

Evolution du climat présent et futur d'après les scenarios du GIEC

I. Introduction

La Gambie est le plus petit pays d'Afrique de l'Ouest et possède un climat de type Sahélien et tropical. La Gambie se situe dans la zone éco-climatique subhumide tropicale, avec des précipitations comprises entre 800 et 1200 mm par an (Jaiteh et Sarr, 2010). Le climat est caractérisé par deux saisons, une saison humide (entre juin et octobre) et une saison sèche (novembre à avril), qui est de six à sept mois sans pluie. Pendant la saison sèche, le climat est dominé par des vents secs et de la poussière originaires du désert du Sahara au Nord-Est. Ces vents du Nord-Est sont connus sous le nom d'Harmattan. Le début de la saison sèche, de novembre à février, est généralement plus frais, avec des températures minimales de moins de 20°C. Comme tous les pays sahéliens, la Gambie a une économie tributaire du climat dans des secteurs comme le tourisme, l'agriculture, la pêche, l'élevage, l'agroforesterie etc. De ce fait l'avènement des changements climatiques impacte son économie et le fera davantage dans le futur.

La Gambie a signé la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC/ UNFCCC en anglais) en 1992 et l'a ratifiée en 1994. Depuis sa ratification de la Convention, la Gambie a pris des mesures très importantes pour relever les défis et faire face aux effets des changements climatiques à travers le développement, la soumission et la mise en œuvre de ses communications nationales, du Programme d'Action National d'Adaptation (PANA), de l'auto-évaluation nationale des capacités (NCSA) et des mesures d'atténuation appropriées au niveau national (NAMA). D'après les recommandations de la COP 19 à Varsovie qui invite les parties du CCNUCC à développer leur Contributions prévues déterminées au Niveau national (CPDN). A l'instar de la communauté internationale, la Gambie a élaboré sa CPDN pour mieux s'adapter et développer sa résilience face à ce « dérèglement » climatique (INDC, 2015).

Cette présente étude rentre dans le cadre de la mise en place d'un système d'information locale sur les risques climatiques, la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques (RVALIS). Elle se propose de faire une analyse de la variabilité climatique présente et future pour permettre l'étude de vulnérabilité due à la variabilité du climat.

II. Données et Méthodologie

Dans cette étude, deux zones climatiques ont été considérées en s'appuyant sur l'homogénéité du climat en Gambie d'une manière générale. Une zone Ouest sous l'influence de la mer et une zone Est plus enclavée (Fig. 1). La zone Ouest est définie comme la partie allant de la côte jusqu'à la latitude 15.5°W et couvrant le pays du Nord au Sud et la zone Est couvre la partie allant de 15.5°W jusqu'à la bordure Est de la Gambie. On se propose ici de présenter les données utilisées et les méthodes qui leur sont appliquées.

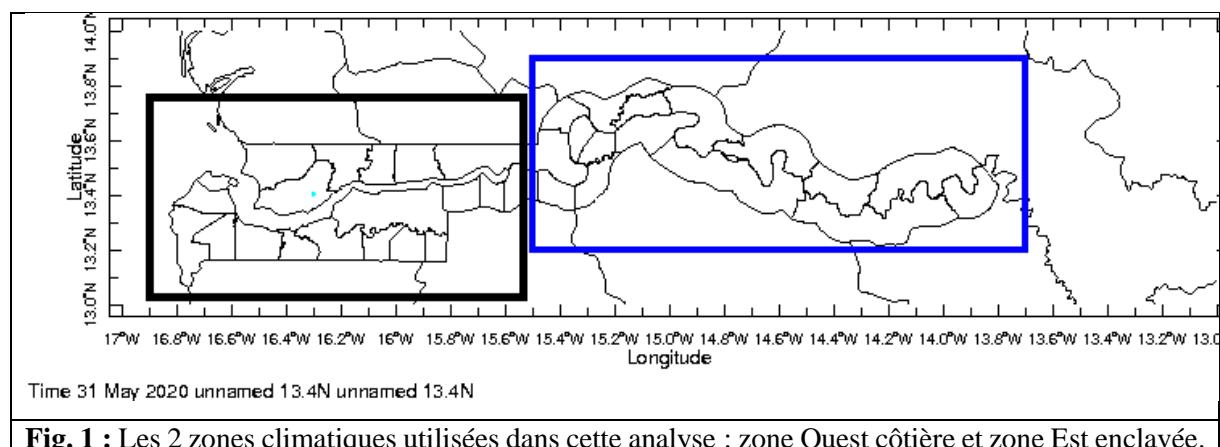


Fig. 1 : Les 2 zones climatiques utilisées dans cette analyse : zone Ouest côtière et zone Est enclavée.

II.1 Données :

Les données utilisées pour l'analyse du climat présent proviennent de la base de données du Système mondial de télécommunications (GMT) centralisé par l'Administration américaine de l'Atmosphère et des Océans (NOAA). Des rapports sur les précipitations et températures quotidiennes provenant de stations du monde entier sont collectés par le Climate Prediction Center (CPC) de la NOAA pour diverses applications de : surveillance et d'évaluation du climat en temps réel, vérification des prévisions climatiques et études diagnostiques de la variabilité climatique. Ces données sont soumises à des contrôles de qualités rigoureuses.

Les données de pluie proviennent du Climate Hazards Group InfraRed Precipitation (CHIRPS) qui est un ensemble de données pluviométriques quasi globales de plus de 35 ans. S'étendant sur 50°S - 50°N (et toutes les longitudes) et couvrant de 1981 à presque présent, CHIRPS est une combinaison d'imagerie satellite à haute résolution de $0,05^{\circ}$ et des données de station in situ pour générer des séries chronologiques de précipitations.

II.2 Méthodologie :

Une analyse, sur le présent, a été effectuée sur une période de référence en se basant sur les normes de l'OMM avec les 30 dernières années (1981-2010) pour caractériser la variabilité présente. Les paramètres utilisés pour caractériser la variabilité sont la température et la pluie. Ces deux paramètres captent la majeure partie des variabilités climatiques. Pour la température, on a analysé séparément la température minimale, la température moyenne et la température maximale. Ces paramètres ont été moyennés sur chaque zone climatique Est et Ouest.

Les données de changements climatiques proviennent du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) établi en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Le GIEC a mis en place un protocole scientifique sur les projections du climat future (CMIP5) en se basant sur les meilleurs modèles climatiques au monde utilisant tous les mêmes profils représentatifs de l'évolution de concentration des gaz à effet de serre communément appelés RCPs (Representative Concentration Pathways). Les RCPs sont au nombre de quatre : une émission très faible (RCP2.6), une moyenne RCP4.5, une assez forte RCP6.0 et une très forte RCP8.5. Dans cette présente étude on a utilisé le protocole CMIP5 (Moss et al. 2010) du GIEC pour rester en conformité à ceux utilisés dans la communication nationale de la Gambie (INDC, 2015). On s'est plus appesanti sur le RCP8.5 qui représente plus les émissions du climat présent.

Pour caractériser davantage la vulnérabilité climatique, en plus de la température et les précipitations, des indices de vulnérabilités climatiques dérivées des données climatiques ont été utilisés. Ces indices de variabilité climatique ont été calculés à partir des sorties des modèles du CMIP5. Pour rendre le résultat plus robuste on a utilisé une approche d'ensemble multi-modèle (MME). Dans cette approche 39 modèles climatiques ont été utilisés pour calculer chaque indice ensuite on a pris la moyenne. Les indices utilisés sont ceux proposés du projet ETCCDI-CLIVAR/JCOMM (Groupe d'experts sur la détection et les indices du changement climatique). Les indices (Sillmann et al., 2013) qui ont été calculés sont :

Nombre de jour de pluie (r1mm) : le nombre de jour où il a plu 1 mm ou plus

Pluie extrême (r20mm) : le nombre de jour où il a plu 20 mm ou plus

Nombre de jour chaud (su) : le nombre de jour durant l'année où la température maximale a dépassé 25°C

Pourcentage de jour très chaud (tx90p) : c'est le pourcentage de jour où la température a dépassé le 90ème percentile (calculé sur la période 1975-2005).

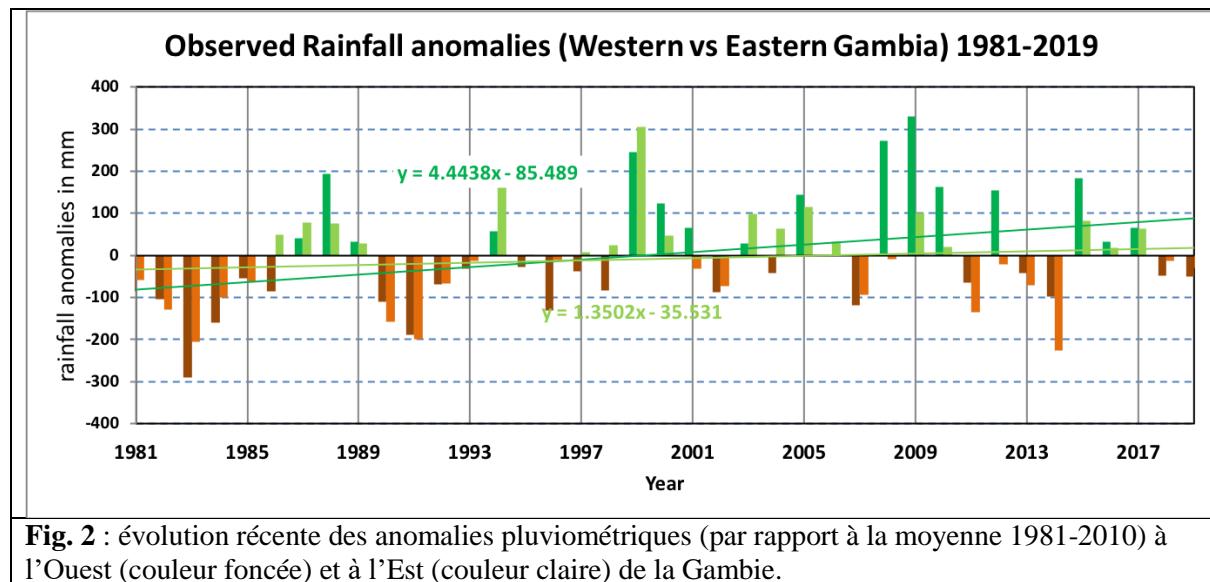
Indice de durée des jours chauds (wsdi) : la durée en jour pendant laquelle la température a été, sur au moins 6 jours consécutifs, supérieure au 90eme percentile.

III. Résultats

Dans cette partie, on se propose d'analyser les évolutions passée et future de la pluviométrie et de la température.

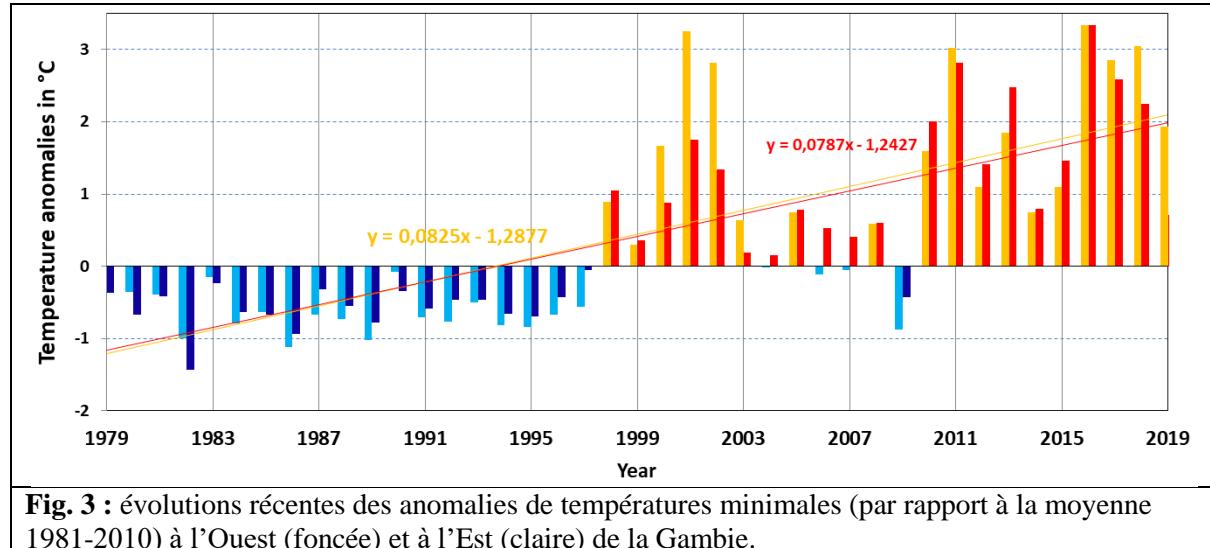
III.1 Evolution du climat présent

La figure 2 montre l'évolution de la pluviométrie sur la période récente 1981-2019 en Gambie. Elle montre une hausse de la pluie sur la période. Cependant on note une forte variabilité interannuelle mais surtout une variabilité forte à l'échelle quinquennale (tous les cinq ans) avec une alternance de périodes sèches et humides. La période 1981-1986 est la plus sèche. La tendance en hausse sur les pluies est faible à l'Est de 1.3 mm/an et plus forte à l'Ouest de 4mm/an.



Pour les températures, nous avons calculé les températures moyennes annuelles à partir des températures les plus faibles enregistrées dans la journée (température minimale) et de la plus forte de la journée (maximale). L'augmentation est plus forte et plus nette pour les températures minimales que maximales. La figure 3 montre l'évolution de la température minimale où on note une hausse très marquée. L'augmentation est de 0.07°C par an dans la partie Ouest et de 0.085°C par an dans la partie Est. On note deux différentes périodes une première froide de 1979 à 1997 avec un minimum en 1982 suivie d'une période chaude avec un maximum en

2016. La variation des températures minima est assez homogène entre l'Est et l'Ouest. On peut noter un refroidissement en 2009 au milieu de la période chaude. Ce refroidissement pourrait s'expliquer par l'occurrence du phénomène la Niña. On note aussi une sous période assez douce de 2003 à 2009.



III.2 Evolution du climat futur

Dans cette partie, nous présentons les résultats issus des 39 modèles pour les scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5. Une moyenne (ensemble mean) pour chaque scénario sur l'ensemble des modèles (MME) a été considérée.

Le tableau I résume les résultats des projections climatiques en moyenne, les tendances sur la période de référence (1981-2010) et l'augmentation dans le futur (2040-2060). La partie Est est beaucoup plus chaude et reçoit moins de pluie en général. Mais l'augmentation de la température y est plus faible comparée à la partie Ouest. L'augmentation de la température, sur la période 1981-2010, est beaucoup plus forte pour la température minimale qui est de plus de 2°C, suivi de la température moyenne qui est de 1.3°C et beaucoup plus faible pour les températures maximales qui est de 0.2 degrés. Les températures varient en moyennes entre 22°C et 33.8°C à l'Ouest et de 22.8°C à 35.6°C à l'Est.

Les précipitations varient entre 781.7 mm à l'Ouest et 754.1 mm à l'Est en moyenne. Elles ont augmenté de 133.3 mm à l'Ouest et 40.5 mm à l'Est sur la période 1981-2010.

Dans le futur, les projections montrent une augmentation des températures et une diminution des pluies en général. L'augmentation est plus importante à l'Est dans la partie enclavée qu'à l'Ouest plus proche de la mer. Les températures moyennes vont varier entre 2.16°C (1.72°C) à

l’Est (Ouest), les maximas entre de 2.12°C (1.69°C) à l’Est (Ouest) quant aux minima elles varient entre 2.18°C (1.79°C) à l’Est (Ouest).

Les précipitations vont diminuer légèrement à l’Ouest de 3 mm et très fortement à l’Est de 28.8 mm.

Tableau I : Variation moyenne de la pluie et la température par zone et par scenario (la pluie est en mm et la température en degré Celsius).

		Reference période (1981-2010)		Projection future (2041-2060)	
		West	East	West	East
Température Maximale	Moyenne	33.8°C	35.6°C	augmentation	
	Tendance	+0.258°C	+0.135°C	+1.69°C	+2.12°C
Température Moyenne	Moyenne	27.9°C	29.2°C	augmentation	
	Tendance	+1.31°C	+1.30°C	+1.72°C	+2.16°C
Température Minimale	Moyenne	22.0°C	22.8°C	augmentation	
	Tendance	+2.36°C	+2.47°C	+1.79°C	+2.18°C
Précipitation	Moyenne	781.7 mm	754.1 mm	augmentation	
	Tendance	+133.3	+40.5	-3.01mm	-28.8mm

La figure 4 montre la variation de la température moyenne mensuelle au cours de l’année sur des périodes : passée (1959-1978), récente (2000-2019) et futur (2041-2060). On a comparé le présent (2000-2019) avec deux périodes de même longueur (20 ans) et équidistantes de 40 ans de part et d’autre. On note que l’amplitude de la température est beaucoup plus faible à l’Ouest qu’à l’Est due à l’influence de la mer. La période de canicule se situe entre Avril-Mai à l’Est et en Octobre à l’Ouest. Pour tous les mois de l’année on a une augmentation de la température. Cette hausse est quasi-constante au cours de l’année. Cette augmentation est beaucoup plus importante entre le présent et le futur qu’entre le passé et le présent sur une même période considérée. Ce qui veut dire que le réchauffement s’accélère en allant vers le futur. Quant aux minima de températures, elles se situent toujours entre janvier et décembre. L’analyse des températures montre qu’on doit s’attendre à plus de chaleur sur toutes les saisons de l’année.

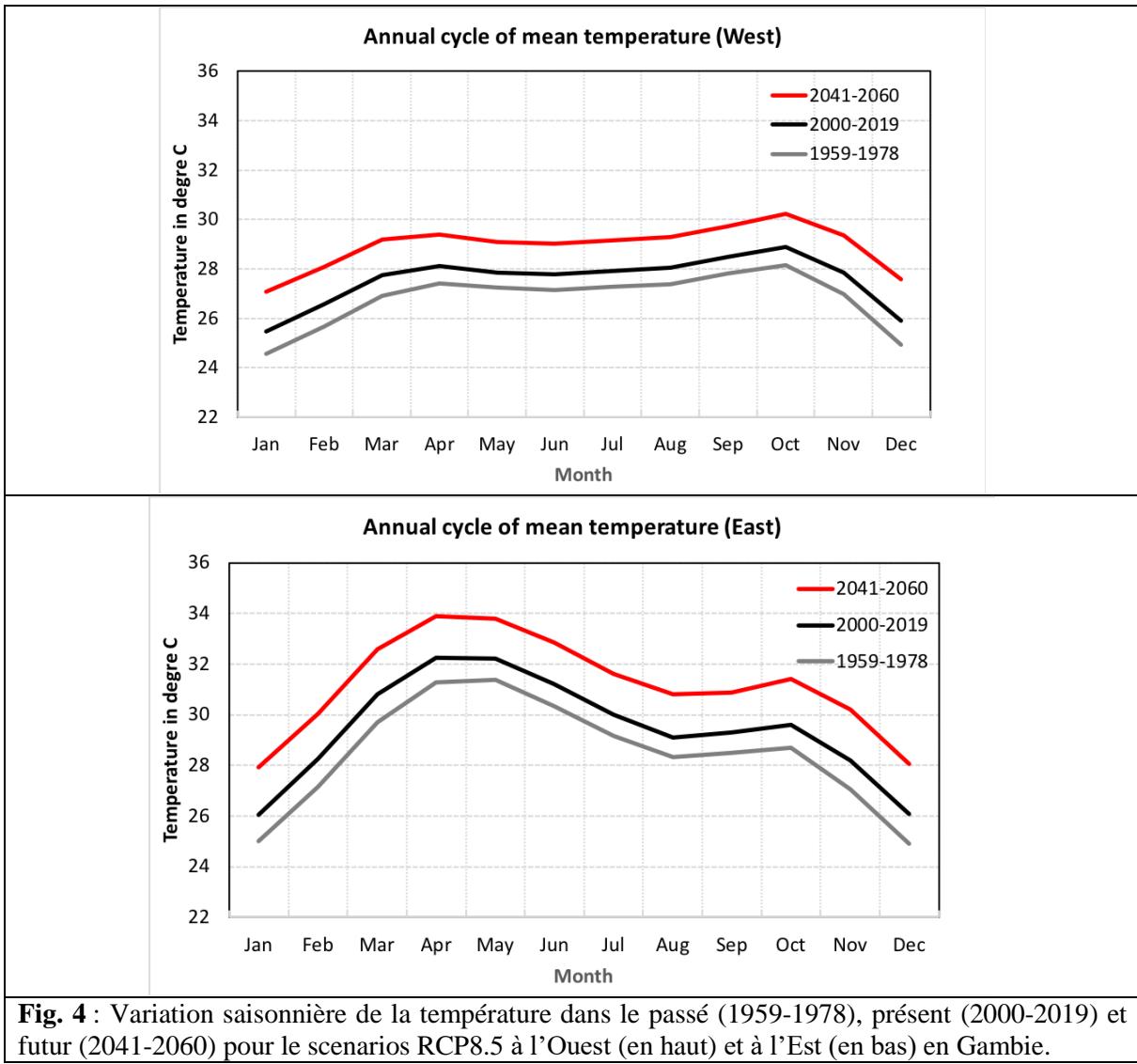


Fig. 4 : Variation saisonnière de la température dans le passé (1959-1978), présent (2000-2019) et futur (2041-2060) pour les scénarios RCP8.5 à l'Ouest (en haut) et à l'Est (en bas) en Gambie.

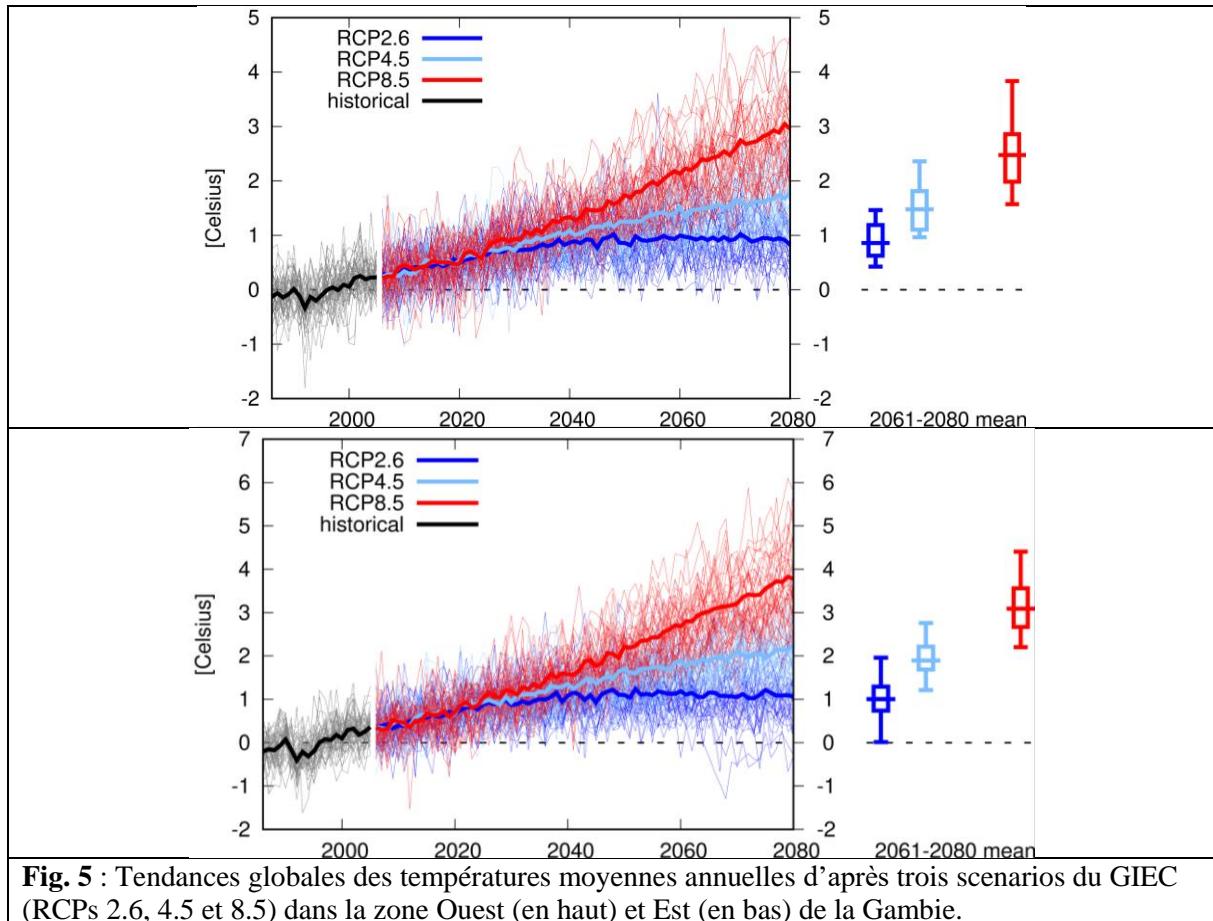
Les résultats présentés sur la figure 5 ne doivent pas être interprétés comme des prévisions climatiques deterministicques (exactes) à des points géographiques précis ; mais plutôt comme des projections climatiques avec des incertitudes dans le temps et dans l'espace. Chaque projection (ligne) capte une certaine probabilité de variation de la température dans le futur. La courbe en gras montre la moyenne de l'ensemble des modèles (MME).

La variation temporelle de la température montre certes une incertitude mais reste très homogène par scenario : le scenario le plus faible (RCP2.6) augmente moins vite que le scenario moyen (RCP4.5) suivi du scenario pessimiste (RCP8.5).

Pour les températures, la tendance générale est à la hausse sur tout le territoire national. Ceci a été montré aussi par les travaux de Ly et al., (2013) sur l'ensemble du Sahel Ouest.

Une augmentation de la température entraînerait une forte évapotranspiration, qui, combinée à un déficit de la pluviométrie va avoir un impact sur les ressources eau et sur l'agriculture. Par

conséquent, les secteurs en relation avec les ressources en eau tels que l'agriculture, l'élevage, la pêche, la foresterie, etc seront aussi fortement impactés par ses variabilités climatiques dans le futur. Cette hausse de la température et ce déficit pluviométrique constitue donc un risque à considérer.



On a aussi fait l'analyse pour quelques indices dérivés de la pluie et de la température comme décrits dans la partie méthodologie.

Pour l'indice de températures caractérisant le pourcentage de jour durant lequel la température est supérieure au 90eme percentile, on note une hausse très significative (Fig. 6) dans le futur. Le pourcentage passe de 15% dans le passé (1981-2010) à 60% dans le futur (2041-2060) sur toutes les deux zones. Quant au nombre de jour où la température la plus élevée dépasse 25°C, on a aussi une augmentation de 20 jours dans le passé à 150 jours dans le futur par année en moyenne. Ce résultat est intéressant car montre que les basses températures qui affectent certains types de cultures vont diminuer dans le futur.

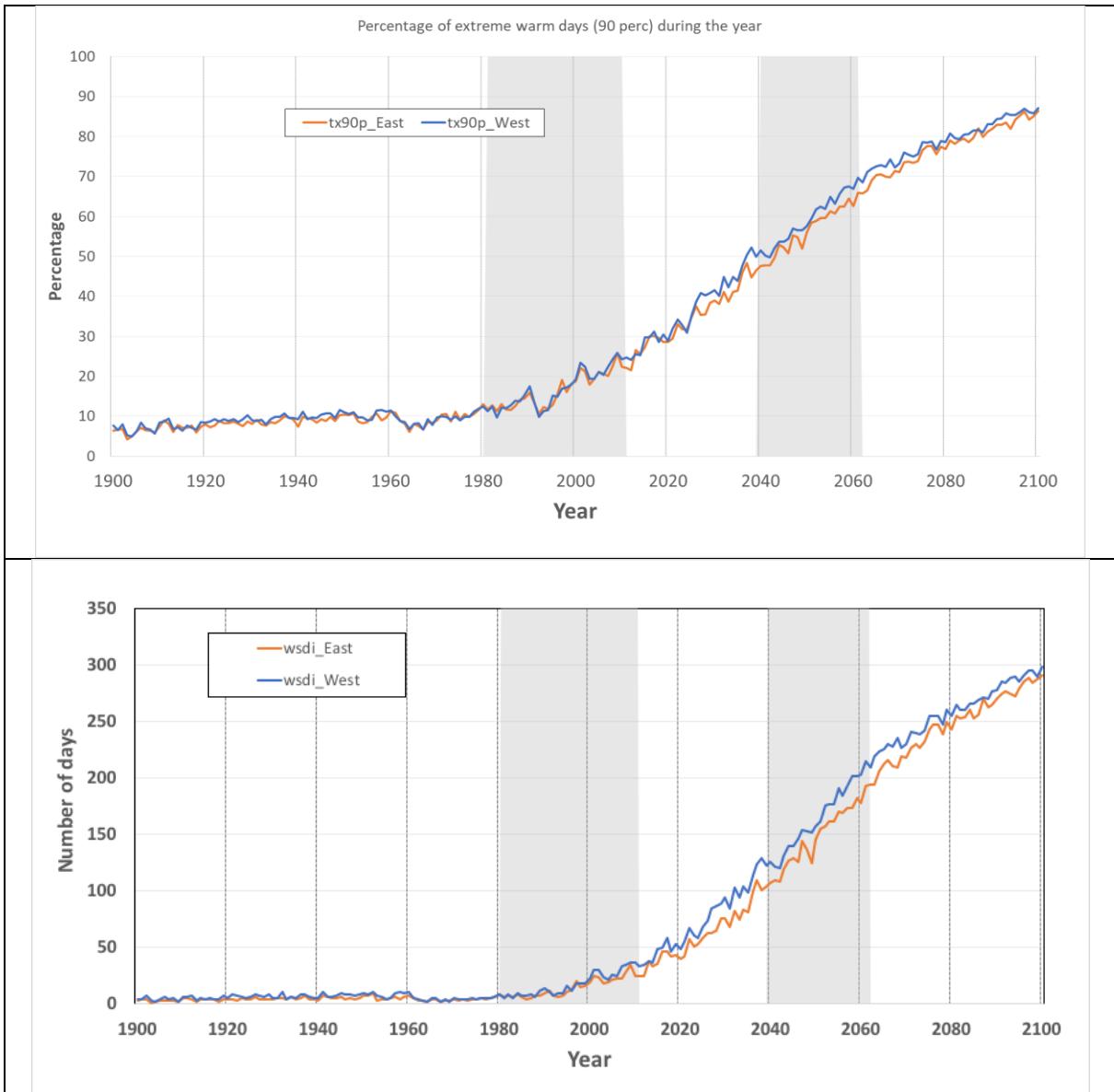


Fig. 6 : Fréquence des jours chauds (en pourcentage) dépassant le 90eme percentile (en haut) et le nombre de jours chauds dépassants 25°C (en bas) dans la zone Ouest (en bleu) et Est (en rouge) de la Gambie, les périodes de référence (1981-2010) et future (2040-2061) sont mises en exergue (grisâtre).

Figure 7 montre la variation dans le temps de quelques indices de pluie. On note une légère diminution des cumuls pluviométriques annuels dans le futur mais avec une plus forte variation interannuelle dans le futur. Le nombre de jour pluvieux durant l'année diminue considérablement dans le futur. Par contre les événements extrêmes augmentent plus dans le futur. Ceci semble paradoxal mais traduit un des aspects liés aux changements climatiques qui est l'occurrence des phénomènes extrêmes. Les pluies vont être certes rares mais vont arriver avec une certaine violence. Même si la quantité de pluie diminue au cours de l'année leur intensité vont être de plus en plus fortes. Donc on peut dire peu de pluie mais très intenses. Ceci peut entraîner des lessivages du sol, des ondes de crues et des inondations.

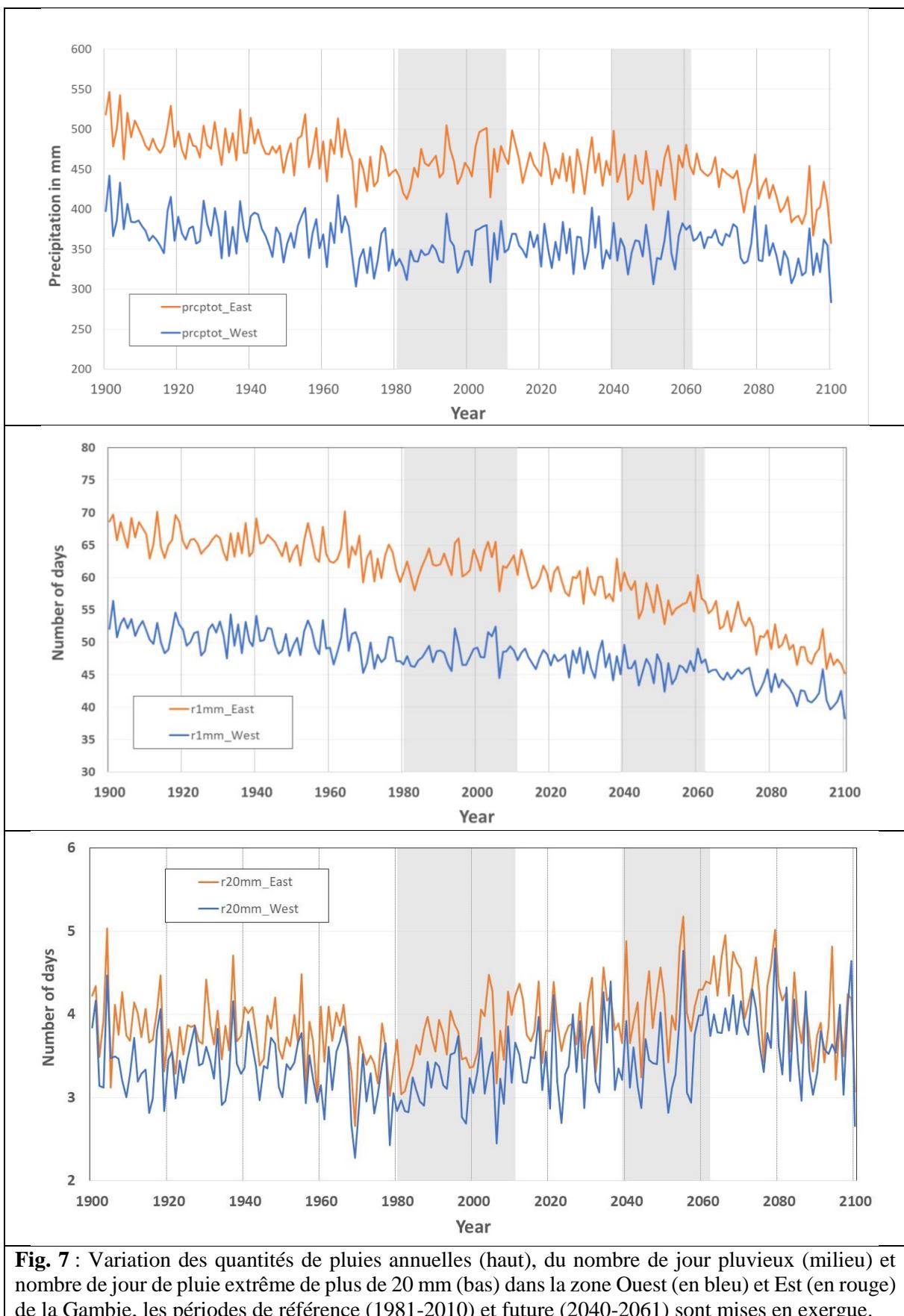


Fig. 7 : Variation des quantités de pluies annuelles (haut), du nombre de jour pluvieux (milieu) et nombre de jour de pluie extrême de plus de 20 mm (bas) dans la zone Ouest (en bleu) et Est (en rouge) de la Gambie, les périodes de référence (1981-2010) et future (2040-2061) sont mises en exergue.