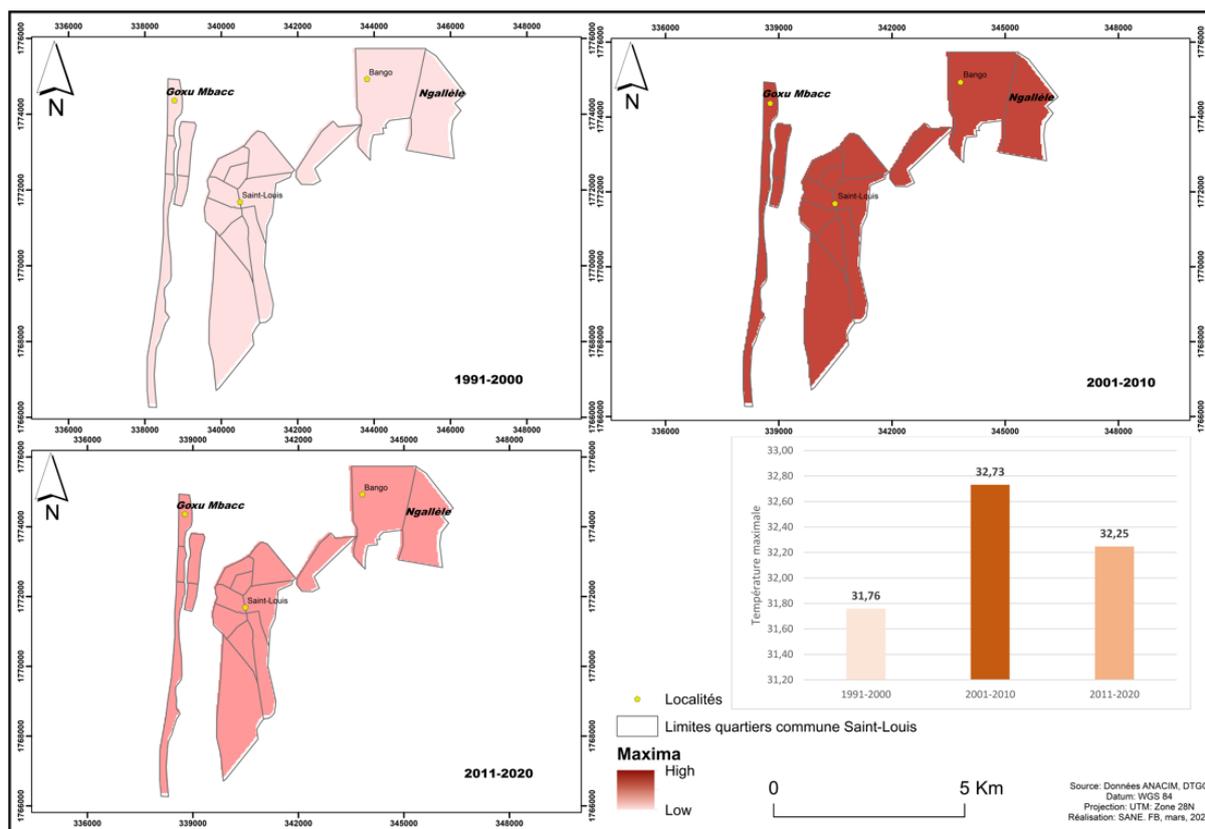


Figure 14: Maxima décennaux à la station de Saint-Louis.

La carte des maxima décennaux (fig. 14) indique que la deuxième décennie (2001-2010) est la plus chaude de toute la période avec une moyenne de 32,7°C. La dernière (2011-2020) décennie vient en second rang avec sa moyenne de 32,2°C soit -0,5°C par rapport à la deuxième. La décennie la moins chaude est la première (1991-2000) avec une moyenne de 31,7°C soit -0,5°C aussi par rapport à la dernière.

Dans le tableau 9 qui suit, on peut noter que la tendance des minimas mensuels décennaux à la station de Saint-Louis, connaît généralement une situation plus ou moins stable, même si elle tire un peu vers une baisse sur la normale 1991-2020.

Tableau 9: Tendance des températures moyennes mensuelles minimales décennales à la station de Saint-Louis (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).

Mois	Jan	Fév	Mars	Av	Mai	J	Jt	At	Sep	Oct	Nov	Déc
Tau de Mann-Kendall	-0,02	0,24	0,24	0,28	0,20	0,24	0,20	-0,06	0,20	0,28	0,33	-0,37
p-value	1,00	0,54	0,52	0,45	0,62	0,53	0,62	0,90	0,62	0,45	0,37	0,31
Sens de la tendance	baisse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse	hausse	hausse	baisse
Tau de Mann-Kendall	-0,02	-0,24	0,24	-0,11	-0,11	-0,02	0,02	-0,02	-0,33	-0,06	-0,24	-0,24
p-value	1,00	0,53	0,53	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	0,39	0,90	0,53	0,54
Sens de la tendance	baisse	baisse	hausse	baisse	baisse	baisse	hausse	baisse	baisse	baisse	baisse	baisse
Tau de Mann-Kendall	-0,02	0,28	-0,02	0,15	-0,11	-0,15	0,06	0,15	-0,20	-0,15	0,20	0,40
p-value	1,00	0,45	1,00	0,71	0,80	0,70	0,90	0,71	0,62	0,71	0,61	0,28
Sens de la tendance	baisse	hausse	baisse	hausse	baisse	baisse	hausse	hausse	baisse	baisse	hausse	hausse

De façon spécifique, la première décennie (1991-2000) indique une tendance globale à la hausse des températures pour tous les mois sauf janvier, août, décembre qui ont des tendances plutôt baissières. La deuxième décennie (2001-2010) présente par contre une tendance à la baisse pour tous les mois sauf mars et juillet qui ont des tendances à la hausse. Pour ce qui est de la dernière décennie (2011-2020), elle révèle une tendance plutôt stable des températures dans la mesure où on a autant de mois qui indiquent une tendance haussière (février-avril-juillet-août-novembre-décembre), que des mois qui en indiquent plutôt une tendance baissière (janvier, mars, mai, juin, septembre, octobre). Il y a donc lieu de retenir que sur toute la période sur la normale 1991-2020, la première décennie (1991-2000) est la plus chaude, suivi de la dernière décennie (2011-2020) et en fin, la deuxième (2001-2010), en ce qui concerne les moyennes mensuelles minimales décennales (ou en termes de mois les plus chauds). L'analyse des tendances moyennes mensuelles décennales pour les températures moyennes, maximales et minimales, nous indique un certain niveau de précision par rapport aux tendances mensuelles globales sur toute la période sur la normale 1991-2020, à la station de Saint-Louis.

Ainsi, on peut retenir que malgré les disparités qu'on peut noter durant les mois, la première décennie (1991-2000) est la plus chaude, suivi de la dernière (2011-2020) et enfin de la deuxième (2001-2010), sur toute la période sur la normale 1991-2020, aussi bien pour les moyennes mensuelles, les maximas et les minimas.

De manière générale, il convient également de noter que les maxima augmentent plus vite que les minima dans la mesure où la tendance des maxima est similaire à celles des moyennes sur toute la période sur la normale 1991-2020, même s'il y a quelques disparités.

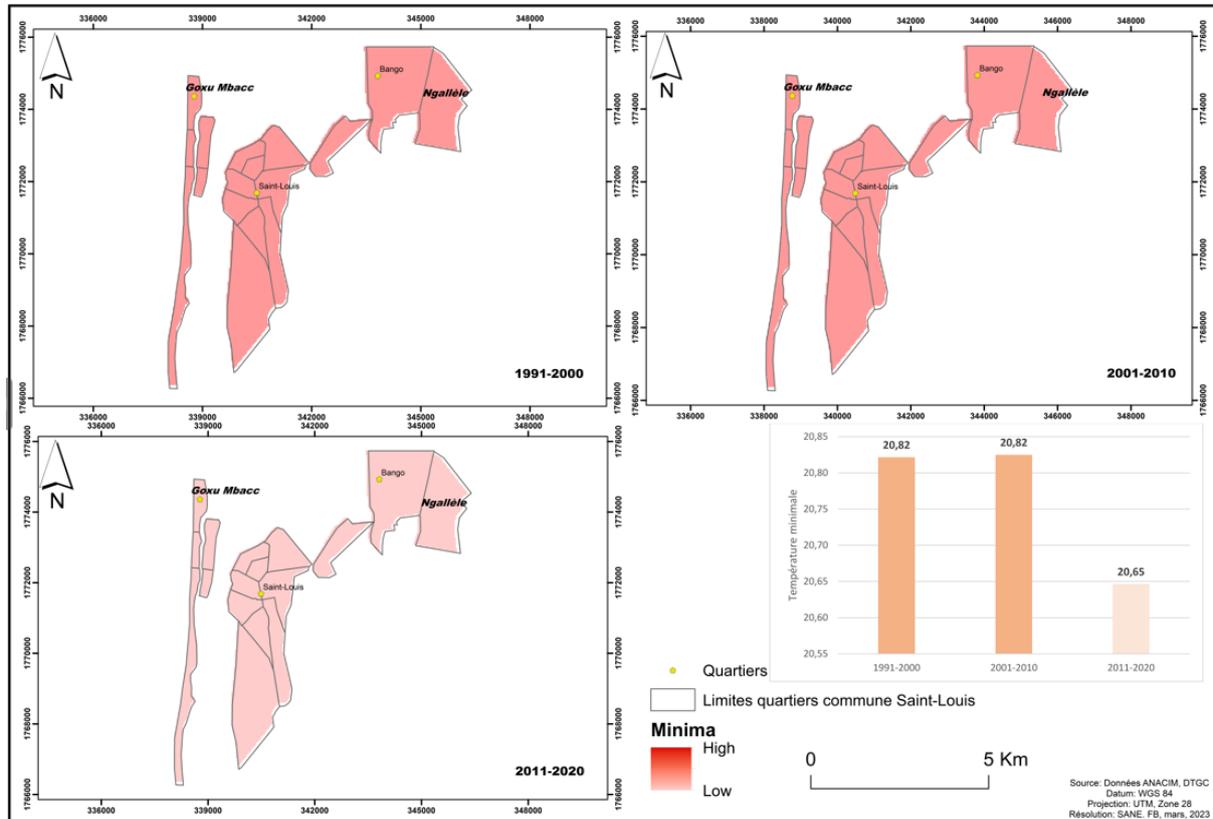


Figure 15: Minima décennaux à la station de Saint-Louis.

Les tendances décennales des minima montrent à travers la figure 15 que les deux premières décennies (1991-2000 et 2001-2010) sont les plus chaudes de la période avec 20,8°C. Ainsi, la dernière décennie (2011-2020) est la moins chaude des trois avec une moyenne de 20,6°C. Il convient de retenir pour les cartes des moyennes décennales de la station de Saint-Louis que les maxima augmentent plus vite que les minima. D'autant plus que la carte des moyennes décennales et celles des maxima décennaux sont assez similaires. Ce sont donc les maxima qui influencent plus sur la tendance globale des températures moyennes décennales.

Les tendances mensuelles décennales des températures moyennes mensuelles à la station de Cap Skirring sont matérialisées dans le tableau 10. Il montre ainsi un certain niveau de précision et de détails par rapport à celui où on avait les moyennes de toute la période sur la normale 1991-2020.

Tableau 10 : Tendances des températures moyennes mensuelles décennales à la station de Cap Skirring (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).

Mois	Jan	Fév	Mars	Av	Mai	J	Jt	At	Sep	Oct	Nov	Déc
Tau de Mann-Kendall	0,50	0,50	0,38	0,44	0,27	0,38	0,11	0,27	0,44	0,33	0,33	-0,16
p-value	0,25	0,22	0,34	0,27	0,53	0,38	0,83	0,52	0,29	0,48	0,44	0,72
Sens de la tendance	hausse	baisse										
Tau de Mann-Kendall	0,11	-0,28	0,02	-0,11	0,06	0,02	-0,37	-0,15	-0,55	-0,55	-0,02	-0,37
p-value	0,81	0,44	1,00	0,80	0,89	1,00	0,31	0,73	0,13	0,14	1,00	0,31
Sens de la tendance	hausse	baisse	hausse	baisse	hausse	hausse	baisse	baisse	baisse	baisse	baisse	baisse
Tau de Mann-Kendall	0,24	0,02	0,37	0,28	-0,11	0,11	0,06	0,11	-0,11	0,06	0,24	0,55
p-value	0,53	1,00	0,33	0,45	0,80	0,80	0,90	0,80	0,80	0,90	0,54	0,13
Sens de la tendance	hausse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse	hausse	hausse	baisse	hausse	hausse	hausse

En effet, on peut voir une nette différence entre les tendances mensuelles des trois décennies. Ainsi, la première décennie (1991-2000) montre une tendance à la hausse des températures pour tous les mois sauf décembre qui affiche une baisse des températures. Ensuite, à la deuxième décennie (2001-2010), une tendance à la baisse des températures se présente. Pratiquement, 8 mois ont observé une baisse des températures à dont février à avril et juillet à décembre et les tendances à la hausse sont réparties entre les quatre (4) mois restantes (janvier-mars-mai-juin). La dernière décennie (2011-2020), contrairement à la précédente (2001-2010), indique une tendance globale à la hausse des températures. Ainsi, 10 mois sur 12 (janvier à avril, juin à août et octobre à décembre) ont affiché une hausse des températures et seulement 2 mois (mai et septembre) en indiquent plutôt une baisse.

On peut donc noter que sur toute la période 1991-2020, la première décennie (1991-2000) est la plus chaude dans la mesure où la quasi-totalité de ses mois ont une tendance haussière des températures. Ensuite, vient la dernière décennie (2011-2020) et enfin la deuxième décennie (2001-2010), toujours en termes de rang de la décennie la plus chaude à la moins chaude (en termes de mois les plus chaud). En conséquence, la deuxième décennie est celle qui contribue le plus à la variabilité des températures observée durant la période 1991-2020.

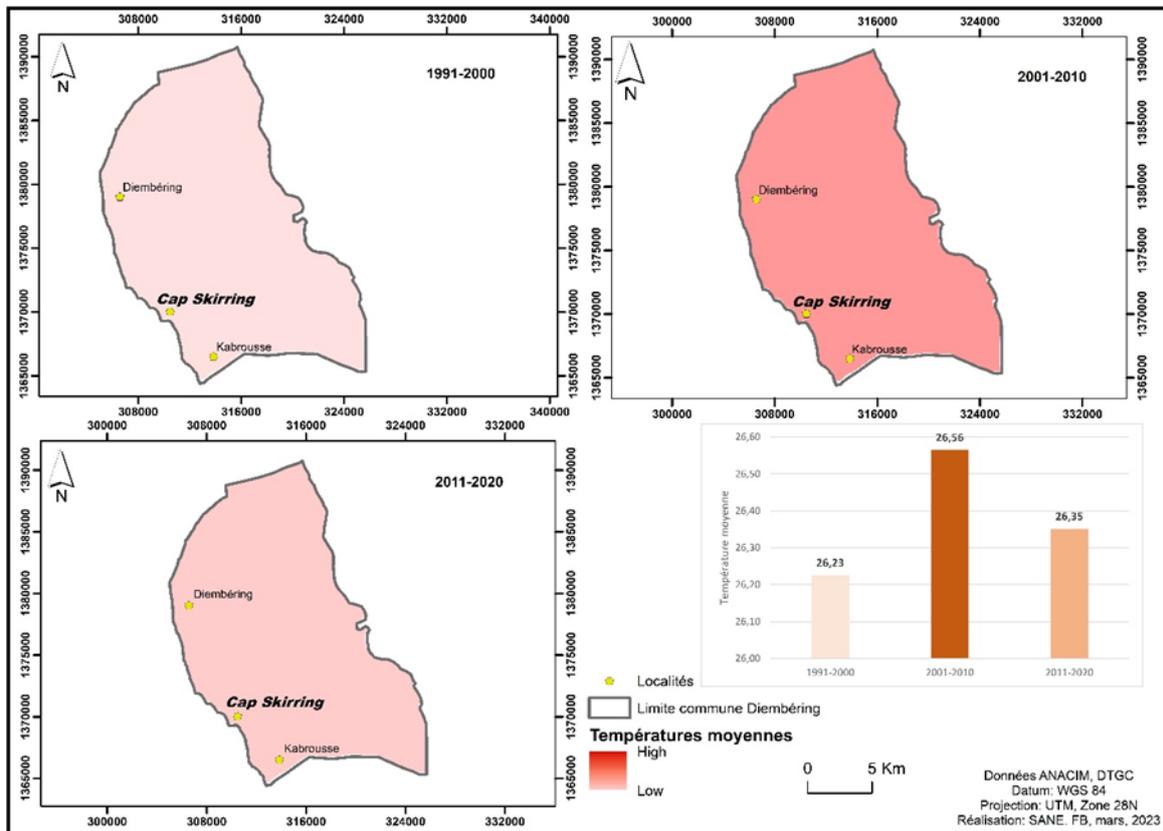


Figure 16:Températures moyennes décennales à la station de Cap Skirring

En termes de températures moyennes décennales à la station de Cap Skirring, la figure 16 illustre que la deuxième décennie (2001-2010) est la plus chaude de la période avec 26,5°C. Comme à la station de Saint-Louis, la dernière décennie (2011-2020) constitue la deuxième décennie la plus chaude des trois avec 26,3°C soit -0,2°C par rapport à la plus chaude. Ainsi, la première décennie est ici aussi la moins chaude de la période.

II.3. Détection des ruptures au cours de la normale (1991-2020)

De façon générale, lorsqu'une tendance (test de Mann-Kendall) est présente, une rupture (test de Pettitt) est également repérée et inversement.

Les résultats des tests de rupture de Pettitt sont indiqués sur les figures suivantes (fig. 13, fig. 14, fig. 15, fig. 16).

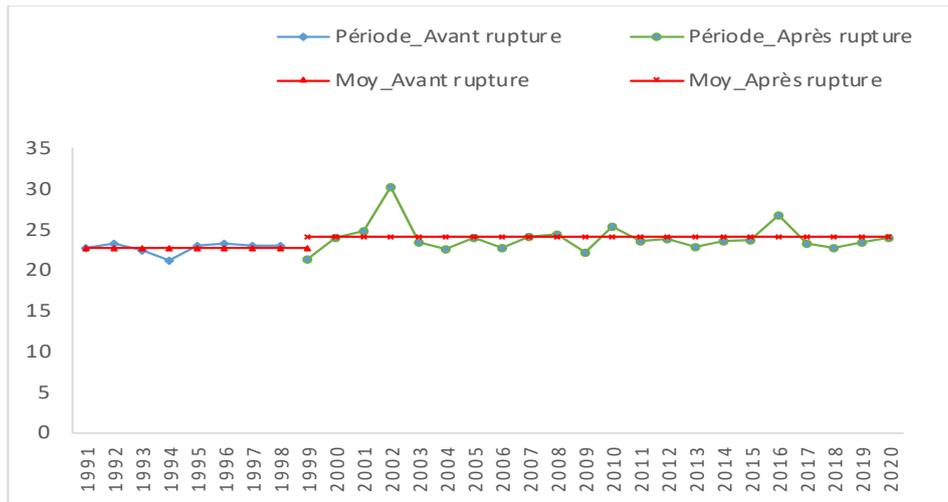


Figure 17 : Détection des périodes de rupture des Températures moyennes annuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).

L'application du test de Pettitt aux températures moyennes journalières à la station de Saint-Louis sur la normale 1991-2020 nous montre que la rupture est intervenue en 1999 (fig. 17). Durant la période avant la rupture (1991-1998), on note que les températures dépassaient à peine ou difficilement la moyenne de cette période (22,7°C). L'année 1994 enregistre cependant -1,5°C par rapport à la moyenne de la période avant la rupture. Par ailleurs, pendant la période après la rupture (1999-2020), la plupart des années fluctuent en dessous de la moyenne de la période (24,06°) sauf quelques années dont 2002, qui a enregistré des températures au-dessus de la moyenne avec 30,12°C. Les années 2010 et 2014 arrivent derrière cette dernière avec respectivement 25,3°C et 26,7°C. Les températures moyennes annuelles ont augmenté de 0,7°C entre la période avant et après rupture. Il faut aussi savoir que cette configuration des deux périodes est due au fait que la série n'est pas très longue, au cas contraire on aurait pu voir plus de détails sur la période avant la rupture.

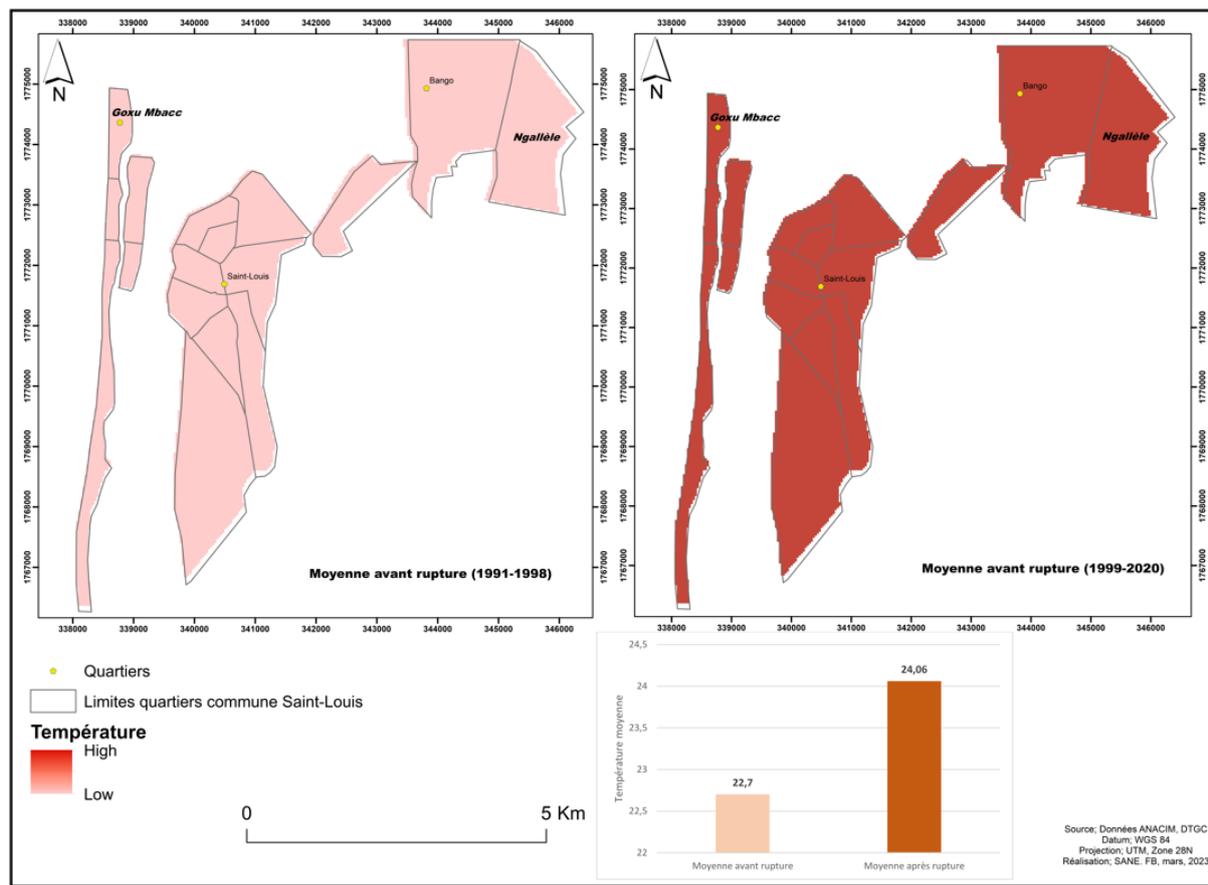


Figure 18:Températures moyennes avant et après rupture à la station de Saint-Louis.

La figure 18 met clairement en évidence que la moyenne après la rupture (24,06°C) est plus élevée que celle avant la rupture (22,7°C). Une augmentation de 1,3°C a été notée entre les deux périodes. Ce qui va dans même sens que cette tendance au réchauffement global dont on avait fait état plus haut.

Par ailleurs, l'application de ce même test (Pettitt) aux minimas et aux maximas nous donne une idée du paramètre qui a le plus influencé sur la rupture qui est intervenue. Les graphiques (fig. 19 et fig. 21) qui suivent en sont une illustration.

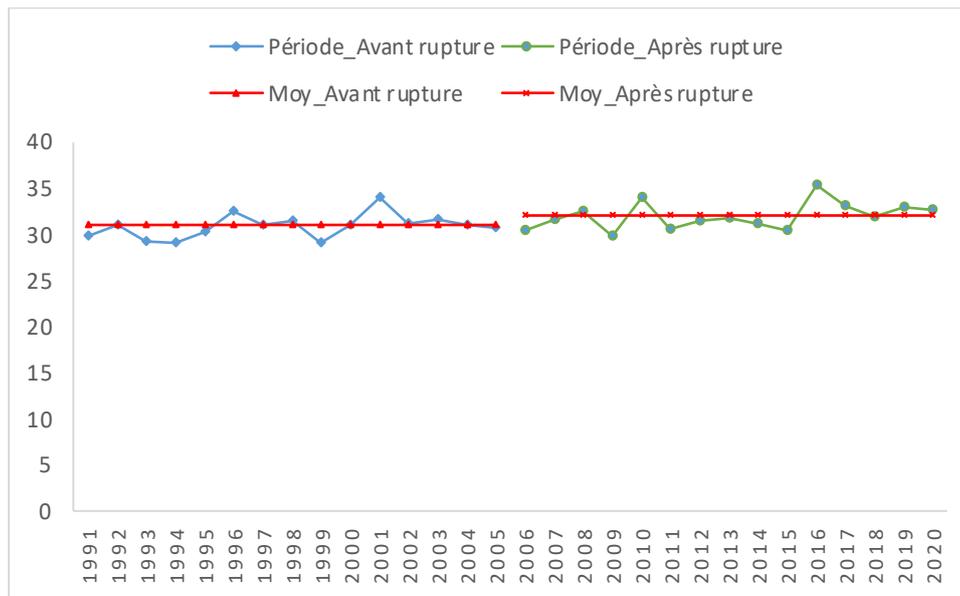


Figure 19: Détection des périodes de rupture des Températures moyennes maximales annuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Les résultats de ce test sur les maxima montrent que la rupture est intervenue en 2006 (fig. 19). Ainsi, les maxima ont augmenté de $1,1^{\circ}\text{C}$ entre les deux périodes avant et après rupture. Pendant la période avant-rupture, la plupart des maxima dépassent difficilement la moyenne de la période sauf quelques années dont deux se distinguent carrément au-dessus de la moyenne : 1999 et 2001, avec respectivement $+1,5^{\circ}\text{C}$ et $+4^{\circ}\text{C}$ par rapport à cette moyenne, ce qui est énorme. Durant la période après-rupture, on voit que les maxima étaient pour la plupart en dessous de la moyenne de cette période excepté les années 2010 et 2016 qui ont des maxima au-dessus de la moyenne. Ces deux années ont des températures maximales moyennes respectives $+1,9^{\circ}\text{C}$ et $+3^{\circ}\text{C}$. Ces indices sont en phase avec le classement effectué par le GIEC dans son 5^{em} rapport d'évaluation, considérant l'année 2010 comme étant la plus chaude jamais enregistrée. Et l'année 2016 vient en seconde position dans ce classement.

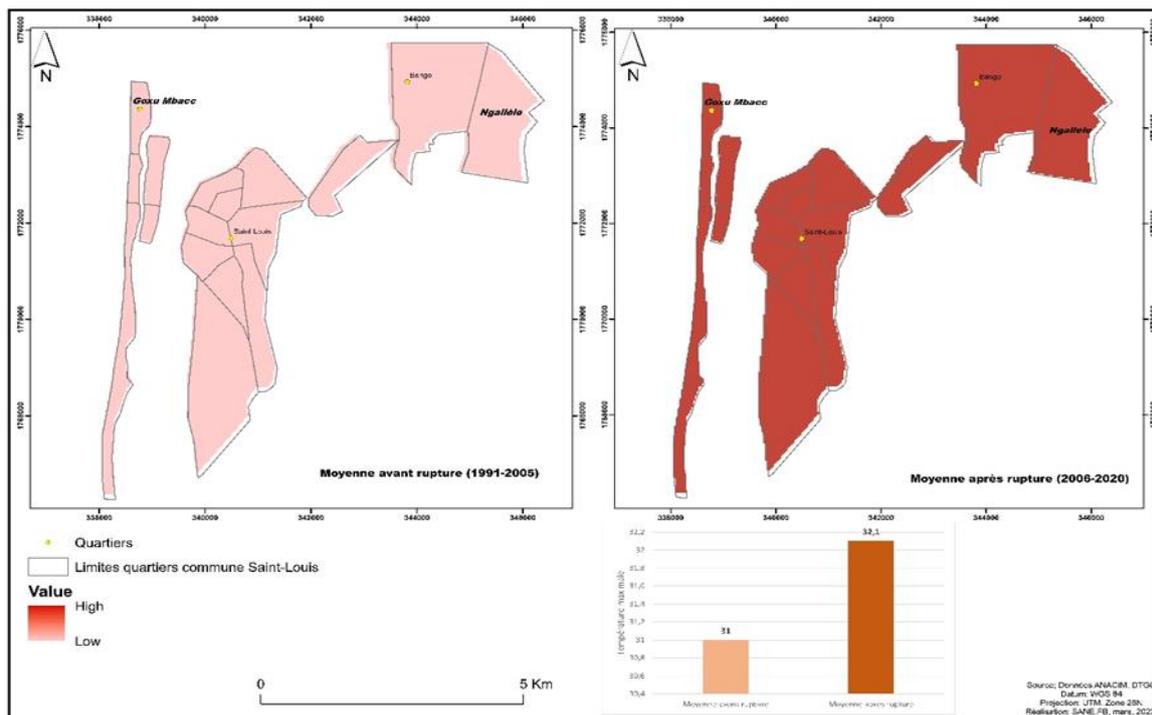


Figure 20: Températures moyennes maximales avant et après rupture à la station de Saint-Louis (1991-2020).

La figure 20 des moyennes maximales avant et après rupture est assez similaire avec celle des températures moyennes avant et après rupture, à la station de Saint-Louis. Ainsi, la moyenne avant la rupture (31°C) est moins élevée que celle après la rupture (32,1°C) soit +1,1°C.

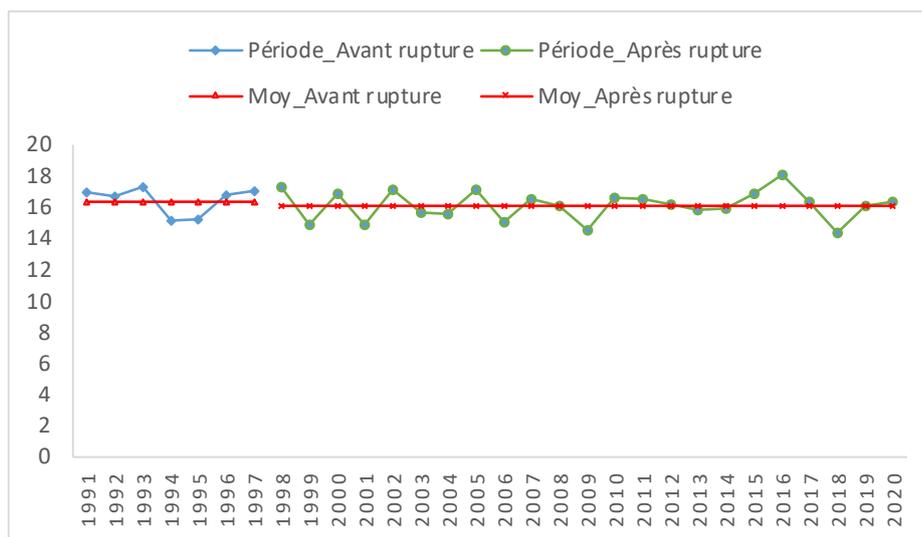


Figure 21: Détection des périodes de rupture des Températures moyennes minimales annuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).

Les minima soumis aussi au test enregistrent une rupture en 1998 (fig. 21), une année avant celle des températures moyennes (fig. 17). Durant la période avant rupture, la quasi-totalité des

minimas se retrouvent totalement au-dessus de la moyenne de la période qui est de $16,3^{\circ}\text{C}$ sauf deux années : 1994 et 1995 avec leur $+1,3^{\circ}\text{C}$ par rapport à cette moyenne (fig. 21). Par ailleurs, pendant la période post rupture, on observe une fluctuation des minima de part et d'autre de cette moyenne. On a quasiment le même nombre d'années qui se retrouvent en dessous comme au-dessus de la moyenne de cette période. Certes, deux années se distinguent du lot : l'année 2016 avec ses $+2^{\circ}\text{C}$ et l'année 2018 avec ses $-2,3^{\circ}\text{C}$, par rapport à cette moyenne. D'ailleurs, les moyennes des minima ont diminué de $-0,2^{\circ}\text{C}$ entre les deux périodes.

Il faudra donc noter que, tout comme les résultats du test de Pettitt sur les moyennes journalières, ceux des minima journaliers aussi ont une configuration similaire par rapport au fait que si la série était plus longue, on aurait pu voir plus de détails sur la période avant la rupture. Mais aussi sur la succession de leur date de rupture, très distingué de celle des maxima, pour encore montrer cette influence des maxima sur les moyennes générales.

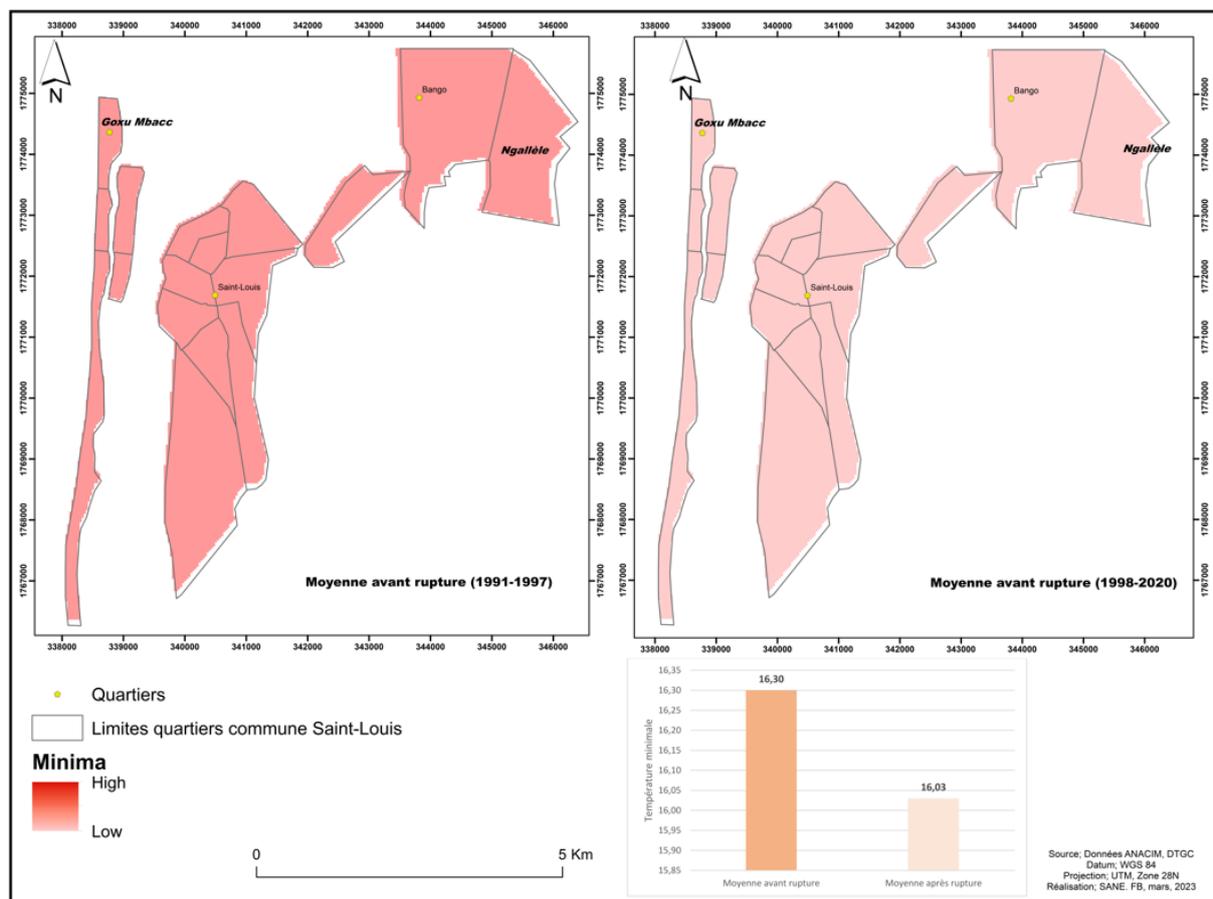


Figure 22 : Températures moyennes minimales avant et après rupture à la station de Saint-Louis (1991-2020).

La carte des moyennes minimales avant et après rupture (fig. 22) indique que ces dernières étaient plus élevées avant la rupture ($16,3^{\circ}\text{C}$) qu'après la rupture ($16,03^{\circ}\text{C}$). Il y a donc eu -

0,27°C entre ces deux périodes. Il nous faudra retenir la configuration de la carte des moyennes avant et après rupture (fig.22) est plus influencée par les maxima, d'où la similarité dont on avait fait état plus haut.

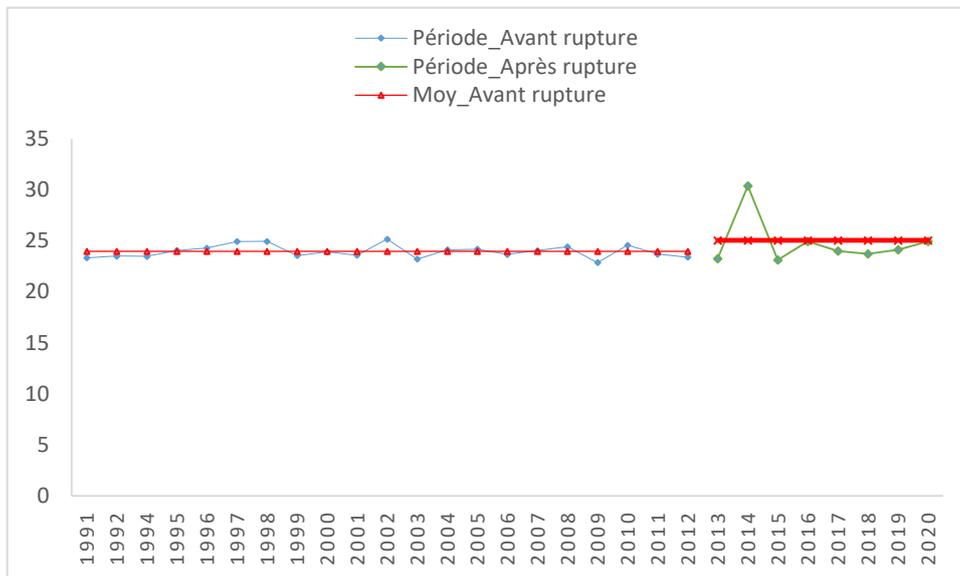


Figure 23 : Détection des périodes de rupture et de reprise des Températures moyennes annuelles à la station de Cap-Skiring (1991-2020).

L'observation de ce graphique montre déjà que 2013 constitue l'année de rupture des températures moyennes des trois dernières décennies à la station de Cap Skiring (fig. 23). Ainsi, ces résultats montrent une augmentation de 1,05°C entre les deux périodes, ce qui est assez énorme. Durant la période avant-rupture (1991-2012), on peut remarquer que dans la plupart des années, les températures fluctuaient pratiquement au-dessus de la moyenne de la période (23,98°C). Seuls quelques années ont enregistré des températures en dessous de la moyenne à l'image des années 1991, 1992, 1993, 1994, 2003, 2009, 2012. Après la rupture, presque toutes les années de la série ont enregistré des températures en dessous de la moyenne (25,03°C), (fig. 23). Par conséquent, 2014, est considérée comme l'année ayant connu supérieures à la moyenne (30,3°C). Ces analyses vont dans le même sens que les observations du GIEC sur le réchauffement de la terre au fil des années.

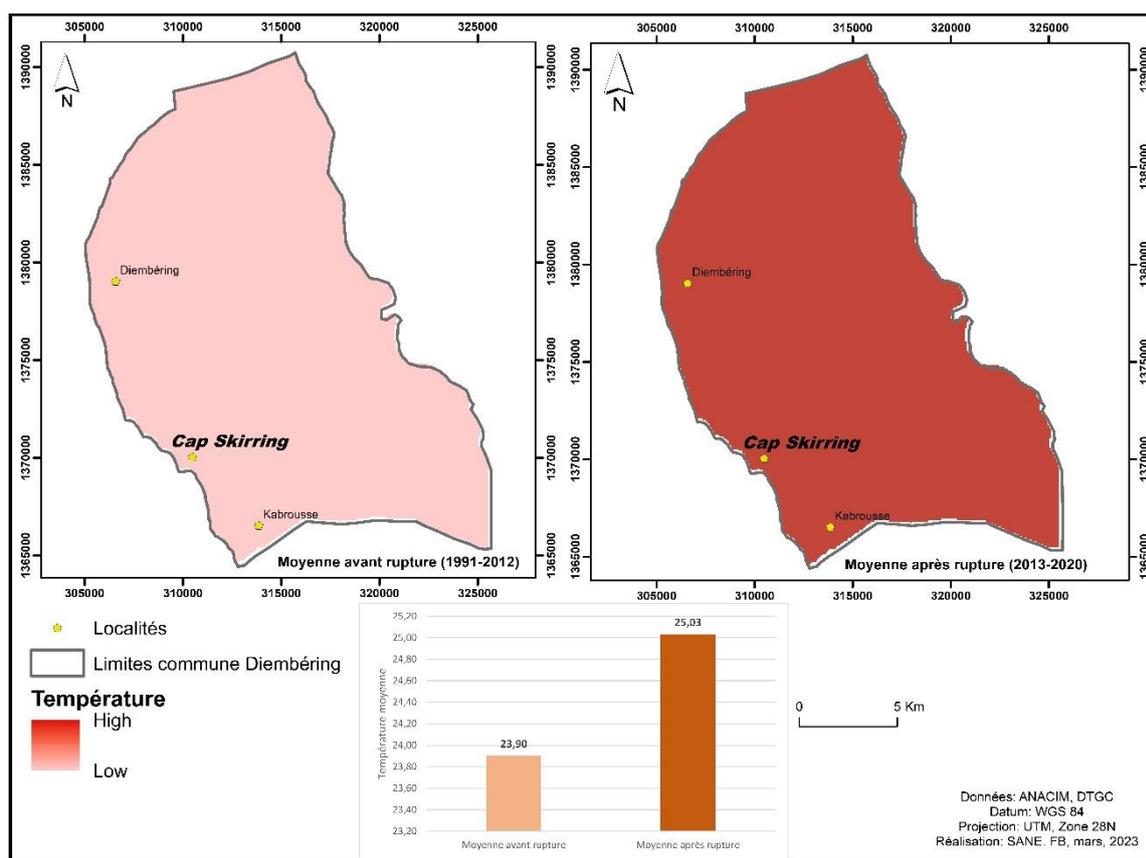


Figure 24 : Carte des températures moyennes avant et après rupture à la station de Cap Skirring. La carte des températures moyennes avant et après rupture (Fig. 24) révèle également que la période après la rupture (2013-2020) est plus chaude (25,03) que celle avant la rupture (23,9°C). Ainsi, +1,13°C ont augmenté entre ces deux périodes. Il convient de retenir que globalement au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, les périodes après rupture sont plus chaudes que celles avant rupture.

III. Les extrêmes

L'Afrique voit sa température augmenter plus rapidement que la moyenne mondiale (0,6 à 0,7°C), (Faye et al., 2019). Des études réalisées par des experts climat ont montré que les températures en Afrique de l'Ouest en général, au Sénégal en particulier ont connu une hausse considérable au cours des dernières années semblables au phénomène observé à l'échelle du globe (Faye et al., 2019). Selon le 5^e rapport d'évaluation des experts climat de l'ONU (AR5, 2014), on a eu une augmentation de la température moyenne globale de la surface de 0,85°C au cours de la période 1980-2012 (Faye et al. 2019) et qui augmente plus vite en Afrique qu'à l'échelle du monde.

En effet, les températures extrêmes sont dès lors un aspect très important de tout changement climatique, d'autant plus que les écosystèmes mondiaux et les réactions des sociétés y sont les

plus sensibles. Selon des spécialistes du climat, la tendance au réchauffement des températures s'est accentuée dans le temps. Mais dans le détail de cette évolution, le réchauffement affecte presque tous les mois, mais de façon inégale. Le réchauffement climatique peut être révélé même à l'échelle locale. Ainsi, l'étude des événements extrêmes est devenue très intéressante ces dernières années en raison de leur impact direct sur la société.

Le calcul des 95^e et 10^e percentiles nous a donné les valeurs respectives suivantes : 29,3°C et 23,2°C à la station de Saint-Louis. L'histogramme des extrêmes chauds à la période sur la normale 1991-2020 au niveau de cette station révèle des tendances sinusoïdales.

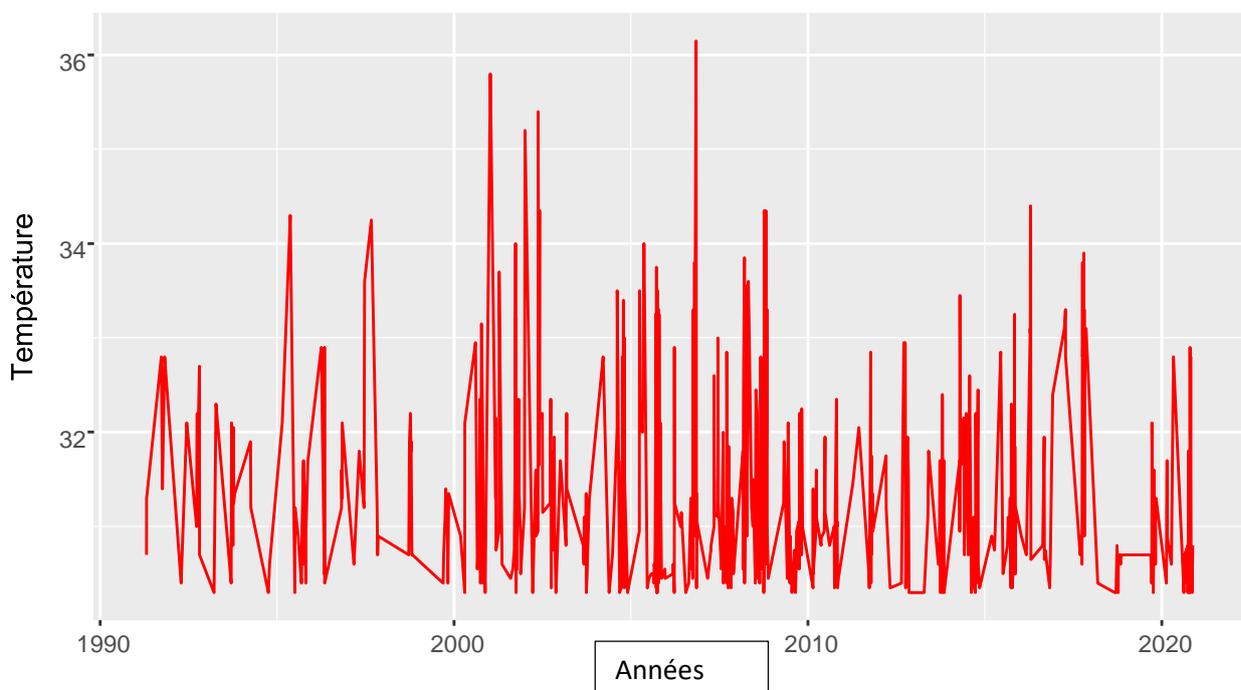


Figure 25: Extrêmes chauds journaliers de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

On peut remarquer, au cours de la décennie (1991-2000), les températures extrêmes étaient moins fréquentes par rapport aux décennies (2001-2010) et (2011-2020). Ainsi, la deuxième période (2001-2010) est celle qui a enregistré plus de températures extrêmes tout au long de la série. Cette fréquence élevée des extrêmes s'est donc poursuivie jusqu'aux années 2007-2008 avant de reprendre en 2018. La deuxième décennie (2001-2010) a enregistré les températures extrêmes les plus élevées de toute la série avec des valeurs qui dépassent les 36°C, largement au-dessus du 95^{em} percentile (02 Avril 2006). Cette valeur n'a pas été atteinte par les deux autres décennies au cours de la période (fig.25).

Le calcul statistique des 95^e et 10^e percentiles nous a donné les valeurs respectives suivantes : 29,3°C et 23,2°C à la station de Cap-Skirting. L'observation des extrêmes chauds à la station de Cap Skirting durant les trois dernières décennies montre une certaine tendance, assez irrégulière (fig. 26).

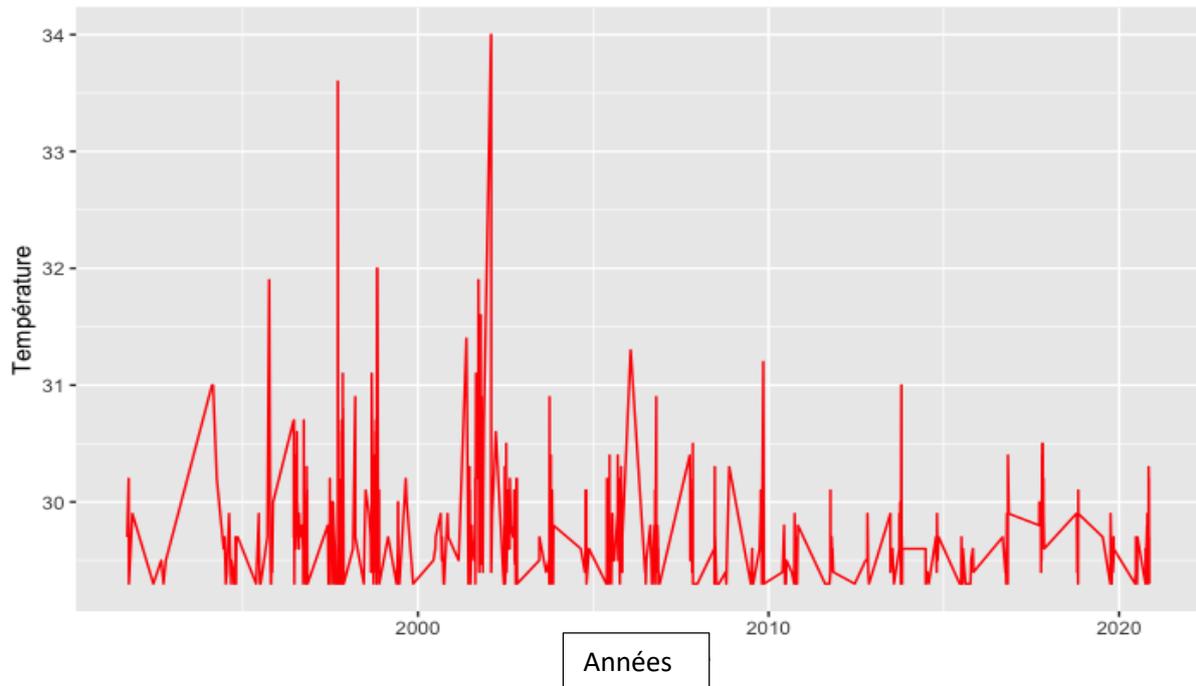


Figure 26: Extrêmes chauds Journaliers de la Série à la station de Cap Skirting (1991-2020).

En effet, la fréquence de ces derniers est plus marquée entre 1994 et 2007-2010. Les années 1998-1999-2002-2003, enregistrent les plus fortes fréquences de températures extrêmes chaudes. Il en ressort delà, la pertinence d'une analyse quotidienne des températures extrêmes, comparée à une analyse globale mensuelle ou annuelle qui masque certaines réalités en l'occurrence cette fluctuation quotidienne très irrégulières. En d'autres termes, une analyse avec des données journalières donne plus de précision que les échelles mensuelles ou encore annuelles. On peut aussi remarquer une diminution de la fréquence des extrêmes chauds, notamment lors de la dernière décennie (2011-2020).

C'est clairement pour le paramètre température que le changement climatique est le plus marqué, avec des impacts nets sur la diminution de l'amplitude thermique diurne, le nombre de jours de gel, les précipitations neigeuses en plaine ou moyenne montagne, la fonte des glaciers et de la banquise arctique (Diémé et al., 2020).

Dans la caractérisation des variations climatiques du point de vue température, les experts parlent toujours des extrêmes thermiques en faisant allusion au réchauffement global de la température. Cependant, quand on parle d'extrêmes thermiques, il faut comprendre qu'il s'agit

tout aussi bien des extrêmes chauds que des extrêmes froids. Ces derniers sont souvent négligés, pour ne pas dire qu'ils ne sont pas pris en compte dans les analyses scientifiques de caractérisation du phénomène mondial de changement climatique.

Les histogrammes suivants (fig. 27 et fig. 28) représentent les températures extrêmes froides journalières sur la normale 1991-2020 dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring.

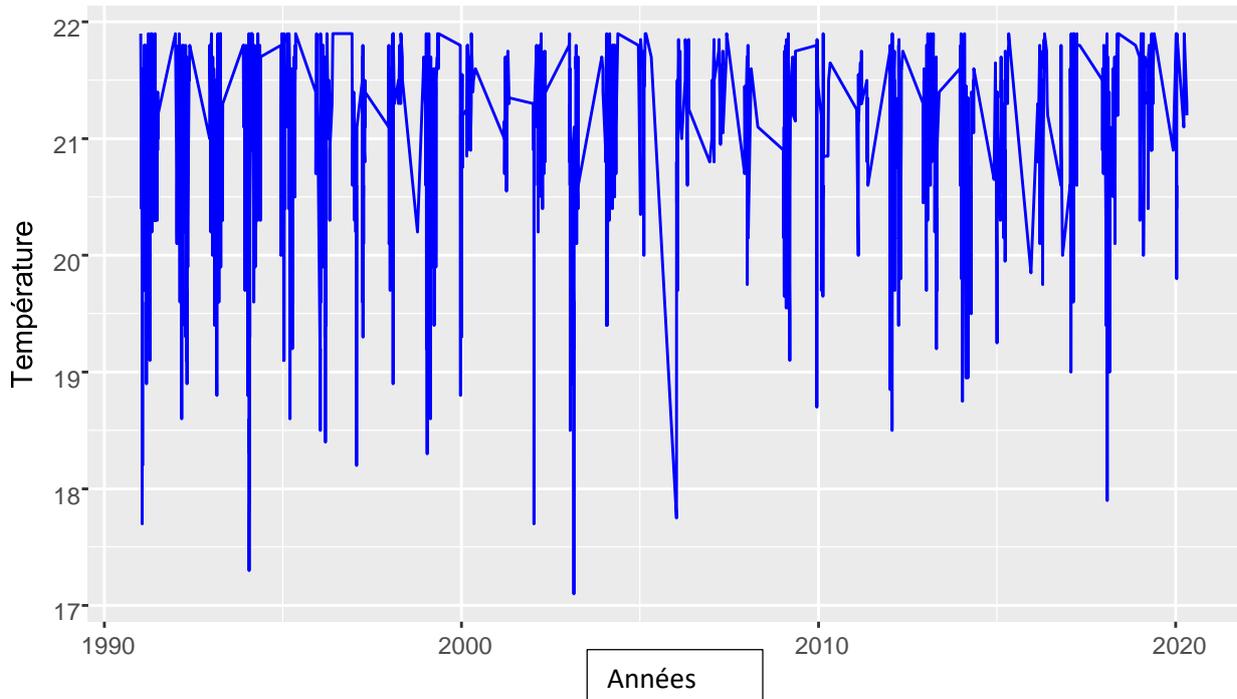


Figure 27: extrêmes froids journaliers de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).

On peut ainsi voir que les extrêmes froids étaient plus fréquents durant la décennie 1991-2000. Cette fréquence a certes diminué durant la deuxième décennie (2001-2010) comparée à la première. C'est vraiment vers 2012 qu'on note une sorte de reprise. Cependant, c'est durant cette deuxième décennie, qui a enregistré le moins de fréquences d'extrêmes froids, qu'on a relevé l'extrême froid la plus basse de la série. On constate que durant toute la série (1991-2020), les températures extrêmes froides enregistrées sont supérieures à 17°C. C'est-à-dire que pour la plupart, si les extrêmes froids augmentent en fréquence, les extrêmes chauds diminuent et vice versa.

Une analyse des extrêmes froids à la station de Cap Skirring sur la période climatique (1991-2020), révèle leur véracité dans la caractérisation des changements globaux observés partout dans le monde depuis des décennies.

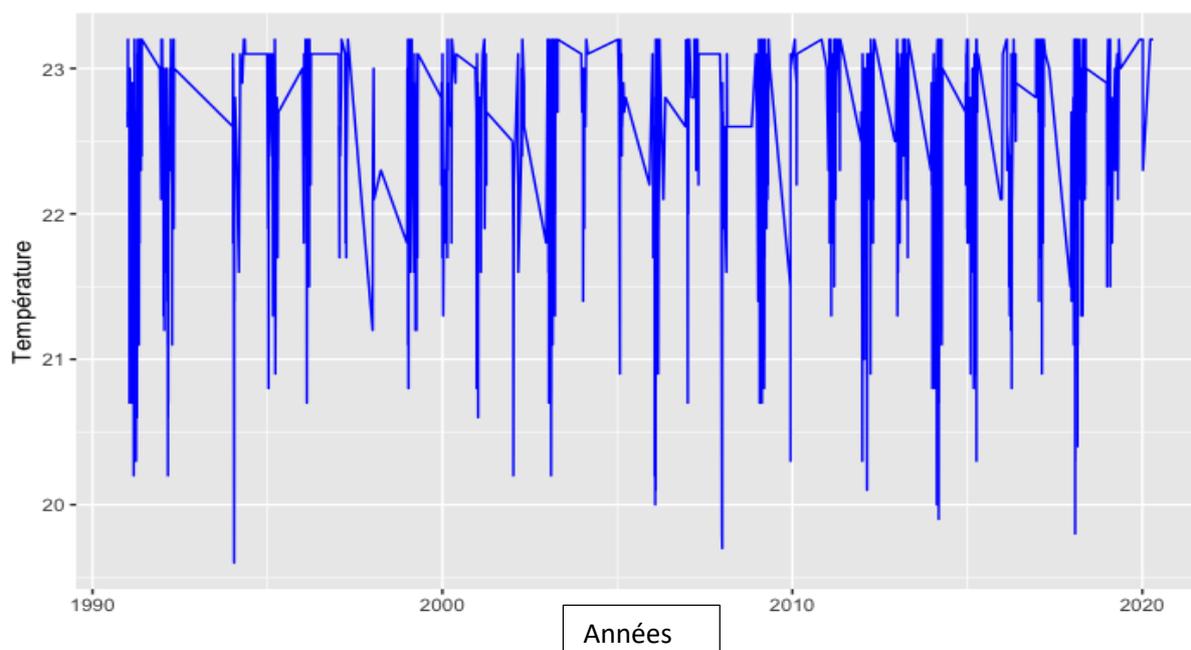


Figure 28: Extrêmes froids Journaliers à la station de Cap Skirring (1991-2020).

En effet, la récurrence des fréquences de températures les plus basses de la série, est observée durant les années 1990-1992. L'année 1994 est celle ayant enregistré la température extrême la plus basse de la série (fig. 28). De 1994 aux années 2000-2010, nous observons une diminution de la fréquence des extrêmes froids. De suite, on assiste, une reprise notable durant la décennie suivante (2011-2020).

Généralement, on peut remarquer à la station de Cap Skirring une diminution de la fréquence des extrêmes chauds, parallèlement à une augmentation de celle des extrêmes froids au courant de la dernière décennie (2011-2020).

III.1. Les vagues de chaleur

Notre planète est le théâtre de nombreuses menaces naturelles : canicules, tempêtes, inondations, sécheresses, ... Les conséquences de ces catastrophes sont souvent dramatiques, tant du point de vue humain qu'économique. L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) rappelle que les phénomènes liés au temps, au climat et à l'eau sont à l'origine de 90% des catastrophes naturelles. La vague de chaleur est définie par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) comme étant : « un réchauffement important de l'air, ou une invasion d'air très chaude sur un vaste territoire, généralement sur une période de quelques jours à quelques semaines », sans pour autant y associer un seuil spécifique, en raison de la grande diversité des climats locaux dans le monde. C'est un temps inhabituellement chaud et sec ou chaud et

humide, qui dure au moins deux à trois jours, et qui produit le plus souvent un impact sensible sur la santé humaine et les systèmes naturels (Diouf, 2018). Les vagues de chaleur correspondent donc à des températures anormalement élevées pendant plusieurs jours consécutifs. Mais il n'existe pas de définition universelle (unanime) du phénomène. En effet, les niveaux de températures et la durée de l'épisode qui permettent de caractériser une vague de chaleur varient d'une région à une autre du monde ainsi que des domaines climatiques considérés. Les vagues de chaleur les plus sévères sont caractérisées par de fortes températures nocturnes (températures minimales). Cette caractéristique des vagues de chaleur s'explique par le fait que l'évolution des températures en Afrique de l'ouest et plus spatialement au sahel, est plus marquée au niveau des minimas que des maximas (Diouf, 2018).

La canicule est définie comme une période où les moyennes glissantes sur trois jours des températures minimales et maximales atteignant des seuils d'alerte départementaux, ces seuils pouvant être modulés par des facteurs aggravants de la chaleur (humidité, précocité, pollution de l'air, facteurs populationnels de type de grands rassemblements...). La canicule est donc caractérisée par des périodes de températures élevées de jour comme de nuit. Ces périodes sont susceptibles de constituer un risque pour l'ensemble de la population exposée.

On parle d'épisode persistant de chaleur lorsque les températures sont élevées et perdurent dans le temps (plus de trois jours au moins), proche ou en dessous des seuils d'alerte départementaux et de pic de chaleur pour l'atteinte de températures maximales pouvant atteindre des records sur une durée très courte (un à deux jours).

Par exemple en France la vague de chaleur est une période d'au moins deux jours consécutifs au cours desquels les températures ont atteint ou dépassé la valeur de 35°C (Diouf, 2018). Par ailleurs, dans nos travaux de recherche, nous considérons la vague de chaleur comme un épisode inconfortable au courant duquel les températures quotidiennes sont strictement supérieures au 95^e percentile qui est ici égal à 29,3°C.

Par ailleurs, les percentiles représentent les valeurs qui divisent en 100 groupes la densité de probabilité de la température qui est en fait une gaussienne. Les extrêmes étant définis comme des dépassements d'un seuil fixe (TP95^e ou TP10^e). Ils peuvent aussi être utilisés pour caractériser et définir les pics (extrêmes) et vagues de chaleur ou de fraîcheur. L'avantage des percentiles est de prendre en compte les particularités du climat local et de la perception de la chaleur. Cette analyse se base également sur le calcul du 95^e percentile.

III.1.1. Station de Saint-Louis

Au niveau de la station de Saint-Louis, 32 vagues de chaleurs ont été enregistrés au cours de la normale 1991-2020. La date et le nombre de jours ont été récapitulés. On noter que la plus longue vague de chaleur de cette période a duré 8 jours (18 au 25 octobre 2017). Une vague de chaleur comprise entre [03-06 jours [est qualifiée de normale ; entre [06-10 jours[d'intense et [10jour et +] d'extrême. Dans cet angle d'analyse, le calcul des fréquences de durée de ces dernières montre que 93,75% des vagues de chaleur (soit 30/32) à la station de Saint-Louis, sur la normale 1991-2020, sont normales. Certes, 2 des 32 vagues de chaleur de cette station, soit 6,25%, sont intenses. Il n'y a pas eu de vagues de chaleur extrêmes durant la période de 1991-2020, à la station de Saint-Louis.

La figure 29 de distribution de points est aussi très intéressante pour matérialiser les vagues de chaleur car elle permet une vue d'ensemble de leur répartition temporelle sur toute la période.

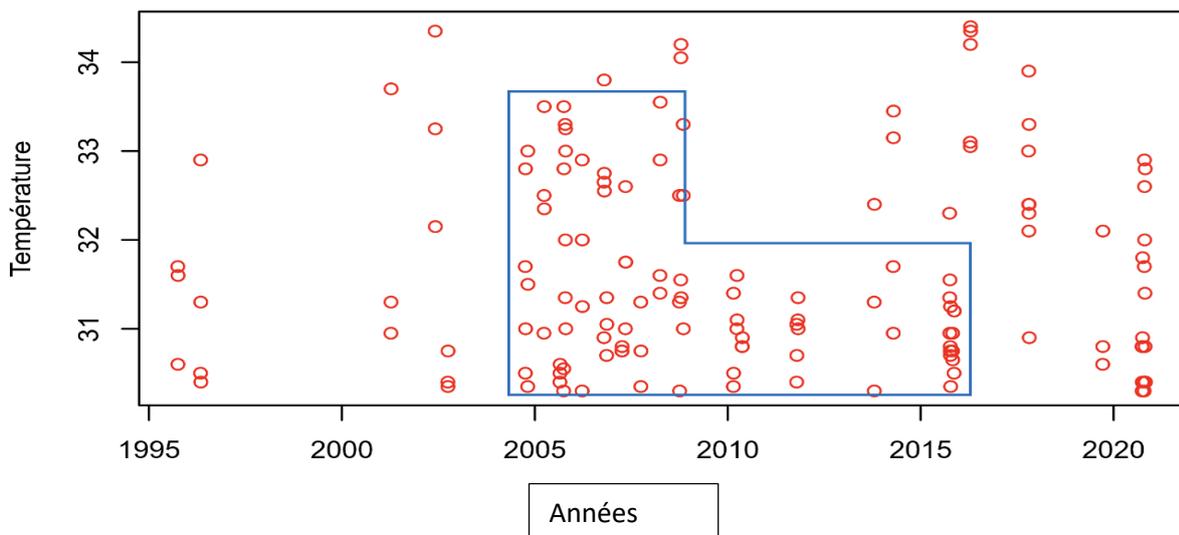


Figure 29: Distribution de points des vagues de chaleur à la station de Saint-Louis (1991-2020). Ainsi, elle montre une répartition assez dispersée des vagues de chaleur sur la dernière normale. Par ailleurs, leurs fréquences restent très faibles durant la décennie (1991-2000). D'ailleurs, il n'y en a pas eu de vague de chaleur de 1991 à 1995, puis de 1997 à 2000. Seules les années 1995 et 1996 ont enregistré des vagues de chaleur. Cette situation où les vagues de chaleur ont une faible fréquence, a continué jusqu'aux années 2004-2005 de la 2^e décennie (2001-2010). Cette dernière a enregistré le plus de fréquence de vagues de chaleur avec la dernière décennie (2011-2020). Il faut alors retenir que les deux dernières décennies ont donc enregistré la quasi-

totalité des vagues de chaleur sur les trois qui composent la période sur la normale 1991-2020, à la station de Saint-Louis.

III.1.2. Station de Cap Skirring

Sur la dernière série climatique (1991-2020), dans la station côtière de Cap Skirring, 38 vagues de chaleur à durées différentes ont été enregistrées. Leurs durées varient entre 03 et 09 jours. Les années 2000 en ont enregistré le plus grand nombre en termes de fréquence et surtout de durée. La plus longue vague de chaleur en termes de durée étant enregistrée du 02 au 10 novembre 2020 (09 jours), nous laissant plus ou moins dans un suspens quant à la suite vu que 2020 constitue la dernière année de notre série. Une vague de chaleur comprise entre [03-06 jours] est qualifiée de normale ; entre [06-10 jours] d'intense et [10 jours et +] d'extrême. Le calcul des fréquences a également démontré que 55,2% des vagues de chaleur soit 21/38, ont une durée de trois jours. Selon notre classement, 86,8% des vagues de chaleurs soit 33/38 sont normales et les 13,2% (5/38) sont intenses. Il n'y a donc pas eu de vague de chaleur extrême au cours des trois dernières décennies correspondant à notre série (1991-2020).

Toutefois, on peut retenir qu'à Saint-Louis comme à Cap Skirring, des vagues de chaleur extrêmes n'ont pas été enregistrées durant la période sur la normale 1991-2020. Les vagues de chaleur normales y sont d'ailleurs les plus fréquentes.

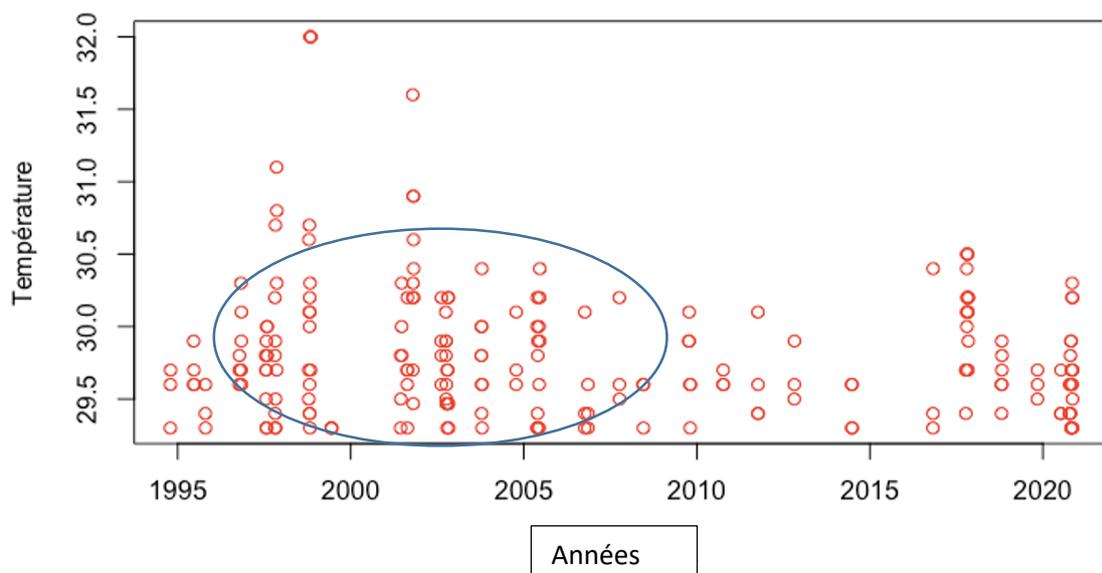


Figure 30 : Distribution de points des vagues de chaleur à la station de Cap Skirring (1991-2020).

La représentation graphique des vagues de chaleur en nuages de points est très intéressante. Elle permet d'avoir une vue d'ensemble de la fréquence sur toute la période. Ainsi, les vagues de chaleur étaient plus fréquentes au courant des années 1995-2007 (fig. 30). A partir de cette dernière année, on assiste à une diminution de la fréquence des vagues de chaleurs jusqu'en 2017, année après laquelle on note une reprise. A l'échelle décennale, il est clair que la décennie 2001-2010 a enregistré le plus grand nombre de vagues de chaleur. En effet, elle est donc la décennie la plus chaude de la série (1991-2020) au niveau de la station de Cap Skirring. Cela pourrait ne pas témoigner dans notre contexte les avis de la plupart des experts climat. A l'image de Ringard et al, qui confirment en 2015 que depuis 1950, dans les régions côtières du Golfe de Guinée et au Sahel, les températures se sont réchauffées, le nombre annuel de vagues de chaleur et le pourcentage des jours et des nuits chaudes extrêmes ont augmenté (Diouf, 2018).

III. 2. Les vagues de froid

L'une des bases de la climatologie est d'étudier des périodes suffisamment longues pour minimiser les aléas climatiques d'une année sur l'autre. Il paraît en effet curieux, voire contradictoire, pour un nombre d'observateurs que l'on parle de réchauffement de la planète alors que le Sénégal, comme d'autres pays, connaît régulièrement des épisodes de froid intense.

L'argument a un corollaire très utilisé chez les climato sceptiques : « Comment les scientifiques peuvent-ils prévoir le climat dans cent ans alors qu'ils n'arrivent pas à prévoir celui de la semaine prochaine ? » La réponse est simple : la météo quotidienne et le climat n'ont pas grand-chose à voir.

De la même façon qu'il est scientifiquement douteux de relativiser le réchauffement climatique qui se produit sur du long terme avec une vague de froid de quelques jours, il est difficile, voire impossible, d'attribuer un seul événement météorologique extrême au réchauffement du climat. Il est en revanche possible de dire qu'une série d'événements météorologiques est rendue plus probable par le réchauffement climatique (Dagorn, 2018).

Sur des périodes de l'ordre de quelques jours, mois ou années, la variabilité des phénomènes atmosphériques est importante : les températures, précipitations et autres paramètres peuvent connaître des hauts et des bas de manière marquée (Dagorn, 2018). Le climat change, lui aussi, mais sur des périodes beaucoup plus longues. Si longues, qu'elles sont habituellement imperceptibles à hauteur d'humain, lequel ne vit qu'un peu plus d'une cinquantaine d'année au Sénégal.

Les scientifiques arrivent mieux à déchiffrer le rôle du changement climatique dans certaines conditions climatiques extrêmes. Jusqu'ici, les signaux sont les plus clairs quand il s'agit de pluie, de sécheresse, de canicule et d'incendies. Mais concernant les vagues de froid, ce n'est pas si évident. Il n'y a pas de lien direct entre les vagues de froid et le réchauffement climatique, mais ce dernier pourrait être considéré comme un signal. Plusieurs études ont toutefois montré que le réchauffement global du climat peut favoriser dans certains cas des vagues de froid intense en hiver jusque dans les latitudes moyennes (Dagorn, 2018).

Par exemple, au nord du Sénégal en 2002, 72 heures de température en chute libre et 72 heures de pluies et de vent ininterrompus ont suffi pour anéantir entre 500 et 600 000 têtes de bétails et occasionner la mort de près de 30 personnes. Trois jours à marquer d'une pierre noire dans les annales du pays. Les 8, 9 et 10 janvier, alors que la saison sèche aurait dû battre son plein, le thermomètre, affichant d'ordinaire des températures avoisinant les 40°C, plonge en chute libre pour tomber lourdement sous la barre des 18°C (Ndiaye, 2020). Dans cette partie l'analyse se base plutôt sur le calcul du 10^e percentile. Une vague de froid étant considérée ici comme toute valeur de températures en dessous du 10^e percentile sur une période de 3 jours successives au moins.

III.2.1. Station de Saint-Louis

A la station de Saint-Louis, il a été enregistré au total 146 vagues de froid durant la période sur la normale 1991-2020. Ainsi, il y a eu plus de vagues de froid que de vagues de chaleur. Les vagues de froid ont presque quintuplé les vagues de chaleur (146 vagues de froid contre 32 vagues de chaleur). On se pose alors la même question que précédemment à savoir ce que représente cette situation comparée au réchauffement climatique dont font état les spécialistes du climat ? Aussi, en calculant les fréquences et en procédant à la même classification que les vagues de chaleur en termes de durée, on se rend compte que la plupart des vagues de froid sont dans la catégorie normale et que les 41,09% ont une durée de 03 jours. En d'autres termes, 75,99%, soit les 106 sur les 146 vagues de froid sont normales. Les vagues de froid intenses ont une fréquence de 20,52% soit 30 sur les 146 de toute la période. Par ailleurs, 3,4% soit 5 sur les 146 vagues de froid sont extrêmes. La plus longue vague de froid de la période, étant extrême, a été enregistrée du 03 au 15 mars 1996, soit une durée de 13 jours. La représentation graphique de ces vagues de froid avec le logiciel R, nous donne une idée beaucoup plus claire sur leur répartition au cours de la période sur la normale 1991-2020, à la station de Saint-Louis.

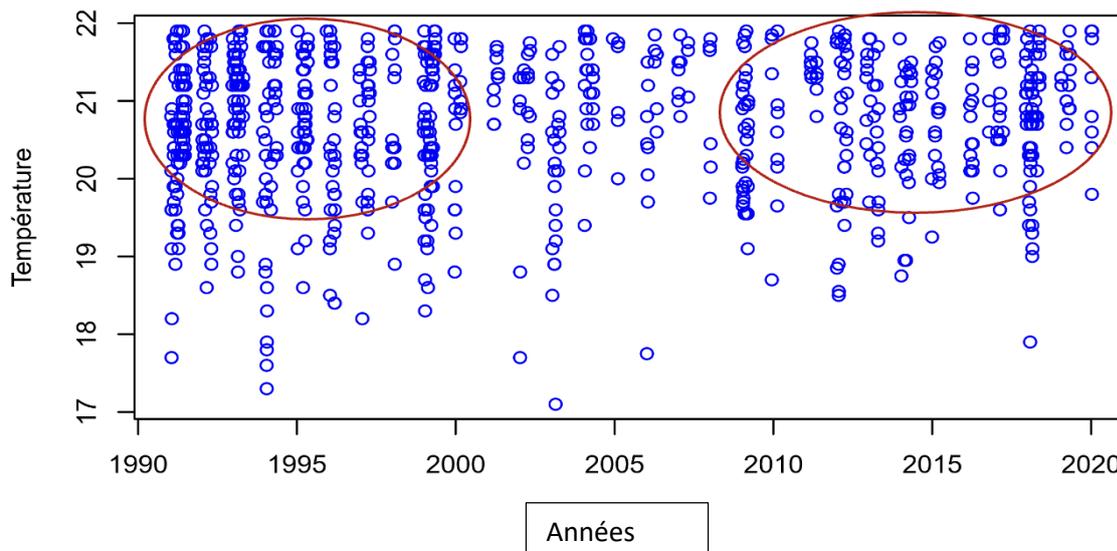


Figure 31 :Distribution de point des vagues de froid à la station de Saint-Louis (1991-2020).

La figure 31 donne la répartition des vagues de froid à la station de Saint-Louis au courant de la période de 1991-2020. Ainsi, on remarque que ces dernières étaient plus fréquentes lors de la première décennie (1991-2000). Ensuite, leur fréquence se voit diminuer lors de la deuxième décennie (2001-2010). On assiste cependant à une reprise de la fréquence des vagues de froid durant la dernière décennie (2011-2020). Par ailleurs, il faut noter que la décennie 1991-2000 a enregistré le plus de fréquences de vagues de froid au cours de la normale 1991-2020 à la station de Saint-Louis, comparée aux deux autres décennies.

III.2.2. Station de Cap Skirring

A Cap Skirring, 125 vagues de froid ont été notées lors de la normale 1991-2020. Elles révèlent ainsi des tendances jadis cachées par les analyses globales des températures. En effet, on constate qu’au courant de la dernière période climatique (1991-2020), on a eu plus de vagues de froid que de vagues de chaleur au niveau de la station de Cap Skirring. Les vagues de froid ont plus que triplé les vagues de chaleur (125 vagues de froid contre 38 vagues de chaleur). Qu’est-ce que cela voudrait dire au vu et au su des tendances actuelles au réchauffement de la terre dont font état certains spécialistes du climat ? Ces résultats sont dès lors très intéressants. En calculant les fréquences, on peut voir que 38,4% soit 48/125 des vagues de froid ont une durée de trois jours. C’est donc la durée la plus fréquente suivie par celle de quatre jours (25,6%, soit les 32/125 vagues de froid). Et en les qualifiant en utilisant la même classification qu’avec les vagues de chaleur, on se rend compte que 78,4% soit les 98/125 des vagues de froid sont normales, 15,2% soit les 19/125 sont intenses et 6,4% soit les 8/125 sont extrêmes.

Leur représentation graphique en distribution de points avec le logiciel R nous donne une vision d'ensemble plus nette.

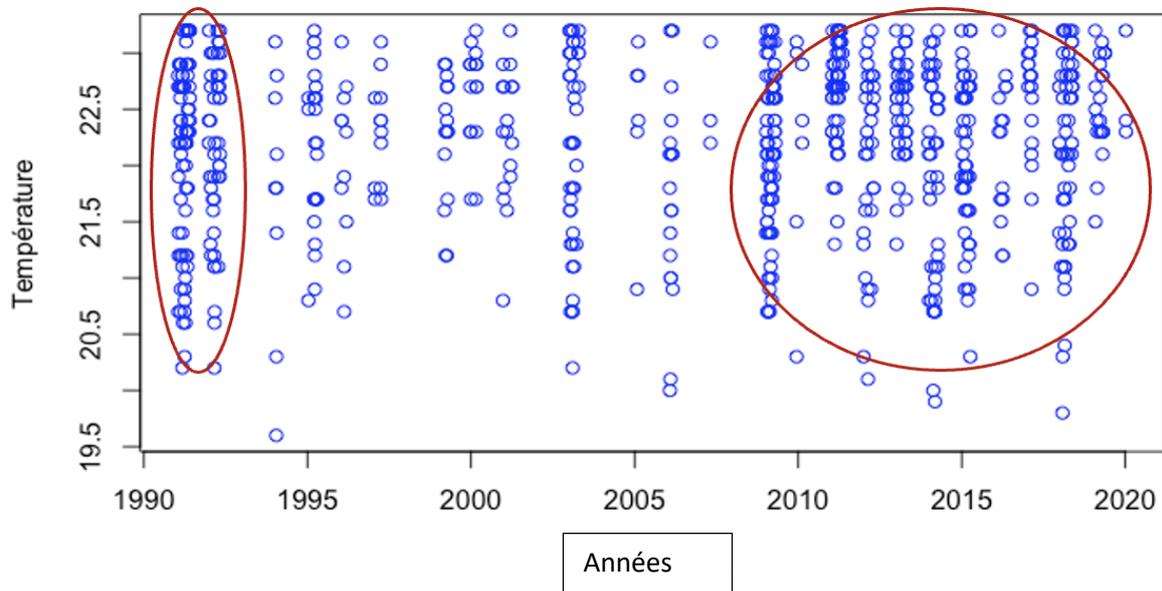


Figure 32 :Distribution de points des vagues de froid de la Série à la station de Cap Skirring (1991-2020).

Une variation sinusoïdale des vagues de froid est notée à la station de Cap Skirring sur la normale 1991-2020 (fig. 32). En effet, on voit que les vagues de froid arrivaient fréquemment durant les années 1991-1992 avant d'observer une baisse dans l'intervalle 1993-2008. En 2009 on assiste à une reprise de la fréquence des vagues de froid qui devient de plus en plus régulière jusqu'à la fin de la série. Cette même année a enregistré la plus longue vague de froid de la série, s'étendant sur 15 jours (du 17 au 31 janvier). Ainsi, la période 2009-2020 a généralement enregistré le plus de fréquences de vagues de froid (une série plus longue aurait montré les tendances avant 1990), même si on peut noter quelques années où on a de faibles fréquences. En exemple l'année 2010 a été l'année où quasiment une seule vague de froid de 3 jours a été enregistrée (du 13 au 15 février). Cela confirme ce qu'avait dit le GIEC dans son 5^e rapport d'évaluation (2014), à savoir, que 2010 était l'année la plus chaude jamais enregistrée.

Il faut alors comprendre et faire la part des choses dans la mesure où la détermination du climat d'une zone donnée se fait sur une période minimale de 30 ans et les vagues de froid qu'on observe n'enlève en rien du fait que le climat de manière générale est en train de se réchauffer. Peut-être même que ce réchauffement global de la terre pourrait relativement avoir un lien avec ces épisodes de froid intense, même si ce lien n'est pas aussi évident. En ce sens, des experts climat ont démontré qu'il avait une couche qui constitue une barrière entre les pôles et les zones dans les latitudes inférieures notamment les pays du Nord en général et le Sénégal en particulier.

Ainsi, ils ont avancé que cette barrière est en train d'être rompue, ce qui laisse passer les vents glacial et froid venant des pôles et créant des épisodes de froid intense dans nos régions (Dagorn, 2021).

La tendance générale au réchauffement des températures est donc un fait au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring. Même s'il y a des disparités aux échelles spatiales et temporelles.

CHAPITRE 3 : Perception des impacts de l'évolution des Températures côtières sur l'Éducation au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring.

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la perception des populations, notamment les parents d'élèves, pour ce qui a trait aux impacts de l'évolution de la température sur l'Éducation d'une manière générale. Il s'agit d'abord de voir la perception qu'ont ces populations de l'évolution des températures ces dernières décennies. Ensuite, d'indiquer leur perception des impacts de l'évolution de la température sur le déroulement des enseignements, la santé et les résultats des élèves mais aussi sur les dépenses ménagères.

I. Perception locale de l'évolution des températures de ces dernières décennies aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring

Les connaissances scientifiques sur l'évolution du climat sont certes essentielles et importante mais l'avis ou la perception des populations ne doit pas être laissé de côté parce qu'elle compte aussi. Il faut donc chercher une corrélation entre les tendances climatiques observées et la perception qu'en ont les populations.

L'augmentation de la population et l'expansion des activités humaines expliquent aussi une partie les variations à la hausse des températures enregistrées. Ces dernières ont des impacts dans les secteurs phares de développement, notamment celui de l'éducation. Et ces impacts sont directement ressentis par les populations locales qui en sont les acteurs clé, les plus à même de pouvoir les percevoir.

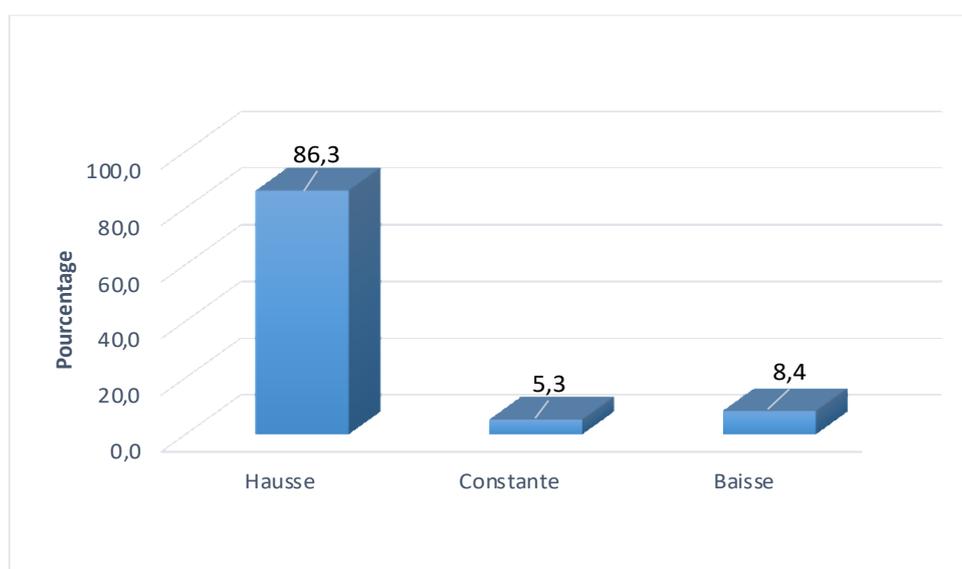


Figure 33 : Perception locale de l'évolution globale des températures ces dernières décennies à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

La perception locale de l'évolution des températures au cours de ces dernières décennies au niveau de la station de Saint-Louis, révèle une tendance générale à la hausse des températures (fig.33). En effet, 86,3%, des parents d'élèves interrogés ont affirmé la tendance à la hausse des températures ces dernières années. Par conséquent, 8,4% des populations rencontrées pensent qu'ils sentent plutôt une tendance baissière des températures et 5,3% constatent par contre une situation constante ces dernières années.

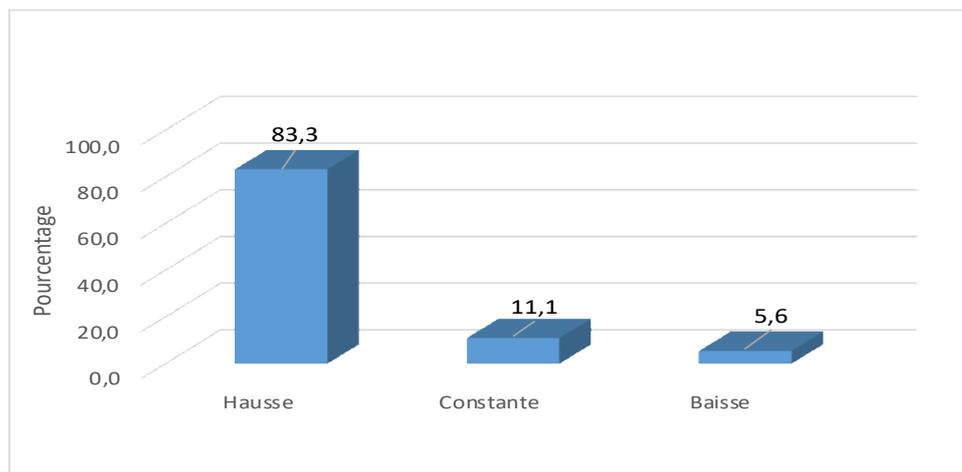


Figure 34 : Perception locale de l'évolution globale des températures ces dernières décennies à la station de Cap Skiring. (Source : SANE, 2023)

Le réchauffement climatique est donc un phénomène mondial, ressenti dans tous les pays en particulier au Sénégal. Les experts climats de l'ONU nous ont largement documentés sur ce phénomène depuis des décennies à travers leurs rapports ainsi que leurs projections et prévisions pour la sensibilisation, mais aussi pour l'aide à la prise de décisions. En effet, ces tendances générales au réchauffement sont observées partout dans le monde au cours des décennies. A la station de Cap Skiring la plupart des parents qui ont été interpellés à ce sujet, soit 83,3%, constatent une tendance globale à la hausse des températures au fil des années (fig. 34). Cette situation est donc en parfaite concordance avec les résultats du GIEC indiqués dans le 6^{ème} rapport, sur une augmentation voire un réchauffement général au cours des années. Néanmoins, seulement 5,6% pensent que les conditions thermiques ont connu une baisse ces dernières décennies et 11,1% soutiennent plutôt une situation stable.

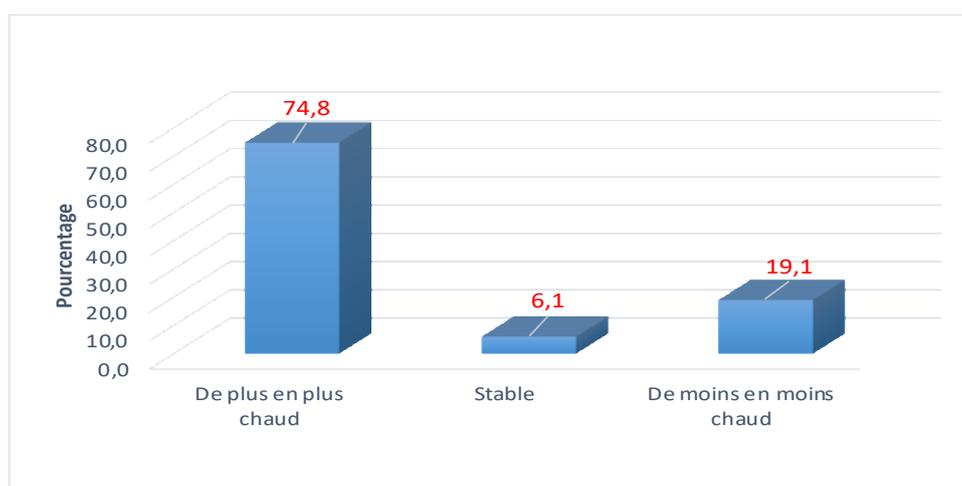


Figure 35 : Perception locale de l'évolution des températures durant les périodes de froid de ces dernières décennies à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

La figure 35 vient en appui pour confirmer nos précédentes analyses par rapport à la tendance globale de l'évolution des températures au niveau de la station de Saint-Louis (fig. 33). Ainsi, on peut voir qu'au niveau de cette station, les périodes de froid sont de plus en plus chaudes au fur et à mesure des années. Cet état de fait est confirmé par les 74,8% des parents d'élèves interviewés. Par contre, 19,1% affirment le contraire. Certes, une situation stable des températures durant les périodes de fraîcheur, est perçue par au moins 6,1% des parents. Ce qu'il faut donc retenir globalement, c'est que les périodes de fraîcheur deviennent de plus en plus chaudes du fait de la hausse des températures.

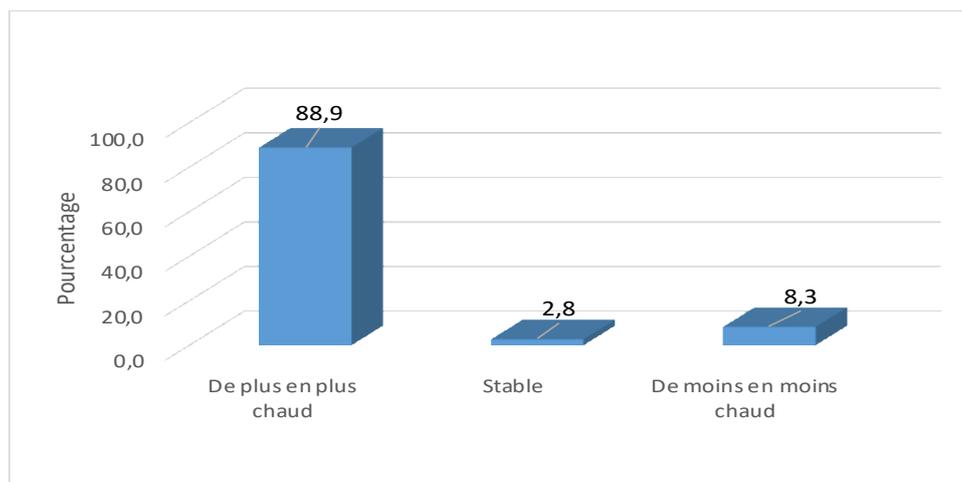


Figure 36 : Perception locale de l'évolution des températures durant les périodes de froid de ces dernières décennies à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

Ce commentaire vient également soutenir les constats qui ont été soulevés précédemment (fig. 34). En effet, on peut bien voir que la quasi-totalité, soit 88,9% des parents ont constaté qu'il fait de plus en plus chaud au niveau de la station de Cap Skirring (fig. 36). Seul 8,3% pensent le contraire et 2,8% soutiennent une stabilité des conditions thermiques au cours des dernières décennies. Il convient alors de retenir que les saisons fraîches sont de plus en plus chaudes (+1, 0°C) et les saisons chaudes le sont d'avantage (+2, 4°C).

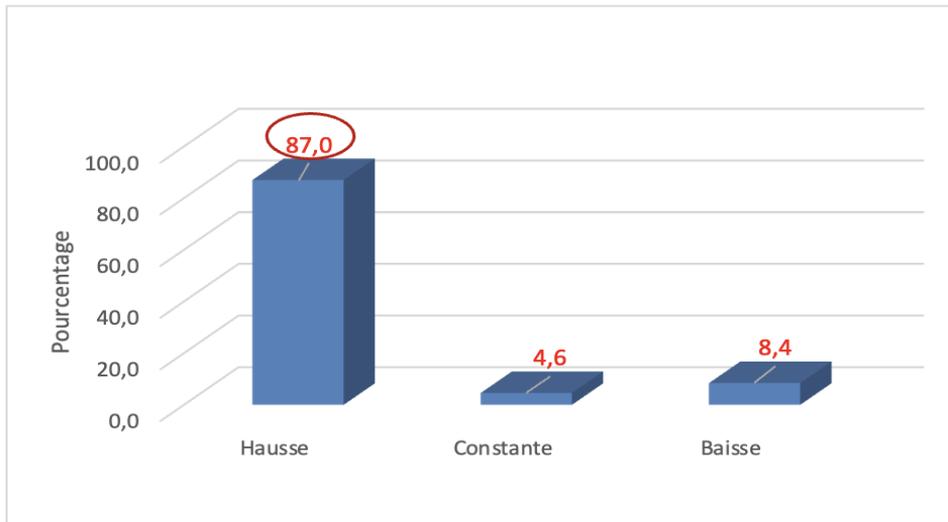


Figure 37 : Perception locale de l'évolution des températures durant les saisons de pluies de ces dernières décennies à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

Une tendance générale à la hausse des températures durant les saisons de pluies, est également perçue au niveau de la station de Saint-Louis (fig.37) tout comme celle de Cap Skirring (fig. 36). Ainsi, 87% des parents ont confirmé cette tendance à la hausse des conditions thermiques durant les saisons de pluies. Certes, 8,4% de ces derniers pensent qu'il y a plutôt une tendance baissière des températures durant les saisons de pluies et 4,6% ont constaté une situation de stabilité où les températures sont constantes. Comme on l'avait souligné pour la station de Cap Skirring, cette situation est aussi normale dans la mesure où elle fait partie des conditions de mise en place et de maintien de la mousson, potentiel source de pluies.

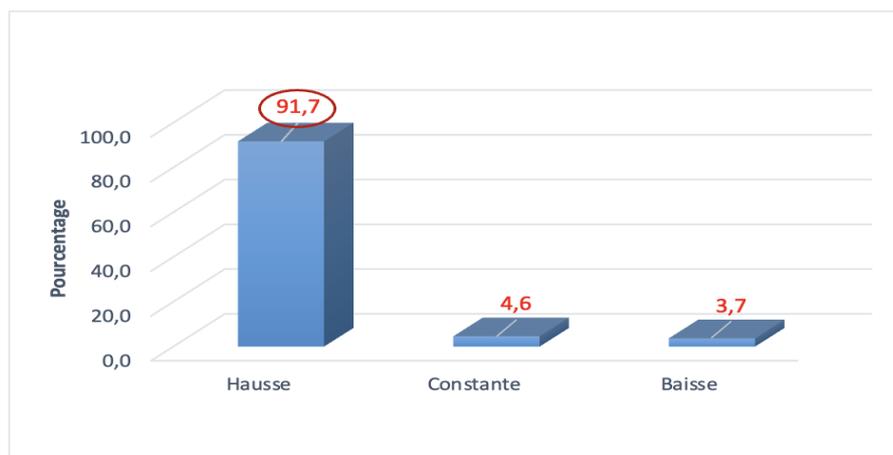


Figure 38 : Perception locale de l'évolution des températures durant les saisons de pluie de ces dernières décennies à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

A la station de Cap Skirring, une tendance à la hausse des températures durant les saisons de pluies, est aussi perçue par la quasi-totalité des parents qui ont été interpellés à ce sujet. En effet, 91,1%

de ces derniers ont constaté une augmentation des conditions thermiques pendant les saisons de pluies au cours de ces dernières décennies. Seuls 3,7% soutiennent le contraire (baisse) et 4,6% ont plutôt constaté une situation stable (fig.38). Cette situation est tout à fait normale d'autant plus que c'est une des conditions de mise en place et de maintien de la mousson, potentiel source de pluies.

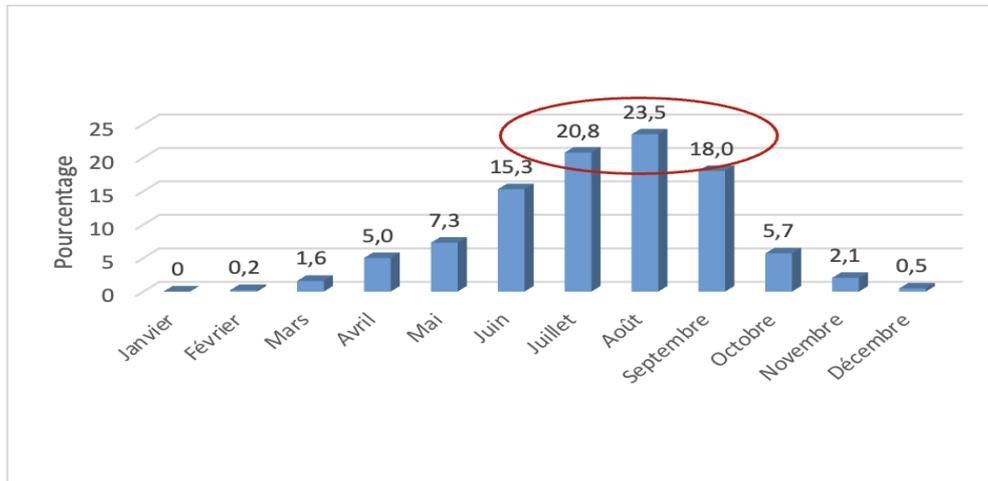


Figure 39 : Perception locale des mois les plus chauds à la station de Saint-Louis.

(Source : SANE, 2023)

Au niveau de la station de Saint-Louis, ce sont les mois de juillet, août et septembre, qui sont considérés par la population cible comme étant les plus chauds. Le mois d'août se positionne ainsi comme le mois où il fait le plus chaud avec une fréquence de 23,5% correspondant à la saison des pluies (fig.39).

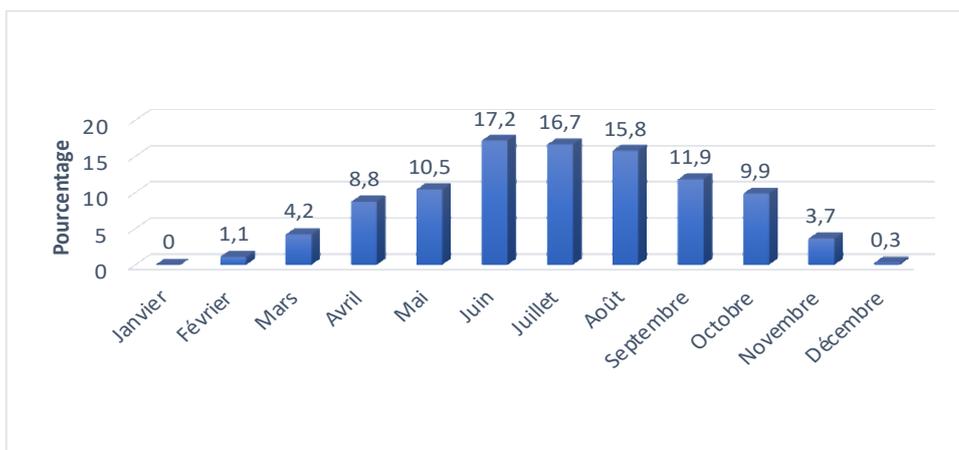


Figure 40 : Perception locale des mois les plus chauds à la station de Cap Skirring.

(Source : SANE, 2023)

Pour la station de Cap Skirring, les mois de juin, juillet et août sont perçus par les populations comme étant plus chaud. En d'autres termes, ce sont les mois où on enregistre les plus fortes températures. Le mois de Juin est alors perçu comme étant le plus chaud au niveau de cette station avec sa fréquence de 17,2% (fig. 40). Il faut ainsi remarquer que ces mois font partie intégrante de la saison des pluies, période à laquelle on note les plus fortes températures comme on l'avait dit ci-haut.

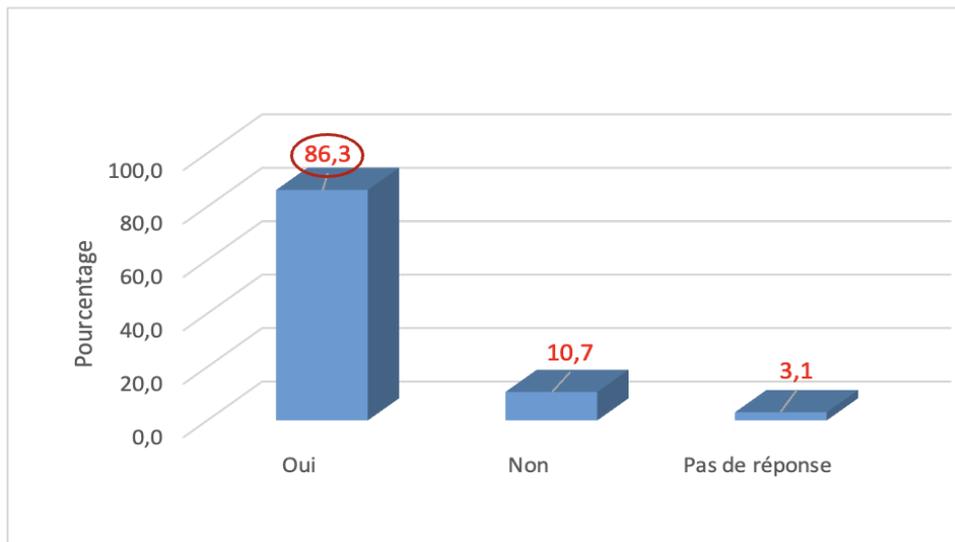


Figure 41 : Perception locale du niveau de connaissance des changements climatiques à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

Le niveau de perception des changements climatiques (à travers les variations thermiques) à la station de Saint-Louis par la population est matérialisé par la figure 41. Ainsi, on peut distinguer que la plupart de cette dernière, soit les 83,6%, connaît les changements climatiques ou en a au moins entendu parler. Alors que les 10,7% ne connaissent pas les changements climatiques et que les 3,1%, n'ont pas pu apporter de réponse à la question soulevée (fig. 41). On va retenir dans ce cas que les changements climatiques sont bien connus pour la plupart de la population locale au niveau de la station de Saint-Louis. Ce qui n'est pas surprenant dans la mesure où Saint-Louis est une station côtière où les populations, notamment celles de la langue de barbarie, sont confrontées à une érosion sans précédent accentuée par les changements climatiques. En plus, avec les changements climatiques, leurs principales activités qui est la pêche se voit affectée du fait de la diminution voir la disparition des certains produits halieutiques. Il y a également leur constat par rapport à la hausse des températures au fil des années, ainsi que le raccourcissement et le réchauffement des périodes de froid. Ces situations parmi tant d'autres sont autant de raisons qui

pourraient expliquer, en dehors de niveau d’instruction bien sûr, ce niveau de connaissance locale des changements climatiques dans la station de Saint-Louis.

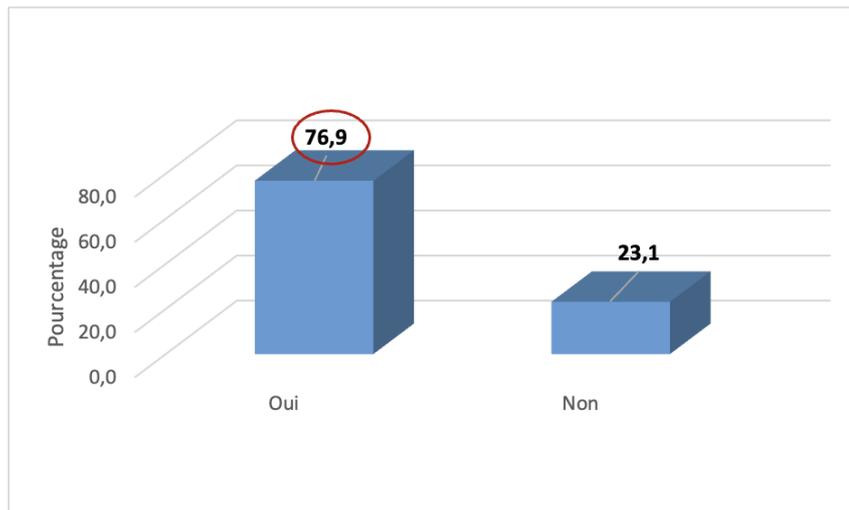


Figure 42 : Perception locale du niveau de connaissance des changements climatiques à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

A la station de Cap Skirring, la perception du niveau de connaissance des changements climatiques (à travers les variations thermiques) est aussi assez élevée (fig. 42). En effet, près de 76,9% des parents qui ont été interpellés à ce sujet ont confirmé connaître les changements climatiques ou en avoir au moins entendu parler. Par conséquent, 23,1% de ces derniers ne connaissent pas ou même entendu parler des changements climatiques (fig. 42). Ce niveau de connaissance des changements climatiques à la station de Cap Skirring est assez élevé. Ce qui est louable dans la mesure où c’est aussi une station côtière tout comme celle de Saint-Louis, avec des réalités différentes mais vie également ce phénomène de l’avancé de la mer (érosion côtière), qui est certes moins grave. La diminution et la raréfaction des produits halieutiques dû aux changements climatiques avec le réchauffement, est également un phénomène qui y est présent.

Il conviendrait de retenir dans ce cas que le niveau de connaissance des changements climatiques est plus élevé à la station de Saint-Louis qu’à la station de Cap Skirring. En d’autres termes, les populations locales de la station de Saint-Louis, notamment les parents d’élèves qui ont été interpellés par rapport à cette interrogation, ont plus une connaissance ou ont plus entendu parler des changements climatiques, que celles de la station de Saint-Louis.

II. Perception locale des impacts de l'évolution des températures sur l'éducation aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring

Les changements climatiques à travers les extrêmes thermiques, et leur influence sur l'environnement et la société sont au cœur des préoccupations politiques et scientifiques actuelles (Ndiaye, 2020). Ils sont considérés comme l'une des menaces les plus graves qui affectent le développement durable avec des effets défavorables attendus sur la santé humaine, la sécurité alimentaire, l'activité économique, les ressources en eau et les autres ressources naturelles. L'éducation est un facteur fondamental pour le développement intégral et la socialisation de l'humain. Selon la Déclaration Universelle des Droits de l'Homme de 1948 (UNESCO 2000) « Toute personne a droit à l'éducation ». L'éducation doit être gratuite, au moins en ce qui concerne l'enseignement élémentaire et fondamental. Par ailleurs, le taux de scolarisation national du Sénégal étant de 84,59%.

Certes, les températures constituent un facteur important dans le fonctionnement des milieux, notamment ceux éducatifs. Cette variation des températures peut impacter dans un sens ou un autre sur l'équilibre des milieux et sur l'économie. Cette fluctuation des températures est mal connue surtout à l'échelle locale ou pire journalière. Elle commence seulement à faire l'objet d'une étude approfondie. Dans le cadre de notre étude, nous cherchons à analyser les tendances récentes du réchauffement climatique au niveau de nos deux stations synoptiques. Sa particularité repose sur la mise en relief ou en relation avec le secteur de l'Éducation. En effet, l'éducation, facteur d'épanouissement social pour l'homme et de promotion de la compétitivité et de l'innovation pour le développement économique, est reconnue comme un droit universel (ANSD, 2020). Ainsi, il constitue un des plus importants secteurs dans le processus de développement économique, politique et social.

L'étude aborde spécifiquement les écoles publiques et privés de tous les niveaux confondus mais avec un accent particulier sur le niveau élémentaire. Pour apprécier les conditions d'apprentissage des enfants dans les établissements scolaires, nous avons mis l'accent sur le rôle et l'influence qu'ont les variations thermiques sur l'éducation.

III. Perception locale des impacts sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements

Les changements climatiques sont un phénomène mondial caractérisé par une augmentation, sur plusieurs années, de la température moyenne de l'atmosphère et des océans, par une diminution de la pluviométrie en quantité, en qualité et en durée, mais aussi par l'augmentation en fréquence et en nombre des phénomènes extrêmes,...Ils constituent l'un des facteurs primordial qu'il faudrait prendre en compte dans le processus de développement, surtout en Afrique, pour parler du Sénégal, qui fait partie des pays les plus touché par ce phénomène malgré leur faible contribution aux GES dans l'atmosphère. Ainsi, ces changements peuvent entraîner des répercussions non négligeables sur les secteurs phares de développement comme l'Éducation, dont il est question dans le cadre de cette analyse.

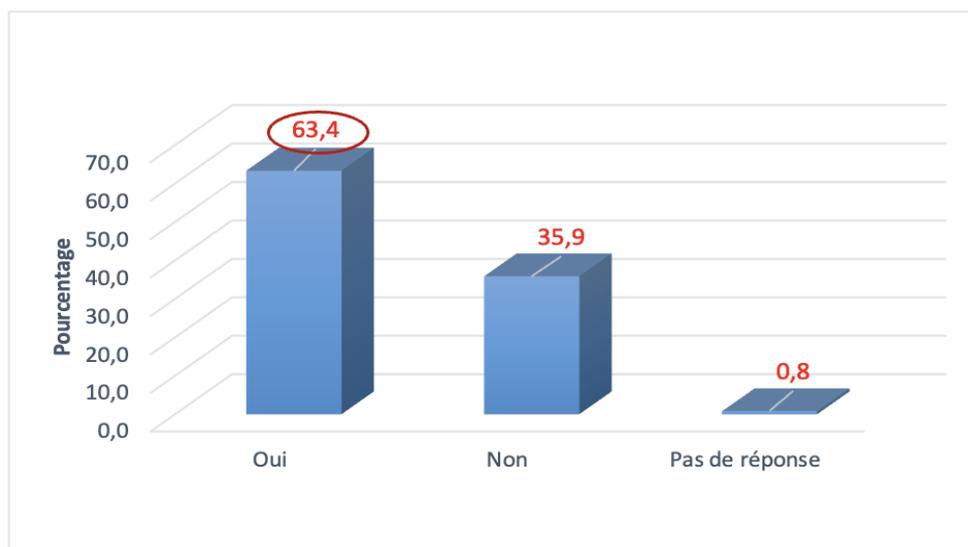


Figure 43 : Perception locale de l'existence d'impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements à la station de Saint-Louis.

(Source : SANE, 2023)

La figure 43 indique le degré de perception des parents d'élèves par rapport aux potentiels impacts du réchauffement sur les calendriers des différents établissements scolaires à la station de Saint-Louis. Ainsi, plus de la moitié des parents disent que le réchauffement a des impacts sur les calendriers scolaires de leurs élèves. Certes, 35,9% de ces derniers soutiennent plutôt que la hausse des températures n'a pas d'impacts sur les calendriers académiques de leurs enfants. Par contre, 0,8% des parents d'élèves interrogés n'ont pas apporté de réponse suite à cette interrogation. Les parents d'élèves qui soutiennent l'existence de ces impacts le justifient par ces remarques qu'ils

ont faites à savoir : les journées continues, les retards, les absences, ainsi que le décalage des heures du soir.

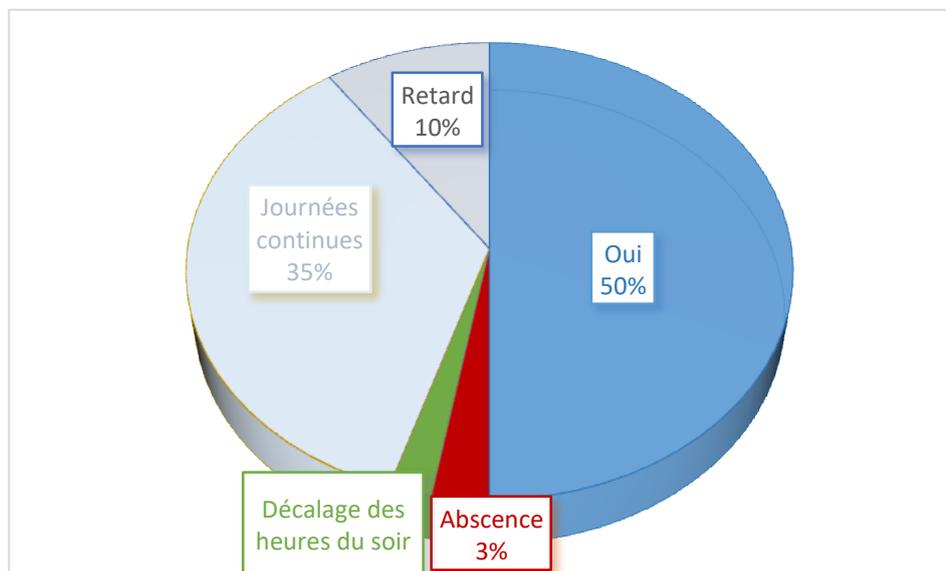


Figure 44 :Nature des impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements perçus à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

A la station de Saint-Louis, les parents d'élèves qui soutiennent qu'il existe des impacts du réchauffement sur les calendriers académiques de ces derniers ainsi que sur les enseignements, le justifient par leurs remarques par rapport aux journées continues, les retards, les absences et le décalage des cours du soir (fig. 44). Sur les 50% des parents d'élèves affirment que le réchauffement des températures a des impacts sur l'éducation, les 35% le justifient par leurs remarques par rapport aux journées continues, 10% par leur perception des retards, 3% par les absences et 2% par le décalage des horaires du soir (fig.44). A noter que les journées continues sont partiellement acceptées au niveau de la station de Saint-Louis par l'IEF. C'est-à-dire que les journées continues ont été accordées à certains établissements surtout les collèges et les lycées et pas à d'autres qui sont pour la plupart des écoles primaires. Certes, cela change d'une année à l'autre selon la décision de l'IEF d'autant plus qu'il peut accorder à un établissement scolaire les journées continues et les retirer l'année qui suit ou après quelques années.

Le nombre d'établissements scolaires au niveau de la station de Saint-Louis est d'autant plus nombreux que celui de la station de Cap Skirring, même à l'échelle des quartiers. Effectivement, dans les deux quartiers confondus de la station qui ont été choisis (Goxu Mbacc et Ngallèle), il y a un certain nombre d'établissements scolaires publics qui s'élève à 13 en plus

des privés. Certes, il faut signaler que dans le quartier de Goxu Mbacc, les établissements scolaires sont de proximité alors que tel n'est pas vraiment le cas pour le quartier de Ngallèle où les établissements polarisent d'autres localités qui sont à plus de 3 km. Cela est peut-être dû à leur position géographique d'autant plus que Goxu Mbacc fait partie non seulement des quartiers les plus anciennes de la station avec des édifices coloniaux mais aussi se positionne carrément sur la côte, zone d'attraction privilégiée. Ce qui fait qu'il y a 7 établissements scolaires publics à Goxu Mbacc (CEM Samba Ndiémé Sow, CEM Abbé David Boilat, Ecole d'application Khaly Ousmane Gaye, Ecole Mamour Diallo, Ecole Ousmane Soumaré, Ecole Goxu Mbacc 1 et 2) et 5 à Ngallèle (Lycée Ngallèle, Ecole Ngallèle 2, CEM Ngallèle, CEM Ngallèle Bango, Ecole Moussa Diop) sans oublier les établissements privés. Les effectifs sont aussi pléthoriques et les élèves s'assoient parfois à trois, tout comme ce qui se passe au niveau de la station de Cap Skirring. Les salles de classe y sont également inadéquates pour la plupart. Cependant, dans la station de Saint-Louis, l'éducation est un parent pauvre selon la plupart des personnels des établissements scolaires.

Les impacts du réchauffement des températures viennent empirer la situation. En effet, c'est une zone où la principale activité tourne autour de la pêche. Ce sont donc des familles de pêcheur où les pères partent en mer, leurs femmes s'activent dans la transformation et la commercialisation de ces produits halieutiques et les enfants assurent la relève. C'est cette idéologie selon laquelle ils n'ont que la mer pour survivre et que l'éducation n'a pas de sens, qui y règne. Ce qui fait que l'analphabétisme est frappant dans ce quartier et sur la langue de barbarie en général.

Par ailleurs, selon les récents rapports du GIEC, il existe une forte corrélation entre l'élévation du niveau de la mer et le réchauffement climatique. Avec ce réchauffement des températures exacerbé par les changements climatiques ainsi que la mise en place de la plateforme pétrolière BP, les produits halieutiques connaissent une diminution notable voir une raréfaction et les pêcheurs sont obligés d'aller en haute mer pour avoir ces produits, ce qui fait qu'ils ont besoin d'une main d'œuvre plus abondante. A ajouter le fait qu'ils peinent à prendre en charge la scolarité de leurs enfants avec cette situation. Et c'est ainsi qu'ils en arrivent à retirer leurs enfants de l'école pour les aider dans ces activités et prendre leur relève par la suite.

En plus, le quartier de Goxu Mbacc étant sur la côte, fait face à une érosion sans précédent dû au réchauffement, sans oublier les actions anthropiques. Ainsi, de nombreux établissements dont ceux éducatifs ont été détruits et ont disparu. Ce qui fait qu'ils ont été relocalisés un peu plus à l'intérieur des terres. L'un des exemples les plus achevés qu'on ait est celui de l'école

Mamour Diallo qui avait été détruite par l'érosion côtière et relocalisée dans son emplacement actuel plus à l'intérieur des terres mais toujours est-il que la mer ne cesse d'avancer au point qu'elle n'est plus très loin de cette dernière.

Autre chose c'est que les établissements scolaires dans ce quartier sont vétustes d'autant plus qu'ils font partie des premières constructions de la région et du patrimoine mondial de l'UNESCO. Ces constructions sont réhabilitées pour en faire des établissements scolaires, mais les personnels administratifs des différents établissements scolaires affirment qu'elles sont inadéquates pour être des édifices éducatifs. Effectivement, durant les périodes de chaleur, il leur est très difficile de faire cours dans ces dites salles. Nous pouvons citer comme exemple les écoles Mamour Diallo et Ousmane Soumaré, le CEM Abbé David Boilat ou encore l'école d'application Khaly Ousmane Gaye. En effet, certains de ces établissements étaient d'anciens camps militaires français qui datent de l'époque coloniale et qui ont été offerts à l'état du Sénégal par le gouvernement français. C'est ainsi que ces constructions coloniales ont été réhabilitées et érigées en établissements scolaires.



Photo 1 :(A et B) vétusté de l'école Ousmane Soumaré; (C) Etat du CEM Abbé David Boilat et (D) l'école d'application Khaly Ousmane Gaye à la station de Saint-Louis.

(Cliché : SANE, janvier 2023)

Dans d'autres cas des familles entières sont délocalisées parfois en plein milieu de l'année scolaire du fait de l'érosion côtière qui a détruit leurs maisons et sont relocalisées dans des abris provisoires au niveau du quartier de «Kharyalla» plus à l'intérieur des terres, près de la limite communale. Les enfants qui étaient scolarisés ne pouvaient pas être pris en pleine année scolaire dans les établissements à proximité de leurs nouvelles habitations. Cela est dû à la complexité de la situation à rythmer au nombre déjà pléthorique d'élèves dans ces établissements et le manque de moyens des parents pour assurer le transport quotidien de leurs enfants vers les établissements d'origine. Ce qui augmente les cas de déperditions scolaires déjà très nombreuses au niveau de la station de Saint-Louis.

Ce qui se passe dans le quartier de Ngallèle c'est qu'il est plus à l'intérieur des terres, constituant le dernier quartier de la commune de Saint-Louis où les conditions thermiques sont moins tolérantes comparé au quartier de Goxu Mbacc qui est sur la côte et bénéficie ainsi des vents froids et humides de l'Alizé maritime. En d'autres termes il fait plus chaud à Ngallèle qu'à Goxu Mbacc et pour toutes périodes confondues. Ce qui fait que durant les périodes de chaleur, ils ont des difficultés à faire cours surtout à partir de 12h jusqu'au soir. Ajouté au nombre pléthorique d'élèves dans des salles qui sont également inadéquates et mal aérées, sont autant de conditions non propices au bon déroulement des enseignements dans les établissements scolaires. Le réchauffement exacerbe ainsi cette situation. Ce qui impacte sur le rendement ou la performance des élèves mais aussi le travail des enseignants.

Il faut aussi rappeler que durant les périodes de chaleur, la difficulté des conditions dans les salles est telle que les personnels administratifs des différents établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, ont souligné à l'unanimité que les élèves sortent beaucoup pour aller boire en plein cours, leur concentration se voit réduite ainsi que leur capacité de rétention et leur performance, ce qui fait que les résultats ne suivent pas parfois pour certains. Il convient donc de retenir que le réchauffement a des impacts, d'une manière ou d'une autre, directs ou indirects, sur les calendriers académiques des élèves ainsi que le déroulement des enseignements au niveau des établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirring.

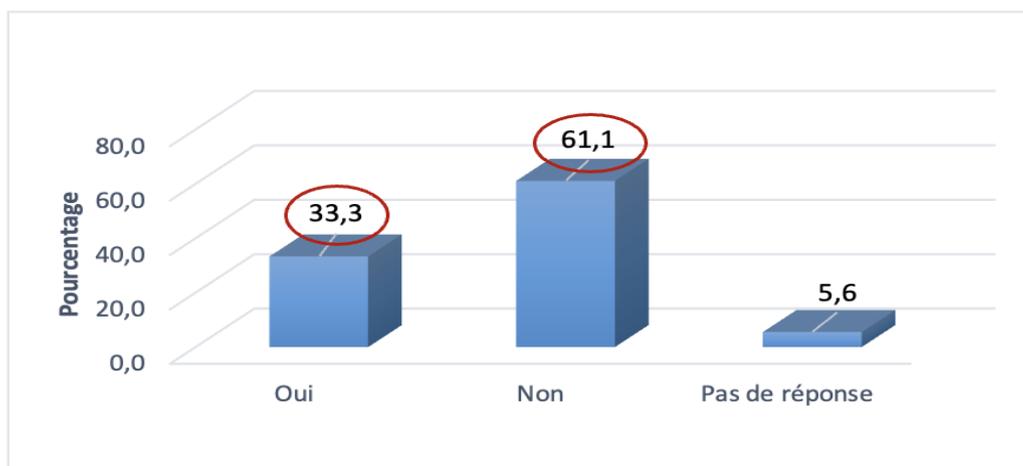


Figure 45 : Perception locale de l'existence d'impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

Les populations interrogées à la Station de Cap Skirring ont une appréciation mitigée sur les impacts liés à la hausse des températures sur les calendriers des établissements scolaires. En effet, parmi les parents d'élèves rencontrés, soit 61,1% pensent que le réchauffement des températures n'a pas d'impacts sur les calendriers scolaires de leurs enfants. 33,3% soutiennent le contraire, c'est-à-dire constatent que la hausse des températures impacte sur les agendas scolaires de leurs enfants. 5,6% des parents d'élèves n'ont pas apporté de réponse à cette question (fig. 45).

Il faut noter globalement que les extrêmes thermiques ou encore les épisodes caniculaires communément appelés vagues de chaleurs influencent négativement le fonctionnement académique des établissements au Cap-Skirring. Ces impacts entraînent une réorganisation du déroulement des enseignements à travers un découpage sur deux périodes : les journées continues et le décalage des horaires du soir.

Toutefois, on observe qu'à la station de Cap Skirring, la plupart des établissements éducatifs de l'ensemble de la commune se trouvent à Diembéring (collèges privé et public), à Boucotte (un CEM) et à Cabrousse (Un lycée et un CEM). Au plan éducatif, la dépendance de Cap-Skirring vis-à-vis des autres localités, alors qu'il abrite plus de la moitié de la population, entraîne des déplacements massifs des élèves vers ces villages où se trouvent les établissements scolaires. Cependant, cette dépendance tend à se rétablir avec la création, depuis quelques décennies maintenant, d'un collège public, de deux écoles primaires et de trois autres privés au Cap Skirring. La création d'établissements préscolaires publics s'avère nécessaire si l'on veut permettre aux enfants des familles démunies d'avoir accès à ces établissements.

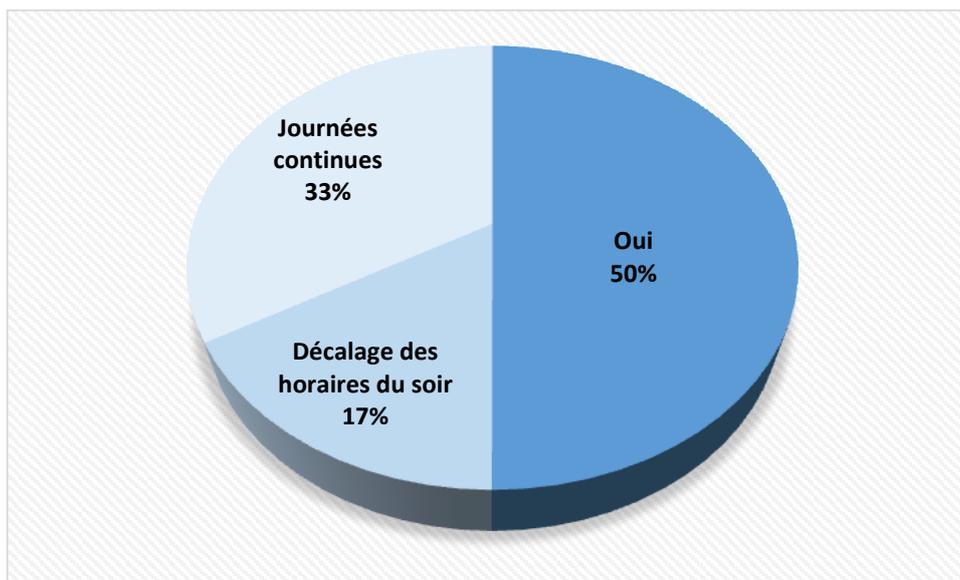


Figure 46 :Nature des impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires perçu à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

La figure 46 montre comment les calendriers scolaires des élèves ont en quelques sortes influencés ou impactés par la hausse des températures à la station de Cap Skirring. Si 50%, des parents soutiennent l'idée selon laquelle la hausse des températures a des impacts sur le déroulement des calendriers scolaires, les 33% le justifient par leurs remarques sur les journées continues et les autres 17% par leurs remarques sur le décalage des horaires du soir. A signaler qu'au niveau de cette station le nombre d'établissements scolaires n'est pas des plus grands. Il y a deux écoles primaires (école Cap 1 et école Cap 2), un seul collège (CEM Cap Skirring) et trois autres privés dont un primaire (école privée Aïssatou Diop), un collège (Privé Annick et Annette) et un lycée (Privé La Rencontre). Cette situation confirme la dépendance du point de vue d'infrastructures éducatives de Cap Skirring dont on avait fait état plus haut, par rapport aux autres localités de la commune ; alors qu'il abrite plus de la moitié de la population de cette dernière. Cela explique aussi les effectifs pléthoriques dans ces établissements qui excèdent les 80 élèves par classe faisant que les enfants s'assoient parfois à 3 par table.



Photo 2 :Images illustrant la vétusté et l'inadéquation des établissements scolaires à la station de Cap Skirring, (A, B, C) CEM Cap Skirring et (D) Ecole Cap Skirring 1. (Cliché : SANE, décembre 2023)

En plus, les salles de classes aussi sont pour la plupart mal aérée. En effet, les salles de classes du CEM Cap Skirring servaient de site de transformation de produits halieutiques abandonné du fait des attaques par les rebelles à cette époque. En 2011, après les travaux de rénovations, ces bâtiments ont été occupés et servent présentement de salles de cours. Avec cette situation, les conditions d'apprentissage sont très difficiles durant les périodes de chaleur. En effet, les conditions durant ces périodes sont telles que les enseignants affirment avoir beaucoup de mal à faire cours encore moins à faire comprendre à certaines heures comme 12h ou 15h. Du fait des conditions thermiques difficiles dans les salles qui sont mal aérées, les journées continues ainsi que le décalage des horaires du soir d'une heure (16h) viennent comme une alternative qui impact d'une manière ou d'une autre sur les horaires de cours ou sur les calendriers scolaires des établissements. Les quantum horaires se voient ainsi réduits.

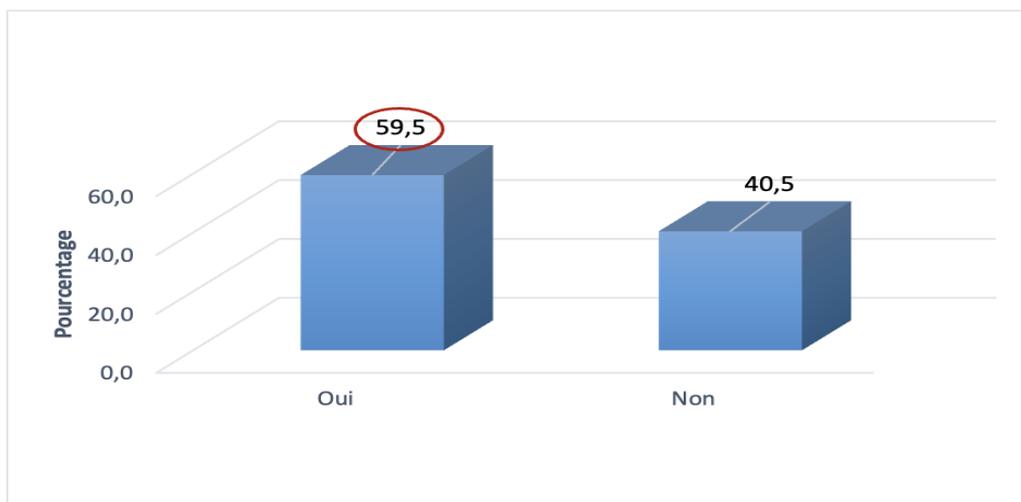


Figure 47 : Perception locale de l'existence d'impacts du refroidissement sur les calendriers scolaires des établissements à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

Au niveau de la station de Saint-Louis, la perception de l'existence d'impacts de la baisse des températures sur les calendriers scolaires des élèves n'est pas la même que celle de la station de Cap Skirring. Contrairement à la situation dans la station de Cap Skirring, ici les impacts sont assez significatifs. 59,5% des parents d'élèves qui ont été interpellés à ce sujet ont confirmé que le refroidissement thermique a des impacts sur les calendriers scolaires des élèves. Les 40,5% qui restent pensent le contraire, c'est-à-dire que la baisse des températures n'a pas d'impacts sur les calendriers académiques des élèves (fig. 47). Nous retenons alors que le refroidissement des conditions thermique présente des impacts non négligeables sur les calendriers scolaires des établissements de la station de Saint-Louis.

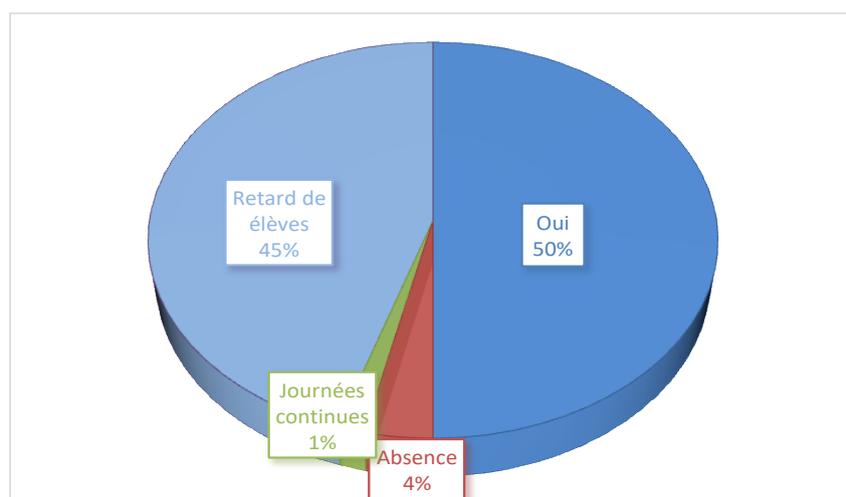


Figure 48 : Nature des impacts du refroidissement sur l'éducation à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

Le refroidissement des températures a donc des impacts non négligeables sur les calendriers académiques des établissements de la station de Saint-Louis. La figure 48 indique alors la nature des impacts du refroidissement sur les calendriers scolaires, perçu par les parents d'élèves dans cette station. Ainsi, en considérant que les parents d'élèves qui ont confirmé l'existence de ces impacts faisaient une portion de 50%, tous les 45%, c'est-à-dire la quasi-totalité de ces derniers le justifient par les retards très fréquents des élèves les matins de ces périodes de fraîcheur. 4% l'explique plutôt par les absences des élèves qu'ils ont jugés fréquents aussi durant ces périodes. Et les 1% restant reviennent sur le justificatif calé aux journées continues. Les explications que les parents d'élèves ont donné pour essayer de justifier les retards durant les périodes de fraîcheur sont les mêmes que celles avancées par les parents d'élèves interpellés au niveau de la station de Cap Skirring. C'est-à-dire que pendant le solstice d'hivers, les nuits sont plus longues que les jours. Il peut donc faire nuit jusqu'à 7h du matin alors que les cours débutent à priori à 8h et avec la flemme également occasionnée lors de ces périodes de fraîcheur, les retards deviennent relativement fréquents. Les parents considèrent que les maladies contractées par leurs enfants sont les causes des absences notés pendant cette période de l'année.

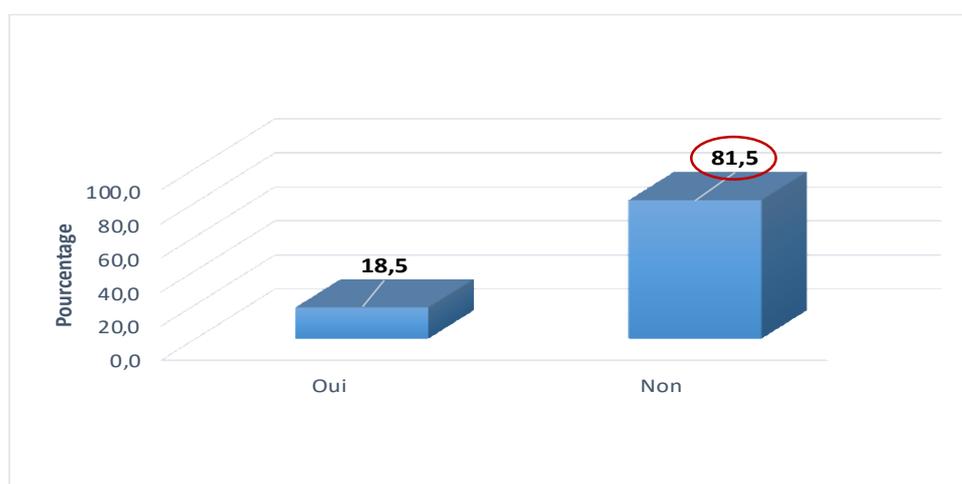


Figure 49 : Perception locale de l'existence d'impacts du refroidissement sur l'éducation à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

Durant les périodes de fraîcheur, les conditions thermiques sont plus favorables. La plupart des parents d'élèves interpellés, soit 81,5% ont donc affirmé que le refroidissement des températures n'a pas d'impacts sur les calendriers scolaires. Néanmoins, 18,5% de ces derniers ont constaté le contraire (fig. 49). C'est-à-dire qu'il existe des impacts du refroidissement des conditions thermiques sur les calendriers académiques des élèves. Il faut alors retenir qu'ici l'objectif était de

montrer l'existence de ces impacts de par la perception des parents d'élèves, quelle que soit leur nature ou leur grandeur.



Figure 50 :Nature des impacts du refroidissement sur l'éducation à la station de Cap Skirring.

(Source : SANE, 2023).

Le refroidissement des températures n'a pas d'impacts notoires sur le calendrier des établissements scolaire à la station de Cap Skirring. Certes, 18,5% (fig.49) des parents pensent que le refroidissement des conditions thermiques a des répercussions sur les calendriers académiques des élèves. La figure 50 montre la nature des impacts du refroidissement sur les calendriers scolaires, perçu par les parents d'élèves. En effet, la totalité des parents d'élèves qui soutiennent que le refroidissement des températures a des impacts sur les calendriers scolaires de leurs enfants le justifient tout simplement par les retards accusés par ces derniers les matins des périodes de fraîcheur. En solstice d'hiver, les nuits sont en général plus longues que les jours. Etant donné que les cours du matin commencent à 8h dans les normes, les retards sont alors fréquents durant ces périodes de fraîcheur avec la flemme également occasionnée lors ces dites périodes.

III.1. Perception locale des impacts sur la santé des élèves

Le monde tropical est en proie à un bouleversement climatique sans précédent. La position géographique du Sénégal en zone sahélienne l'expose directement au changement climatique dont les conséquences sont désastreuses (Sané *et al.*, 2010). La dégradation des conditions de l'environnement écologique, socio-économique et sanitaire liée à l'instabilité climatique fragilise les capacités de production dans le pays en général et au niveau de nos deux stations en particulier.

A cela s'ajoute les vagues de chaleur toujours plus intenses, plus longues et plus fréquentes. Elles affectent la santé des populations les plus fragiles mais aussi favorisent la disparition précoce des points d'eau temporaires par évaporation excessive tout en impactant négativement sur les disponibilités en eau de surface et sur les activités humaines. Ce dérèglement climatique inquiète la communauté scientifique résultant d'une hausse de température peut provoquer l'épuisement, voir une dégradation de l'état de santé, aboutissant à la mort. L'exposition d'un individu à une température environnementale élevée, sans période de fraîcheur nocturne suffisante pour permettre à l'organisme de récupérer, est susceptible d'entraîner des réactions bénignes ou graves, dues à des réponses inadéquates ou insuffisantes des mécanismes de thermorégulation. (Diémé *et al.*, 2020).

Une période d'au moins trois jours consécutifs où les températures moyennes, maximales et minimales dépassent le 95^{ème} percentile, les vagues de chaleur sont de plus en plus fréquentes, chaudes et donc dangereuses pour les populations. Il est établi qu'elles peuvent causer des accidents cardio-vasculaires, une altération de la tension artérielle, des problèmes respiratoires et coups de chaleur chez les personnes vulnérables comme les enfants et les personnes âgées. De plus, les projections climatiques dans cette zone indiquent que ces événements devraient s'accroître en intensité et en fréquence (Diémé *et al.*, 2020). Les vagues de chaleur sont des extrêmes météorologiques qui affectent le plus le bien-être et la santé. Ainsi le stress thermique

La maîtrise du phénomène de changement climatique devient indispensable pour le bien-être social et économique (Sy, 2012). L'Afrique de l'Ouest, une région vulnérable et parmi les plus exposées aux modifications climatiques dans le monde, connaît depuis quelques années des phénomènes extrêmes. Les bouleversements climatiques sont abordés et vécus différemment par les acteurs sociaux : migration climatique, accentuation de la désertification et de l'érosion côtière, dégradation de l'environnement, extrêmes thermiques, ...

Certes les enfants font ainsi partie des personnes les plus exposées et les plus vulnérables par rapport à ces phénomènes extrêmes notamment ceux thermiques en l'occurrence les vagues de chaleur ou de froid qui affectent la santé et le bien-être de ces derniers et de fil en aiguille leur éducation. Ainsi, selon le rapport de l'UNICEF en 2022, plus les enfants sont confrontés à ces phénomènes de chaleur extrême, plus ils courent le risque de développer des problèmes de santé, notamment des affections respiratoires chroniques, de l'asthme et des maladies cardiovasculaires. Les bébés et les jeunes enfants sont les personnes présentant le plus haut risque de mortalité liée à la chaleur. Les épisodes caniculaires peuvent également entraîner des répercussions sur l'environnement dans lequel vivent les enfants et compromettre leur sécurité,

leur nutrition et leur accès à l'eau, ainsi que leur éducation et leurs moyens de subsistance à long terme.

En plus, selon le CSE dans son rapport de 2020, les changements climatiques vont probablement exacerber les risques et les impacts associés aux maladies à transmission hydrique et vectorielle, qui prévalent déjà au Sénégal. Dans tout le pays des températures plus élevées altéreront la qualité de l'eau, augmentant l'incidence des maladies d'origine hydrique telles que le choléra et les maladies diarrhéiques, aussi bien pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies. Dans le sud du pays, le paludisme, première cause de décès des enfants de moins de 5 ans, constituera toujours un risque à mesure que les températures montent et pourrait se propager vers le nord.

Par ailleurs, l'évolution des températures, exacerbée par les changements climatiques a donc des impacts négatives sur la santé des Hommes en général et sur celle des élèves ou encore des enfants en particulier. Les vagues de chaleur observées en Europe en Aout 2003 et qui ont occasionné environ 22 000 à 45 000 morts, constituent un exemple achevé (Gaye *et al.*, 2020).

En effet, le monde étant le théâtre des manifestations des changements climatiques notamment les extrêmes thermiques dont il est question ici, les périodes thermiques se voient bouleversées tant du point de vu durée qu'intensité. En d'autres termes, le monde en général et le Sénégal en particulier est en surchauffe et les périodes de chaleur sont de plus en plus chaudes du point de vu intensité et longues, au fil des années. Les périodes de fraîcheur sont aussi de plus en plus chaudes côté intensité et se raccourcissent dans le temps. Ainsi, durant ces périodes, comme celles de la chaleur, les températures atteignent des valeurs parfois extrêmes, insupportables encore moins dans les salles de classe. Les enfants et les jeunes étant les plus vulnérables, voient leur santé affectée par ces situations. Ce qui diminution leur capacité ou leur performance dans les salles et influençant généralement sur leur éducation.

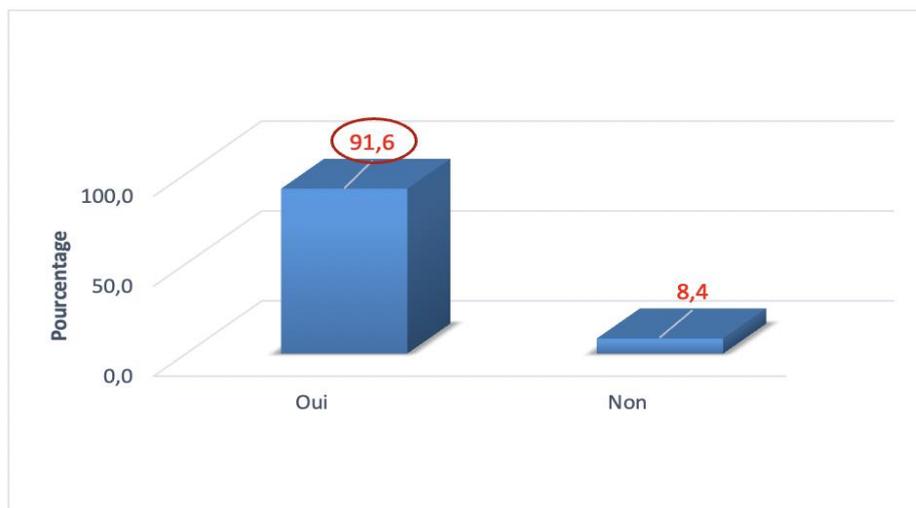


Figure 51 : Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

La perception des parents d'élèves par rapport à l'existence ou non d'impacts de l'évolution des températures sur la santé de leurs élèves à la station de Saint-Louis, est révélée par la figure 51. Ainsi, la quasi-totalité des parents d'élèves qui ont été interpellés par rapport à cette question, soit 91,6%, ont confirmé que l'évolution des températures présente des impacts sur la santé de leurs élèves. 8,4% pensent plutôt que l'évolution des températures n'a pas d'incidences ou d'impacts sur la santé des élèves. Il faut retenir par rapport à la perception des parents d'élèves interrogés dans les stations de Saint-Louis et Cap-Skirring que l'évolution des températures a des conséquences directes sur la santé des élèves.

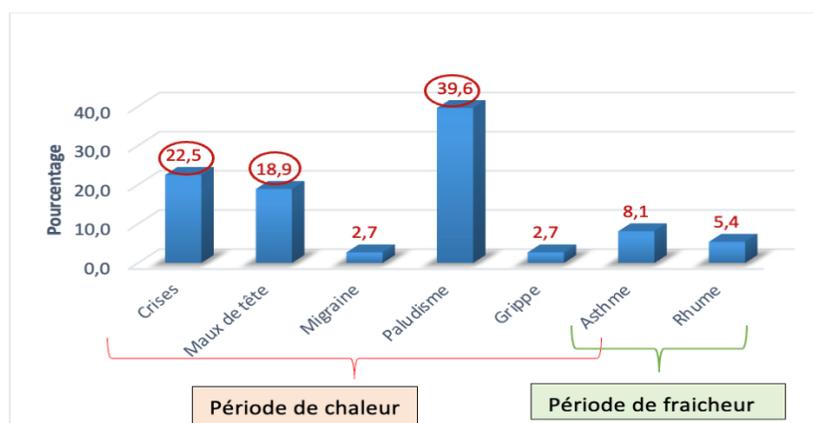


Figure 52 : Manifestations des impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

Pour ce qui est de la station de Saint-Louis, c'est le paludisme qui constitue la plainte la plus fréquente pour toutes périodes confondues. En effet, près de 39,6% des parents qui ont été interrogés ont affirmé que les élèves sont le plus souvent atteints de paludisme surtout durant

les périodes de chaleur (fig. 52). C'est d'autant plus normal que cette maladie soit plus fréquente durant les périodes de chaleur, qui sont une des conditions favorables au développement de l'anophèle femelle responsable de cette pathologie.

Ensuite, il y a les crises qui sont également très fréquents durant ces périodes de chaleur. Comme nous l'avons dit, c'est le fait que les élèves tombent en syncope en période de chaleur, perturbant ainsi le déroulement des enseignements et dans une moindre mesure cela peut amputer sur le quantum horaire lorsque les cours viennent parfois à en être arrêtés. Certes une connotation mythique a été attribuée à ces crises durant les périodes de chaleur en faisant référence à des « djinn », créatures surnaturelles. Scientifiquement, elles sont dues à plusieurs facteurs dont les effets combinés de la chaleur, de la fatigue et parfois de la faim, qui nous intéressent dans le cadre de nos recherches.

Les maux de tête font également parties des plaintes sanitaires des élèves durant les périodes de chaleur avec 18,9% des réponses en termes de fréquence. Durant les périodes de fraîcheur, c'est plutôt l'asthme qui est la plainte la plus fréquente avec 8,1% des parents qui l'on affirmé. Le rhume vient ensuite avec une fréquence de 5,4% des réponses (fig. 52).

Il faut donc retenir globalement que durant les périodes de chaleur, les plaintes les plus fréquentes des élèves notées par leurs parents sont respectivement en termes de fréquence : le paludisme, les crises, les maux de tête, l'asthme, la migraine et la grippe. Alors que durant les périodes de fraîcheur c'est seulement l'asthme et le rhume qui sont les plus fréquents chez les élèves d'après leurs parents.

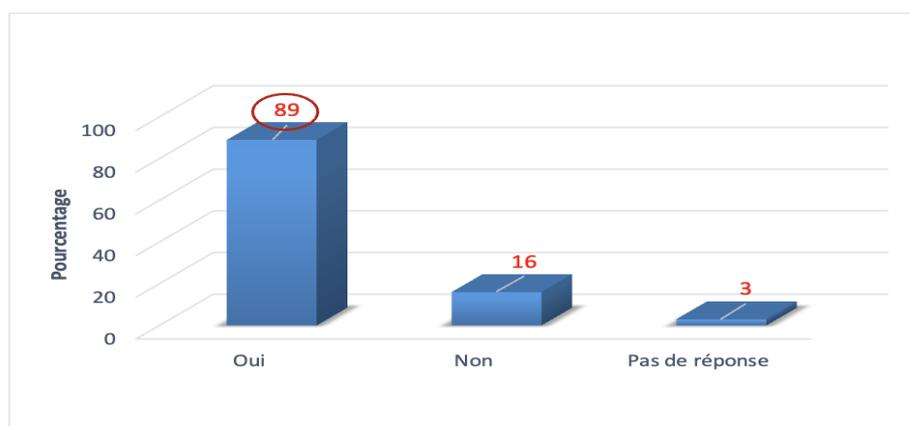


Figure 53 : Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

La figure 53 montre aussi la perception des parents d'élèves par rapport à l'existence ou non d'impacts de l'évolution des températures sur la santé de leurs élèves à la station de Cap

Skirring. Il faut donc savoir qu'il s'agit dans ce cas d'impacts négatifs. Ainsi, la plupart des parents d'élèves, soit 89%, pensent que l'évolution des températures a des impacts sur la santé des élèves alors que 16% pensent le contraire, c'est-à-dire que l'évolution des températures n'a pas d'impacts notoires sur la santé des élèves. Les 3% qui restent n'ont pas apporté de réponse par rapport à cette interpellation.

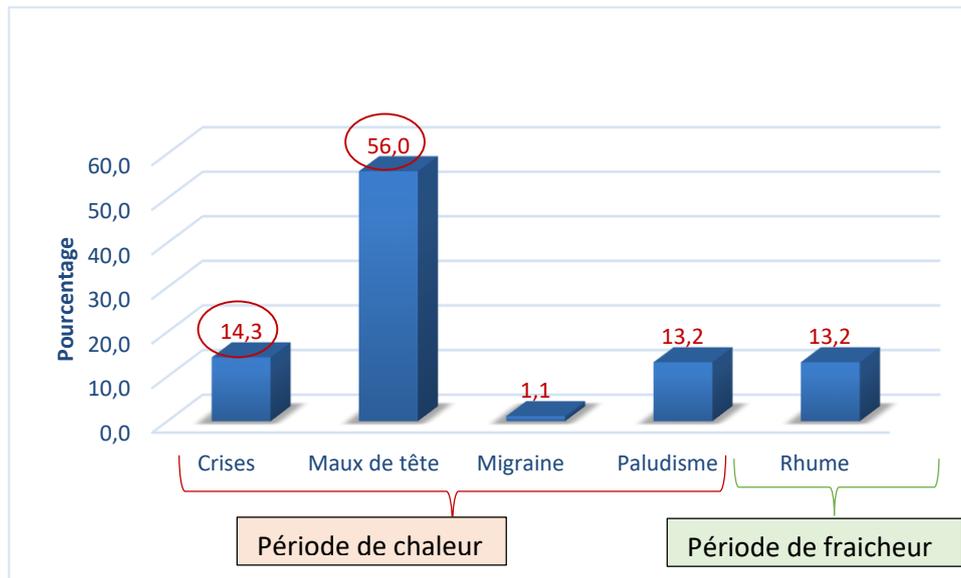


Figure 54 :Manifestations les plus récurrentes des impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

La nature de l'impact de l'évolution des températures sur la santé des élèves ainsi que les manifestations ou les pathologies dont les élèves se plaignaient, a été recherchée. Ainsi, il faut noter qu'ici la nature de l'impact fait référence aux pathologies induites par l'évolution des températures à travers les extrêmes thermiques. Ainsi, la figure 54 montre clairement la perception des parents d'élèves par rapport aux plaintes les plus fréquentes de leurs enfants du point de vu santé selon les périodes thermiques.

A la station de Cap Skirring, les résultats révèlent que pour toutes périodes confondues, les maux de tête constituent la plainte la plus fréquente. En d'autres termes, plus de la moitié des parents qui ont été interpellés, soit 56% affirment que les élèves se plaignent le plus souvent de maux de tête en temps de chaleur.

Puis, nous avons les crises qui sont assez fréquent avec 14,3% (fig. 54). Il faut comprendre que ces crises font référence au fait que certains élèves tombent en syncope surtout durant les périodes de chaleur et mieux encore, pour la plupart c'est des filles. La quasi-totalité des personnels administratifs des différents établissements scolaires de la station affirment que ces

crises sont très fréquentes durant les périodes de chaleur surtout dans les collèges et les lycées. Elles perturbent le déroulement des enseignements au point d'arrêter les cours parfois, ce qui ampute sur le quantum horaire annuel. Par exemple, au niveau du lycée privé « La Rencontre », les responsables administratifs ont affirmé que ces cas de crises durant les périodes de chaleur sont tels que les sapeurs-pompiers sont fréquemment interpellés pour évacuer les dits malades.

Le paludisme est également une pathologie dont les élèves se plaignent durant les périodes de chaleur avec une fréquence de 13,2% selon les résultats. Ce qui est normal que ce soit durant ces périodes de chaleur sachant qu'elles arrangent cette pathologie comme nous le savons.

Durant les périodes de fraîcheur c'est essentiellement le rhume qui est la pathologie dont les élèves se plaignent le plus selon la perception de leurs parents. Ce qui fait que pour toutes périodes confondues, le rhume est fréquent à hauteur de 13,2%, tout comme le paludisme (fig. 54).

Par ailleurs, il faut retenir que l'évolution des températures, à travers les différentes périodes thermiques marquées par des extrêmes, a des impacts négatifs sur la santé des élèves avec les différentes pathologies induites.

III.2. Perception locale des impacts sur les résultats académiques des élèves

La perception des parents sur la présence physique ou non des élèves à l'école lorsqu'ils se plaignent des pathologies dont on avait fait état précédemment pour la station de Saint-Louis, est matérialisée dans la figure qui suit (fig. 55). Ainsi la quasi-totalité des parents, soit 98%, ont confirmé que le fait que leurs élèves soient atteints par l'une de ces pathologies, a des impacts sur la présence physique de ces derniers à l'école.

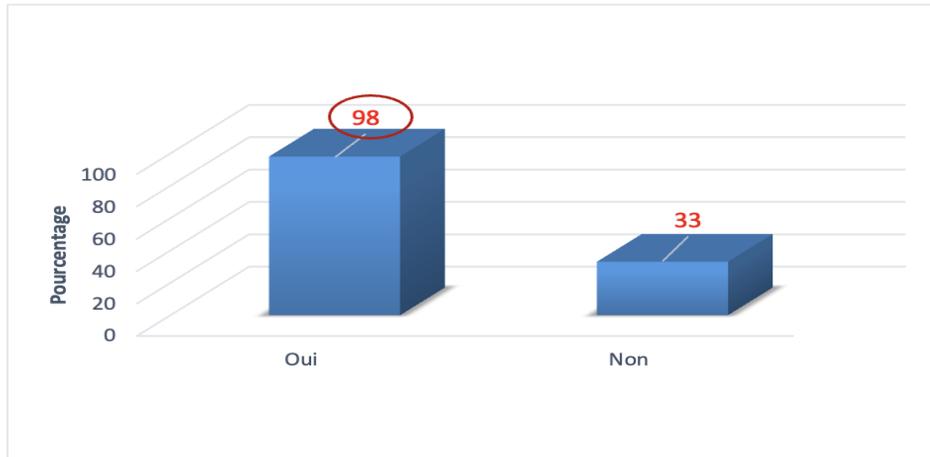


Figure 55 :Existence d’impacts des manifestations les plus récurrentes de l’évolution des températures sur la présence physique des élèves à l’école au niveau de la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

En d’autres termes ces maladies empêchent leurs élèves d’aller à l’école pour la plupart du temps lorsqu’ils en sont atteints. Il y a néanmoins 33% (fig.55) des parents qui pensent que le fait que leurs élèves soient atteints par l’une de ces pathologies n’a pas d’impact sur leur présence physique à l’école. C’est-à-dire que cela ne les empêche pas d’aller étudier. Cependant, les personnels des différents établissements scolaires de la station de Saint-Louis ont aussi affirmé tout comme ceux de Cap-Skiring que les élèves qui se présentent en salle en étant malade peinent à suivre les enseignements et leurs performances sont aussi réduites. Ce qui est normal vu leur état qui n’est pas des meilleurs.



Figure 56 :Nature des impacts des pathologies induites par l’évolution des températures sur les résultats des élèves à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

Pour la station de Saint-Louis également, la figure 56 donne une idée de la perception des impacts que peuvent avoir ces maladies sur les résultats scolaires des élèves. Ainsi, plus de la moitié des parents d’élèves, soit 60,3%, ont affirmé que le fait que leurs élèves soient atteints

d'une de ces pathologies, a des impacts négatifs sur les résultats de ces derniers qui se matérialisent par une baisse. Ce qui est assez normal d'autant plus que si les élèves se plaignent d'une de ces pathologies, ils peinent à suivre les enseignements avec la diminution de leurs performances, cela peut conduire à une baisse de leurs résultats académiques. Et les absences lors de ces périodes rendent encore plus difficile cette situation puisque qu'il n'y a pas de cours de rattrapages organisés pour ces cas spécifiques et s'ils n'ont pas les moyens de se doter de cours de renforcements, la situation est d'autant plus difficile encore.

Il faut dans ce cas retenir que le fait que les élèves soient malades, a des impacts négatifs sur leur présence physique dans les salles avec une diminution de leurs performances qui conduit de fil en aiguille à une baisse de leurs résultats académiques aussi bien au niveau de la station de Saint-Louis que dans celle de Cap-Skirting.

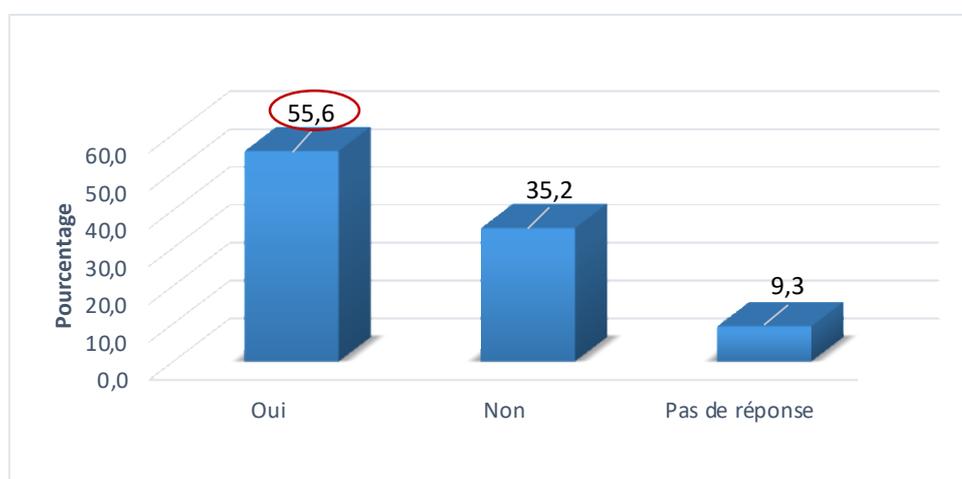


Figure 57 :Existence d'impacts des manifestations les plus récurrentes de l'évolution des températures sur la présence physique des élèves à l'école au niveau de la station de Cap Skirting (Source : SANE, 2023)

La figure 57 montre la perception des parents à la station de Cap Skirting, sur la présence physique ou non des élèves à l'école lorsqu'ils se plaignent des pathologies dont on avait fait état plus haut. Ainsi, plus de la moitié des parents, soit 55,6%, ont affirmé que les maladies impactaient sur la présence physique de leurs enfants à l'école. Ces derniers ont avancé que lorsque leurs élèves se plaignent d'une des manifestations les plus récurrentes sur leur santé selon les périodes, ils ne vont pas en cours pour la plupart du temps. Certes, pour au moins 35,2% des parents, le fait que leurs élèves soient atteints d'une de ces pathologies, n'a pas d'impact sur leur présence physique à l'école, c'est-à-dire que cela ne les empêche pas d'aller en classe (fig.57). Cependant, la plupart du personnel administratif des différents établissements

scolaires de la station notamment les enseignants, ont affirmé que même s'ils y vont, ils peinent à suivre et leurs performances en classe se voient ainsi réduites.

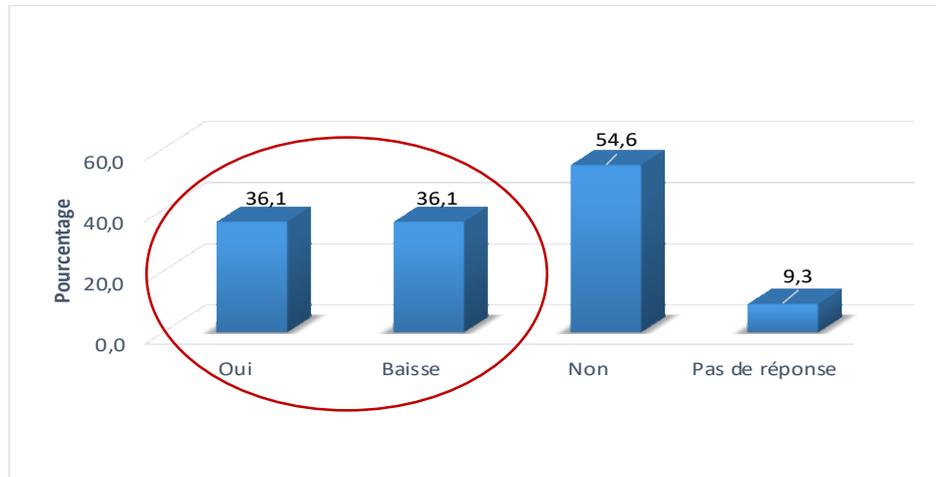


Figure 58 : Nature des impacts des pathologies induites par l'évolution des températures sur les résultats des élèves à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

L'état de la perception des parents d'élèves sur les impacts que peuvent avoir ces maladies sur les résultats académiques de leurs élèves, est donné par la figure 58. De ce fait, plus de la moitié de ces parents, soit 54,6%, qui ont été interpellés ont avancé que le fait que leurs élèves soient malades n'a pas d'impacts négatifs sur leurs résultats académiques. Certes, 36,1% ont affirmé le contraire, c'est-à-dire que le fait que leurs élèves se plaignent de maladie impacts négativement sur leurs résultats académiques à travers une baisse de ces derniers. Ce qui est tout à fait normal d'autant plus que lorsque ces derniers se plaignent d'une des pathologies les plus fréquentes dont on avait fait état. Ainsi, les performances en classe des élèves se voient réduites vu qu'ils peinent à suivre dans un état pareil. De plus, s'ils s'absentent, leurs quantums horaires se voient réduits au même titre que les cours qu'ils doivent assimiler.

III.3. Perception locale des impacts sur les dépenses au niveau des ménages

L'évolution des températures au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring présente également des impacts sur les dépenses dans les ménages. Par impacts sur les dépenses, nous faisons ici référence à l'augmentation ou non des achats de quelque nature que ce soit ou des dépenses qui sont impactée ou influencés directement ou indirectement par les conditions thermiques.

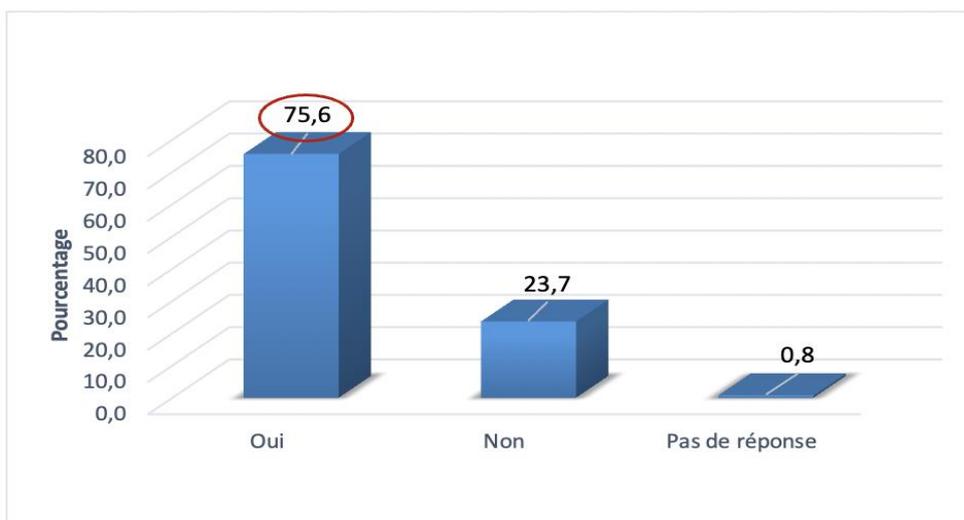


Figure 59 : Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Saint-Louis. (Source : SANE, 2023)

La figure 59 indique également le degré de perception des parents d'élèves par rapport à l'existence ou non d'impacts des conditions thermiques sur leurs dépenses. Ainsi, la plupart de ces parents, soit 75,6%, pensent que les conditions thermiques ont une influence ou impact sur leurs dépenses. Même si les 23,7% (fig.59) considèrent que l'évolution des températures n'a pas d'impact sur leurs dépenses et que les 0,8% n'ont pas pu apporter de réponse concernant cette interrogation. Le tableau 11 présente la perception des parents par rapport à la nature de ces dits impacts sur les dépenses ménagères au niveau de la station de Saint-Louis.

Tableau 11 : Perception locale de la nature des impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Saint-Louis.

Nature des impacts	Pourcentages
Achat de médicaments	5,3
Achats de rafraîchissements, habilles	15,3
Dépense pour eau, électricité, gaz	54,2
Pas de réponse	19,1
Transport	6,1
Total	100

Source : Enquête terrain, SANE, 2023

Dans ce tableau dynamique, est représentée la nature des impacts des fluctuations thermiques sur les dépenses ménagères à la station de Saint-Louis (tab. 11). Il faut d'abord savoir que la plupart des parents qui ont été interpellés à ce sujet ont affirmé qu'ils dépensent plus durant les périodes de chaleur que celles de la fraîcheur. Ainsi, cette augmentation des dépenses durant les périodes de chaleur, est due surtout aux paiements pour l'énergie, notamment l'eau, l'électricité et le gaz.

En effet, durant les périodes de chaleur la consommation en eau augmente du fait de son utilisation pour l'hydratation, mais aussi pour les douches avec la situation inconfortable occasionnée par la chaleur. Le payement d'électricité également augment avec l'utilisation des ventilateurs ou les climatiseurs pour atténuer la chaleur au niveau des ménages. Le gaz par contre il plus utilisé durant les périodes de froid pour le chauffage de l'eau, notamment pour la douche matinale des élèves.

D'autres dépenses comme le transport augmentent dans la mesure où durant les périodes de chaleur, il est difficile pour les élèves qui habitent loin de marcher pour aller à l'école surtout les soirs, ce qui est également une des raisons des absences répétées pendant ces périodes. Les médicaments sont aussi des dépenses supplémentaires durant les périodes de chaleur, périodes pendant lesquelles la santé des élèves est plus affectée.

L'achat de rafraîchissements et d'habilles en fonction de la température ambiante constituent aussi des dépenses impactées par les fluctuations thermiques. Effectivement, dans le simple but de s'adapter et d'atténuer la chaleur, l'achat de rafraîchissements, notamment pour les élèves est une dépense supplémentaire pour les parents. De même que l'achat d'habilles selon la température ambiante qui est du moins tout à fait normal.

Il faut donc retenir qu'au niveau de la station de Cap Skirring l'évolution des températures impact sur les dépenses ménagères surtout durant les périodes de chaleur, à travers les dépenses pour l'eau, l'électricité et le gaz qui reviennent souvent avec une fréquence de 54,2%. Il y a également l'achat de rafraîchissements et d'habilles qui revient assez souvent avec une fréquence de 15,3% (tab. 11).

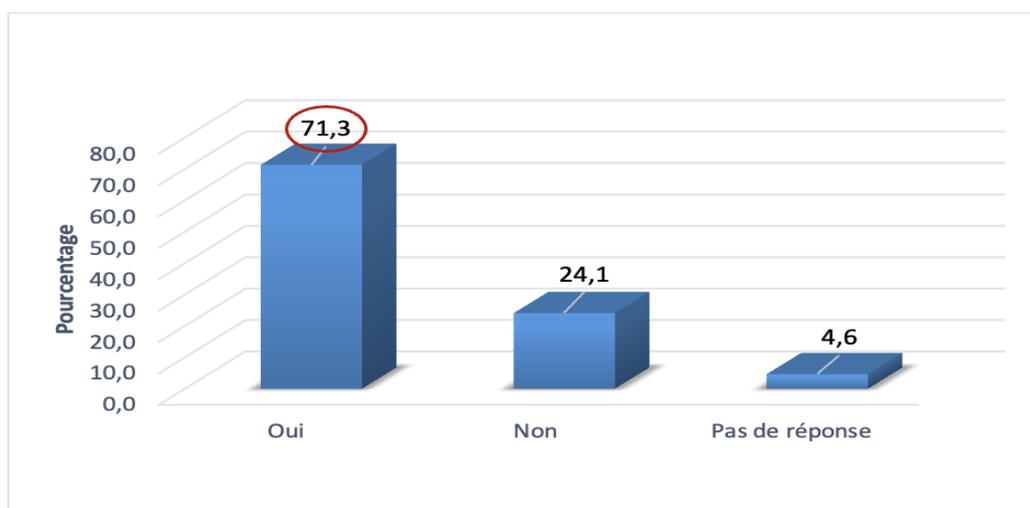


Figure 60 : Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

Ce graphique (fig.60) donne le degré de perception des parents d'élèves par rapport à l'existence ou non d'impacts des conditions thermiques sur leurs dépenses, au niveau de la station de Cap Skirring. Ce qui fait que le plus grand nombre des parents qui ont été interpellés en ce qui concerne cette question, soit 71,3%, ont confirmé que l'évolution des températures a des impacts sur leurs dépenses. Cependant, 24,1% de ces derniers pensent que les conditions thermiques n'ont aucun impact sur leurs dépenses et les 4,6% qui restent n'ont pas donné de réponse à cette interrogation.

Tableau 12 : Perception locale de la nature des impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Cap Skirring.

Nature des impacts	Pourcentages
Achat de médicaments	5,56
Achats de rafraîchissements, habilles	2,41
Dépense pour eau, électricité, gaz	27,78
Transport et argent de poche	2,78
Pas de réponse	31,48
Total	100

(Source : Enquête terrain, SANE, 2023)

Au niveau de la station de Cap Skirring également, le tableau dynamique indique la même nature des impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères (tab. 12). En effet, les parents qui ont été interrogés dans cette station ont également confirmé que leurs dépenses ménagères sont plus nombreuses durant les périodes de chaleur. Ainsi, les dépenses en eau et en électricité sont plus accentuées pendant la chaleur et le gaz pendant la fraîcheur

comme nous l'avions dit à la station de Saint-Louis. Autre chose, c'est aussi l'achat des rafraîchissements pour l'hydratation durant la chaleur qui augmente les dépenses ainsi que l'achat des habilles en fonction de la température ambiante qui est aussi normal pour s'adapter. Le transport, l'argent de poche pour les élèves ainsi que l'achat de médicaments sont aussi des dépenses qui durant les périodes de chaleur surtout, connaissent une augmentation, créant ainsi ce qu'on appelle des dépenses additionnelles. Dans cette section, il faut retenir que l'évolution des températures présente des impacts sur les dépenses ménagères qui connaissent des fluctuations en fonction de la période thermique considérée.

Les stations de Saint-Louis et Cap Skirring ont fait face, comme dans le reste du pays, à une augmentation des températures, notamment lors de la normale (1991-2020). Cette dernière a des impacts dans le secteur de l'éducation, notamment pour ce qui a trait au confort thermique dans les salles qui n'est pas des meilleurs et qui affecte la santé ainsi les résultats académiques des élèves sans oublier les dépenses ménagères de leurs parents.

CHAPITRE 4 : Stratégies d'adaptation et d'atténuation mis en place pour pallier aux impacts de l'évolution des températures sur l'éducation dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring.

Dans ce dernier chapitre, nous avons abordé les stratégies d'adaptation et d'atténuation mises en place au niveau des établissements scolaires et des ménages dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring. Ces dernières permettraient de pallier aux impacts de l'évolution des températures sur l'Education de manière générale.

I. Stratégies d'adaptation et d'atténuation mises en place pour pallier aux impacts

La compréhension des variations thermiques ainsi que leurs tendances et dynamiques est un atout sans commune mesure pour comprendre le phénomène d'ordre mondial qu'est le changement climatique et aider à la prise de décisions quant au développement de stratégies d'adaptation (Gaye et al, 2019). D'où la nécessité de connaître les manifestations et potentiels impacts des changements climatiques. Le Sénégal est confronté à d'énormes défis en matière de mise en œuvre de solutions d'adaptation aux changements climatiques. Or, pour réduire ces effets, deux types de stratégies existent : l'adaptation et l'atténuation qui sont complémentaires dans la lutte contre ce réchauffement climatique.

I.1. Les stratégies mis en œuvre dans les ménages

La figure 61 donne ainsi un aperçu de la perception des parents d'élèves sur leur degré d'achat de rafraîchissement comme moyen d'adaptation aux variations thermiques, pour leurs élèves au niveau de la station de Saint-Louis. Cette situation est quasiment similaire à celle de la station de Cap Skirring.

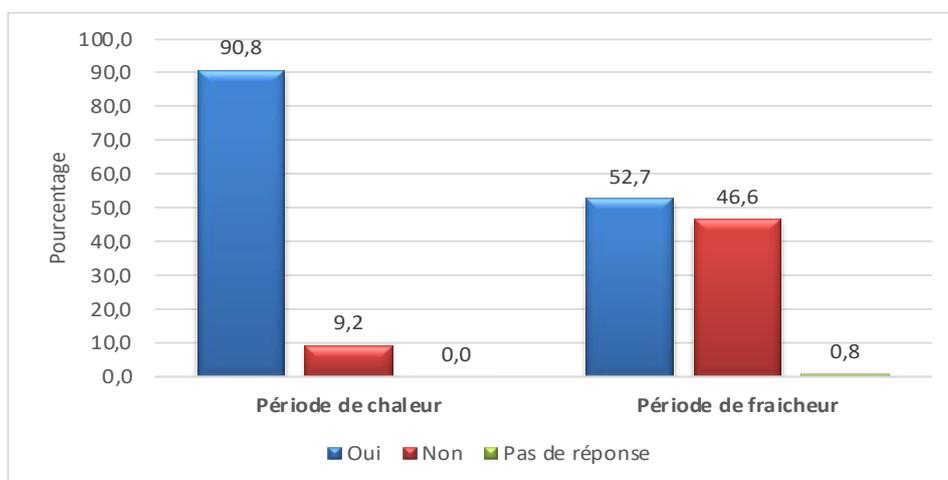


Figure 61 : Perception des parents sur l'achat des rafraîchissements pour leurs élèves à la station de Saint-Louis (Source : SANE, 2023)

En effet, 90,8%, (fig. 61) des parents qui ont été interpellés ont confirmé qu'ils achetaient des rafraîchissements à leurs élèves durant les périodes de chaleur afin que ces derniers s'hydratent. Néanmoins, il y a au moins 9,2% des parents d'élèves qui disent ne pas acheter de rafraîchissements à leurs élèves, utilisées comme moyens d'adaptation durant les périodes de chaleur. Par contre durant les périodes de fraîcheur il y a aussi une nuance. C'est-à-dire que les parents d'élèves qui ont confirmé le fait qu'ils achètent des rafraîchissements pour leurs élèves

durant ces périodes de fraîcheur (52,7%) sont quasiment égaux à ceux qui ont données un avis contraire (46,6), (fig. 61). Il convient de signaler aussi que les parents qui disent ne pas acheter de rafraichissements pour leurs élèves durant les périodes de chaleur le justifient par le manque de moyens pour la plupart. Pour ce qui est des périodes de fraîcheur, ils le justifient non seulement par le manque de moyens mais également par le fait que ce n'est pas adapté à la température ambiante et à la santé.

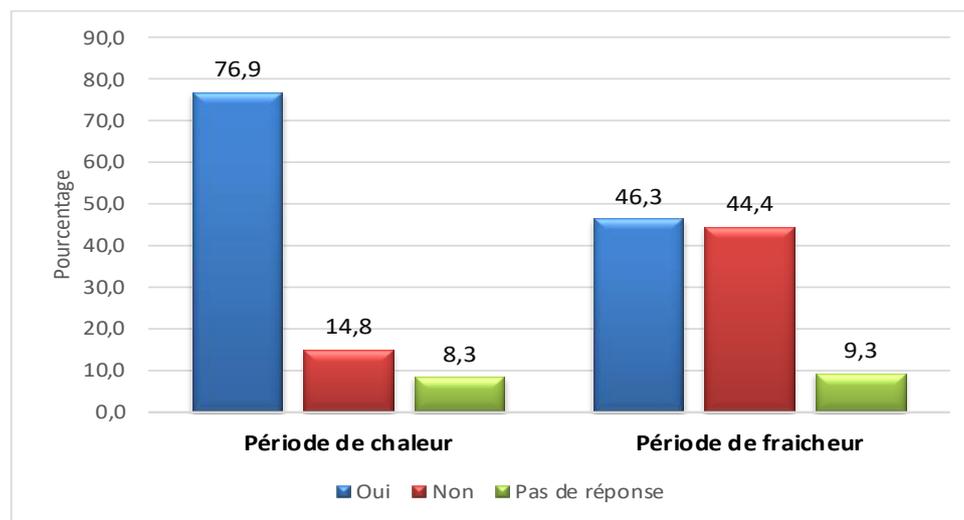


Figure 62 : Perception de l'achat des rafraichissements par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Cap Skirring. (Source : SANE, 2023)

Un aperçu de la perception des parents d'élèves sur leur degré d'achat de rafraichissements comme moyen d'adaptation aux variations thermiques est donné par la figure 62. Ainsi, selon les périodes indiquées, l'achat de rafraichissements par les parents d'élèves comme moyens d'adaptation diffère. Ainsi, durant les périodes de chaleur, 76,9%, des parents d'élèves qui ont été interpellés sur cette question ont affirmé qu'ils achètent des rafraichissements pour ces derniers durant ces périodes. Même si 14,8% ont répondu par la négative et que les 8,3% restant n'ont pas apporté de réponse. Par contre, durant les périodes de fraîcheur, on remarque qu'il y a une nuance quasi homogène. C'est-à-dire que les parents d'élèves qui ont confirmé acheter des rafraichissements durant les périodes de fraîcheur pour ces derniers (46,3%) sont quasiment égaux en termes de fréquence que ceux qui ont décliné cet affirmation (44,4%) même si les 9,3% n'ont pas su apporter de réponse à cette interpellation (fig. 62).

Cependant, il faut aussi noter que durant les périodes de chaleur, les parents d'élèves qui ont affirmé ne pas acheter de rafraichissements pour leurs élèves le justifient par un manque de moyens pour la plupart. Mais aussi par le fait que ce n'est pas adéquat pour la santé de ces

derniers. Et pour ceux (44,4%) qui ont donné la même affirmation pour les périodes de fraîcheur, la quasi-totalité le justifie par le simple fait que ce n'est pas adéquat pour la santé de leurs élèves. Effectivement, on peut percevoir d'une vue générale que les parents achètent des rafraichissements pour leurs élèves surtout durant les périodes de chaleur.

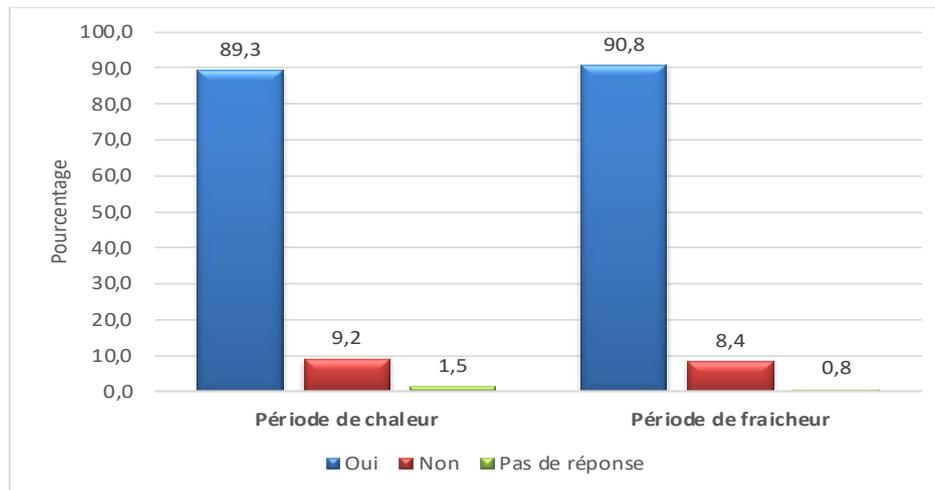


Figure 63 : Perception de l'achat de tenues adaptées par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Saint-Louis (Source : SANE, 2023)

La figure 63 indique la perception de l'achat des tenues des parents d'élèves en temps de fraîcheur. On peut donc observer que pour toutes les périodes confondues, que ce soit les périodes de chaleur ou celles de la fraîcheur, l'achat des tenues adaptées aux conditions thermiques ambiante est presque la même en termes de fréquence par rapport à la perception des parents d'élèves sur cette question. Ainsi, en période de chaleur, 89,3% des parents ont confirmé le fait qu'ils achètent des tenues adaptées aux conditions thermiques à leurs enfants (fig. 63). Toutefois, 9,2% des parents d'élèves ont affirmé ne pas acheter de tenues adaptées à leurs élèves et 1,5% n'ont pas su répondre à cette question.

Certes, en période de fraîcheur, la presque totalité de parents d'élèves, soit 90,8% (fig. 63), ont confirmé qu'ils achètent des tenues adaptées à leurs enfants. Par contre, 8,4% des parents d'élèves ont avancé qu'ils n'achetaient pas de tenues adaptées à leurs enfants et les 0,8% qui restent n'ont pas donné de réponse (fig. 63). Par ailleurs, il faut savoir que les parents qui ont affirmé qu'ils n'achetaient pas à leurs élèves des tenues adaptées aux conditions thermiques, le justifient tous par le manque de moyens.

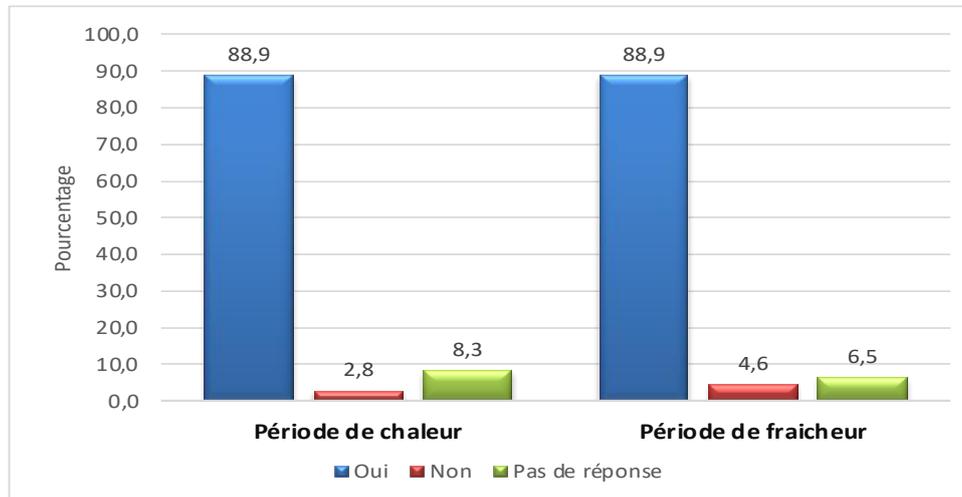


Figure 64 : Perception de l'achat de tenues adaptées par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Cap Skirring (Source : SANE, 2023)

Dans ce graphique (fig. 64), c'est l'achat des tenues adaptées en périodes de chaleur ou en périodes de fraîcheur au niveau de la station de Cap Skirring par les parents d'élèves, comme moyens d'adaptation qui est représenté. On peut alors voir que pour toutes périodes confondues, 88, 9% des parents d'élèves ont affirmés acheter des tenues adaptées pour leurs élèves. Cependant, les réponses par la négative (non) sont un peu plus élevées en termes de fréquences pour les périodes de fraîcheur (4,6%) que pour celles de la chaleur (2,8%), même si globalement ces portions sont assez faibles. 8,3% des parents d'élèves n'ont pas su apporter de réponses (fig. 64). Mais la portion des parents d'élèves qui n'ont pas pu apporter de réponse par rapport à cette interrogation est plus élevée pour les périodes de chaleur (8,3%) que pour les périodes de fraîcheur (6,5%).

Certes il convient de noter comme à la station de Saint-Louis que pour toutes les périodes confondues, les parents d'élèves qui affirment ne pas acheter de tenues adaptées à ces derniers le justifient par le manque de moyens.

I.2. Les stratégies mis en place dans les établissements scolaires

En dehors des stratégies locales, pour l'ensemble des populations des deux stations de Saint-Louis et Cap Skirring, les types de stratégies d'adaptation ou d'atténuation au sein des établissements scolaires est quasiment la même. Pour une meilleure réponse des impacts du réchauffement thermique, des stratégies d'adaptation et d'atténuation ont été adoptées dans quelques établissements des stations d'étude.

Tableau 13 : Perception locale des types de stratégies d'adaptation et d'atténuation du réchauffement dans les établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirring

Stratégies	Stations
Faire les cours le matin et le soir les exercices	Les 2 stations confondues
Faire le maximum d'acquisition (de rétention) le matin	
Sensibilisation et conscientisation à travers des ponctions dans les cours (HG, SVT, EC, ...)	
Reboisement	
Construction de banc, de hangar pour l'ombrage	
Organisation de journées de nettoyage	
Demander aux élèves de venir avec des bouteilles d'eau	
Interdiction des jeux de course durant les périodes de chaleur	
Organisation de journées de sensibilisation sur les CC en partenariat avec des ONG (BP, Le Partenariat, Plan, ...), ou les clubs environnement	
Activités extra-muros	Saint-Louis
Aménagement d'espaces verts dans le cadre du PSE vert (projet écoles vertes)	
Mettre des seaux d'eau dans les classes	
Cantines scolaires	Cap Skirring
Partenariat avec des privés pour installer des mini forages	

(Source : Enquêtes de terrain, février 2023)

Ces stratégies consistent à dérouler les cours le matin et les exercices le soir en temps de forte chaleur. Ce qui rejoint la seconde stratégie de notre liste qui consiste à faire donc le maximum d'acquisition le matin où les températures sont moins élevées. Dans la mesure où lorsqu'il fait chaud, la concentration ainsi que la performance des élèves se voient réduites en même temps que leur capacité d'acquisition, d'où la relative pertinence de cette méthode d'adaptation.

La sensibilisation et conscientisation à travers des ponctions dans les cours (HG, SVT, EC, ...) sont également des moyens qui vont dans le sens d'une atténuation ou d'une adaptation au réchauffement même si c'est indirect. En effet, les enseignants à travers certains cours, font des ponctions, c'est-à-dire reviennent sur des aspects environnementaux notamment les actions humaines qui dégradent cet environnement, dans le but de sensibiliser ou conscientiser les jeunes par rapport au réchauffement climatique et ses implications. D'autant plus que les jeunes

sont l'avenir de la nation et ce sont aussi des relais communautaires qui peuvent changer les mentalités de leur entourage, d'où ils doivent être les acteurs phares dans ce processus de sensibilisation et de conscientisation.

Autre moyen, c'est le reboisement, méthode classique efficace d'atténuation du réchauffement qui est fait dans la plupart des établissements scolaires des deux stations. Cependant, pour certains, c'est le suivi qui pose problème.



Photo 3 :Images illustrant l'état du reboisement dans les établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, A(lycée Ngallèle de Saint-Louis), B (CEM Samba Ndiémé Sow de Saint-Louis), C (Ecole Cap Skirring 1) et D (CEM Cap Skirring). (Cliché : SANE, décembre 2022, Janvier 2023)

Les bancs publics et les hangars pour l'ombrage sont aussi listés dans les méthodes d'adaptation et d'atténuation du réchauffement dans les établissements scolaires. Par exemple, au niveau du lycée de Ngallèle, un hangar pour l'ombrage des élèves est en construction, d'autant plus que ce dernier est dans une zone sahéenne, rendant les conditions d'étude plus difficile durant les périodes de chaleur, même si des efforts de reboisement sont en train d'être faits.



Photo 4 :Image illustrant la construction d'un hangar pour l'ombrage des élèves au lycée Ngallèle de Saint-Louis. *(Cliché : SANE, Janvier 2023).*

L'organisation des journées de nettoyage permet d'améliorer les conditions de travail en réduisant les sources de pollution qui accentuent le réchauffement. Ainsi que de sensibiliser et conscientiser encore les jeunes sur les implications du réchauffement.

Demander aux élèves de venir avec des bouteilles d'eau, surtout durant les périodes de chaleur, pour leur permettre de s'hydrater et éviter les sorties fréquentes pendant les cours qui diminuent leur concentration et leur performance. En temps de de chaleur, on interdit aux élèves les jeux de course, notamment dans les écoles primaires. Puisque les enfants sont les plus vulnérables aux impacts du réchauffement, les jeux de course pendant les pauses les fatigues, les déshydrate et leur concentration dans les salles est réduite au même niveau que leur performance après ces pauses, d'où cette restriction.

De plus, hormis la méthode de sensibilisation et de conscientisation à travers les ponctions dans les cours, un autre moyen c'est de le faire en partenariat avec des ONG. Par exemple, le BP qui est dans l'exploitation du pétrole au niveau de la plateforme de Saint-Louis, a œuvré dans pas mal d'action de protection environnementale dans la zone. Cela à travers des projets dont celui qui va dans le sens de la sensibilisation et de la conscientisation des jeunes à travers

l'organisation de journées sur les changements climatiques et leurs impacts au niveau des établissements scolaires.

Par ailleurs, dans la station de Saint-Louis, des activités extra-muros sont souvent faites durant les périodes de chaleur, notamment dans les écoles primaires. En effet, à certaines périodes de l'année la chaleur étant insupportable dans les classes, les enseignants font sortir les élèves sous l'ombre des arbres pour dérouler leurs cours à travers des activités de pratique.

L'aménagement des espaces vert dans les établissements scolaires dans le cadre du PSE-vert est aussi un bon moyen d'atténuation du réchauffement au niveau local. A la station de Saint-Louis, dans certains établissements, des seaux d'eau sont mis dans les classes pour permettre aux élèves de s'hydrater. Par exemple, dans le CEM Ngallèle, les fontaines qui étaient utilisées pour le lavage des mains lors de la période du Covid-19, sont restaurées et mises dans les salles pour l'hydratation des élèves, de même qu'au niveau du CEM Abbé David Boilat et d'autres.



Photo 5 :Images illustrant la restauration des fontaines (Covid-19) pour l'eau de boisson des élèves à Saint-Louis. A, CEM Abbé David Boilat et B, CEM Ndiémé Sow. (Cliché : SANE, Janvier 2023)

En plus, nous avons les cantines scolaires qui sont un moyen allant dans ce sens d'adaptation. En effet, la mise en place de cantines scolaires est d'autant importante surtout pour les établissements qui font des journées. A Saint-Louis, certains établissements disposent de cantines scolaires financées par l'état ou par l'association des parents d'élèves, par l'achat des denrées qui sont remis à un privé pour la cuisson à condition de vendre moins cher aux élèves. Ces cantines sont une forme d'aide sociale qui viennent à point dans la mesure où les élèves

viennent parfois sans manger le matin et avec la chaleur et la fatigue, leurs performances dans les salles se voient impactées négativement.

Par contre, à la station de Cap Skirring, les cantines ont été enlevées il y a maintenant 11 ans. La justification de cette suppression reposant sur une pensée selon laquelle qu'au niveau de cette station balnéaire très réputée les parents sont nantis et sont donc en mesure de prendre entièrement en charge les besoins alimentaires de leurs élèves. Ce n'est pas vraiment le cas, parce qu'il y a beaucoup de familles qui souffrent vraiment et peinent à prendre en charge la scolarité de leurs enfants encore moins leurs besoins alimentaires pendant l'année scolaire. Ainsi, la plupart des parents travaillent dans les hôtels, qui ne marchent vraiment que durant ce qu'ils appellent la « haute saison » (décembre à mai) et les changements climatiques à travers l'érosion côtière est entrain de menacer ces établissements hôteliers, source de revenu de ces parents, en même temps que l'éducation de leurs enfants. Certes, il faut signaler que les activités touristiques constituent un facteur de dégradation de l'environnement d'accueil, notamment avec la déforestation pour la mise en place de ces infrastructures mais aussi des différentes pollutions engendrées par ces activités. Ce qui contribue au réchauffement déjà existant dans cette zone en particulier.



Photo 6 :Images illustrant la configuration des cantines scolaires à de Saint-Louis, (Lycée Ngallèle). (Cliché : SANE, Janvier 2023).

De plus, à Cap Skirring, de mini forage ont été installés dans certains établissements scolaires à travers des partenariats avec des privés. Cela est donc une stratégie d'adaptation et d'atténuation, dans la mesure où cette eau leur permet de s'hydrater mais aussi d'arroser les plantes qui permettent d'atténuer la chaleur au sein des établissements scolaires.



Photo 7 :Images illustrant des mini forages dans certains établissements scolaires à Cap Skirring, photo A (CEM Cap Skirring), photo B (Ecole Cap Skirring 1). (Cliché : SANE, décembre 2022).

Il nous faudra retenir qu'un ensemble de moyens d'adaptation ou d'atténuation du réchauffement, ont été mis en place dans les différents établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, même si leur configuration met à nu leur niveau de vulnérabilité relativement élevé.

II. Perception locale de la stratégie d'atténuation ou d'adaptation la plus efficace

Les stratégies d'adaptation ou d'atténuation perçues par les populations locales sont nombreuses au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring. Ainsi, par soucis de simplification, nous les avons fait ressortir les solutions qui en sont les plus efficaces selon la perception des populations locales.

La perception des parents d'élèves par rapport à la solution d'atténuation ou d'adaptation au réchauffement, la plus efficace à la station de Saint-Louis a été mise en évidence dans le tableau 14.

Tableau 14: Perception locale de la solution d'adaptation ou d'atténuation du réchauffement la plus efficace au niveau de la station de Saint-Louis

Solutions	Pourcentages
Accorder plus de budgets aux écoles	0,8
Avoir des partenaires	1,5
Habillement en fonction de la température ambiante	35,9
Limiter les pollutions	10,7
Pas de réponse	32,1
Prendre en charge les enfants les plus démunis	0,8
Privilégiez les transports en commun	0,8
Reboisement	8,4
Respecter les conventions signées	0,8
Sensibilisation	7,6
Utilisation des énergies renouvelables	0,8
Total	100

(Source : Enquête de terrain, SANE février 2023)

On peut noter que la plupart des parents pensent que l'habillement en fonction de la température ambiante est la solution la plus efficace avec une fréquence de 35,9% (tab. 14). Ensuite, 10,7% des parents pensent qu'il faudrait plutôt limiter les pollutions. C'est donc une solution d'atténuation qui s'attaque donc directement à la source principale du réchauffement climatique, ce témoigne ainsi d'un certain niveau connaissance par rapport à ce phénomène mondial. Le reboisement est également listé comme une des solutions d'atténuation les plus efficace avec 8,4% de réponses. Il y a également la sensibilisation qui revient avec une fréquence de 7,6% (tab. 14). Un regard global sur le tableau 14 montre toutefois la limite de leurs moyens d'adaptation contre le réchauffement.

Tableau 15: Perception locale de la solution d'adaptation ou d'atténuation du réchauffement la plus efficace au niveau de la station de Cap Skirring

Solutions	Pourcentages
Aller à la plage	2,8
Boire régulièrement	4,6
Constructions adaptées	0,9
Diminuer les pollutions	3,7
Habillement en fonction de la température ambiante	48,1
Intervention de l'état	1,9
Lutter contre le réchauffement climatique	0,9
Mettre des zones protégées	0,9
Pas de réponse	9,3
Reboisement	13,9
Sensibilisation	10,2
Ventilateurs	2,8
Total	100

(Source : Enquête de terrain, SANE février 2023)

En ce qui concerne la station de Cap Skirring, le tableau 15 indique une situation assez similaire de manière générale. En effet, tout comme à la station de Saint-Louis, l'habillement en fonction de la température ambiante ressort comme étant la solution la plus efficace, perçue à la station de Cap Skirring, avec une fréquence de 48,1% (tab.15). Ensuite, il y a le reboisement qui revient assez souvent comme solution la plus efficace avec 13,9% de réponses (tab. 15). La sensibilisation a été aussi proposée comme solution efficace avec une fréquence de 10,2%. La limite des moyens locale d'adaptation ou d'atténuation au réchauffement, apparaît également à la station de Cap Skirring comme à la station de Saint-Louis, mettant à nu sa vulnérabilité dans une moindre mesure.

Il y a donc lieu de retenir qu'à la station de Saint-Louis, comme celle de Cap Skirring, la solution locale perçue comme étant la plus efficace est l'habillement en fonction de la température ambiante. Il y a le reboisement, la limitation des pollutions ou encore la sensibilisation qui reviennent assez souvent.

Il est clair que les moyens d'adaptation ou d'atténuation du réchauffement au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, sont limités.

Conclusion générale

Au Sénégal les variations de températures peuvent être appréhendées à travers les variabilités journalières, mensuelles, inter annuelle et intra annuelle voir décennales. L'évolution des températures y est marquée de 1970 à 2018 par une augmentation comprise entre 0,2 et 0,8°C, selon les localités. Notre série de températures a été soumise à deux tests : les tests de Mann-Kendall et de Pettitt, qui nous ont permis de caractériser la variabilité et la détection de tendances mais aussi de ruptures au courant de la dernière normale (1991-2020). Les résultats obtenus à la suite de ces tests, sont analysés et discutés. L'analyse des données thermiques au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring nous a permis de répondre à un certain nombre de questions posées dans le cadre de cette étude.

Les résultats mettent en évidence l'effectivité du réchauffement climatique dans ces deux stations. En effet, il conviendrait de noter globalement une assez forte variabilité thermique journalière, mensuelle mais aussi annuelle et décennale au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring. La saison fraîche est de plus en plus chaude, de même que la saison chaude. Dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring, cette augmentation est une tendance générale, même s'il y a des variabilités notoires selon l'échelle considérée, surtout celle journalière, très différente des tendances globales.

A la station de Saint-Louis, le réchauffement est plus marqué au niveau des maxima que des minima. Elle s'inscrit dans une tendance à la hausse. Les ruptures observées dans ces deux stations à la fin des années 1990 et dans les années 2000 montrent que les deux dernières décennies sont un tournant dans l'évolution des températures lors de la dernière normale (1991-2020). Les tests de Pettitt et Mann-Kendall ont ainsi mis en évidence cette tendance à la hausse des températures. L'appréciation de tous ces éléments renforce l'idée selon laquelle ces deux stations sont en proie à un réchauffement climatique sans précédent. Les températures vont continuer à augmenter dans les prochaines années si les tendances actuelles se maintiennent.

Par ailleurs, le réchauffement varie d'une station à une autre selon le contexte géographique. Les projections du GIEC dans son dernier rapport de synthèse (AR6) indiquent une augmentation des températures en surface au cours du XXI^e siècle et qu'il est très probable que la fréquence et la durée des vagues de chaleur augmenteront. Elles prévoient une augmentation des températures de +1°C à +2°C en Afrique de l'ouest. En d'autres termes, le réchauffement observé actuellement va continuer tout en augmentant de fréquence et d'intensité.

Cette augmentation des températures de surface présente des impacts négatifs dans la plupart des secteurs dont celui de l'éducation, pilier de développement, qui nous intéresse dans cette étude. Ainsi, l'éducation est sans conteste un fait social d'importance universelle. Elle est liée aux aspirations constantes des sociétés et à leur quête perpétuelle de stabilité, de pérennité et de progrès économique et social. C'est un instrument de régulation sociale par excellence, trait d'union entre les générations d'individus, les peuples et les civilisations. La perception de ces impacts par les parents d'élèves au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring confirme l'existence de ces derniers. Ainsi, les fluctuations thermiques ont des répercussions sur les calendriers académiques des élèves (diminution des quantums horaires), sur leur santé, leur présence physique dans les salles, leurs résultats scolaires, ainsi que sur les dépenses ménagères de leurs parents.

Cependant, des stratégies palliatives ont été développées aussi bien dans les ménages que dans les établissements scolaires de ces deux stations. Dans les ménages, il s'agit pour la plupart de l'achat de rafraîchissements et de tenues adaptées selon les périodes thermiques, c'est-à-dire en période de chaleur ou de fraîcheur.

Au sein des établissements scolaires ces stratégies tournent autour de : faire les cours le matin et le soir les exercices, faire le maximum d'acquisition (de rétention) le matin, sensibilisation et conscientisation à travers des ponctions dans les cours (HG, SVT, EC,...), reboisement, construction de bancs et de hangar pour l'ombrage, organisation de journées de nettoyage, demander aux élèves de venir avec des bouteilles d'eau, l'interdiction des jeux de course durant les périodes de chaleur, organisation de journées de sensibilisation sur les CC en partenariat avec des ONG (BP, Le Partenariat, Plan,...), ou les clubs environnement, faire des activités extra-muros, aménagement d'espaces verts dans le cadre du PSE vert (projet écoles vertes), mettre des seaux d'eau dans les classes, cantines scolaires, partenariat avec des privés pour installer des mini forages,... Ces stratégies limitées révèlent ainsi la vulnérabilité des établissements scolaires de ces deux stations face au réchauffement global.

À la lumière des tendances climatiques récentes et des prévisions actuelles pour le XXI^e siècle, le réchauffement global devient une préoccupation majeure pour les scientifiques et la société en général. C'est dans ce sens que la communauté doit accorder une grande attention à la variation des températures et trouver des formes d'adaptation préservant leurs activités durant toute l'année.

Par ailleurs, devant la difficulté à saisir toute la complexité de la dimension temporelle du signal climatique, notamment de l'évolution thermique, l'étude devra être étendue à d'autres dimensions (spatiales), d'autres phénomènes et d'autres variables pour mieux caractériser ou comprendre le phénomène de changement climatique et ses implications. Ainsi, le travail doit se poursuivre avec d'autres stations régionales ou toutes les stations littorales et pour d'autres paramètres climatologiques (précipitations, vent, humidité relative, ...) afin de mieux comprendre les mécanismes climatiques du pays, notamment à travers l'évolution thermique, ainsi que la mesure de leurs impacts sur l'homme et ses activités. De ce fait, nous aimerions continuer nos travaux de recherche en ajoutant les projections d'ici 2100 ainsi que les impacts sur la santé de la population de façon globale.

Bibliographie

- 1.** ADJOUSSE. P., 2001 : Impacts du prélèvement du sable marin sur l'évolution du trait de côte à Yoff : Essai d'étude de vulnérabilité, (Presqu'île du Cap Vert, Sénégal), UCAD, mémoire de Master 73p.
- 2.** Agence de Développement Communal (ADC) de Saint-Louis, 2020 : Situation Géographique, Population et Démographies.
- 3.** AMRAOUI. L., SARR M.A., SOTO. D., 2001 : Analyse rétrospective de l'évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest. 21p
- 4.** ANACIM, LPAOSF, 2015 : Rapport sectoriel sur les scénarios des CC.
- 5.** BA. A., 2006 : Variabilité climatique au Sénégal : comparaison entre Saint-Louis et Podor sur la période 1951-2000. 139p
- 6.** BELIZAL. E.D, 2017 « Géographie de l'environnement » œuvre, p144
- 7.** BENY. F., CANAS. S., CHAVANNE. M., DEUTSCH. D., PERSOZ. L. et TUEL. A., 2021 : Synthèse du 6^e rapport (AR6) du Groupement Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, Synthèse vulgarisée du résumé aux décideurs du groupe de travail I de l'AR6.
- 8.** BIGOT. S, CHARABI. Y, BELTRANDO. G : Évolution des températures de la métropole lilloise entre 1950 et 2000. In: Hommes et Terres du Nord, 2002/1. Les échelles fines en climatologie. pp. 3-14
- 9.** BOKO. M., KOSMOWSKI. F. et VISSIN. E.W., 2012 : Les enjeux du changement climatique au Bénin.Konrad-Adenauer-Stiftung. Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest. 72p.
- 10.** CASANUEVA. A., HERRERA. S., FERNANDEZ. J., FRIAS. M.D et GUTIERREZ. J.M : Évaluation et projection des centiles de température quotidienne à partir de méthodes de réduction d'échelle statistiques et dynamiques, Nat. Dangers Terre Syst. Sci., 13, 2089-2099, <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2089-2013>, 2013.
- 11.** Centre de Suivi Ecologique, 2020 : Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. 277p
- 12.** CINYABUGUMA. M et VALDIVIA. M, 2015 : L'érosion côtière et l'avenir du Sénégal
- 13.** Conseil départemental d'Oussouye, 2016 : SCHEMA DEPARTEMENTAL D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT TERRITORIAL (SDADT) D'OUSSOUYE
- 14.** DAGORN. G. et MODEZ. O, 2021 : Pourquoi une vague de froid ne remet pas en question le réchauffement climatique ? Revue.
- 15.** DESPORTES. V, 2014 : La stratégie en théorie in Politique étrangère, 2014 P165 à 178.

- 16.** DIAGNE. M, 1999 : L'Education en milieux pêcheurs Saint-Louisien, La scolarisation à Guet Ndar : Obstacles et stratégies palliatives. Mémoire de Master, Département Sociologie UGB.
- 17.** DIALLO. B, 2015 « Analyse des précipitations à la station synoptique de Ziguinchor. »
- 18.** DIEME. B.E.A., FALL. A., THIOUNE. P.B.D, et DIAW. E.B., 2020 : Étude de la variation des températures au Sénégal: cas des stations de Ziguinchor et de Kolda en Casamance (Sénégal). 14p
- 19.** DIOMANDE. B.I., 2011. Évolution climatique récente dans les régions Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire et ses impacts environnementaux et socio-économiques. Thèse de doctorat unique de géographie, UCAD, 208 p.
- 20.** DIOP. C., 2006 : Analyse comparative des données météorologiques des stations de Dakar-Yoff et Cerer d'octobre 2005 à juin 2006.109p
- 21.** DIOP. M, 2010 :« Approche participative dans la gestion intégrée des ressources en eau de la zone des Niayes (de Dakar à Saint- Louis) ».
- 22.** DIOUF. N.S., 2018 : Evolution spatio-temporelle des vagues de chaleur en Afrique de l'Ouest et risques sanitaires associés. Mémoire de Master. Science de l'Atmosphère et de l'Océan. Département de physique/UASZ. 53p
- 23.** DUCLOT. I., 2009. Evolution climatique dans les latitudes austral (1973-2002) : Températures et précipitations dans les îles de l'océan Indien Austral en relation avec la dynamique atmosphère, Mémoire de Master II Géobiosphère, Centre de Recherche en climatologie, Université de Bourgogne, Dijon, Juin 2009, 57p.
- 24.** DUVERNOY. J., 2018 « Les événements météorologiques extrêmes dans un contexte de changement climatique », Paris (statistiques.developpement-durable.gouv.fr)
- 25.** FAYE. A., 2018 : Climat et agriculture au Sénégal : Analyse économique de la disponibilité de l'eau d'irrigation dans un contexte de variabilité des précipitations dans les Niayes. Thèse de doctorat. Sciences Économiques et de Gestion/UCAD. 2017p.
- 26.** FAYE. C., 2019 Changement climatiques observés sur le littoral sénégalais (Région de Dakar) depuis 1960 : Etude de la variabilité des tendances sur les températures et la pluviométrie. 15p
- 27.** FAYE. C., BA D.D., DIAGNE. A., 2019 : Changement climatique observé sur le littoral sénégalais, Région de Dakar, depuis 1960 : tendances et perception des populations de Dakar. 12p
- 28.** FAYE. C., BA. D.D., DIEDHIOU. S.O., 2019 : L'Anomalie de la température minimale et maximale dans la partie sud-est du Sénégal. 11p.
- 29.** FONTAINE. B., JANICOT. S., MONERIE. P.A., 2013. Recent changes in air temperature, heat waves occurrences and atmospheric circulation in Northern Africa. *Journal of Geophysical Research*, 118, 8536-8552.

- 30.** GAYE. A.T., LO. H.M., DJIMBIRA. S.S., FALL. M.S., NDIAYE. I., Août 2015. Résilience au changement climatique : Revue sur le contexte Socio-économique, politique et environnemental du Sénégal.
- 31.** GAYE. D, NIANG. S. et SANE. F.B., 2022 : Étude de l'évolution des pluies de heug et leur corrélation avec les pluies totales au Sénégal. 09p
- 32.** GAYE. D., « Suivi de la pluviométrie au Nord-Sénégal de 1954 à 2013 : étude de cas des stations synoptiques de Matam, Podor et Saint-Louis », *Norois* [En ligne], 244 | 2017, mis en ligne le 30 décembre 2019, consulté le 15 février 2018
- 33.** Groupement Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, 2014 : Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC, Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, PACHAURI. R.K. et MAYER. L.A.
- 34.** Institut nationale de la Statistique et des études économiques (Insee), 2022 : Dossier complet commune de Saint-Louis (97414).
- 35.** Institut de Recherche pour le Développement, mai 2019 « Revue de géographie du laboratoire Leidi », p.137
- 36.** JANICOT. S., HARZALLAH. A., FONTAINE. B., MORON. V., 1997 : West African Monsoon Dynamics and Eastern Equatorial Atlantic and Pacific SST Anomalies (1970-88). *Journal of climate*, 11, 1874-1882.
- 37.** DIAGNE. M., 1999 : L'éducation en milieux pecheur Saint-Louisien La scolarisation à Guet Ndar : Obstacles et stratégies palliatives
- 38.** MAHAN. N.C, BARTHELEMY. B.S, ANGORA.A, 2008 : Analyse de la variation de la température de surface de la mer (SST) aux stations côtières de Cote d'Ivoire. 7p
- 39.** MBAYE.I., SANE. T., SY. O., PAUL. P., 2009 : Potentialités et perspectives touristiques face au changement climatique en Casamance (SENEGAL), *Geographia Technica*. Numéro spécial.
- 40.** Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat, de l'Hydraulique et de l'Assainissement, 2011 : Plan Local d'Hydraulique et d'Assainissement-PLHA, Commune de Diembéring (Version finale).
- 41.** NDIAYE. A et SANE. T : Variabilité climatique, adaptation et paupérisation dans le "pays sérère". 23ième Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Rennes 2010.
- 42.** NDIAYE. A., 2020 : Variabilité et changement hydro-climatiques dans le bassin versant du Ferlo (Sénégal). Mémoire de Master. SAO. Département de physique/UASZ. 59p
- 43.** NDIAYE. P.M, GAYE. D, SOW. S.A, (2020). Caractérisation Spatiotemporelle Et Analyse De La Tendance Des Températures Au Sénégal. *European Scientific Journal, ESJ*, 16 (33), 105p.

- 44.** NDONG. J.B : Evolution climatique récente sur le littoral sénégalais; Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou, N° 04, Sept. 2015, Volume 2, pages 152 168, 2015.
- 45.** NDONG. J.B., 1996 : L'évolution du climat au Sénégal et les conséquences de la sécheresse récente sur l'environnement. Thèse de doctorat, Université Jean Moulin Lyon 3, 510 p.
- 46.** Nie, H., Qin, T., Yang, H., Chen, J., He, S., Lv, Z., and Shen, Z. (2019) Trend Analysis of Temperature and Precipitation Extremes during Winter Wheat Growth Period in the Major Winter Wheat Planting Area of China
- 47.** NOBLET M., FAYE A., CAMARA I., SECK A., SADIO M., BAH A., 2018. Etat des lieux des connaissances scientifiques sur les changements climatiques pour les secteurs des ressources en eau, de l'agriculture et de la zone côtière.
- 48.** NOBLET M., SECK A., TOVIVO K., D'HAEN S, 2018. Évaluation des références aux changements climatiques et de leur base scientifique dans les politiques et stratégies au Sénégal.
- 49.** OGA. Y.M.S., ADJA. M., YAPI. A.F., KPAN. J.G., BAKA. D., YAO. K.T., BIEMI. J., 2016 : Projection de la variabilité climatique à l'horizon 2050 dans la zone côtière au sud-est de la Cote d'Ivoire (D'Abidjan à Aboisso).
- 50.** PETTITT A.N., 1979: A non-parametric approach to the change point problem. Appl. Statist., 28(2), 126-135.
- 51.** SAGNA P., 1995. « L'évolution pluviométrique récente de la Grande Côte du Sénégal et de l'Archipel du Cap-Vert » in Revue de Géographie de Lyon, n°70, vol. 3-4, pp. 187-192
- 52.** SAGNA P., NDIAYE O., DIOP C., NIANG A. D., SAMBOU P. S.,: Les variations récentes du climat constatées au Sénégal sont-elles en phase avec les descriptions données par les scénarios du GIEC ?, Pollution atmosphérique n°227, 2015.
- 53.** SAGNA. P., 2019 « Les variations récentes du climat constatées au Sénégal sont-elles en phase avec les descriptions données par les scénarios du GIEC ? ».
- 54.** SANE A.B.S et BENGA A., 2018 : Impact socio-économique et écologique de l'aménagement forestier du massif des Kalounayes.
- 55.** SANE T., BENGA A. et SALL O., La Casamance face aux changements climatiques: enjeux et perspectives, 23e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Rennes, 7 pages, 2010.
- 56.** SARR, M., Moussa, M.A., Deme, E.H. and Diop, B. (2022) Trend and Return Level Analysis of Extreme Rainfalls in Senegal. Journal of Water Resource and Protection, 14, 221-237.
- 57.** SENE A. M et DIALLO. A, 2023 : Impact de l'urbanisation sur le développement touristique au Cap Skirring (Ziguinchor, Sénégal), Revu Espaces Géographiques et Sociétés Marocaines.

- 58.** SENE A.M. et DIEME I.L. : « Entre développement touristique et recul des espaces rizicoles dans la commune de Diembéring (région de Ziguinchor, Sénégal) : quelle alternative pour un développement local durable? », *Belgeo* [En ligne], 2 | 2018, mis en ligne le 08 juillet 2018, consulté le 06 août 2022.
- 59.** SENE A.M., DIOP M. et SANE T., 2007 : Perceptions paysannes des changements climatiques et stratégies d'adaptations au Sénégal. In *Climat, Tourisme et Environnement, Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 20, 514-519, 3-8 septembre 2007, Carthage (Tunisie).
- 60.** Service Régional de la Statistique et de la Démographie de Saint-Louis, 2012 : Situation économique et sociale de la région de Saint-Louis.
- 61.** SOLLY.B., 2015 : La mangrove de Thiobon en Basse-Casamance (Sénégal) : Dynamique spatiale, impacts et stratégies de gestion. Mémoire de Master. Environnement et développement. Département de Géographie/UASZ. 119p
- 62.** SOUMARE. S., 2018 : Analyse de la dynamique de la gestion de la mangrove dans la commune de Kafountine en Basse-Casamance (Sénégal). Mémoire de Master. Environnement et développement. Département de Géographie/UASZ. 165p
- 63.** SY. B. A, 2012 : Changements climatiques, dynamiques des milieux et crises de sociétés en Afrique de l'Ouest : Bénin, Mali, Sénégal, Togo.
- 64.** SY. B.A., 2012 : Changements climatiques, dynamiques des milieux et crises de sociétés en Afrique de l'Ouest : Bénin, Mali, Sénégal, Togo, L'Harmattan.
- 65.** TENDENG. S.J. et DIOMBERA.M. : « Le tourisme durable comme outil au service de la réduction de la pauvreté : le cas du tourisme rural intégré en Basse-Casamance », *Études caribéennes* [En ligne], 51 | Avril 2022, consulté le 06 août 2022. URL : <http://journals.openedition.org/etudescaribeennes/23600> ; DOI :
- 66.** THIOR. M, 2020 : « Dynamique du littoral de la Casamance : caractéristiques morpho dynamiques, changements environnementaux et impacts socio-économique»
- 67.** THIOR. M., SANE. T., SY. O., MBALLO. I., BADIANE. A., DESCROIX. L., 2019 : Contraintes à la production rizicole et reconversion socio-économique dans la commune de Diembéring (Sénégal).
- 68.** THIOR. M., SANE. T., SY. O., BADIANE. A., DESCROIX. L., 2019 : Connexions socio-économiques et recomposition spatiale entre Cap Skirring et son hinterland suite au développement du tourisme balnéaire, *Revue de Géographie du laboratoire Leidi N°20*.

WEBOGRAPHIE

Concarneau.fr

Eau et Changement Climatique - Coalition Eau <https://www.coalition-eau.org> › uploads › Etude-...

Évaluation d'un plan d'adaptation aux changements climatiques *<https://www.usherbrooke.ca> › sites ›, Essais_2014

<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/dyk/global-mntp-percentiles>

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac52c8>

<https://forums.infoclimat.fr/f/topic/36994-vague-de-froid-en-mauritanie-et-aus%C3%A9n%C3%A9gal/>

<https://teranganews.sn/2018/02/temperatures-vague-de-froid-sabat-dakar/>

<https://news.sen360.sn/international/a-la-une-meteo-une-vague-de-froid-meurtriere-sabat-sur-les-balkans/275366/>

https://climateanalytics.org/media/zc_pas-pna_sn_rapport_final_tude_de_vuln_rabilit_15032019-min.pdf

https://www.expertise-energie.fr/le-giec-publie-son-troisieme-rapport-pour-le-climat/?gclid=Cj0KCQiAutyfBhCMARIsAMgcRJT9-9UDQd5gOIk4VFO49kBa69Ad4LtVsSFoCIL7TDiuDZP9cAFnytYaAsF5EALw_wcB

<http://www.climateanalytics.org/publications>

<https://journals.openedition.org/etudescaribeennes/6970>

https://www.routard.com/guide/senegal/3260/climat_et_meteo.htm

https://climateanalytics.org/media/pas-pna_sn_etat_des_lieux_politiques_fr.pdf

http://odel.irevues.inist.fr/pollutionatmospherique/docannexe/file/5320/1227_01_a09_sagna1910def_charge.pdf

La protection de l'environnement côtier ... - Mémoire Online
<https://www.memoireonline.com>

Le réchauffement des océans et pourquoi s'en soucier ... <https://parlonssciences.ca>

Location-saly.com

Sénégal-National action plan.pdf

Annexes

Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1: Localisation des stations de Saint-Louis et Cap Skirring.	21
Figure 2: Localisation de la station de Saint-Louis et des quartiers ciblés.....	22
Figure 3: Localisation de la station de Cap Skirring	24
Figure 4: Histogramme des températures moyennes journalières à la station de Saint-Louis (1991-2020).....	28
Figure 5 :Températures maximales journalières de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020)...	29
Figure 6: Températures minimales journalières de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020) . .	30
Figure 7 :Températures moyennes Journalières de la Série à la station de Cap Skirring (1991-2020).	31
Figure 8 :Températures moyennes mensuelles de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).....	32
Figure 9:Températures moyennes maximales mensuelles de la Série à la station de Saint-Louis (1991-2020).....	33
Figure 10 : Températures minimales de la Série à la station de Saint-Louis (1991-2020).....	34
Figure 11: Evolution des températures de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).	35
Figure 12:Températures moyennes mensuelles de la Série à la station de Cap Skirring (1991-2020).	36
Figure 13:Carte des températures moyennes décennales à la station de Saint-Louis.....	41
Figure 14: Maxima décennaux à la station de Saint-Louis (Source : SANE, 2023)	43
Figure 15: Minima décennaux à la station de Saint-Louis.	45
Figure 16:Températures moyennes décennales à la station de Cap Skirring	47
Figure 17 : Détection des périodes de rupture des Températures moyennes annuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020)	48
Figure 18:Températures moyennes avant et après rupture à la station de Saint-Louis	49
Figure 19:Détection des périodes de rupture des Températures moyennes maximales annuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).....	50
Figure 20: Températures moyennes maximales avant et après rupture à la station de Saint-Louis (1991-2020)	51
Figure 21:: Détection des périodes de rupture des Températures moyennes minimales annuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020)	51
Figure 22 : Températures moyennes minimales avant et après rupture à la station de Saint-Louis (1991-2020)	52
Figure 23 : Détection des périodes de rupture et de reprise des Températures moyennes annuelles à la station de Cap-Skirring (1991-2020).....	53

Figure 24 :Carte des températures moyennes avant et après rupture à la station de Cap Skirring	54
Figure 25: Extrêmes chauds journaliers de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).....	55
Figure 26: Extrêmes chauds Journaliers de la Série à la station de Cap Skirring (1991-2020).....	56
Figure 27extrêmes froids journaliers de la série à la station de Saint-Louis (1991-2020).	57
Figure 28:Extrêmes froids Journaliers à la station de Cap Skirring (1991-2020)	58
Figure 29:: Distribution de points des vagues de chaleur à la station de Saint-Louis (1991-2020)	60
Figure 30 : Distribution de points des vagues de chaleur à la station de Cap Skirring (1991-2020). ...	61
Figure 31: Distribution de point des vagues de froid à la station de Saint-Louis (1991-2020)	64
Figure 32 : Distribution de points des vagues de froid de la Série à la station de Cap Skirring (1991- 2020).....	65
Figure 33 :Perception locale de l'évolution globale des températures ces dernières décennies à la station de Saint-Louis.	68
Figure 34:Perception locale de l'évolution globale des températures ces dernières décennies à la station de Cap Skirring	69
Figure 35 : Perception locale de l'évolution des températures durant les périodes de froid de ces dernières décennies à la station de Saint-Louis.	69
Figure 36: Perception locale de l'évolution des températures durant les périodes de froid de ces dernières décennies à la station de Cap Skirring	70
Figure 37:Perception locale de l'évolution des températures durant les saisons de pluies de ces dernières décennies à la station de Saint-Louis.	71
Figure 38:Perception locale de l'évolution des températures durant les saisons de pluie de ces dernières décennies à la station de Cap Skirring.	71
Figure 39:Perception locale des mois les plus chauds à la station de Saint-Louis.	72
Figure 40 :Perception locale des mois les plus chauds à la station de Cap Skirring.	72
Figure 41:Perception locale du niveau de connaissance des changements climatiques à la station de Saint-Louis	73
Figure 42:Perception locale du niveau de connaissance des changements climatiques à la station de Cap Skirring	74
Figure 43:Perception locale de l'existence d'impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements à la station de Saint-Louis.....	76
Figure 44:Nature des impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements perçu à la station de Saint-Louis.	77
Figure 45:Perception locale de l'existence d'impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements à la station de Cap Skirring	81

Figure 46:Nature des impacts du réchauffement sur les calendriers scolaires perçu à la station de Cap Skirring	82
Figure 47 : Perception locale de l'existence d'impacts du refroidissement sur les calendriers scolaires des établissements à la station de Saint-Louis.....	84
Figure 48 : Nature des impacts du refroidissement sur l'éducation à la station de Saint-Louis.....	84
Figure 49:Perception locale de l'existence d'impacts du refroidissement sur l'éducation à la station de Cap Skirring.	85
Figure 50:Nature des impacts du refroidissement sur l'éducation à la station de Cap Skirring.....	86
Figure 51:Perception locale de de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Saint-Louis.....	89
Figure 52:Manifestations des impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Saint-Louis	89
Figure 53:Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Cap Skirring	90
Figure 54: Manifestations les plus récurrentes des impacts de l'évolution des températures sur la santé des élèves à la station de Cap Skirring.....	91
Figure 55:Existence d'impacts des manifestations les plus récurrentes de l'évolution des températures sur la présence physique des élèves à l'école au niveau de la station de Saint-Louis.....	93
Figure 56:Nature des impacts des pathologies induites par l'évolution des températures sur les résultats des élèves à la station de Saint-Louis.....	93
Figure 57: Existence d'impacts des manifestations les plus récurrentes de l'évolution des températures sur la présence physique des élèves à l'école au niveau de la station de Cap Skirring	94
Figure 58: Nature des impacts des pathologies induites par l'évolution des températures sur les résultats des élèves à la station de Cap Skirring.....	95
Figure 59 : Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Saint-Louis.....	96
Figure 60: Perception locale de l'existence d'impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Cap Skirring	98
Figure 61: Perception de l'achat des rafraichissements par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Saint-Louis.....	101
Figure 62 : Perception de l'achat des rafraichissements par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Cap Skirring.....	102
Figure 63 :Perception de l'achat de tenues adaptées par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Saint-Louis	103
Figure 64 :Perception de l'achat de tenues adaptées par les parents pour leurs élèves comme moyens d'adaptation selon les périodes à la station de Cap Skirring.....	104

Liste des tableaux

Tableau 1: Liste des quartiers et du village à interroger.....	16
Tableau 2: Taille de l'échantillon en fonction des deux quartiers et du village choisis.....	16
Tableau 3: Tendances des températures moyennes mensuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).	37
Tableau 4: Tendances des températures maximales mensuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).	38
Tableau 5: Tendances des températures minimales mensuelles à la station de Saint-Louis (1991-2020).	38
Tableau 6: Tendances des températures moyennes mensuelles à la station de Cap-Skirting (1991-2020).	39
Tableau 7: Tendances des températures moyennes mensuelles décennales à la station de Saint-Louis (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).....	40
Tableau 8: Tendances des températures moyennes mensuelles maximales décennales à la station de Saint-Louis (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).	42
Tableau 9: Tendances des températures moyennes mensuelles minimales décennales à la station de Saint-Louis (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).	44
Tableau 10 : Tendances des températures moyennes mensuelles décennales à la station de Cap Skirting (de haut en bas 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020).....	46
Tableau 11: Perception locale de la nature des impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Saint-Louis.	96
Tableau 12: Perception locale de la nature des impacts de l'évolution des températures sur les dépenses ménagères à la station de Cap Skirting.	98
Tableau 13 : Perception locale des types d'adaptation et d'atténuation du réchauffement dans les établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirting.....	105
Tableau 14: Perception locale de la solution d'adaptation ou d'atténuation du réchauffement la plus efficace au niveau de la station de Saint-Louis	112
Tableau 15: Perception locale de la solution d'adaptation au réchauffement au niveau de la station de Cap Skirting	113

Liste des photos

Photo 1: (A et B) vétusté de l'école Ousmane Soumaré; (C) Etat du CEM Abbé David Boilat et (D) l'école d'application Khaly Ousmane Gaye à la station de Saint-Louis	79
Photo 2: Images illustrant la vétusté et l'inadéquation des établissements scolaires à la station de Cap Skirting.....	83

Photo 3 :Images illustrant l'état du reboisement dans les établissements scolaires des stations de Saint-Louis et Cap Skirring, A(lycée Ngallèle de Saint-Louis), B (CEM Samba Ndiémé Sow de Saint-Louis), C (Ecole Cap Skirring 1) et D (CEM Cap Skirring). Cliché : SANE, décembre 2022, Janvier 2023	106
Photo 4 : Image illustrant la construction d'un hangar pour l'ombrage des élèves au lycée Ngallèle de Saint-Louis. (Cliché : SANE, Janvier 2023).	107
Photo 5 :Images illustrant la restauration des fontaines (Covid-19) pour l'eau de boisson des élèves à Saint-Louis. A, CEM Abbé David Boilat et B, CEM Ndiémé Sow.....	108
Photo 6 : Images illustrant la configuration des cantines scolaires à de Saint-Louis, (Lycée Ngallèle).	110
Photo 7 : Images illustrant des mini forages dans certains établissements scolaires à Cap Skirring, photo A (CEM Cap Skirring), photo B (Ecole Cap Skirring 1).	111

Guide d'entretien

Thème : Évolution des températures en zones côtières sur la normale 1991-2020 : tendances et perception des impacts dans le secteur de l'éducation aux stations de Saint-Louis et de Cap-Skirring

Présentation de la personne interviewée :

Prénom.....

Nom.....

Fonction.....

Contact.....

Présentation de la structure/.....

- 1.** Parler nous de la situation thermique actuelle dans la zone
- 2.** Votre analyse globale sur la situation climatique des dernières années (10 ans)
- 3.** Les impacts du réchauffement sur le calendrier scolaire
- 4.** Les conséquences de la fraîcheur sur le calendrier scolaire
- 5.** Les initiatives locales pour répondre à ces sensations de fortes chaleur et fraîcheur
- 6.** Des actions menées avec des structures (OSC, ONG, etc.) en place dans le cadre de l'amélioration des conditions de travail et d'études
- 7.** Existence d'un programme d'éducation en rapport avec le changement climatique à l'échelle territoriale ou académique
- 8.** Politique éducative nationale sur le changement climatique

9. Des recommandation et/ou orientations pour une meilleure prise en compte des questions environnementales et climatiques dans les programmes éducatifs

10. Commentaires sur la thématique

Questionnaire

Nom et Prénom de l'enquêteur : /

Lieu de l'enquête :

I. Généralités sur l'enquêté

1. Nom du quartier / village : /

2. Prénom et nom du répondant :..... /

3. Quelle est votre ethnie ?

diola.....sérère.....manding.....peulh.....wolof....manjack.....autres..... (Préciser)

4. Quelle est votre profession ?

Fonctionnaireouvrier.... paysan...pêcheur.....Autres.....

5. Depuis quand habitez-vous ce quartier / village ?

0-30 ans ...plus de 30 ans.....

II. Perception locale de l'évolution des températures

6. Evolution de la température globale?

Hausse Constante Baisse

7. Evolution de la température durant la saison des pluies ?

Hausse Constante Baisse

8. Evolution de la température pendant le froid ?

Stable +en+ chaud -en-chaud

9. Quelles sont les mois les plus chauds ?

Jan....Fév.....Mars....Avr...Mai....Ju.....Juil...Août....Sept....Oct.....Nov.....Déc....

10. Opportunités liées au réchauffement de la température ?

Oui non

11. Si oui, citer (trois au maximum)

12. Donner quelques problèmes de réchauffement (en temps de forte chaleur ou canicule) ?

.....

13. Donner quelques problèmes du refroidissement (en temps de fraîcheur forte ou extrême)?

.....

14. Avez-vous entendu parler du changement climatique ?

...../

III. Impacts de l'évolution de la température sur l'éducation

15. La sensation de chaleur affecte-t-elle l'emploi du temps scolaire des enfants ?

Oui.....Non.....

Si oui, expliquer le comment.....

16. Si oui, Comment-vous organisez-vous parallèlement pour assurer le déroulement de vos activités (ménagères et extra-ménagères) ?

.....

17. La sensation de fraîcheur affecte-t-elle l'emploi du temps scolaire des enfants ?

Oui.....Non.....

Si oui, expliquer le comment.....

18. Si oui, Comment-vous organisez-vous parallèlement pour assurer le déroulement de vos activités (ménagères et extra-ménagères) ?

.....

19. Depuis quand êtes-vous affecté par ces situations extrêmes chaud ?

0-5 ans 5-10 ans plus de 10 ans

20. Depuis quand êtes-vous affecté par ces situations extrêmes froid ?

0-5 ans 5-10 ans plus de 10 ans

20. En quelle période de l'année êtes-vous plus affecté ?

Année scolaire Vacances

21. La santé des élèves est-elle particulièrement affectée par les températures extrêmes (vagues de chaleur ou de froid) ?

OUI NON

22. Si oui quelles sont les manifestations (maladies) les plus récurrentes généralement (comment)?

...../

23. Est-ce que cela impact sur leur présence physique à l'école ?

OUI NON

24. Cela affecte-t-il les résultats scolaires des enfants ?

OUI NON

25. Si oui comment ?

Augmentation Baisse Autre

26. Les hausses/ baisses de températures affectent-elles vos revenus en termes de dépenses quotidiennes (scolaires) ?

OUI NON

27. Si oui comment ?

...../

IV. Les stratégies d'adaptation mis en place

28. Comment vous faites pour vous adapter à cette variation de température ?

.....

29. Achetez-vous des boissons rafraichissantes aux enfants en période de chaleur ?

OUI NON

30. Si non pourquoi ?

31. Achetez-vous des tenues adaptées aux enfants en période de chaleur ?

OUI NON

32. Si non pourquoi ?

33. Achetez-vous des boissons rafraichissantes aux enfants en période de fraîcheur ?

OUI NON

32. Si non pourquoi ?

33. Achetez-vous des tenues adaptées aux enfants en période de fraîcheur ?

OUI NON

34. Selon vous quelle est la solution la plus efficace ?

...../

Table des matières

Dédicaces	II
Remerciements.....	III
Sommaire	V
Sigles et abréviations	VI
Résumé	VIII
Abstract.....	IX
Introduction générale.....	1
CHAPITRE 1 : Cadre opératoire et méthodologie	3
I. Cadre opératoire	4
I.1. Contexte	4
I.2. Justification	6
I.3. Questions de recherche.....	7
I.4. Objectifs de recherche	7
I.5. Hypothèses de recherche	8
I.6. Analyse conceptuelle.....	8
I.7. État de l’art.....	11
II. Méthodologie.....	14
II.1. Revue documentaire.....	14
II.2. Collecte de données	14
III. Présentation de la zone d’étude	21
CHAPITRE 2 : Évolution des températures au niveau des stations côtières de Saint-Louis et Cap Skirring sur la normale 1991-2020.	27
I. Evolution des températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring (1991-2020)	28
I.1.Évolution journalière.....	28
I.2. Evolution mensuelle et saisonnière.....	32
II. Tendances de l’évolution des températures aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring... 37	
II.1. Tendances mensuelles de la série (1991-2020)	37
II.2. Tendances mensuelles et décennales de la série (1991-2020).....	39
II.3. Détection des ruptures au cours de la normale (1991-2020).....	47
III. Les extrêmes	54
III.1. Les vagues de chaleur	58
III.1.1. Station de Saint-Louis.....	59
III.1.2. Station de Cap Skirring	60
III. 2. Les vagues de froid	62

III.2.1. Station de Saint-Louis	62
III.2.2. Station de Cap Skirring	63
CHAPITRE 3 : Perception des impacts de l'évolution des Températures côtières sur l'Éducation au niveau des stations de Saint-Louis et Cap Skirring	67
I. Perception locale de l'évolution des températures de ces dernières décennies aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring	68
II. Perception locale des impacts de l'évolution des températures sur l'éducation aux stations de Saint-Louis et Cap Skirring	75
III. Perception locale des impacts sur les calendriers scolaires et le déroulement des enseignements	76
III.1. Perception locale des impacts sur la santé des élèves	86
III.2. Perception locale des impacts sur les résultats académiques des élèves	92
III.3. Perception locale des impacts sur les dépenses au niveau des ménages	95
CHAPITRE 4 : Stratégies d'adaptation et d'atténuation mises en place pour pallier aux impacts de l'évolution des températures sur l'éducation dans les stations de Saint-Louis et Cap Skirring	100
I. Stratégies d'adaptation et d'atténuation mises en place pour pallier aux impacts	101
I.1. Les stratégies mis en œuvre dans les ménages	101
I.2. Les stratégies mis en place dans les établissements scolaires	105
II. Perception locale de la stratégie d'atténuation ou d'adaptation la plus efficace	111
Conclusion générale	114
Bibliographie	117
Annexes	i
Liste des illustrations	i
Liste des figures	i
Liste des tableaux	iv
Liste des photos	iv
Guide d'entretien	v
Questionnaire	vi
Table des matières	ix