REPUBLIQUE DU NIGER

Fraternité – Travail – Progrès

CABINET DU PREMIER MINISTRE

CONSEIL NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE

FONDS POUR L'ENVIRONNEMENT MONDIAL (FEM)

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVOLOPPEMENT

RAPPORT DE L'ACTUALISATION DE L'EVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ ET DE L'ADAPTATION (V&A) AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE AU NIGER

Version finale

Contribution pour la Quatrième Communication Nationale (QCN) sur les Changements Climatiques

Octobre 2020

TABLE DES MATIÈRES

SIGLES ET ACRONYMES ..... **iii**

RESUME ..... **v**

INTRODUCTION **1**

I. CONTEXTE **3**

II. PRESENTATION DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DU NIGER **10**

III. METHODOLOGIE **16**

IV. PRESENTATION DES CARACTERISTIQUES GENERALES DU SECTEUR **18**

V. ANALYSE DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE ACTUELLE **24**

5.1. Évaluation qualitative de la vulnérabilité du secteur agricole par rapport aux principaux risques climatiques extrêmes **24**

5.2. Analyse de l'évolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-201926

5.3. Analyse de l'évolution des températures maximales et minimales sur la période de 1990-2019 ..... **32**

5.4. Analyse de l'évolution des humidités maximales et minimales sur la période de 1990 à 2019 ..... **33**

5.5. Analyse de l'évolution des paramètres agroclimatiques sur la période de 1990 à 2019 ..... **33**

5.6. Rendement du mil sur la période de 1990 à 2019 ..... **36**

5.7. Analyse de l'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du début, de la fin et de la durée de la saison agricole sur la période de 1990 à 2019 ..... **36**

5.8. Analyse de l'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du cumul pluviométrique de JAS **36**

VI. ANALYSE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES FUTURS À L'HORIZON 2050 ..... **37**

6.1. Tendance de la pluviométrie et de la température moyenne à l'horizon 2050 ... **38**

6.1.1. Pluviométrie **38**

6.1.2. Température moyenne **38**

6.1.3. Scénario sec avec tendance à la hausse de la température moyenne 38

6.1.4. Scénario humide avec tendance à la hausse de la température moyenne .. 39

VII. MESURES D'ADAPTATION À LA VARIABILITÉ ET AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES 43

CONCLUSION 46

BIBLIOGRAPHIE 47

ANNEXES 49

ANNEXE 1a : Correspondance entre date du calendrier grégorien et nombre du calendrier julien pour les années 1992, 1996, 2000, 2004, 2008, 2012 et 2016 50

ANNEXE 1b : Correspondance entre date du calendrier grégorien et nombre du calendrier julien pour les années 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2013,2014, 2015, 2017, 2018 et 2019..... 51

Annexe 2 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019..... 52

Annexe 3 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 64

Annexe 4 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 76

Annexe 5 : Évolution du cumul pluviométrique des mois de juillet-août-septembre (JAS) comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 81

Annexe 6 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019..... 87

Annexe 7 : L'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du cumul pluviométrique de JAS 92

SIGLES ET ACRONYMES

ACP : Analyse en Composantes Principales

AGRHYMET : Centre de formation en Agro-météorologie et Hydrologie opérationnelles

ANADIA : Adaptation au changement climatique, prévention des catastrophes et Développement agricole pour la sécurité Alimentaire

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CNI : Communication Nationale Initiale

COMNAT : Communication Nationale

DMN : Direction de la Météorologie Nationale

DSA : Direction de la Statistique Agricole

ETP : Évapotranspiration Potentielle

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

GIEC :

GTP : Groupe de Travail Pluridisciplinaire

I3N : Initiative les Nigériens Nourrissent les Nigériens

INS : Institut National de la Statistique

JAS : Juillet-Août-Septembre

MAG/EL : Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage

MEP : Ministère de l'Énergie et du Pétrole

MHA : Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement

ODD : Objectif de Développement Durable

OMD : Objectif du Millénaire pour le Développement

ONAHA : Office National des Aménagements Hydro Agricoles

PAA : Programme Africain d'Adaptation aux changements climatiques

PANA : Programme d'Action National pour l'Adaptation aux changements climatiques

PIB : Produit Intérieur Brut

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PRESAO : Prévision Saisonnière pour l'Afrique de l'Ouest

PSRC : Programme Stratégique pour la Résilience Climatique

SCN : Seconde Communication Nationale

SE/CNEDD : Secrétariat Exécutif du Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable

SNPA/CVC : Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Changements et Variabilité Climatiques

TCN : Troisième Communication Nationale

V&A : Vulnérabilité et Adaptation

RESUME

Le climat du Niger est de type sahélien caractérisé par une grande variabilité de la pluviométrie aussi bien dans le temps que dans l'espace, se traduisant par des années sèches récurrentes devenues de plus en plus fréquentes depuis 1968. Cette situation est liée à la nature du climat et aux changements climatiques dont les manifestations néfastes extrêmes handicapent le développement du pays. En effet, depuis les grandes sécheresses des années 70 et 80, le Niger a été confronté à une dégradation accélérée de son environnement. Cette dégradation a provoqué non seulement la réduction et la baisse du potentiel productif du "capital ressources naturelles", mais aussi, la désarticulation des systèmes séculaires de production et de gestion des milieux naturels (MHE/LCD, 2005). Cette fragilité des écosystèmes rend le pays très vulnérable à ces phénomènes sans compter que le contexte socio-économique difficile réduit les capacités d'adaptation des populations. En outre, le pays connaît une augmentation rapide de sa population avec un taux d'accroissement annuel estimé à 3,9 %, correspondant à un doublement de la population en moins de 20 ans (Banque mondiale, 2018 et SPN2A, 2020). Au Niger, 84 % de la population vit en milieu rural et 66 % de cette population vit en dessous du seuil de pauvreté (SPN2A, 2020).

Au Niger, l'agriculture constitue un secteur clé pour le développement socio-économique du pays. Néanmoins, ce secteur reste confronté aux aléas climatiques récurrents et demeure très vulnérable aux effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques. En effet, la production agricole qui repose en grande partie sur les cultures pluviales qui contribuent en moyenne pour plus de 80 % de la production agricole totale, demeure très tributaire des facteurs climatiques, particulièrement de la pluviométrie. L'agriculture du Niger est essentiellement pluviale et est dominée par des cultures des céréales (mil, sorgho, maïs, riz, fonio) et des cultures de rente (niébé, arachide, voandzou, sésame, oseille, souchet). En irrigué, le Niger produit aussi du riz dans les aménagements hydro agricoles et des cultures maraîchères diverses dont principalement l'oignon et la pomme de terre.

Le potentiel en terres cultivables est estimé à 15 millions d'hectares dont seulement 270 000 ha de terres irrigables concentrées dans la vallée du fleuve, le long de la Komadougou, près du lac Tchad, les Dallols, les vallées sèches et les cuvettes oasiennes du Manga et de l'Aïr. Les sols sont en général pauvres en matières organiques et en éléments nutritifs, notamment le phosphore. 85 % des sols cultivables sont dunaires, peu productifs, fragiles et très sensibles à l'érosion hydrique et éolienne**.**

Les pratiques culturales paysannes sont caractérisées par un faible niveau d'intensification et restent très majoritairement manuelles. Les rendements obtenus sont faibles et très fluctuants. La faiblesse de la fertilisation, la réduction des jachères et l'extension des terres de culture par le défrichage de terres marginales favorisent le développement de l'érosion hydrique et éolienne et ne permettent plus d'assurer la restauration de la fertilité des sols. On estime que c'est à peine 4 % des superficies cultivées en pluvial qui reçoit de l'engrais. À cela s'ajoute une dégradation avancée des ressources naturelles davantage accentuée par un contexte socio-économique difficile caractérisé surtout par la pauvreté et la forte croissance démographique qui réduisent les capacités d'adaptation des populations.

Dans ces conditions, la production agricole et la sécurité alimentaire demeurent fortement dépendantes de la variabilité et des changements climatiques. La superficie des terres arables et la longueur de la saison agricole ont sensiblement diminué au cours des 30 dernières années. Aussi, la hausse des températures associée à une variabilité accrue des précipitations risquera d'entraîner des dysfonctionnements des saisons agricoles, des perturbations des cycles biologiques des cultures et une détérioration des productions agricoles.

Les sécheresses et les inondations ont les impacts néfastes les plus importants sur le secteur agricole. Le rendement et/ou la production du niébé est le plus vulnérable aux principaux risques climatiques extrêmes avec un indicateur d'exposition de 64 %. L'indicateur d'exposition du rendement et/ou de la production du mil et du sorgho est de 60 **%**. Les inondations, les sécheresses et les tempêtes de sable et de poussière sont les risques climatiques extrêmes les plus importants, avec respectivement 87 % et 60 % d'indicateurs d'impacts.

La pluviométrie est caractérisée par une grande variabilité dans l'espace et dans le temps. La variabilité de la pluviosité annuelle est générale à l'échelle de toutes les régions du pays. Les écarts de la pluviométrie, par rapport à la moyenne à long terme ont tendance à persister pendant une période assez longue. L'évolution des écarts de la pluviométrie annuelle par rapport à la moyenne annuelle sur la période 1990-2019 est caractérisée par une variabilité interannuelle erratique (évolution en dents de scie sans aucune organisation) donnant l'impression d'un dérèglement du climat. L'alternance de 7 ans en moyenne est passée à 1 à 2 années pour les années déficitaires et excédentaires. Ceci est valable pour l'ensemble du Sahel. Cet état de fait rend encore plus aléatoire la pluviométrie d'une saison à une autre sur nos latitudes et nécessite une veille climatique accrue et un grand besoin de disposer des prévisions climatiques saisonnières pour anticiper sur la qualité des saisons des pluies au Niger.

L'évolution de la pluviométrie annuelle sur la période 1990-2019 se caractérise par une tendance à la hausse au niveau de la plupart des zones agricoles du Niger. De même, les températures maximale et minimale sous abri connaissent une tendance à la hausse au cours de ces trente (30) dernières années (1990 à 2019). La date moyenne du début de la saison agricole varie du 15 au 31 mai (précoce) et du 1er au 15 juillet (tardive). Quant à la date moyenne de fin de la saison agricole, elle varie entre avant le 15 septembre et après le 30 septembre. La durée moyenne de la saison agricole varie de 50 à 70 jours dans le Nord de la zone agricole et de 100 à 140 jours dans l'extrême Sud de la zone agricole. Le début de la saison agricole devient de plus en plus tardif et la fin de la saison de plus en plus précoce ; ce qui se traduit par une diminution de la durée de la saison qui devient de plus en plus courte. Le nombre des jours de pluies cumulé au cours des mois de juillet-août-septembre (JAS) diminue d'année en année. De 1990 à 2019, le rendement du mil suit la même tendance que le la durée de la saison agricole et le cumul pluviométrique JAS, ce qui indique une relation entre le rendement du mil et ces deux paramètres. Ainsi, les faibles valeurs du rendement sont enregistrées au cours des années où la durée de la saison agricole est courte et le cumul pluviométrique de JAS est faible. Les fortes valeurs du rendement sont enregistrées au cours des années où la durée de la saison agricole est longue et le cumul pluviométrique de JAS est important.

Il est bien évident qu'au Niger le secteur de l'agriculture essentiellement pluviale est très vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques constatés. C'est pourquoi d'importantes mesures d'adaptation sont proposées en vue de limiter les conséquences sur le secteur et mieux produire.

INTRODUCTION

L'agriculture, l'élevage, la sylviculture, l'exploitation forestière et la pêche génèrent 38,4 % du Produit Intérieur Brut (PIB) du pays (INS, 2019), et 80 % des emplois, pour une superficie cultivable et cultivée estimée à 13 % du territoire en 2017. La contribution de l'agriculture au PIB a été estimée à 27 % pour l'année 2018, contre 8,5 % pour l'élevage, notamment pastoral, 1,9 % pour la sylviculture et l'exploitation forestière et 1 % pour la pêche, la pisciculture et l'aquaculture (INS, 2019).

Au Niger, 84 % de la population vit en milieu rural et 66 % de cette population vit en dessous du seuil de pauvreté. Le secteur agricole génère surtout les moyens d'existence de la majorité de la population estimée à 22,4 millions d'habitants en 2018 (Banque Mondiale) qui sont essentiellement de petits producteurs familiaux très vulnérables face à l'extrême variabilité du climat et qui dépendent de l'exploitation des ressources agro-sylvo-pastorales pour leurs moyens d'existence.

L'insécurité alimentaire et nutritionnelle touche plus de 40 % de la population. En 2017, 2,67 millions de nigériens étaient classés en insécurité alimentaire et 5,98 millions de nigériens étaient considérés à risque. Les populations concernées par l'insécurité alimentaire se situent en grande partie dans des régions agricoles et agro-pastorales (Cadre Harmonisé, 2017)

Au Niger, l'aridité du milieu et la très forte variabilité spatio-temporelle des précipitations contribuent à la vulnérabilité d'une population dont les moyens d'existence dépendent du secteur agricole. L'adaptation aux changements climatiques constitue une clé du développement durable du secteur agricole et de la sécurité alimentaire des populations. Les populations du Niger vont devoir s'adapter :

- à une augmentation significative des températures dans une gamme de 1,5 à 3 degrés d'ici 2050 ;
- à une probable intensification des pluies caractérisée par une augmentation de la pluviométrie, en particulier dans les régions de l'est et du Nord-Est, et une réduction du nombre de jours de pluie.

Le Niger compte parmi les pays les plus vulnérables au monde face au changement climatique en raison de son aridité, ses sources de revenus, son économie et son environnement. Dans un contexte caractérisé par une forte exposition des producteurs à des risques de diverses natures (climatiques, économiques, sanitaires, voire sécuritaires), l'adaptation du secteur agricole face aux effets du changement climatique constitue un enjeu majeur pour le développement économique du pays.

Au Niger, l'agriculture constitue un secteur clé pour le développement socio-économique. Celui-ci reste confronté aux aléas climatiques récurrents et demeure très vulnérable aux effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques. En effet, la production agricole qui repose en grande partie sur les cultures pluviales qui contribuent pour plus de 80 % de la production agricole totale, demeure très tributaire des facteurs climatiques, particulièrement de la pluviométrie et de la température. Dans un tel contexte, assurer une agriculture durable afin de mieux contribuer à la sécurité alimentaire d'une population caractérisée par une forte croissance démographique est un défi prioritaire à relever par le pays.

C'est dans cette optique que le Gouvernement de la 7ème République du Niger s'est engagé à élaborer, adopter et mettre en œuvre l'Initiative « Les Nigériens Nourrissent les Nigériens » (i3N), notamment à travers son Axe 2 « Promotion et Diversification des Cultures Irriguées », afin d'atténuer la très grande dépendance de la sécurité alimentaire du pays vis-à-vis des cultures pluviales très vulnérables aux aléas climatiques. Il est à souligner que l'irrigation est un outil essentiel à adopter pour l'adaptation à long terme de l'agriculture à la variabilité et aux changements climatiques en zone aride et semi-aride comme au Niger.

Le Niger est partie prenante des 3 conventions post-Rio (convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, convention cadre des Nations Unies sur la diversité biologique et convention cadre des Nations Unies sur la lutte contre la désertification). Il est également partie prenante de l'ODD 15.3 depuis 2015 (neutralité en termes de dégradation des terres), du défi de Bonn depuis 2011, de l'Initiative de la grande muraille verte pour le Sahara et le Sahel (IGMVSS) depuis 2007, et de l'initiative africaine pour la restauration des terres (AFRI100) avec un objectif national de restauration d'un million d'hectares au Niger entre 2015 et 2030. Le Niger s'est par ailleurs engagé à atteindre les objectifs de l'OMD notamment en ramenant le taux de pauvreté de 66 à 45 % dès 2015.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la CCNUCC, plusieurs études traitant de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques du secteur agricole ont été réalisées au Niger. Il s'agit notamment de la CNI, de la Stratégie Nationale et le Plan d'Action National en matière de Changements et Variabilité Climatiques (SNPA/CVC), du PANA, de la SCN et du PAA. Celles-ci ont proposé différentes stratégies, options et mesures d'adaptation du secteur agricole à la variabilité et aux changements climatiques mais très peu de ces stratégies, options et mesures ont été mises en œuvre par manque de moyens matériels et financiers dans la plupart des cas.

La présente étude servira à contribuer à l'élaboration de la Quatrième Communication Nationale (QCN) par l'actualisation (reprendre, affiner, améliorer et actualiser) de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques du secteur de l'agriculture entreprise lors de l'étude précédente.

I. CONTEXTE

Le Niger est un pays sahélien avec un climat tropical aride et semi-aride. Le pays est caractérisé par une forte variabilité aussi bien spatiale que temporelle des paramètres climatiques, notamment des précipitations. Cette situation entraîne des déficits pluviométriques récurrents se traduisant par des sécheresses et des déficits de production agricole. Ces sécheresses combinées aux actions anthropiques, conduisent à la désertification et à la dégradation des ressources naturelles. Cette dégradation continue des terres agricoles et pastorales par la sécheresse et la désertification a conduit à une série de mauvaises années, notamment sur le plan agro-pastoral, avec toutes les conséquences socio-économiques qui en ont découlé.

Cette situation rend le Niger particulièrement vulnérable à la variabilité et aux changements climatiques. Il ressort de l'établissement des profils de vulnérabilité au Niger que près de 5 millions de personnes sont exposées au risque d'une sécheresse légère, 6,35 millions à une sécheresse moyenne et environ 7,9 millions à une sécheresse sévère (SE/CNEDD, 2019).

Dans un tel contexte, la problématique des changements climatiques doit être prise en compte dans le processus de développement socio-économique du pays. Pour cela, il est très important de connaître l'impact, aussi bien de la variabilité climatique que celui des changements climatiques, sur les principaux secteurs socio-économiques, afin de prendre les mesures adéquates pour faire face aux effets néfastes de ces phénomènes.

En effet, le Niger est exposé à plusieurs phénomènes climatiques avec des risques majeurs tels les sècheresses sévères et les inondations. Au cours des dernières décennies, le Niger fut exposé à la sécheresse, et aux crises de sécheresse à répétition qui menacent d'être plus répandues, intenses et fréquentes du fait des changements climatiques.

Ce pays sahélien avec une superficie de 1.267.000 km², de 3 millions d'habitants lors de son accession à l'indépendance en 1960, la population est passée à 11 millions en 2001, puis à plus de 17 millions d'habitants en 2012 (80% rural, 20% urbain) et atteindra au taux de croissance démographique de 3,9 %, l'une des croissances démographiques les plus élevées d'Afrique de l'Ouest, 56 millions d'habitants en 2050 selon les projections des résultats du dernier recensement de la population (INS, 2012).

Il faut souligner que lors de ces épisodes de sécheresses, le Gouvernement s'est mobilisé pour apporter des secours d'urgence aux populations victimes, appuyés par les aides des partenaires en développement multilatéraux, bilatéraux et des organisations non gouvernementales tant nationales qu'internationales.

Le Niger a connu des graves sécheresses dans les années 1980, au milieu des années 1990 et plus récemment en 2011 et en 2014. Des efforts conséquents ont été déployés en vue de réagir à la sécheresse, de s'y préparer, de s'y adapter et d'en atténuer les effets (SE/CNEDD, 2019).

Les événements climatiques extrêmes et l'aridification, devenant de plus en plus fréquents et intenses à cause du changement climatique, risquent de saper et compromettre une bonne partie des progrès déjà réalisés dans le secteur du développement rural et pourraient même contribuer à nourrir le cercle vicieux de la pauvreté et de la dégradation environnementale.

Le Niger est régulièrement confronté à des catastrophes naturelles aggravant la vulnérabilité des populations. Sécheresse, inondation et invasion acridienne en sont les principales qui sévissent dans le pays.

La sécheresse est l'un des risques de catastrophe naturelle le plus important au Niger, avec une forte probabilité d'occurrence et dont l'impact et la sévérité affectent aussi bien la production végétale qu'animale. Elle peut être la conséquence d'une pluviométrie annuelle globale faible ou de dérèglements affectant la répartition des précipitations annuelles dans le temps et dans l'espace. L'insuffisance des précipitations à des périodes cruciales du cycle de production des cultures (semis, floraison et remplissage du grain) affecte les rendements des cultures, même lorsque les précipitations globales sont comparables à la normale sur le long terme (SE/CNEDD, 2019) .

Selon une analyse en composantes principales faite par le centre AGRHYMET, les longues périodes sèches (nombre de jours consécutifs sans précipitations) et l'apparition tardive des pluies sont les deux principaux facteurs responsables de pertes de rendement et de mauvaises récoltes au Niger. Depuis 20 ans, le Niger vit une année sur trois au rythme d'une crise alimentaire principalement due aux sècheresses.

Les principaux défis environnementaux auxquels le Niger fait face se résument ainsi qu'il suit : la pression excessive sur les ressources naturelles, exercée par une population à croissance très forte ; les mauvaises pratiques de gestion des ressources naturelles (surpâturage, déboisement, exploitation minière des sols, etc.) ; les sécheresses répétitives (1968, 1974, 1984, 1998, 2005, 2009, 2011, etc.) et la variabilité climatique.

En outre, la forte croissance démographique (3,9 % par an) et l'indice de fécondité élevé (7,6 enfants par mère), taux les plus élevés au monde, ont des effets négatifs sur tous les efforts de développement déployés par les populations, l'État et ses partenaires techniques et financiers.

D'après le SE/CNEDD (2019) une étude a permis de dégager une situation référence de l'occupation des sols pour l'année 2010 avec les constats suivants :

- La majeure partie du territoire national est occupé par des étendues désertiques, des sols nus (glacis dégradés) et d'affleurements rocheux regroupés dans la classe sol nu et autres qui représente en termes de superficies 71,5 % du territoire soit 857 557,9 km^2 (85 755 790 ha).
- Le deuxième constat qu'on fait à partir de la carte de 2010, est les formations naturelles (savanes, steppes et forêts) occupe autour de 17 % du territoire. Il s'agit de la bande sahélienne comprise entre les isohyètes 500 et 300 mm et au Sud-ouest la savane ou forêt claire représenter par le Parc National du W.
- Le troisième constat est que le potentiel agricole est en passe d'être complètement exploité dans un proche avenir. En effet, les espaces cultivés représentent un peu plus de 14 millions d'ha soit 11,5 % alors que le potentiel cultivable est estimé à 15 millions d'ha.

Le Niger, l'un des pays les plus pauvres du monde, est hautement dépendant des variations pluviométriques dans un contexte de réchauffement climatique dont les conséquences semblent être défavorables dans les décennies à venir. L'exacerbation de ces phénomènes physiques par les changements climatiques, la pauvreté chronique et le taux de croissance démographique le plus

élevé au monde fait que chaque année, plus de 10 % des populations sont déclarés vulnérables à l'insécurité alimentaire et nutritionnelle. La production céréalière nécessaire pour couvrir les besoins de la population passerait d'environ 3 millions de tonnes en 2005 à 4,2 millions en 2015 et à plus de 13 millions de tonnes en 2050, ce qui représente un grand défis à relever (MAG/EL, 2015).

À partir des années 90 et 2000, des conditions pluviométriques bien meilleures se sont réinstallées. Toutefois, cette période est marquée par une alternance brusque d'années humides et d'années sèches. Ce nouveau mode de variabilité pourrait rendre davantage aléatoire la planification agricole.

De manière générale, le nombre de jour de pluie > 1 mm a connu sur la période 1951-2008 une tendance générale à la baisse. Le nombre d'évènements pluvieux a enregistré une baisse de l'ordre de 10 à 15 jours. On peut dire que dans toute la zone, le déficit pluviométrique résulte de la diminution du nombre d'événements pluvieux (SE/CNEDD, 2019).

Des Analyse des températures et des précipitations prédites par les modèles climatiques du GIEC prévoient également qu'à l'horizon 2025, il est prévu une hausse de température comprise entre 0,5 et 1 °C pour le scénario B1; de 1 à 1,5 °C pour le scénario A1B et A2. Dans le PANA du Niger (2006), la hausse prédite par le modèle Magicc Scengen sera de 0,5 °C en 2025 par rapport à 1961 -1990. Dans tous les cas de faibles variations des pluies sont prédites.

En 2095, la hausse attendue des températures oscille entre 2 et 4,5 °C. La zone enregistrera, toutefois, des hausses de pluies de 5 à 15 %. L'évolution de l'indice de sécheresse de Palmer de 2000 à 2090 calculé à partir des prévisions du modèles climatiques HadCM3 (PNUD, 2008) montre que la quasi-totalité du Niger et du Sahel continental connaitrons des conditions peu sèche ce qui est assez conforme avec la situation actuelle.

La sécheresse combinée aux effets des changements climatiques constitue une menace sérieuse pour la croissance économique et le développement durable et risque de compromettre les efforts déployés par le Niger pour l'atteinte des Objectifs du Développement Durable (ODD).

Pour le cas du Niger, plus de 95 % de l'agriculture étant sous pluie, la production agricole sera fortement compromise par la variabilité accrue des précipitations conjuguée à la hausse des températures et les occurrences de phénomènes extrêmes dévastateurs. Son agriculture devra alors s'attendre à des bouleversements multiples auxquels elle devra s'adapter (GIEC, 1996).

Enfin, en termes d'impacts économiques, les sécheresses et les inondations ont contribué ensemble pour 96 % des pertes économiques. Les valeurs des dommages et pertes causés aux secteurs de l'agriculture et du logement vont au-delà de 3,2 milliards de dollars US (PNUD, 2017).

D'après les projections climatiques dans le domaine agricole, le réchauffement climatique engendrera une réduction significative des superficies propices à l'agriculture, de la durée des saisons des cultures et des rendements. En effet, l'étude sur la vulnérabilité du secteur agricole a mis en évidence que l'évolution des rendements des cultures de mil sont soumises à une forte variabilité inter annuelle liée à de nombreux facteurs dont les variations du régime pluviométrique.

Pour le SE/CNEDD (2019), les principaux effets néfastes directs et indirects des changements climatiques et de la sècheresse sur l'agriculture sont notamment :

- Une perturbation du calendrier cultural (préparation, semis, travaux d'entretien, récolte, etc.) ;
- Une baisse des rendements agricoles ;
- Un ensablement des terres agricoles, lié à l'érosion éolienne et hydrique;
- Une variation et/ou la baisse de la production agricole entrainant une insécurité alimentaire récurrente ;
- Une prolifération des ennemis et maladies des cultures ;
- Une dégradation des terres agricoles (érosion, lessivage, formation de glacis, diminution de la fertilité, etc.) ;
- Une diminution de la contribution de l'agriculture au PIB.

Enfin, l'élévation de la température augmenterait le taux de fécondité et de croissance des ennemis des cultures et la fréquence des épidémies. Les ennemis et les maladies des cultures pourraient gagner également de nouvelles aires géographiques.

Des études récentes ont montré aussi que les rendements des cultures comme les mil/sorgho vont baisser de plus 10 % au Niger dans le cas de l'augmentation des températures de 2 °C et d'une baisse ou une légère augmentation des précipitations à l'horizon 2050 (source). En revanche, les mil/sorgho ne seraient pas vulnérables à des hausses de températures de l'ordre de 1°C (Sarr et al. 2007).

L'essentiel de l'agriculture étant sans irrigation et sachant que les prévisions de diminution des précipitations et la pression croissante sur l'eau entraîneront des pénuries, on peut prévoir sans mesure d'adaptation, une diminution des rendements des cultures céréalières du fait de stress hydrique conjugué au stress thermique.

La non- satisfaction des besoins en eau des populations, du bétail, et des cultures constitue un élément déterminant et sensible de la perception des effets du changement climatique. Cette insuffisance affecte les cultures irriguées qui sont pratiquées comme cultures complémentaires aux cultures pluviales en période de sécheresse.

la prise en compte de données telles que la date de semis, la longueur de la saison et sa position dans le calendrier, le bilan hydrique des cultures, la prévision des rendements, l'état sanitaire et phénologique des cultures, l'état des pâturages, et l'état de nutrition et de santé des troupeaux sont des éléments précieux pour le suivi de la sécheresse agricole.

Il ressort, de la plupart des rapports des pays et diverses études sur les effets des menaces liées aux changements climatiques que ceux-ci entraîneront un décalage des saisons qui est devenu un phénomène très fréquent. La variabilité accrue des saisons entraîne des reprises de semis occasionnant la baisse de revenus et du pouvoir d'achat, l'exode rural, la famine (prolongation de la période de soudure, les migrations saisonnières des exploitants agricoles et les modifications des habitudes culturales). Globalement, au cours des dernières années, les débuts et fins des saisons pluvieuses sont devenus de moins en moins prévisibles pour les paysans (Diop 1996). Ce qui rend aléatoire la planification agricole.

L'étude des indicateurs climatiques a permis d'identifier les principaux risques climatiques suivants :

- Risque 1 : Variabilité accrue des précipitations intra saisonnière et inter saisonnière ;
- Risque 2 : Raccourcissement de la durée de la saison des pluies avec une fluctuation importante des dates de démarrage ;
- Risque 3 : Fortes fréquence et occurrence de séquences sèches dans la saison des pluies ;
- Risque 4 : Augmentation des extrêmes notamment des inondations à travers l'intensité des pluies ;
- Risque 5 : Hausse des températures maximales et minimales.

La même étude dégage les tendances ci-dessous :

- L'augmentation de la température maximale moyenne sous abri de l'ordre de 2,5 à 3 °C ;
- La hausse de la température minimale moyenne sous abri pouvant aller jusqu'à 3,5 °C ;
- La légère augmentation du cumul des précipitations ;
- La légère augmentation de l'évapotranspiration potentielle ;
- La légère baisse de la vitesse moyenne du vent allant jusqu'à 0.2 m/s pour les mois de janvier à mars ;
- La faible augmentation de la vitesse moyenne du vent pour les mois de juin à août ;
- L'intensification des fortes précipitations.

On constate que le changement climatique s'exprime par une aggravation de la variabilité des paramètres climatiques et une augmentation des températures.

Le Niger situé entre 11°37' et 23°23' de latitude nord, dans une des régions les plus ensoleillées et les plus chaudes du globe, à 700 km au nord du golfe de Guinée, 1900 km à l'est de la côte atlantique et 1200 km au sud de la mer Méditerranée, est soumis à un climat essentiellement sec, avec de fortes amplitudes de températures. C'est un pays continental dont on peut dire que les 4/5 du territoire appartiennent au Sahara, un pays où les contraintes physiques, essentiellement climatiques, pèsent sur le développement économique et social.

Le Niger connaît une anomalie climatique très prononcée depuis plusieurs décennies. Le potentiel productif se dégrade de plus en plus à la faveur des modifications climatiques et des actions anthropiques sur les ressources. Ces phénomènes qui contribuent à l'appauvrissement des populations se traduisent par la baisse de fertilité des sols, la réduction du capital productif, la diminution des revenus en milieu rural, l'accroissement de l'insécurité alimentaire et l'exacerbation des conflits entre les exploitants des ressources (CNEDD, 2000).

A l'instar des autres pays de la Communauté Internationale, le Niger a signé et ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) respectivement le 11 juin 1992 et le 25 juillet 1995. Le Protocole de Kyoto, adopté en 1997 à

Kyoto au Japon a été ratifié par notre pays le 17 mars 2004 et entré en vigueur le 16 février 2005. Ces dispositions engagent chaque Pays Partie à communiquer à la Conférence des Parties (COP) des informations décrivant de façon générale les mesures qu'il a prises ou qu'il envisage de prendre en vue d'élaborer, d'appliquer, de publier et de mettre à jour régulièrement les programmes nationaux comportant des mesures visant à faciliter une adaptation appropriée aux changements climatiques. À cet égard, les Parties non visées à l'annexe I de la CCNUCC doivent fournir des informations sur leur vulnérabilité face aux effets néfastes des changements climatiques et sur les mesures d'adaptation qu'elles sont en train de prendre pour répondre à leurs besoins et préoccupations spécifiques.

Pour satisfaire à ces engagements, le Niger a présenté sa Communication Nationale Initiale (CNI) à la Sixième Conférence des Parties (COP6) à la CCNUCC en novembre 2000 à La Hayes (Pays Bas). Quant à la Seconde Communication Nationale (SCN), elle fût présentée à la Quinzième Conférence des Parties (COP15) à la CCNUCC en décembre 2009 à Copenhague (Danemark). La Troisième Communication Nationale (TCN) a été présentée à la Conférence des Parties à la CCNUCC en 2016 à Paris (France). C'est dans ce cadre que des études thématiques ont été entreprises dans les secteurs clés pour le développement socio-économique du pays tels que : l'agriculture, l'élevage, les ressources en eau, la santé, la foresterie, la faune et la pêche, le transport et les zones humides.

Par ailleurs, les études entreprises dans le cadre de l'élaboration du PANA ont permis d'identifier l'existence des impacts directs et indirects anticipés de la variabilité et des changements climatiques sur les différents secteurs notamment : l'agriculture, l'élevage, l'eau, la foresterie, la pêche, la faune, les zones humides, la santé et l'énergie.

Au niveau du secteur de l'agriculture, les impacts des changements se matérialisent par des variations des dates normales de démarrage et de fin des saisons des pluies et des déficits hydriques. Les principaux indices de vulnérabilité climatique du secteur agricole se matérialisent par des sécheresses récurrentes, des invasions des ennemis des cultures, des maladies et souvent des inondations.

Le Gouvernement du Niger, à travers les institutions, propose un éventail de mesures d'adaptation à différentes échelles. Les options prioritaires préconisées sont essentiellement à trois niveaux : i) opérationnel ; ii) socio-économique et iii) sensibilisation/renforcement des capacités. À moyen et long terme, ces mesures pourront contribuer à une amélioration significative de la sécurité alimentaire dans des dimensions suivantes : disponibilité, accessibilité, qualité, durabilité.

Les départements administratifs, les communes et les villages les plus vulnérables ont été identifiés par le PANA en 2006 à travers les consultations des autorités, des populations locales et la concertation des techniciens et des experts à tous les niveaux. On constate que chaque région renferme au moins une zone vulnérable à la variation et aux changements climatiques. La répartition spéciale des zones vulnérables confirme l'extrême sensibilité du Niger aux variations et changements climatiques. Cette situation découlant des analyses réalisées en 2006 peut varier avec le temps et nécessite donc une mise à jour périodique.

Ainsi, le PANA et les Communications Nationales précédentes ont permis au Niger de définir les communautés, zones et secteurs socio-économiques vulnérables aux changements climatiques ainsi que les mesures d'adaptation prioritaires pour augmenter leur résilience face aux effets

néfastes de la variabilité et des changements climatiques et cela en relation avec les stratégies et politiques nationales de développement économique et social du pays.

Malgré tous ces efforts, des défis restent à relever pour créer un environnement porteur où les décideurs politiques et sociaux appuient la formulation et l'application de solutions efficaces pour faire face aux répercussions et impacts multisectoriels complexes des changements climatiques.

Aussi, dans le cadre de la mise en œuvre de la composante nationale du Programme Africain d'Adaptation aux changements climatiques (PAA), plusieurs activités ont été menées parmi lesquelles des études réalisées et validées en 2011 dans huit secteurs clés du développement économique et social et portant sur l'évaluation des impacts socio-économiques de changements climatiques au Niger. Ceci afin de mieux asseoir les mécanismes adéquats de planification à long terme de l'adaptation dans les politiques et stratégies de développement.

Le Gouvernement de la République du Niger a reçu un financement du FEM à travers le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), pour l'élaboration de la Quatrième Communication Nationale (QCN) sur les Changements Climatiques. L'objectif du projet de la QCN du Niger est de permettre au pays de s'acquitter de ses obligations en tant que Partie à la CCNUCC, en liaison avec ses impératifs de développement durable. Dans le cadre des activités dudit projet, il est prévu une étude portant sur l'actualisation de l'évaluation de la Vulnérabilité et de l'Adaptation (V&A) à la variabilité et aux changements climatiques dans le secteur de l'agriculture.

Le processus de préparation de la Communication Nationale (COMNAT) sur les changements climatiques comporte un certain nombre d'étapes, dont l'une des plus importantes concerne l'évaluation de la vulnérabilité des secteurs socio-économiques productifs du pays, vulnérables à la variabilité et aux changements climatiques, ainsi que l'adoption et la mise en œuvre des stratégies et plans d'atténuation et/ou d'adaptation.

Les travaux antérieurs réalisés dans ce sens, notamment lors de la TCN et dans le cadre du PANA et du PAA, ont servi de base pour l'élaboration de cette évaluation.

Dans ce cadre, il est prévu une actualisation et une amélioration de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques dans le secteur de l'agriculture, objet du présent rapport.

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'élaboration de la QCN sur les changements climatiques par la réalisation de l'étude sur l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques dans le secteur de l'agriculture.

II. PRESENTATION DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DU NIGER

Au Niger le climat est de type sahélien semi-aride au sud et aride du centre au nord du pays. Il est caractérisé par une grande variabilité de la pluviométrie aussi bien dans le temps que dans l'espace se traduisant par des années sèches récurrentes devenues de plus en plus fréquentes occasionnant une dégradation accélérée de son environnement.

Le régime pluviométrique est unimodal, avec un maximum de précipitations survenant autour du mois d'août, lorsque le front de convergence intertropical est dans sa position la plus septentrionale. La pluviosité annuelle est faible et concentrée sur une saison humide qui dure de deux à quatre mois (SPN2A, 2020).

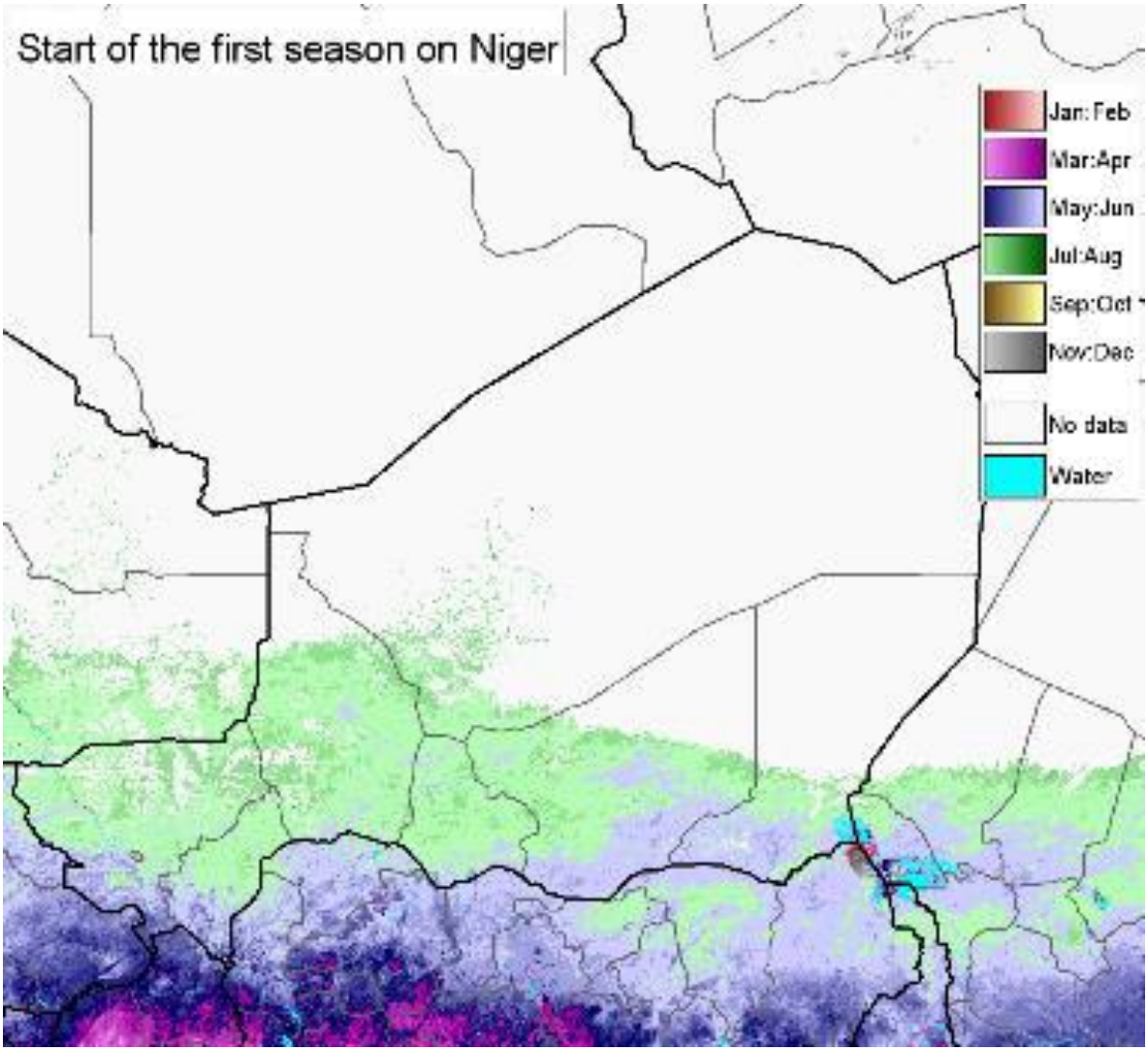

Figure 1. Début de la saison des pluies au Niger

Source: ASAP 2019 – Anomaly hotspots of agricultural production, Food Security unit of JRC

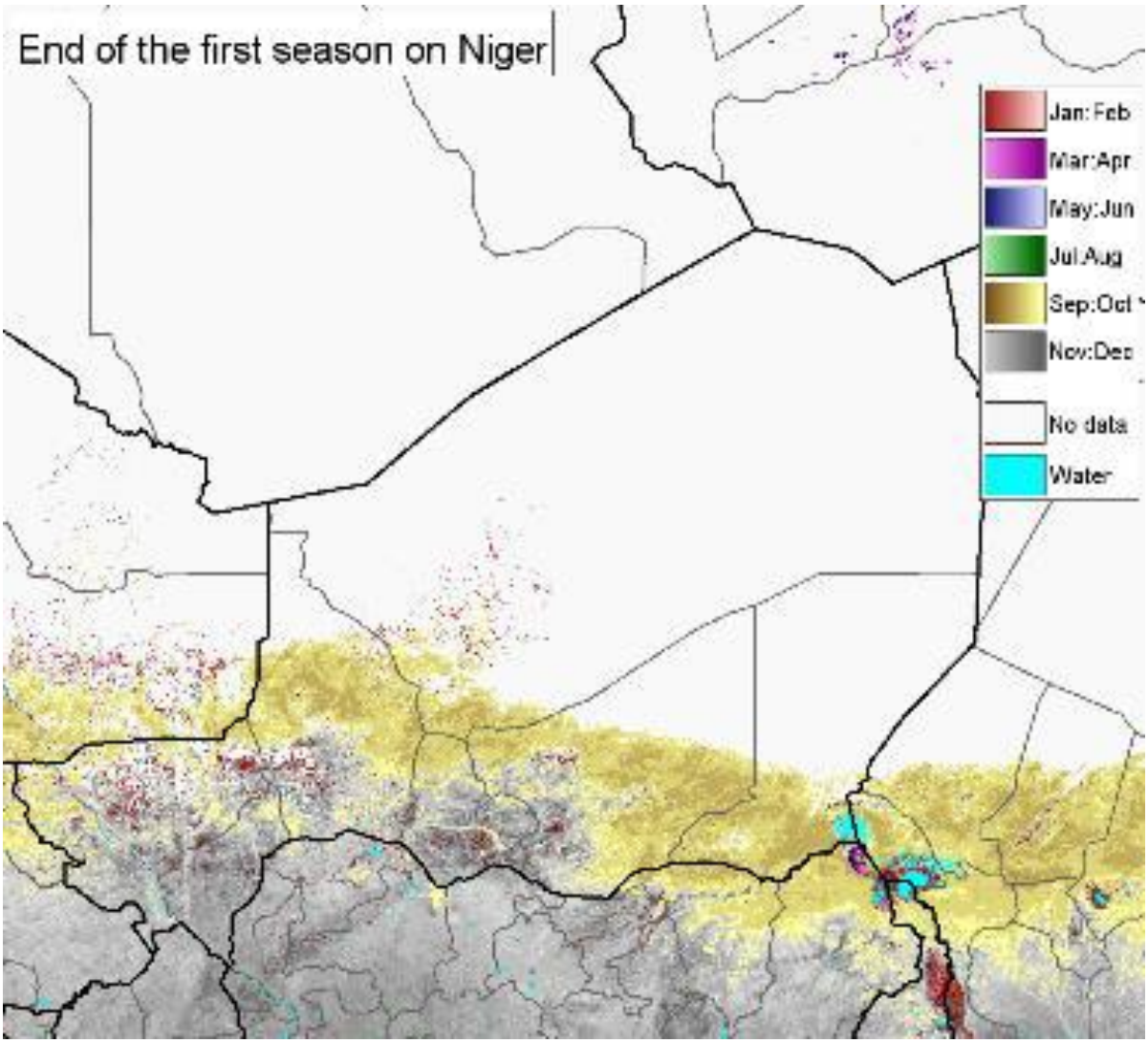

Figure 2. Fin de la saison des pluies au Niger

Source: ASAP 2019 – Anomaly hotspots of agricultural production, Food Security unit of JRC

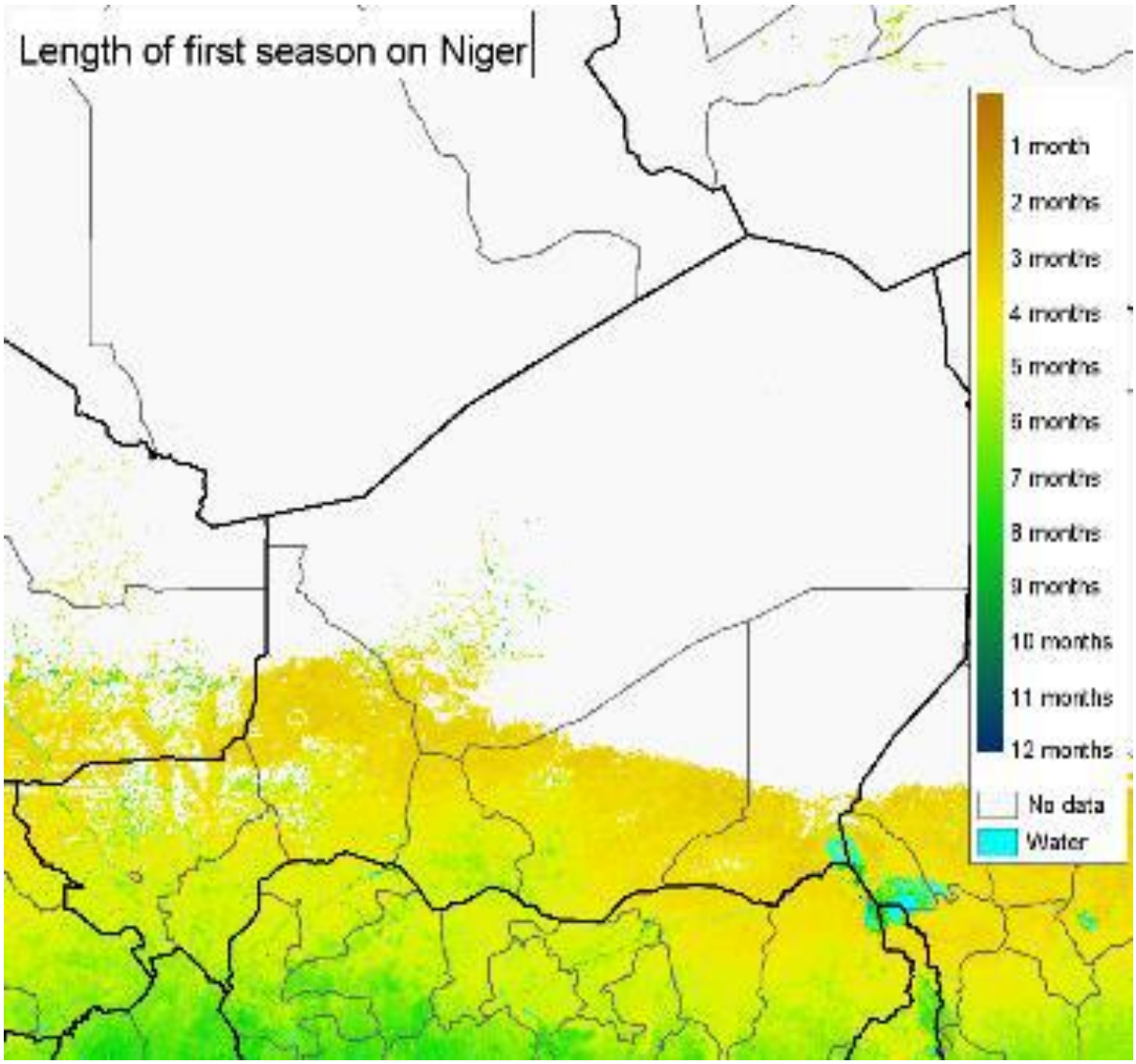

Figure 3. Durée de la saison des pluies au Niger
Source: ASAP 2019 – Anomaly hotspots of agricultural production, Food Security unit of JRC

Les précipitations sont fréquemment reçues sous formes d'orages violents donnant lieu à des ruissellements intenses de type hortonien, avec des pluies dépassant la capacité d'infiltration des sols. Les précipitations présentent une très forte variabilité aussi bien spatiale que temporelle. La variabilité temporelle des précipitations s'exprime aux échelles intra-saisonnière et interannuelle, ainsi qu'à l'échelle de cycles pluviométriques de plus long terme. En année normale, la pluviométrie permet la recharge des nappes, la formation de mares temporaires, le développement du couvert végétal et la production de céréales pluviales telles que le mil ou le sorgho sur une partie du territoire.

L'ensoleillement est élevé sur toute l'étendue du territoire national avec des maxima dans la partie nord. Les valeurs journalières moyennes observées varient de 5 à 7 kWh/m^2, pour une insolation moyenne de 8 heures par jour. Le rayonnement solaire moyen de surface s'établit à 2008 kWh/m^2/an. L'évaporation varie entre 1 700 et 2 100 mm d'eau par an. La vitesse

moyenne des vents est de 2,5 m/s dans le sud et de 5 m/s dans le nord du pays (PANER, 2015).

L'aridité du milieu et la très forte variabilité spatio-temporelle des précipitations contribuent à la vulnérabilité d'une population dont les moyens d'existence dépendent majoritairement du secteur agricole. De ce fait, l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques constitue une clé du développement durable du secteur agricole et de la sécurité alimentaire.

Le Niger est régulièrement confronté à des évènements climatiques extrêmes qui ont des conséquences désastreuses sur les productions agropastorales et la sécurité alimentaire des populations. Des sécheresses sévères ont par exemple été enregistrées en 2001, en 2005, en 2009, ainsi qu'en 2011, où 3 millions de personnes ont été affectées. Les populations peuvent également être confrontées à des inondations, avec 6 épisodes enregistrés entre 1963 et 2012 (SPN2A, 2020).

La pluviosité constitue l'élément déterminant du climat. Les pluies, généralement orageuses et par conséquence de forte érosivité, varient dans l'espace et dans le temps et diminuent suivant un gradient décroissant de sud-ouest à nord-est. Les moyennes mensuelles de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et de la température sont assez élevées, notamment pendant la saison chaude (de Mars à Juin). La pluviométrie moyenne annuelle croît, du Nord au Sud, de moins de 100 mm à 800 mm. Le Niger connaît deux types de climats chauds : un climat désertique sur la majeure partie de sa superficie et un climat tropical à une seule saison des pluies.

La circulation atmosphérique en altitude, qui détermine l'essentiel des phénomènes au sol, permet d'opposer deux saisons : la saison sèche soumise aux influences équatoriales et australes (avec une nette prédominance des vents d'est) et l'hivernage soumis aux influences subtropicales (vents d'ouest du jet-stream les plus fréquents. Toute la circulation atmosphérique est marquée par l'alternance de deux masses d'air chaud qui s'opposent par leur humidité : d'une part l'alizé continental, vent très sec, appelé harmattan, souffle vers le sud-ouest et d'autre part l'alizé de l'hémisphère austral chargé d'humidité, vent appelé la *'mousson'* qui se dirige vers le nord-est. La surface de discontinuité entre l'alizé continental et l'air équatorial est appelée front intertropical (FIT). Il est situé en moyenne vers 8° Nord en février et atteint 20° Nord en juillet. Ce balancement saisonnier affecte toute l'Afrique occidentale.

Le trait marquant du climat du Niger est la sécheresse (CNEDD, 2000). Celle-ci est liée à plusieurs facteurs :

- *L'insuffisance des précipitations :* de l'extrême sud qui reçoit plus de 800 mm par an, elles diminuent très rapidement selon un axe S-O N-E, et s'abaissent à moins de 100 mm au nord et à l'est du pays. Les totaux annuels connaissent une assez faible variabilité, mais, permettant de justesse la culture pluviale, ils donnent aux années déficitaires un poids économique considérable. Le régime pluviométrique est le même dans tout le Niger, marqué par une saison presque totalement sèche et par une saison humide à maximum unique en août. Les différences essentielles viennent de l'inégale durée de la saison humide ;
- *les fortes températures :* Les températures annuelles moyennes sont très élevées, entre 27° et 29 °C.

Le régime thermique est caractérisé par quatre (4) saisons bien marquées :

- une saison sèche froide (mi-décembre à mi-février) avec une température moyenne sous abri variant entre 19,2 et 27,3 °C. Les températures peuvent descendre au-dessous de 10 °C et même de 0 °C dans la zone septentrionale du pays. Cette saison est marquée par des brumes sèches qui perturbent considérablement le trafic aérien et favorisent le déclenchement de certaines endémies d'origine respiratoire ;
- une saison sèche chaude (mars à mai) avec une température moyenne sous abri variant entre 28,6 et 33,1 °C. C'est la saison de l'harmattan et des canicules. Les maxima dépassent facilement les 40°C à l'ombre ;
- une saison pluvieuse (juin à septembre) également appelée "hivernage" avec une température moyenne sous abri variant entre 28,1 et 31,7 °C. C'est la saison de la mousson. Les températures restent encore relativement fortes avec, en plus, une forte hygrométrie. Les pluies sont plus ou moins fréquentes selon les régions, mais elles sont partout suffisantes pour recouvrir la nature d'un beau manteau vert particulièrement "rafraîchissant" ;
- une saison de transition entre la saison pluvieuse et la saison sèche froide (octobre à mi-décembre) avec une humidité relative et une température moyenne sous abri de l'ordre de 35 °C.

En saison sèche, le gradient thermique décroît du Sud au Nord avec une amplitude thermique assez importante. Par contre en saison pluvieuse, le gradient thermique croît du Sud au Nord avec une amplitude thermique assez faible.

Le Niger peut être subdivisé en 5 zones climatiques majeures (Figure 4) :

- **la zone saharienne** (désertique) qui couvre 69 % de la superficie du pays et reçoit moins de 200 mm de pluie en moyenne par an. On y pratique l'agriculture oasienne ;
- **la zone saharo-sahélienne** qui représente 13 % de la superficie du pays et reçoit 200 à 300 mm de pluie en moyenne par an. Elle est propice à l'élevage nomade et transhumant ;
- **la zone sahélienne** qui couvre 15 % du pays et reçoit 300 à 500 mm de pluie en moyenne par an. Elle est propice à l'agro pastoralisme ;
- **la zone soudano-sahélienne** qui représente environ 2 % de la superficie totale du pays et reçoit 500 à 600 mm de pluie en moyenne par an. Elle est propice à l'agriculture pluviale et à l'élevage sédentaire et transhumant ;
- **la zone soudanienne** qui couvre 1 % de la superficie totale du pays et reçoit 600 à 800 mm de pluie en moyenne par an. Elle est propice à l'agriculture pluviale et à l'élevage sédentaire et transhumant et la sylviculture.

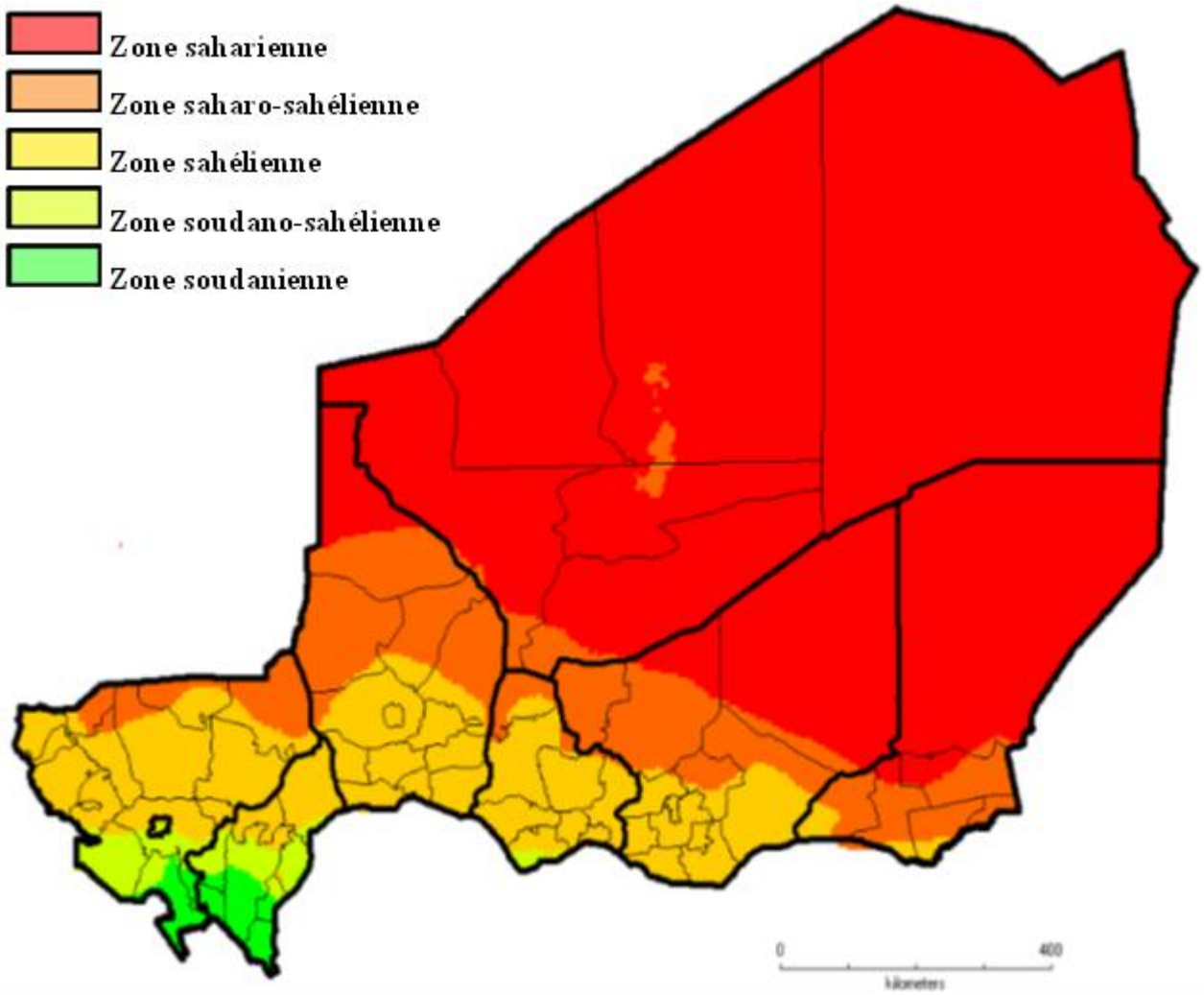

Figure 4 : Zones climatiques du Niger

Source : Fick, S.E. et Hijmans R.J., 2017 (citée par SPN2A, 2020).

III. METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée pour la réalisation de ce travail a consisté à la recherche documentaire, à la collecte et l'exploitation des données. Le rapport produit est inspiré du rapport sur l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation (V&A) aux changements climatiques dans le secteur de l'agriculture réalisée en 2013 dans le cadre de l'élaboration de la Troisième Communication Nationale (TCN) sur les changements climatiques.

Les unités d'exposition considérées dans le cadre de la présente étude portent sur les rendements, les productions et les superficies du mil, du sorgho et du niébé. Le rendement du mil a été retenu comme principale unité d'exposition.

Les données agronomiques ont été recueillies auprès de la Direction de la Statistique Agricole (DSA) du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MAG/EL). Elles concernent tous les départements du Niger et couvrent la période 1990-2019. Mais pour le besoin de cette étude, nous avons seulement considéré les principaux départements agricoles du pays.

Les données climatiques utilisées portent sur la pluviométrie, la température maximale, la température minimale, l'humidité maximale, l'humidité minimale et la vitesse du vent enregistrées au niveau de douze (12) stations synoptiques des zones agricoles du Niger sur la période 1990-2019. Elles ont été obtenues auprès de la Direction de la Météorologie Nationale à travers le SE/CNEDD.

Les paramètres agro-climatiques utilisés dans le cadre de la préparation de ce rapport portent sur le début, la fin et la durée de la saison agricole concernant dix (10) localités représentatives de la zone agricole du Niger sur la période 1990-2019. Ces paramètres ont été déterminés en utilisant le calendrier julien.

Le **début de la saison agricole** est, à partir du mois de mai, date où il a été enregistré une quantité de pluie P d'au moins 20 mm en 1 ou 2 jours consécutifs, suivie d'une période de jours consécutifs secs dont la durée ne dépasse pas N = [(P/2) + 1] jours après cette date.

La **fin de la saison agricole** est, à partir du mois de septembre, date à partir de laquelle le cumul des précipitations enregistrées dans les 10 jours suivant cette date est inférieur à 10 mm.

La **durée de la saison agricole** est le nombre de jours entre la fin et le début de la saison agricole.

Les méthodes et les outils de traitement des données utilisés dans le cadre de la réalisation de cette étude sont :

- l'élaboration de graphiques avec le logiciel EXCEL ;
- le zonage du rendement du mil en utilisant l'Analyse en Composantes Principales (ACP) avec le logiciel MINITAB 19 ;
- l'établissement de modèles statistiques d'estimation du rendement du mil, du sorgho et du niébé en utilisant la régression linéaire multiple pas à pas avec le logiciel MINITAB 19.

Les modèles de projection de changements climatiques utilisés dans le cadre de l'élaboration de ce rapport portent sur l'évolution de la pluviométrie et de la température moyenne pour les

scénarii sec et humide établis sur la période 2011-2050 à partir des sorties de modèles sous régionaux.

Ces scénarii ont été élaborés par l'équipe chargée de la modélisation climatique lors des travaux sur «Impacts socio-économiques des changements climatiques dans les secteurs clés de l'économie nationale du Niger», réalisés en 2011 dans le cadre de la mise en œuvre du Programme Africain pour l'Adaptation (PAA) aux changements climatiques.

L'approche méthodologique de structuration du rapport comprend :

- l'analyse de la variabilité climatique actuelle portant sur :

✓ l'évolution des paramètres climatiques (précipitations, températures maximale et minimale) au Niger sur la période 1990-2019 ;

✓ l'évolution des paramètres agroclimatiques (début, fin et durée de la saison agricole) au Niger sur la période 1990-2019 ;

✓ l'évolution du rendement du mil en relation avec le début et la durée de la saison agricole au niveau de 10 départements représentatifs de la zone agricole du Niger sur la période 1990-2019 ;

✓ l'évolution du rendement du mil en relation avec la pluviométrie cumulée de Juillet, Août et Septembre (JAS), au niveau de 10 départements représentatifs de la zone agricole du Niger sur la période 1990-2019 ;

✓ le zonage et l'établissement de modèles statistiques d'estimation du rendement du mil à partir des données climatiques (pluviométrie, température maximale, température minimale, humidité maximale et humidité minimale) des stations météorologiques de la zone agricole du pays et des données des rendements du mil, du sorgho et du niébé de 51 départements agricoles du Niger sur la période 1990-2019 ;

- l'analyse des changements climatiques futurs à l'horizon 2050 portant sur :

✓ l'évolution de la pluviométrie et de la température moyenne pour les scénarii sec et humide établis sur la période 2011-2050 à partir des sorties de modèles sous régionaux lors des études réalisées en 2011 dans le cadre de la mise en œuvre du PAA ;

✓ l'évaluation qualitative des impacts des changements climatiques à l'horizon 2050 sur l'agriculture pour les scénarii sec et humide ;

✓ l'évaluation qualitative de la vulnérabilité du secteur agricole aux principaux risques climatiques extrêmes à l'aide du jugement d'experts ;

- l'établissement de mesures d'adaptation du secteur agricole par rapport à la variabilité et aux changements climatiques.

IV. PRESENTATION DES CARACTERISTIQUES GENERALES DU SECTEUR

L'agriculture génère près de 40 % du Produit Intérieur Brut (PIB), et 80 % des emplois, pour une superficie cultivable limitée à 13 % du territoire. Les principales espèces végétales cultivées sont le mil (qui représente 65 % de la superficie cultivée et 75 % de la production céréalière), le niébé, le sorgho, le maïs, le riz et le fonio pour les besoins domestiques ainsi que l'arachide, le sésame, le souchet, l'oignon et le poivron, principalement pour l'exportation.

L'espace consacré aux cultures s'est régulièrement accru entre 1975 et 2013 au détriment des savanes et steppes arbustives atteignant 16,8 millions d'hectares en 2017 (MAG/EL, 2019). Cette évolution de l'occupation des sols traduit une réduction des surfaces accessibles aux éleveurs pastoraux. Dans le même temps, le ratio de terres arables par agriculteur a été divisé par deux entre 1980 et 2005, du fait de l'accroissement de la population.

Dans de nombreux terroirs villageois, la saturation progressive de l'espace rural a eu pour conséquence l'abandon de la jachère, l'accroissement des prélèvements ligneux, la réduction des couverts végétaux et une dégradation secondaire des sols consécutive à l'accentuation des processus érosifs. Le risque potentiel de dégradation des terres est plus particulièrement élevé au sud du pays, dans la zone agricole du Niger, où se conjuguent une densité élevée de population et une forte érosivité de pluie (cumuls annuels de précipitations plus élevés, épisodes pluvieux érosifs plus fréquents).

En fonction des caractéristiques climatiques, biophysiques et écologiques du milieu, 17 zones agraires peuvent être distinguées (voir tableau). A ces zones agraires correspondent des formes particulières de mise en valeur du milieu, ainsi que des contraintes spécifiques à prendre en compte pour le développement de systèmes agricoles intelligents face au climat.

Les systèmes irrigués occupent 107 000 ha, incluant 14 000 ha de périmètres irrigués encadrés par l'Office National des Aménagements Hydro Agricoles (ONAHA), dont 6 800 ha exploités en maîtrise totale de l'eau. La petite irrigation est pratiquée sur 93 000 ha (y compris les périmètres de contre-saison) et la submersion contrôlée est pratiquée sur 5 300 ha.

Le potentiel de terres irrigables à partir des seules eaux de surface a été estimé en 1981 à 270 000 ha dont 140 000 hectares sont situés dans la vallée du fleuve Niger (SOGREAH/BRGM, 1981), soit environ 2 % de la surface cultivable, et n'a pas été réactualisé depuis lors.

Cependant, le potentiel total de terres irrigables devrait être revu à la hausse (MHA, 2017), notamment en tenant compte des possibilités d'exploitation à faible coût des eaux souterraines renouvelables les plus accessibles (Nazoumou et al., 2016). D'après Tillie et al. (2019), le Niger abrite 5,7 millions d'hectares de terres qui surmontent une nappe souterraine comprise entre 0 et 15 mètres de profondeur.

L'espace consacré à l'agriculture connait une progression constante. Les surfaces emblavées ont fortement augmenté entre 2013 et 2017. Ceci concerne notamment les superficies consacrées aux légumineuses, avec une progression de plus de 18 % des surfaces consacrées à l'arachide contre 14 % pour le niébé. La production agricole est passée dans le même temps de 6,7 à 8,4 millions

de tonnes entre 2013 et 2017, dont 5,7 millions de tonnes de céréales, 2,1 millions de tonnes de légumineuses, et 564 080 tonnes de tubercules.

D'après le PSN2A (2020), les changements climatiques projetés vont par ailleurs avoir pour conséquences :

- des changements écologiques dans les écosystèmes, pouvant amplifier la réduction de la diversité biologique. La hausse des températures va par exemple entraîner une régression de l'acacia ;

- une plus grande fréquence d'évènements climatiques extrêmes (sécheresses et inondations) affectant négativement le secteur de l'agriculture ;

- des modifications du régime hydrologique des cours d'eaux, susceptibles de se manifester par des baisses de débits, des dates plus précoces d'arrêt des écoulements temporaires, des remontées de sels et/ou de natron, et des perturbations dans la recharge des nappes phréatiques et des mares.

Au Niger, les changements climatiques vont entraîner une diminution de 10 à 20 % des rendements de la plupart des cultures pluviales à l'horizon 2050, par comparaison à l'année 2020. Ceci est notamment dû à l'élévation des températures qui réduit le potentiel de production (Faye et al., 2018 ; Salack et al., 2015). De plus, l'installation plus erratique des saisons pluvieuses et l'accroissement de la fréquence et de la durée des épisodes secs au cours de la saison vont perturber le calendrier agricole.

Les impacts des changements climatiques sur les rendements varient néanmoins d'une part selon les cultures et les variétés considérées, et d'autre part selon la région considérée.

Les simulations les plus récentes (Lona et al., 2019) montrent ainsi que les changements climatiques devraient entraîner à l'horizon 2050, par comparaison aux rendements moyens sur la période 1981-2010 :

- une baisse de 9 à 15 % des rendements en grains du mil non photopériodique ;
- une baisse de 18 à 23 % des rendements en grains du sorgho ;
- une augmentation de 21 % à 25 % des rendements en grains du mil photopériodique ;
- une augmentation de 17 % à 18 % des rendements grains du maïs.

Les changements climatiques vont par ailleurs modifier l'aire de répartition des cultures (Lona et al., 2019), avec par exemple une extension vers le nord des surfaces utilisables pour la culture du mil à fort aléa et productivité marginale (0,1 t/ha).

Au Niger, les effets attendus des changements climatiques se conjuguent à des conditions agro-climatiques existantes particulièrement défavorables, caractérisées par une grande fragilité des agroécosystèmes, une extrême variabilité aussi bien spatiale que temporelle des précipitations, et une forte aridité du milieu.

A ces facteurs s'ajoutent une forte exposition des producteurs familiaux à des risques de diverses natures (climatiques, économiques, sanitaires, voire sécuritaires), des chaînes de valeurs agricoles qui leur sont peu favorables, un faible niveau de diversification des moyens d'existence, des infrastructures insuffisamment développées et un accès limité aux innovations techniques.

Dans un contexte de doublement de la population tous les 18 ans (SPN2A, 2020), on assiste par ailleurs à une compétition pour les différents usages des terres agricoles et pastorales et à une

dégradation des ressources naturelles. Ces contraintes exacerbent la vulnérabilité des systèmes agricoles et alimentaires face à la variabilité et aux changements climatiques. Dans ce contexte, l'amélioration des performances technico-économiques des systèmes agricoles face au climat, la diversification des productions et la préservation sur le long terme des ressources naturelles (sols, eau, biodiversité) sont cruciales pour renforcer la résilience des populations face au climat.

Le Niger a surtout mis en avant un besoin crucial d'adaptation aux effets des changements climatiques dans le secteur agricole au sens large (Agriculture, Forestry and Other Land Use - AFOLU), qui représente 89 % des émissions totales de Gaz à Effet de Serre (GES) du pays et génère les moyens d'existence de la majorité de sa population (SPN2A, 2020).

Les sols sont en général sablonneux ou argilo-sablonneux, pauvres en éléments nutritifs et en teneur en matières organiques. Ces sols peu productifs et fragiles sont très sensibles à l'érosion hydrique et éolienne. La plupart des sols exploités souffrent d'une carence sévère en phosphates (CNEDD, 2000). Ils montrent une tendance à l'acidification, une faible capacité de rétention en eau et peuvent être affectés par des phénomènes d'alcalinisation et de salinisation.

Les deux tiers de la superficie totale du Niger sont désertiques et seulement 125 200 km^2 (sur un total de 1 267 000 km^2) ont une vocation agricole.

La superficie totale cultivable du Niger est estimée à 15 millions d'hectares, soit moins de 13 % du territoire. Seulement 8 millions d'hectares sont annuellement emblavés en cultures pluviales et 85 700 ha en cultures irriguées. 80 à 85 % des sols cultivables sont dunaires et seulement 15 à 20 % sont des sols hydromorphes moyennement argileux.

Les exploitations sont de type familial et traditionnel, et les principales cultures vivrières sont le mil, le sorgho, le niébé et dans une moindre mesure le riz, le maïs et le manioc. Cependant l'agriculture est exercée dans des conditions peu favorables caractérisées par un zonage climatique contraignant déterminé par des isohyètes orientés d'Ouest en Est, parallèles à la lisière du Sahara. On rencontre successivement du sud au nord la zone des cultures limitée par l'isohyète 350 mm, puis la zone pastorale remontant jusqu'à celle de 100 mm, enfin la zone désertique. Aussi la zone où sont pratiquées les cultures ne représente que le quart de la superficie du territoire, mais concentre plus des trois quart de la population. Elle forme une longue bande de terres plus ou moins aptes à la culture,

Les contraintes géoclimatiques qui commandent les activités rurales s'aggravent du fait de la continentalité, de l'irrégularité pluviométrique, de la pauvreté de la ressource en eau, des moyens de culture rudimentaires, des sols pauvres, des possibilités financières réduites, de la poussée démographique importante qui, dans plusieurs régions, appauvrit la terre par réduction ou suppression des jachères.

Les cultures de contre-saison sont presque toutes irriguées à partir de puits traditionnels ou de puisards, ou bien de forages servant également à l'hydraulique villageoise. La plupart des paysans considèrent encore l'irrigation comme un moyen de diversifier leurs activités agricoles plutôt que comme une possibilité d'augmenter de façon significative la production.

L'agriculture reste encore une polyculture vivrière extensive. Les cultures vivrières représentent les 7/8 de la production agricole.

Le mil et le sorgho sont des cultures vivrières de base. 90 % des terres cultivées leur sont

consacrées. Le mil est cultivé sur les sols légers, parfois en monoculture, souvent en association avec le niébé ou l'arachide. La culture traditionnelle se fait sans engrais. Son rendement moyen, de l'ordre de 400 kg/ha est légèrement inférieur à celui du sorgho (465 kg/ha) qui exige, lui, des terres plus riches et plus lourdes (CNEDD, 2000).

L'objectif en matière de développement agricole est l'autosuffisance alimentaire. Pour cela, la maîtrise de l'eau s'avère nécessaire. C'est ainsi que d'importants aménagements hydro-agricoles sont réalisés dont celui de Konni d'une superficie de 13 000 ha. De nombreux autres aménagements hydro-agricoles sont prévus sur les terres irrigables du fleuve Niger, de l'Ader-Doutchi-Majia, du Lac Tchad, de la Komadougou, du Goulbin Maradi, etc. Les plus importants à moyen terme sont ceux liés à la construction du barrage de Kandadji. Parallèlement, des efforts sont faits en vue de la réalisation d'opérations visant à la production de cultures vivrières pluviales par l'utilisation d'engrais, de semences sélectionnées et de matériel agricole.

L'agriculture nigérienne est essentiellement pluviale et dominée par les céréales (mil, sorgho, riz, maïs, fonio) et des cultures de rente (niébé, arachide, voandzou, sésame, oseille, souchet, coton). En irrigué, le Niger produit aussi du riz dans les aménagements hydro agricoles et des cultures maraîchères dont l'oignon principalement. 85 % des sols cultivables sont dunaires, peu productifs, fragiles et très sensibles à l'érosion hydrique et éolienne**.** Les pratiques culturales paysannes sont caractérisées par un faible niveau d'intensification et restent très majoritairement manuelles. Les rendements obtenus sont faibles et très fluctuants. La faiblesse de la fertilisation, la réduction des jachères et l'extension des terres de culture par le défrichage de terres marginales favorisent le développement de l'érosion hydrique et éolienne et ne permettent plus d'assurer la reproduction de la fertilité des sols. On estime que moins de 4 % des superficies cultivées en pluvial reçoit de l'engrais. À cela s'ajoute une dégradation avancée des ressources naturelles davantage accentuée par un contexte socio-économique difficile (pauvreté, augmentation rapide de la population avec un taux de 3,9 % qui réduit les capacités d'adaptation des populations.

Dans ces conditions, la production agricole et la sécurité alimentaire demeurent fortement dépendantes de la variabilité et des changements climatiques. La superficie des terres arables, la longueur de la saison agricole et le rendement ont sensiblement diminué au cours des 30 dernières années. Aussi, la hausse des températures associée à une variabilité accrue des précipitations entraînera des dysfonctionnements des saisons agricoles, des perturbations des cycles biologiques des cultures et une détérioration des productions agricoles. Des études récentes ont déjà montré que les rendements des cultures comme le mil/sorgho vont baisser de plus 10 % dans le cas d'augmentation des températures de + 2 °C et de variations peu significatives des précipitations à l'horizon 2050. Une hausse de + 3 °C engendrera une baisse de rendements agricoles de l'ordre de 15 à 25 %. (Sarr et *al.* 2007, AGRHYMET, 2009). En revanche, pour le cas des plantes comme le riz, une certaine augmentation des rendements de l'ordre 10 à plus de 35 % pourrait être observée au cours des prochaines décennies si les ressources en eau sont suffisantes (Sarr et *al*. 2007, Keita, 2009).

De telles prédictions de l'impact de ces changements climatiques dans le secteur agricole s'avèrent donc indispensables à l'échelle de chaque région du pays afin de mieux asseoir les mécanismes adéquats d'intégration de l'adaptation et de l'atténuation par rapport aux impacts des risques liés à la variabilité et aux changements climatiques dans les politiques et stratégies de développement socio-économique.

L'agriculture occupe une part importante dans l'économie nigérienne et constitue une source importante de revenus pour une très grande majorité de la population. Mais elle est essentiellement pluviale et fortement dépendante du régime pluviométrique qui se caractérise par une grande variabilité intra et inter annuelle. De ce fait, les unités d'exposition relatives au secteur agriculture telles que le rendement et la production sont affectées par cette variabilité.

La taille moyenne des exploitations d'agriculture pluviale est de 5 ha pour environ 6 actifs agricoles. Ce système de production est fortement sujet au risque climatique récurrent et à la pression démographique limitant les jachères et entraînant une extension des cultures sur les terres marginales et les forêts. Ceci se traduit par un problème de reconstitution de la fertilité des terres.

Le potentiel en terres irrigables est concentré dans la vallée du fleuve, le long de la Komadougou, près du lac Tchad, les Dallols, les vallées sèches et les cuvettes oasiennes de Manga et de l'Aïr. La reconnaissance du potentiel en terres irrigables est très ancienne, incomplète et partielle. Elle ne concerne que les grands systèmes hydrauliques. Le potentiel aménagé est évalué à 100 000 ha répartit comme suit:

i) 14 000 ha d'aménagements hydroagricoles de grande taille qui sont des périmètres collectifs à maîtrise totale de l'eau réalisés par la puissance publique. Ils sont localisés dans la vallée du fleuve, Ader Doutchi Maggia, Goulbi, Komadougou gérés par les producteurs organisés en coopératives et encadrées par l'Office National des Aménagements Hydro Agricoles - ONAHA (les modalités de mise en valeur et de gestion sont fixées par la loi n° 60-28 du 25 mai 1960). La riziculture (2 campagnes/an) et la polyculture sont les spéculations pratiquées ;

ii) 68 000 ha pour les cultures de décrue et cultures irriguées qui sont en général des périmètres à maîtrise partielle de l'eau, irrigués à partir des puits, rivières, mares ou la décrue exploités par les producteurs (gestion commune des points d'eau) et encadrées par les services agricoles ;

iii) 18 000 ha en périmètres individuels privés à maîtrise totale de l'eau où sont pratiquées la riziculture, l'arboriculture et le maraîchage.

Les cultures irriguées sont généralement pratiquées sur de petites superficies. Les périmètres irrigués ont par exemple été conçus pour des parcelles de 0,25 à 0,5 ha par famille pour les rizières de la zone du Fleuve Niger, de la Komadougou, du Goulbi Maradi et de la zone de Madaoua en polyculture et 0,25 à 0,75 ha pour la zone de la Maggia. L'exiguïté des parcelles rend l'exploitation non viable au plan économique lors des divisions de successions. Les dysfonctionnements dans la gestion collective de l'eau et les difficultés d'entretien des ouvrages hypothèquent la pérennité de ces systèmes.

En ce qui concerne le contrôle des eaux de pluie, plusieurs techniques de conservation des eaux et des sols ont été développées et ont permis l'aménagement près de 500 000 ha pour les cultures pluviales offrant des rendements appréciables. Ainsi, le Niger dispose d'une agriculture irriguée diversifiée, avec des investissements publics et privés, et des niveaux variés de maîtrise de l'eau et de la productivité. Bien que pratiquée sur une infime proportion des terres cultivables, l'agriculture irriguée contribue de manière importante à l'économie nationale et à la sécurité alimentaire. Elle contribue à la production agricole à hauteur de 30 % de sa valeur totale, et de 90% des revenus des exportations de l'ensemble des productions végétales. Environ 200 000 foyers d'exploitants agricoles, représentant plus d'un million de personnes, participent à la

production de cultures irriguées, sans compter ceux, moins nombreux, qui en amont fournissent intrants et services, et en aval s'occupent du traitement, de la manutention, de la commercialisation et du transport.

Mais, ce type d'agriculture est confronté à des nombreuses contraintes qui limitent son développement. Il s'agit principalement de la faiblesse structurelle des capacités internes de financement des organisations de producteurs, de la dégradation des grands aménagements, des faibles capacités du secteur privé à assumer certaines activités (gestion de l'eau), des difficultés d'approvisionnement en engrais de qualité et en quantité, des ressources en eau dont la mise en valeur est souvent difficile et onéreuse, d'un cadre institutionnel complexe et des marchés financiers non fonctionnels.

Il faut aussi noter un relâchement de l'intérêt des partenaires techniques et financiers pour la grande irrigation au profit des autres formes d'irrigation (notamment la petite irrigation) et d'utilisation de l'eau pour l'agriculture.

Le Niger enregistre des sècheresses fréquentes depuis 1968, à l'origine de graves famines de récurrence décennale comme celles des années 1974, 1985, 1994 ou plus récemment en 2005. L'insécurité alimentaire est de plus en plus marquée, atteignant un niveau tel que le déficit céréalier du pays semble désormais structurel. Une année sur trois on enregistre un fort déficit compris entre 200 000 et 300 000 tonnes de céréales.

Mais, une amélioration considérable de la situation est observée au cours de cette dernière décennie.

Les inondations ont également une influence négative sur l'agriculture. Les impacts socio-économiques des facteurs climatiques sur l'agriculture se caractérisent par la baisse des rendements agricoles ayant comme entre autres conséquences :

- le déficit céréalier engendrant une insécurité alimentaire permanente ;
- les invasions des criquets pèlerins ;
- l'exacerbation des conflits fonciers très souvent meurtriers ;
- l'exode rural entraînant la création en milieu urbain des communautés exposées à la délinquance, à la mendicité, au vol et au banditisme ;
- l'accentuation de la pauvreté rurale ;
- la diminution de l'apport de l'agriculture dans le PIB ;
- La vente des biens productifs.

V. ANALYSE DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE ACTUELLE

5.1. Évaluation qualitative de la vulnérabilité du secteur agricole par rapport aux principaux risques climatiques extrêmes

Cette évaluation repose principalement sur les impacts génériques liés au degré des effets néfastes et les indicateurs d'exposition des unités d'exposition et d'impact relatifs aux principaux risques climatiques extrêmes.

Les sécheresses et les inondations ont les impacts néfastes les plus importants sur le secteur agricole (Tableau 1)

Les indicateurs d'exposition et d'impact sont déterminés à partir de la matrice de sensibilité des unités d'exposition, établie à l'aide du jugement d'expert.

La matrice de sensibilité d'une unité d'exposition donnée aux principaux risques climatiques extrêmes est établie selon la méthodologie ci-après.

La sensibilité (importance de l'impact de chaque risque climatique extrême sur l'unité d'exposition donnée), est notée de 1 à 5, en utilisant les appréciations suivantes :

1 = Très faible ; 2 = Faible ; 3 = Moyenne ; 4 = Élevée ; 5 = Très élevée

La sensibilité d'une unité d'exposition donnée par rapport à chaque risque climatique extrême ayant une valeur de 5 au maximum, on a : 5 x 5 = 25 points pour les 5 risques climatiques extrêmes considérés.

Pour chaque unité d'exposition, on a totalisé les valeurs de la sensibilité par rapport aux différents risques climatiques extrêmes : Total 1.

Indicateur d'exposition = (Total 1/25) x 100

La sensibilité d'une unité d'exposition donnée par rapport à chaque risque climatique extrême ayant une valeur de 5 au maximum, on a : 5 x 3 = 15 points pour les 3 unités d'exposition considérées.

Pour chaque risque climatique extrême, on a totalisé les valeurs de la sensibilité par rapport aux différentes unités d'exposition considérées : Total 2.

Indicateur d'impact = (Total 2 /15) x 100

La matrice de sensibilité des trois unités d'exposition aux principaux risques climatiques extrêmes est caractérisée par :

- le rendement et/ou la production du niébé est le plus vulnérable aux principaux risques climatiques extrêmes avec un indicateur d'exposition de 64 %. L'indicateur d'exposition du rendement et /ou de la production du mil et du sorgho est de 60 % ;
- les inondations, les sécheresses et les tempêtes de sable et de poussière sont les risques climatiques extrêmes les plus importants, avec respectivement 87 %, 87 % et 60 % d'indicateurs d'impacts.

Tableau 1 : Impacts des principaux risques climatiques extrêmes sur le secteur agricole

Risques climatiques extrêmes	**Impacts génériques liés au degré des effets néfastes**
Sécheresses	Réduction des ressources en eau ; Insatisfaction des besoins en eau des cultures au cours de certaines phases critiques de développement ; Recrudescence de ennemis des cultures tels que les criquets pèlerins, les sautériaux, les chenilles mineuses de l'épi, etc. ; Réduction/perte du rendement et de la production des cultures ; Accentuation de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition ; Accroissement des importations et des aides alimentaires.
Inondations	Érosion hydrique des terres productives et ensablement des cours d'eau ; Inondations locales des zones riveraines des points d'eau occasionnant des pertes de jeunes plantations ; Perte de production agricole et des stocks ; Dommages sur les infrastructures agricoles.
Vents violents	Ensevelissement des plantes et des cours d'eau ; Érosion éolienne des sols surtout sablonneux ; Dommages sur les cultures avec perte de jeunes plants ; Réduction de la production agricole ; Dommages sur les infrastructures agricoles ;
Tempêtes de sable et de poussière	Ensablement des terres agricoles et des cours d'eau ; Propagation des virus et des bactéries de certaines maladies des cultures.
Températures extrêmes	Brûlures des plantes ; Accroissement de l'évapotranspiration potentielle.

Tableau 2 : Matrice de sensibilité du rendement et/ou de la production du mil, du sorgho et du niébé par rapport aux principaux risques climatiques extrêmes

Unités d'exposition	Sécheresses	Inondations	Vents violents	Tempêtes de sable et de poussière	Températures extrêmes	Total 1	Indicateurs d'exposition (%)
Rendement et/ou Production du mil	4	4	2	3	2	15/25	60
Rendement et/ou Production du sorgho	4	4	2	3	2	15/25	60
Rendement et/ou Production du niébé	5	5	1	3	2	16/25	64
Total 2	13/15	13/25	5/15	9/15	7/15		
Indicateurs d'impact (%)	87	87	33	60	47		

5.2. Analyse de l'évolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019

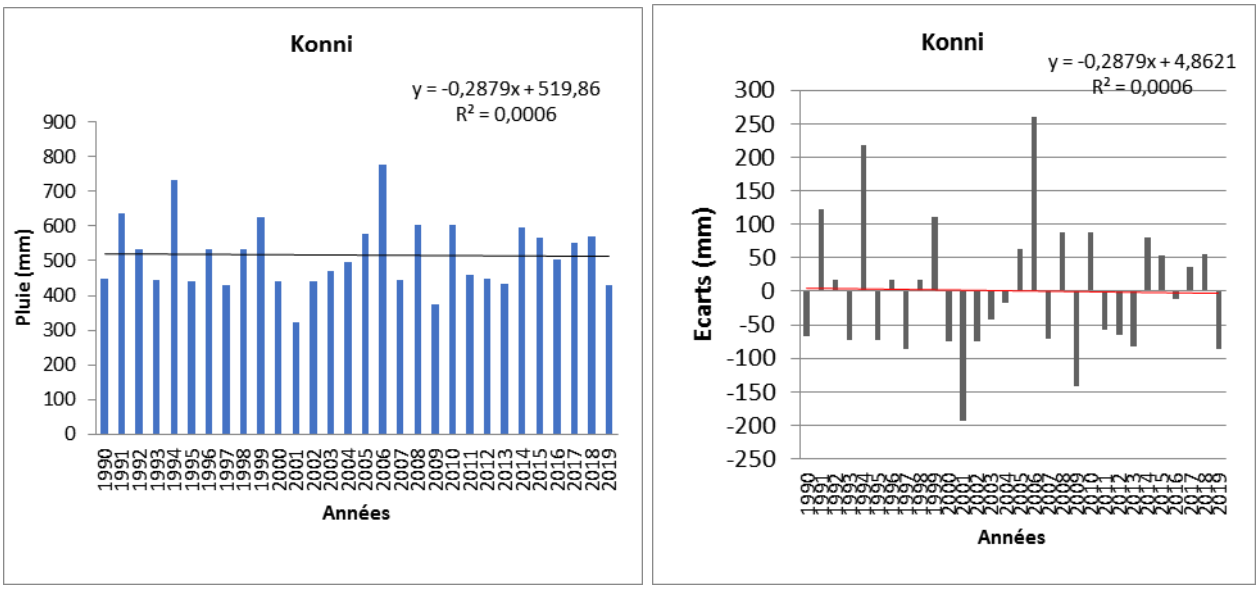

Figure 5 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Konni

À Konni, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 515 mm et présente une très légère tandance à la baisse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -193 mm en 2001 à +261 mm en 2006.

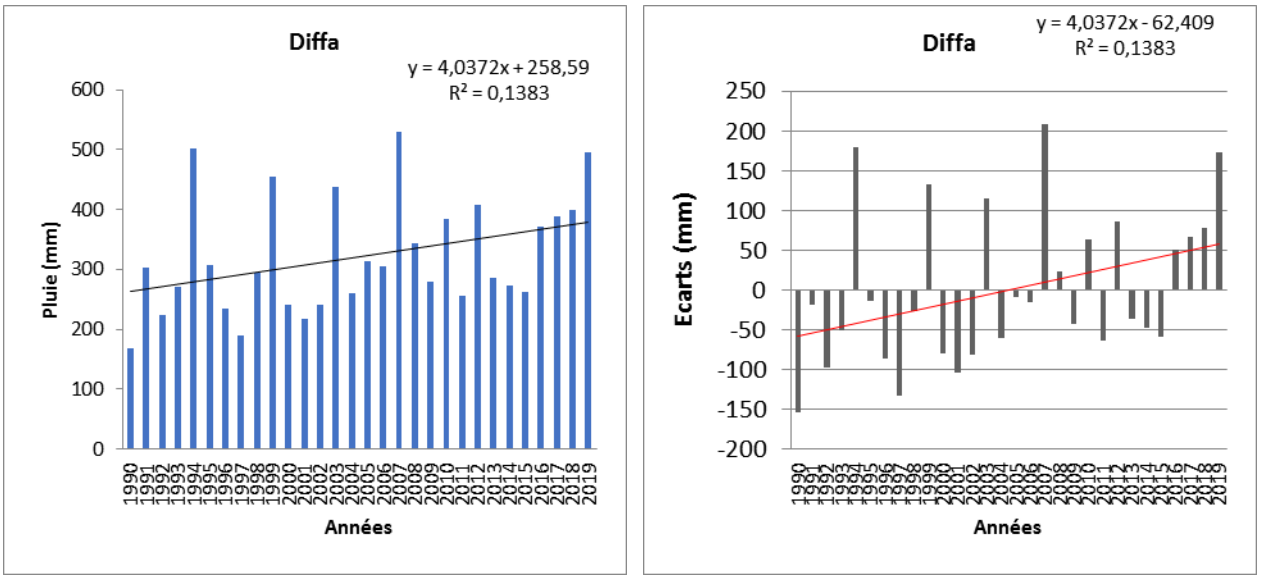

Figure 6 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Diffa

À Diffa, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 321 mm et présente une tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -153 mm en 1990 à +209 mm en 2007.

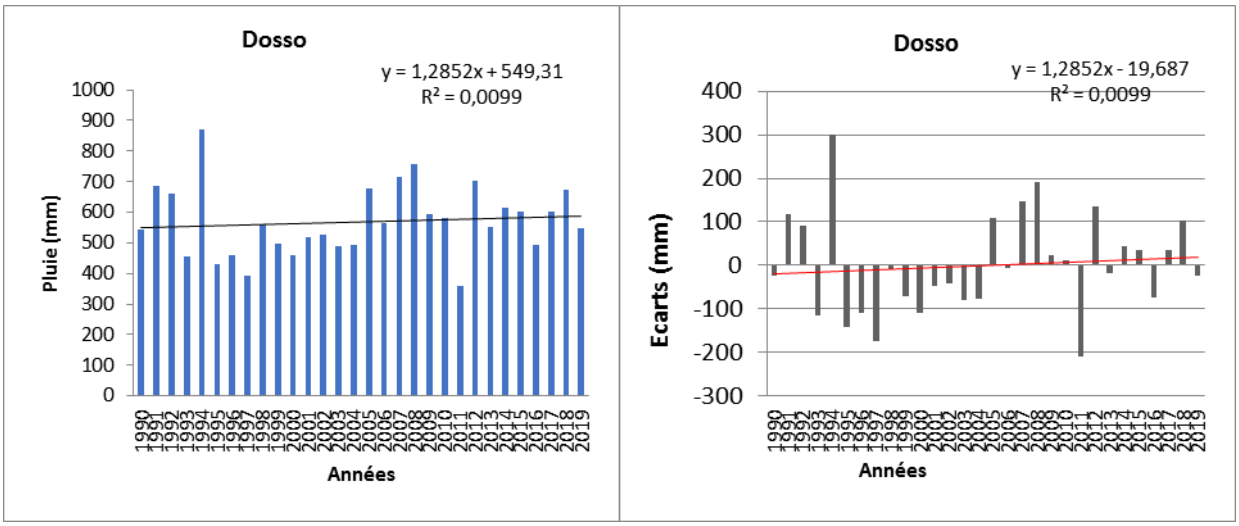

Figure 7 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Dosso

À Dosso, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 569 mm et présente une légère tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -211 mm en 2011 à +301 mm en 1994.

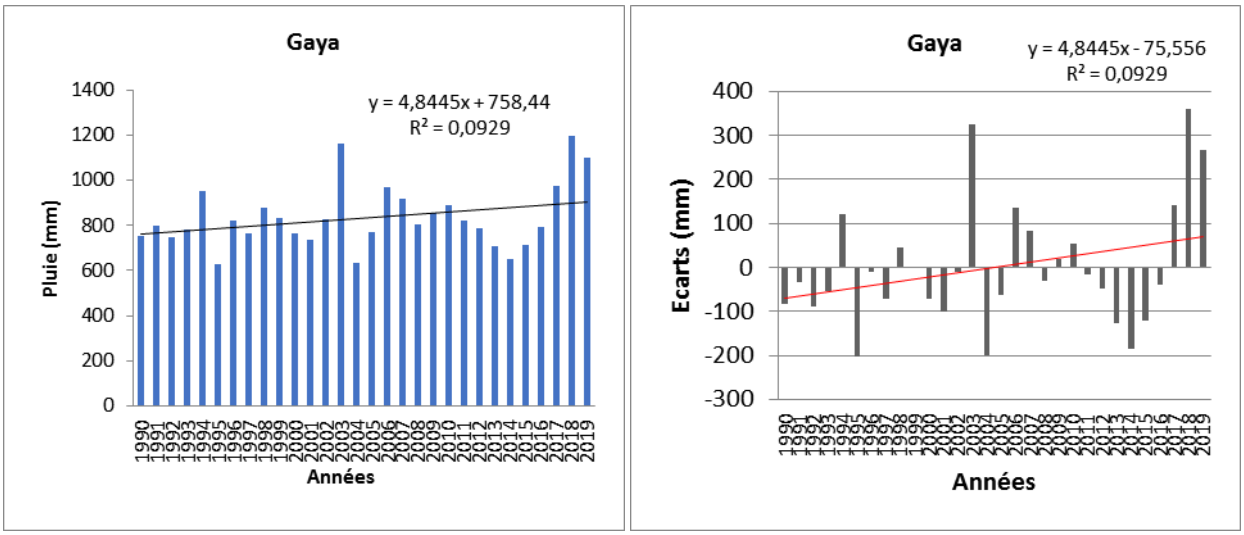

Figure 8 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Gaya

À Gaya, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 834 mm et présente une tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -204 mm en 1995 à +360 mm en 2018.

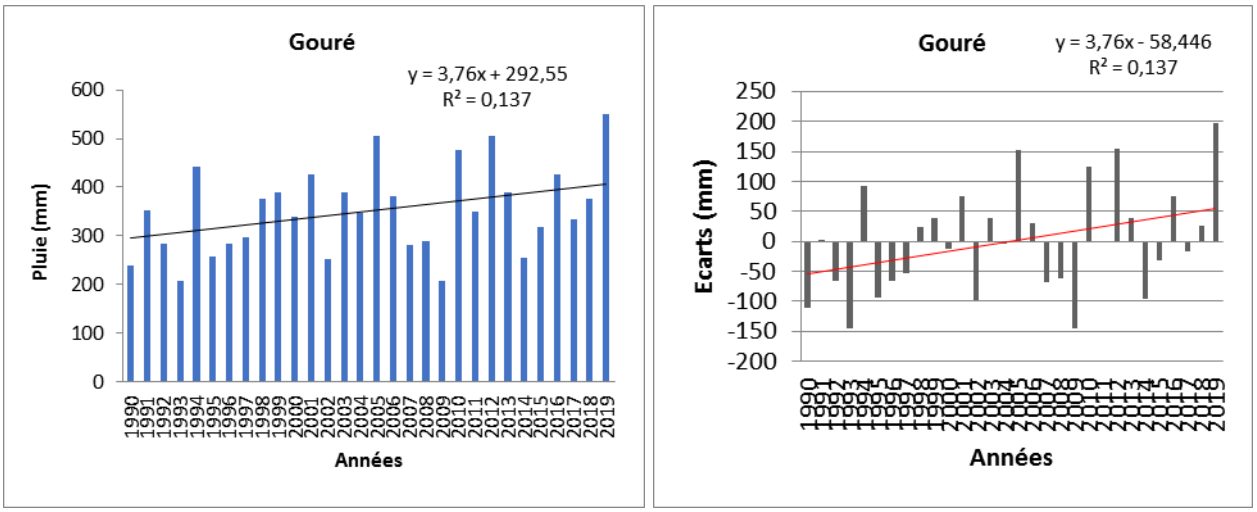

Figure 9: Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Gouré

À Gouré, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 351 mm et présente une tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -145 mm en 1993 et 2009 à +198 mm en 2019.

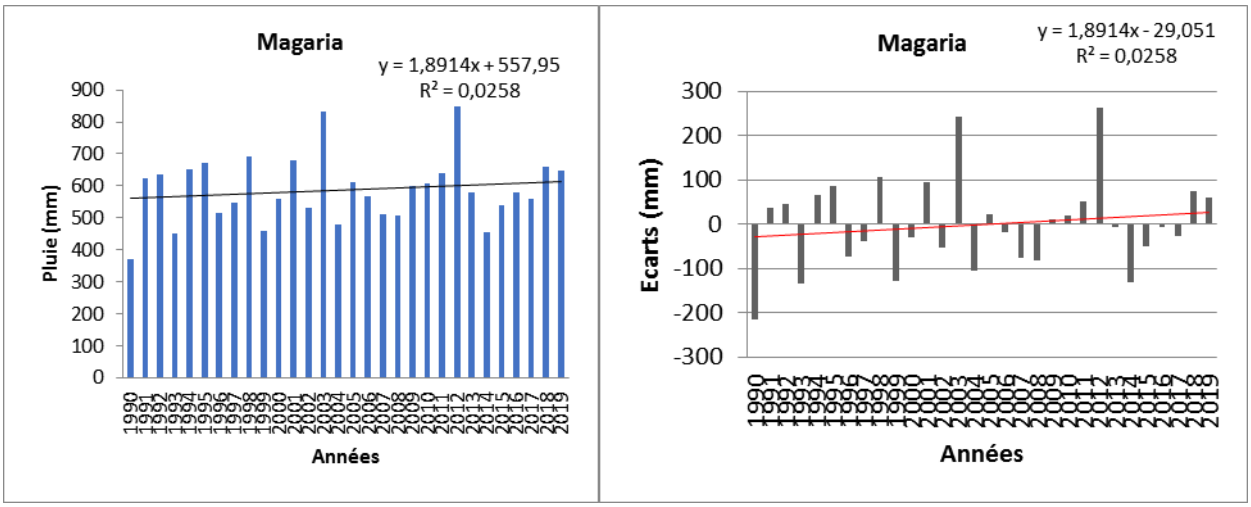

Figure 10 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Magaria

À Magaria, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 587 mm et présente une très légère tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -215 mm en 1990 à +262 mm en 2012.

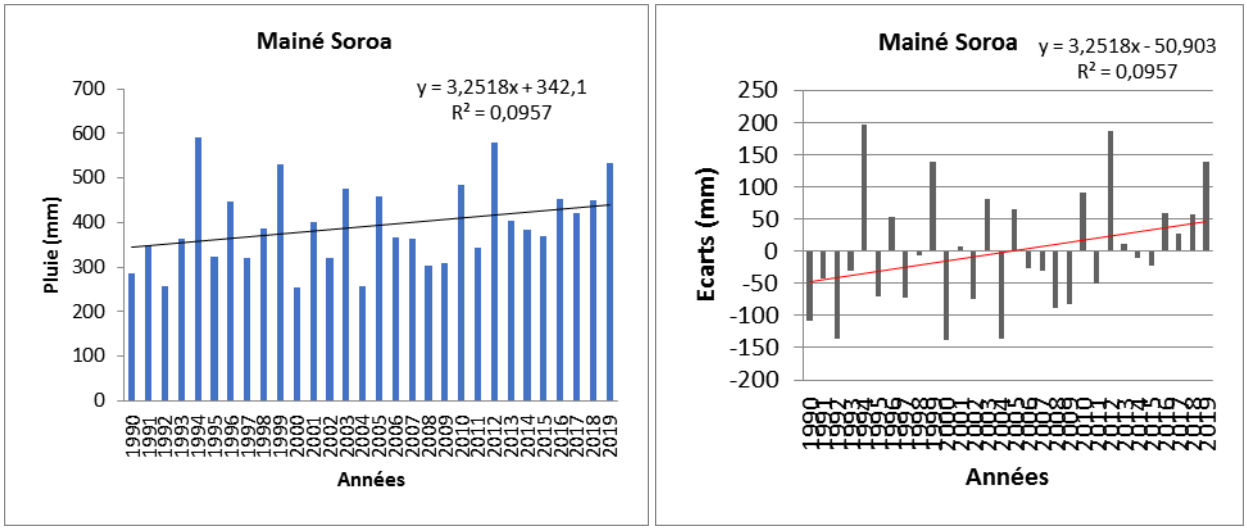

Figure 11 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Mainé Soroa

À Mainé Soroa, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 393 mm et présente une tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -139 mm en 2000 à +197 mm en 1994.

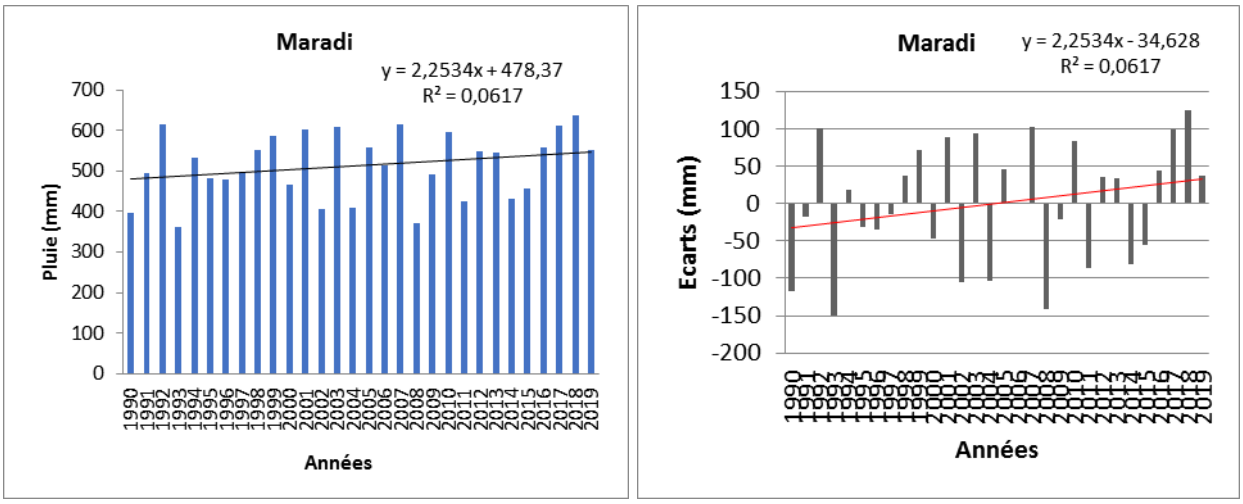

Figure 12 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Maradi

À Maradi, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 513 mm et présente une légère tandance à la hausse . Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -150 mm en 1993 à +124 mm en 2018.

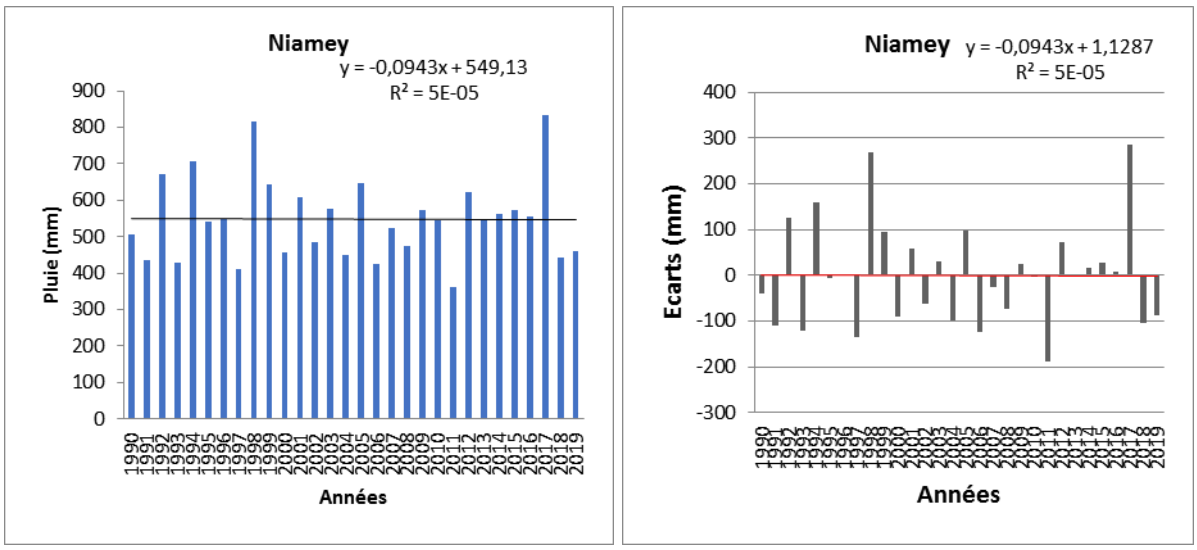

Figure 13 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Niamey

À Niamey, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 548 mm et présente une très légère tandance à la baisse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -188 mm en 2011 à +285 mm en 2017.

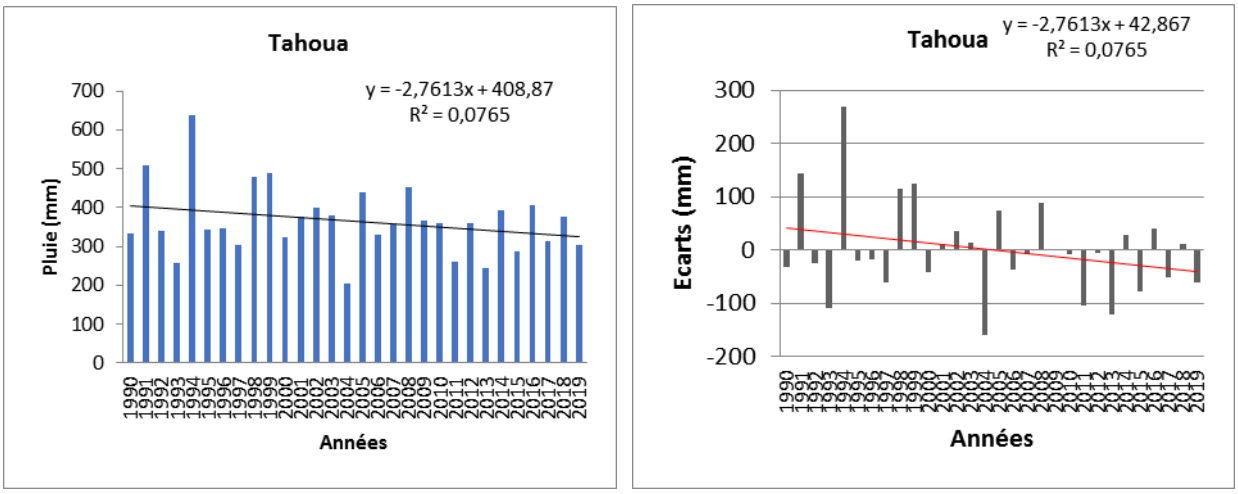

Figure 14 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Tahoua

À Tahoua, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 366 mm et présente une tandance à la baisse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -160 mm en 2004 à +270 mm en 1994.

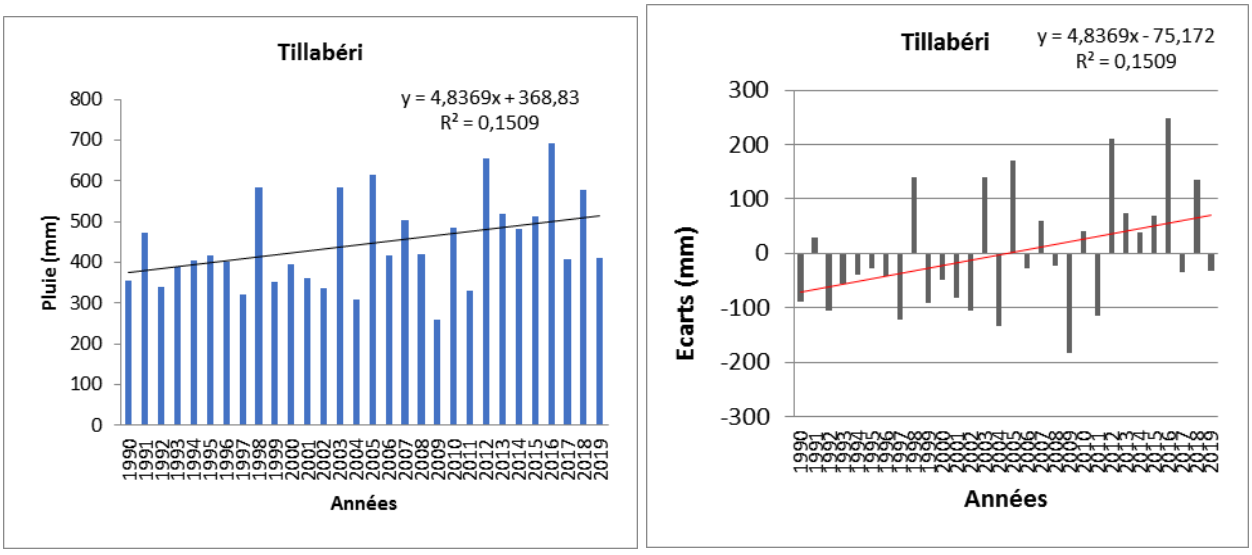

Figure 15 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Tillabéri

À Tillabéri, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 444 mm et présente une tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -184 mm en 2009 à +248 mm en 2016.

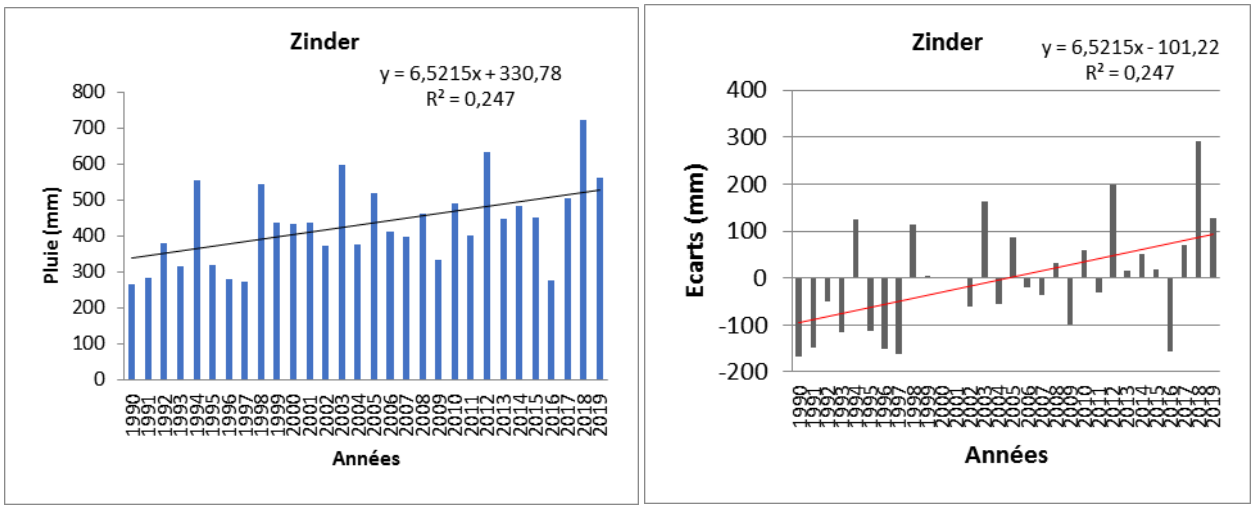

Figure 16 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur la période de 1990-2019 à Zinder

À Zinder, de 1990 à 2019, la pluviosité moyenne est de 432 mm et présente une tandance à la hausse. Les écarts annuels par rapport à la moyenne des 30 dernière années varient de -167 mm en 1990 à +291 mm en 2018.

5.3. Analyse de l'évolution des températures maximales et minimales sur la période de 1990-2019

Les températures maximales, minimales et moyennes par station synoptique pour la période 1990-2019 sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Températures maximales, minimales et moyennes par station synoptique pour la période 1990-2019.

STATION	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmoy (°C)
Birni N'Konni	36,7	22,6	29,7
Diffa	36,9	20,9	28,9
Dosso	36	22	29,1
Gaya	35,8	23,21	29,5
Gouré	35,9	21,5	28,7
Magaria	35,7	19,2	27,5
Mainé Soroa	36,5	21,4	29,0
Maradi	35,2	21,2	28,2
Niamey	36,6	23,4	30,0
Tahoua	36,2	22,8	29,5
Tillabéri	37,4	23,6	30,5
Zinder	35,5	22	28,8

L'évolution des températures maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 montrent une tendance à la hausse au niveau de chaque station par rapport à la moyenne de ces trente dernières années avec des écarts annuels très variés (voir annexe 2).

5.4. Analyse de l'évolution des humidités maximales et minimales sur la période de 1990 à 2019

Les humidités maximales, minimales et moyennes par station synoptique pour la période 1990-2019 sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Humidités maximales, minimales et moyennes par station synoptique pour la période 1990-2019.

STATION	Umax (%)	Umoy (%)	Umin (%)
Birni N'Konni	59	42	25
Diffa	57	40	23
Dosso	63	46	29
Gaya	66	50	33
Gouré	48	34	19
Magaria	66	45	23
Mainé Soroa	53	38	22
Maradi	57	41	25
Niamey	56	41	25
Tahoua	48	34	20
Tillabéri	59	41	23
Zinder	50	36	21

L'évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 montrent une tendance à la hausse au niveau de chaque station par rapport à la moyenne de ces trente dernières années avec des écarts annuels très variés (voir annexe 3).

5.5. Analyse de l'évolution des paramètres agroclimatiques sur la période de 1990 à 2019

Il s'agit :

- du début, de la fin et de la durée de la saison agricole ;
- du nombre de jours de pluies et du cumul pluviométrique de juillet-août-septembre (JAS).

La date moyenne du début de la saison agricole (Figure 17) varie du 15 au 31 mai (précoce) et du 1er au 15 juillet (tardive).

Quant à la date moyenne de fin de la saison agricole, elle varie entre avant le 15 septembre et après le 30 septembre (Figure 18).

La durée moyenne de la saison agricole (Figure 19), varie de 50 à 70 jours (Nord de la zone agricole) et de 100 à 140 jours (extrême Sud de la zone agricole).

Le début de saison agricole devient de plus en plus tardif et la fin de la saison de la saison de plus en plus précoce, ce qui se traduit par une diminution de la durée de saison qui devient de plus en plus courte.

Le nombre de jours avec pluie cumulé au cours des mois de JAS, période pendant laquelle près de 80 % du volume pluviométrique annuel est enregistré, diminue d'année en année. Ceci explique en grande partie, la diminution de la fréquence des systèmes pluvieux organisés (lignes de grains) arrosant l'ensemble du Sahel d'Est en Ouest pendant cette période et également l'accroissement de la fréquence et de la durée des épisodes secs au cours de la saison de pluies.

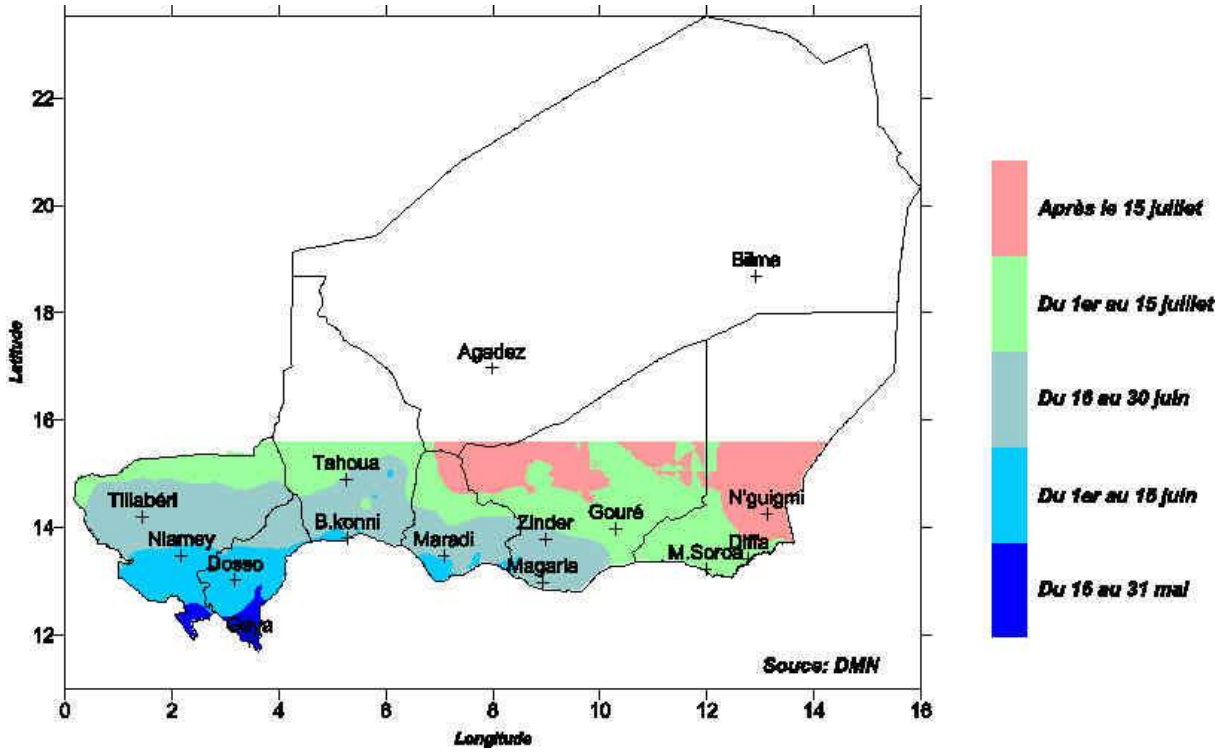

Figure 17 : Date moyenne du début de la saison agricole

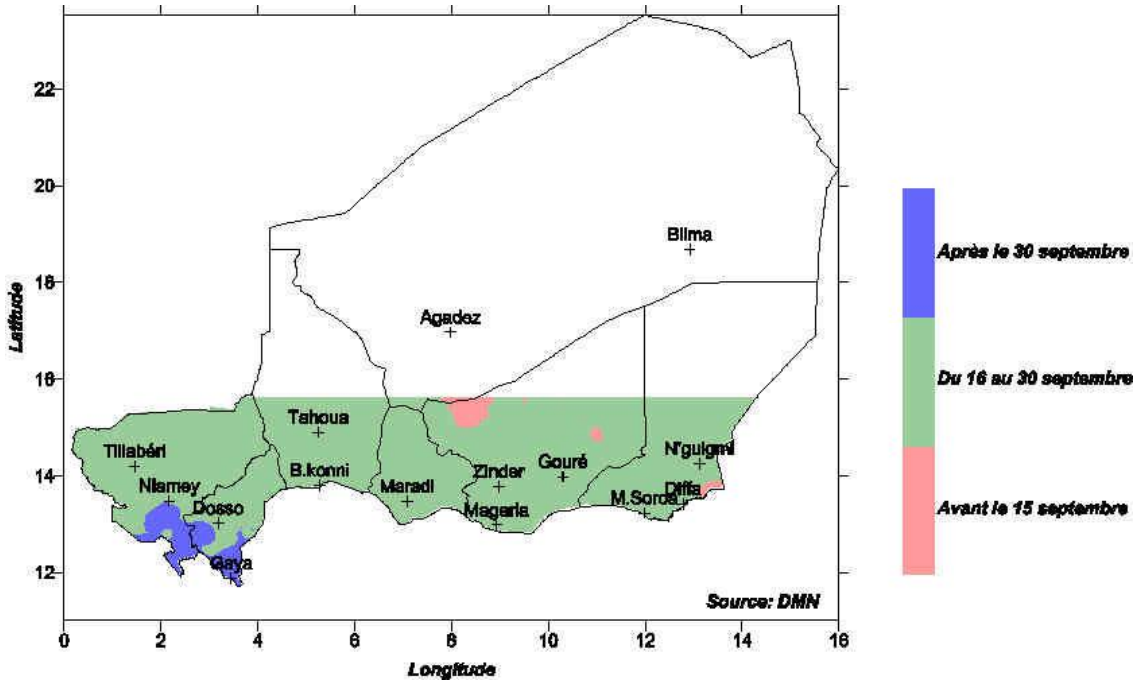

Figure 18 : Date moyenne de la fin de la saison agricole

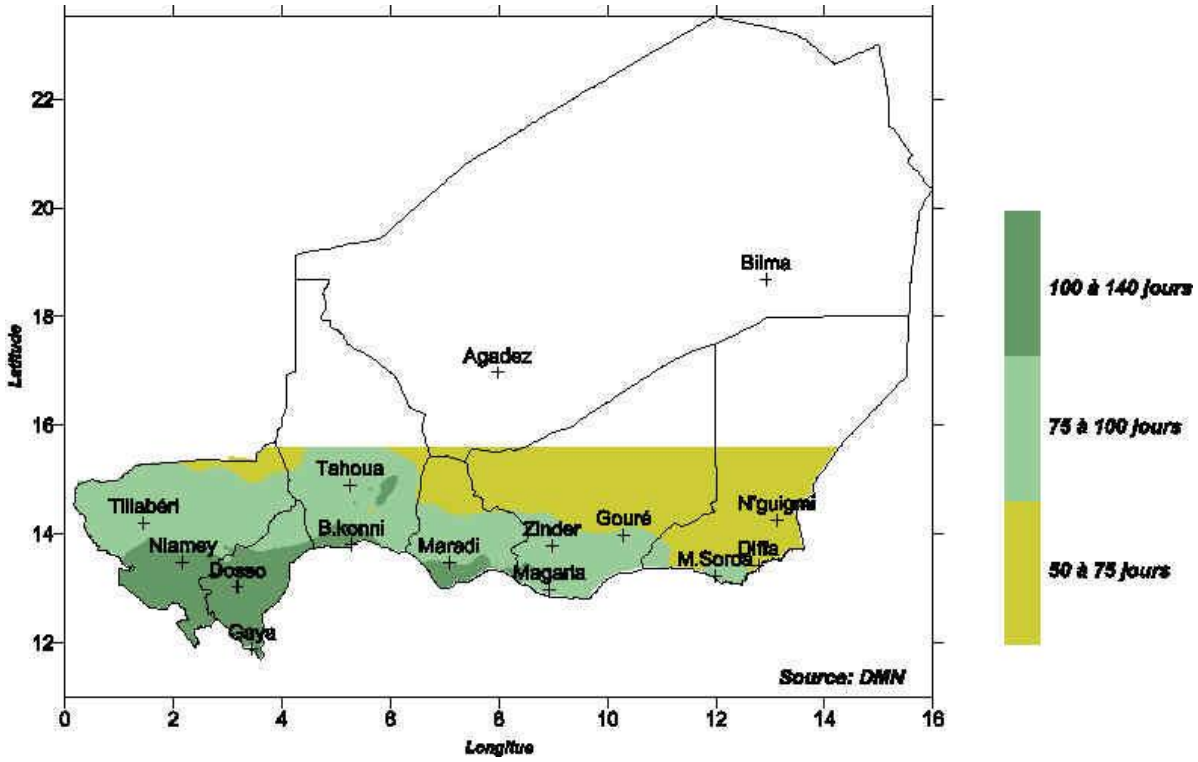

Figure 19 : Durée moyenne de la saison agricole

L'évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 par station synoptique est donnée en annexe 4.

L'évolution du cumul pluviométrique des mois de juillet-août-septembre (JAS) comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 par station synoptique est donnée en annexe 5.

5.6. Rendement du mil sur la période de 1990 à 2019

Le rendement moyen du mil sur la période de 1990 à 2019 est de 530 kg/ha à Konni, 362 kg/ha à Diffa, 499 kg/ha à Dosso, 686 kg/ha à Gaya, 301 kg/ha à Gouré, 481 kg/ha à Magaria, 366 kg/ha à Mainé Soroa, 583 kg/ha à Maradi, 515 kg/ha à Niamey, 384 kg/ha à Tahoua, 374 kg/ha à Tillabéri et 443 kg/ha à Zinder.

5.7. Analyse de l'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du début, de la fin et de la durée de la saison agricole sur la période de 1990 à 2019

L'analyse de l'évolution du rendement du mil au cours de la période de 1990-2019 montre que celui-ci (rendement du mil) dépend plus de la durée de la saison que du début ou de la fin de celle-ci. Le rendement suit la même tendance que la durée de la saison agricole, ce qui indique une relation entre le rendement du mil et ce paramètre agroclimatique. Ainsi, plus la durée de la saison est longue, plus le rendement du mil est meilleur. Autrement dit, les faibles valeurs du rendement sont enregistrées au cours des années où la durée de la saison agricole est courte et les fortes valeurs du rendement sont enregistrées au cours des années où la durée de la saison agricole est longue.

L'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du début, de la fin et de la durée de la saison agricole sur la période de 1990 à 2019 est présentée en annexe 6.

5.8. Analyse de l'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du cumul pluviométrique de JAS

L'intérêt accordé au cumul pluviométrique de JAS dans cette analyse est motivé par le fait que ces 3 mois représentent le cœur de la saison des pluies au Niger et enregistrent près de 80 % du volume pluviométrique annuel.

D'une manière générale, de 1990 à 2019 le cumul pluviométrique de JAS et la pluviosité annuelle suivent la même évolution. De même, le rendement du mil suit la même tendance que ces deux paramètres, particulièrement le cumul pluviométrique de JAS. Ceci indique qu'il existe une forte relation entre le rendement du mil et le cumul pluviométrique de JAS. Ainsi, plus le cumul pluviométrique de JAS est important, plus le rendement du mil est élevé.

En plus, il faut préciser que le rendement du mil dépend aussi du nombre de jours de pluies enregistrées durant la période de JAS. Ainsi, il est constaté que le rendement du mil croit avec le nombre de jours de pluies en JAS.

L'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution de la pluviosité annuelle et à l'évolution du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 est présentée en annexe 7.

VI. ANALYSE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES FUTURS À L'HORIZON 2050

D'après le SE/CNEDD (2019), des études prédisent à l'horizon 2050 :

- un accroissement de la température allant de 1 à 3 °C du sud au nord ;
- un accroissement significatif de la pluviométrie allant de +5 à +90 % du sud au nord;
- une augmentation de la variabilité interannuelle, un raccourcissement de la saison des pluies et des épisodes pluvieux plus violents ;
- une baisse des rendements de 5 à 25 % si aucune innovation technologique d'amélioration des rendements n'est entretemps introduite au niveau des producteurs.

Cependant, les augmentations de températures deviendront assez significatives pendant la saison des pluies ; par exemple : 2,9 °C en Juillet et 3,1 °C en Août à Maradi ; 2,8 °C en Juillet et 2,9 °C en Août à Magaria. L'augmentation moyenne mensuelle la plus importante qui est de 3,1 °C, sera enregistrée à Maradi.

D'après le PANA, le scénario humide projette une augmentation moyenne des précipitations par rapport à la période de référence 1961-1990 allant de moins de 10 % à Niamey jusqu'à près de 90 % à Agadez. Quant au scénario sec, il projette une augmentation des précipitations de 25 % à Agadez, mais une faible diminution de l'ordre de 10 % à Niamey et Tillabéry. L'augmentation moyenne mensuelle la plus importante qui est de 10 mm, sera enregistrée à Magaria.

Dans le cadre du processus de la SPN2A, Ly M. et Touné N. (2019) en partenariat avec la Direction de la Météorologie du Niger, ont réalisé une étude de projections désagrégées de changement climatique sur chacune des 15 stations synoptiques du Niger pour 6 variables (températures minimum et maximum, précipitations, humidité relative, vent, radiation solaire) aux horizons 2030, 2050, et 2100, pour les RCP 4.5 et les RCP 8.5. Les projections de changement climatiques réalisées montrent une hausse significative des températures pour chacune des 15 stations du Niger et l'évolution projetée de la pluviométrie à court et à moyen termes dépend de la station synoptique. Les résultats suggèrent une intensification des précipitations sur certaines stations s'accompagnant d'une augmentation de fréquence /durée des épisodes secs.

Par ailleurs, tous les modèles climatiques convergent généralement dans les projections de températures bien simulées. En revanche, les modèles présentent fréquemment des divergences significatives sur les projections de précipitations.

Le changement projeté en moyenne par le modèle climatique sur la saison pluvieuse est évalué à partir des informations historiques du climat pour la période « actuelle » de référence (1981-2010). Des projections sont ensuite réalisées pour 3 périodes futures définies comme suit : court terme (2010-2039) ; moyen terme (2040-2069) et long terme (2070-2099).

Des projections climatiques pour les variables « températures moyennes », « cumuls moyens de précipitations » et « nombre de jours pluvieux » ont été produites à l'échelle nationale, pour deux types d'horizon temporels (2030 et 2050) et pour deux scénarios d'évolution de la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre (RCP 4.5 et RCP 8.5), retenus comme pertinent au regard des tendances actuelles d'émission de CO2. Ces projections mettent en évidence une augmentation significative des températures à court et moyen termes, pouvant aller jusqu'à 3

degrés à l'horizon 2050 pour le RCP 8.5. Elles indiquent par ailleurs une augmentation probable de la pluviométrie moyenne, plus particulièrement dans l'est et le nord-Est du Pays. Cette augmentation de la pluviométrie s'accompagne d'une possible diminution du nombre de jours pluvieux, impliquant des pluies plus intenses pouvant avoir des impacts négatifs en termes d'érosion/inondation, ainsi que des séquences sèches probablement plus longues et plus fréquentes qu'aujourd'hui. L'augmentation des températures, concomitante à une intensification des pluies sur certaines parties du territoire nationale ne manquera pas d'avoir des conséquences sur le potentiel productif agricole, dont dépend la majeure partie de la population nigérienne.

6.1. Tendance de la pluviométrie et de la température moyenne à l'horizon 2050

6.1.1. Pluviométrie

Elle a été établie à partir des données observées et projetées pour les scénarii humide et sec. Elle a consisté à déterminer des indices sur la base respectivement des cumuls et des moyennes annuels comparés aux normales sur la période 1961-1990.

6.1.2. Température moyenne

La température moyenne (Tmax + Tmin) / 2), a d'abord été calculée avant la détermination des indices annuels moyens et des indices décennaux moyens (Tableaux 8 et 9)

L'établissement de la tendance de la pluviométrie et de la température moyenne et l'élaboration des scénarii sec et humide à l'horizon 2050, ont été réalisés en 2011 lors des travaux sur « Impacts socio-économiques des changements climatiques dans les secteurs clés de l'économie nationale du Niger », entrepris dans le cadre de la mise en œuvre du PAA.

Analyse des impacts des changements climatiques selon les scénarii sec et humide

6.1.3. Scénario sec avec tendance à la hausse de la température moyenne

Dans ce scénario (Figure 20), de 2011 à 2050, les années avec une pluviométrie annuelle déficitaire par rapport à la pluviométrie annuelle normale sur la période 1961-1990, seront prépondérantes.

Les impacts potentiels des changements climatiques liés à cette situation sont notamment :

- la réduction de la durée de la saison agricole ;
- l'augmentation de la fréquence des jours secs au cours de la saison agricole ;
- l'apparition des ennemis des cultures tels que les chenilles mineuses de l'épi, lorsque plusieurs jours consécutifs secs se produisent au moment de l'épiaison du mil ;
- l'insuffisance de la réserve hydrique pour satisfaire les besoins en eau des cultures pendant leur cycle de développement ;
- la salinisation des sols ;
- la diminution et/ou la perte totale de la production agricole ;
- l'insécurité alimentaire avec ses diverses conséquences socio-économiques.

Pluviométrie : scénario sec

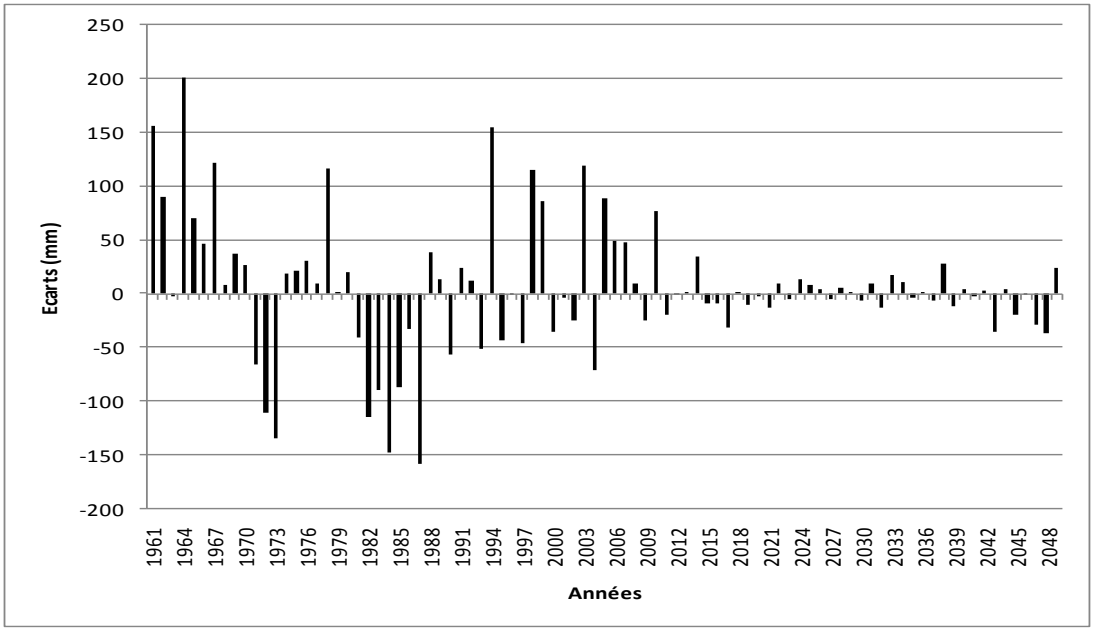

Figure 20 : Evolution de la pluviométrie annuelle à l'horizon 2050 pour le scénario sec

Source : SE/CNEDD, 2011

6.1.4. Scénario humide avec tendance à la hausse de la température moyenne

Dans ce scénario (Figure 21), de 2011 à 2050, les années avec une pluviométrie annuelle excédentaire par rapport à la pluviométrie annuelle normale sur la période 1961-1990, seront prépondérantes.

Les impacts potentiels des changements climatiques liés à cette situation sont notamment :

- l'abondance des précipitations avec de nombreux effets potentiels positifs pouvant contribuer à l'amélioration de la production agricole globale ;
- l'accroissement de la fréquence des inondations des aires de cultures ;
- l'asphyxie et la diminution du développement des plantes à cause de l'excès d'eau ;
- l'apparition des maladies et des ennemis des cultures liés aux conditions hydriques excédentaires, notamment les champignons, les pucerons et autres parasites floricoles ;
- l'endommagement des habitations et des infrastructures par les inondations ;
- la diminution et/ou la perte totale de la production agricole et parfois mêmes des vies humaines dans les zones affectées par les inondations ;
- la recrudescence des ennemis et des maladies climato-sensibles des cultures ;
- l'insécurité alimentaire avec ses diverses conséquences socio-économiques dans les zones affectées par les inondations ;
- la dégradation de certaines aires de cultures par l'augmentation du phénomène de ruissellement.

Pluviométrie : scénario humide

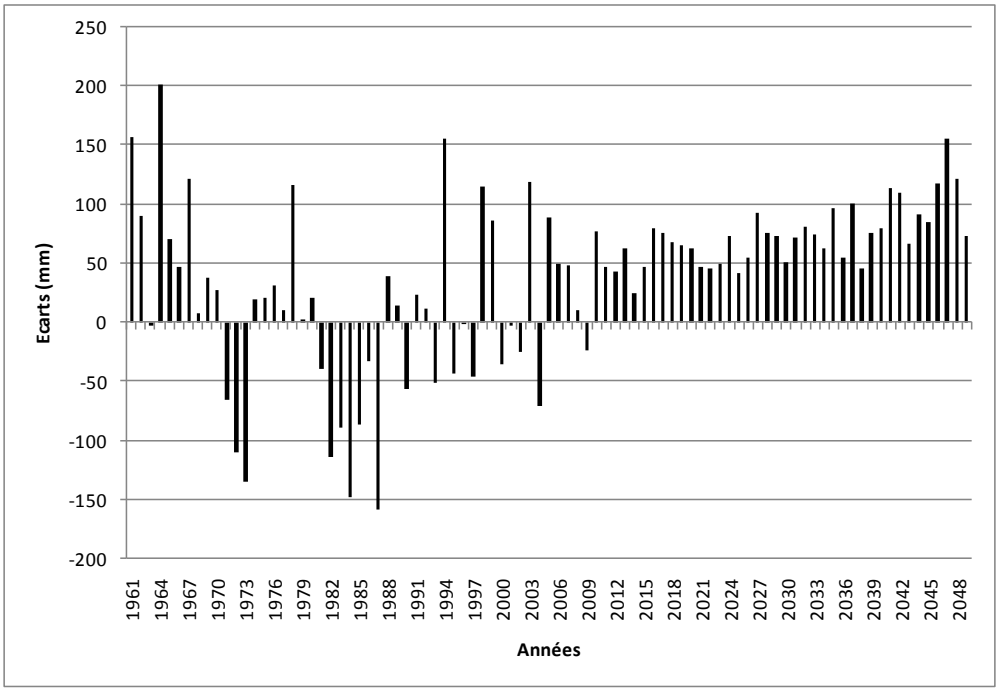

Figure 21 : Evolution de la pluviométrie annuelle à l'horizon 2050 pour le scénario humide

Source : SE/CNEDD, 2011

Température moyenne

Tableau 8 : Indices décennaux moyens de la température moyenne à l'horizon 2050 pour le scénario sec (Source : SE/CNEDD, 2011)

Décennies	Moy_SS	Écart
61-70	-0,23176684	
71-80	-0,03060982	0,20115701
81-90	0,26237666	0,29298648
91-00	0,36624125	0,10386459
01-10	0,7718014	0,40556015
11-20	0,48886228	-0,28293912
21-30	0,71685132	0,22798904
31-40	0,85902611	0,14217479
41-50	1,17207694	0,31305083
Moyenne		**0,2**

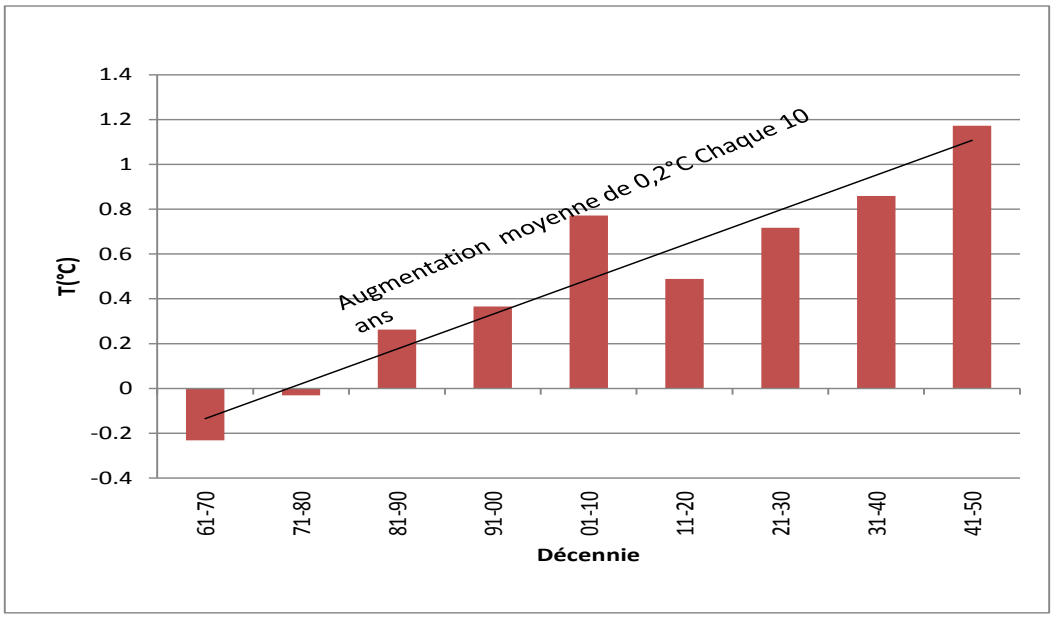

Figure 22 : Evolution de la température moyenne à l'horizon 2050 pour le scénario sec

Source : SE/CNEDD, 2011

Pluviométrie : scénario humide

Tableau 9 : Indices décennaux moyens de la température moyenne à l'horizon 2050 pour le scénario humide (Source : SE/CNEDD, 2011)

Décennie	Moy_SH	Ecart
61-70	-0,23176684	
71-80	-0,03060982	0,20115701
81-90	0,26237666	0,29298648
91-00	0,36624125	0,10386459
01-10	0,7718014	0,40556015
11-20	0,79943228	0,02763088
21-30	1,02439997	0,22496769
31-40	1,17262369	0,14822372
41-50	1,55759443	0,38497074
Moyenne		**0,2**

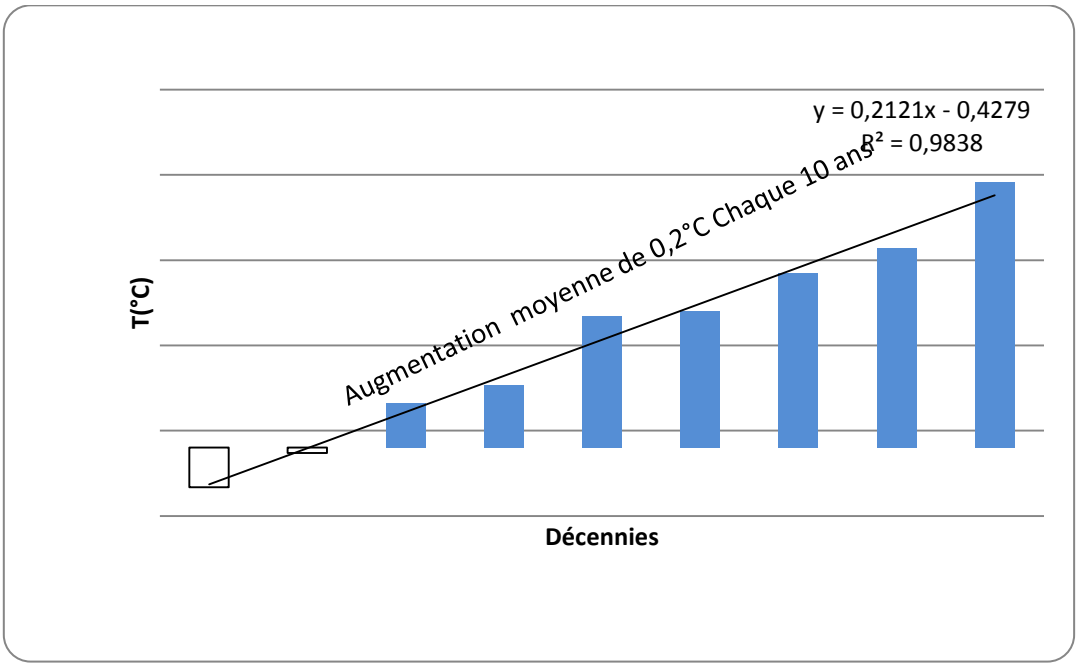

Figure 23 : Evolution de la température moyenne à l'horizon 2050 pour le scénario humide

Source : SE/CNEDD, 2011

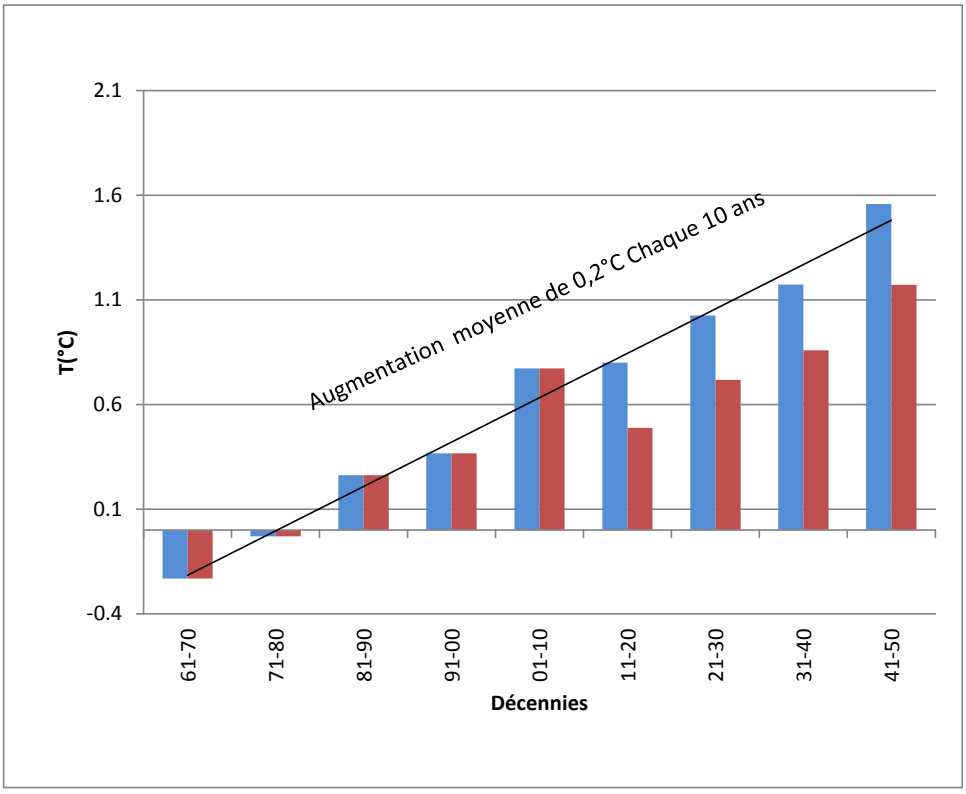

Figure 24 : Evolution de la température à l'horizon 2050 pour les scénarios sec et humide

Source : SE/CNEDD, 2011

VII. MESURES D'ADAPTATION À LA VARIABILITÉ ET AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Afin de réduire les risques de catastrophes et promouvoir une culture de la résilience, il faut au préalable connaître les aléas et les vulnérabilités physiques, sociales, économiques et environnementales face aux catastrophes auxquelles le pays est confronté, ainsi que l'évolution de ces aléas et vulnérabilités à court et à long termes. Il faut ensuite prendre, en connaissance de cause, les mesures qui s'imposent.

Ainsi, les mesures d'adaptation à envisager pour faire face aux impacts néfastes de la variabilité et des changements climatiques dans le secteur agricole sont notamment :

- l'utilisation des variétés améliorées à haut rendement, à cycle court ou moyen et adaptées aux conditions climatiques, particulièrement à la sécheresse ;
- la promotion des variétés locales/paysannes intéressantes ;
- la promotion des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement ;
- la promotion et le développement des cultures irriguées ;
- l'assistance météorologique aux producteurs agricoles par la fourniture de produits et informations d'aide à la décision dans la conduite des activités agricoles pour les cultures pluviales et irriguées. Il s'agit notamment de :
  - ✓ la date du début de la saison des pluies (la saison sera-t-elle précoce, normale ou tardive) ;
  - ✓ la durée de la saison agricole (longue, normale, courte) ;
  - ✓ la date favorable au semis d'une culture dans une zone donnée ;
  - ✓ la quantité d'eau utile au semis d'une culture dans une zone donnée ;
  - ✓ la situation de la campagne agricole (la prévision saisonnière : la quantité des précipitations cumulées pour les mois de Juillet, Aout et Septembre (JAS) probables attendues pour les différentes zones considérées dans le cadre du PRESAO au Niger) est déficitaire, normale ou excédentaire par rapport à la normale ou à la moyenne sur les 30 dernières années) ;
  - ✓ les bulletins décadaires du Groupe de Travail Pluridisciplinaire (GTP) de suivi de la campagne agro-pastorale, simplifiés et traduits en langues nationales ;
  - ✓ la prévision des séquences des périodes de sécheresse au cours de la saison et leur importance (utile à l'établissement d'un calendrier des opérations culturales conséquent) ;
  - ✓ l'occurrence de jours consécutifs secs de 7 à 10 jours au cours de la saison des pluies : conditions défavorables à l'épandage des engrais minéraux, notamment l'urée ;
  - ✓ l'occurrence de jours consécutifs secs de 10 à 15 jours au moment de l'épiaison floraison du mil : condition favorable à l'attaque par la chenille mineuse de l'épi ;
  - ✓ les prévisions météorologiques à courte échéance (24 H à 36 H) de vent fort et de température élevée : conditions défavorables aux traitements phytosanitaires du fait de l'évaporation des produits liquides et transport des produits en poudre par le vent ;

- ✓ les prévisions météorologiques à courte échéance (24 H à 36 H) de vent de sable et de poussière et forte température au début de l'installation des plantes : ensevelissement et brûlure des plantes ;
- ✓ la fourniture d'avis sur la période favorable pour la mise en place des cultures irriguées;
- ✓ les bulletins sur la dose d'eau d'irrigation optimale à apporter aux cultures irriguées à partir des données et informations sur les besoins en eau de ces cultures et de l'Évapotranspiration Potentielle (ETP) moyenne ou actuelle ainsi que des prévisions météorologiques sur la température et le vent dans la zone de pratique de ces cultures ;

- l'exploitation optimale de la durée de la saison agricole par la pratique de deux cultures (céréale et légumineuse) en association ou en relai ;
- les retenues d'eaux de ruissellement et leur valorisation pour les cultures irriguées, notamment le maraîchage ;
- le traitement des koris qui endommagent les aires de cultures ;
- le traitement des bassins versants ;
- le désensablement du lit du fleuve Niger ;
- la réalisation d'ouvrages appropriés de protection des aires de cultures contre les inondations ;
- la lutte contre les ennemis et maladies climato-sensibles des cultures ;
- la mise en place d'un système d'assurance des agriculteurs contre les risques climatiques ;
- la mise en œuvre de grands projets et/ou programmes nationaux de mise en valeur effective des zones spécifiques du Niger pour l'accroissement des productions agricoles spéciales ;
- la promotion de la petite irrigation et des cultures de contre saison par l'utilisation des systèmes d'irrigation améliorés, innovants et performants ;
- la réhabilitation des anciens aménagements hydro-agricoles ;
- l'aménagement des mares et des bas-fonds pour des fins agricoles ;
- l'organisation et le développement des filières et des chaines de valeur des principales cultures de rente à haute valeur ajoutée ;
- l'allègement du taux d'intérêt des crédits bancaires pour des investissements agricoles ;
- la modernisation de l'élevage au Niger ;
- l'intégration agriculture-élevage ;
- la réalisation et la diffusion des émissions radiophoniques et télévisées (magazines, documentaires, débats avec intervention en direct, invité du journal, interviews, sketch, théâtre, etc.) en langues locales sur les impacts de la variabilité et des changements climatiques en agriculture et sur les bonnes pratiques agricoles ;
- le renforcement des capacités d'intervention en matière de protection des cultures à travers la lutte contre les ennemis des cultures ;

- l'amélioration des systèmes de commercialisation des produits agricoles locaux au profit des producteurs vulnérables ;
- la poursuite des actions de récupération des terres dégradées pour les besoins d'exploitations agricoles et pastorales ;
- plus d'investissement dans les semences améliorées, aussi bien pour les cultures vivrières que pour les cultures de rente ;
- le développement des techniques de collecte/conservation des eaux de pluie et de réduction des ruissellements dans les endroits exposés à l'érosion hydrique ;
- le renforcement des dispositifs d'encadrement des producteurs par les agents techniques de l'Agriculture et les animateurs des projets et ONG ;
- la mobilisation et la gestion des ressources en eau disponibles pour la pratique des cultures irriguées, notamment le maraîchage ;
- la disponibilité et l'accessibilité des principaux intrants agricoles de qualité (semences améliorées, engrais et produits phytosanitaires) en tout temps et en tout lieu au Niger ;
- l'utilisation de ressources phyto-génétiques adaptées ;
- la gestion des calendriers culturaux et la diversification des systèmes de culture, accompagnées d'actions de gestion durable des terres, incluant la gestion intégrée de la fertilité des sols ;
- l'intensification des mesures de conservation des eaux et des sols et de restauration des écosystèmes dégradés ;
- le renforcement des dispositifs de prévention et de gestion des crises liées aux chocs d'origine climatique, environnementale, sanitaire, et économique ;
- l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans les plans de développement communaux, départementaux et régionaux ;
- l'accès des producteurs à des systèmes d'information opérationnels et utiles pour éclairer les choix techniques et stratégiques ;
- l'accès des producteurs à des technologies innovantes, simples, maîtrisables et adaptées dans un système fonctionnel de recherche-vulgarisation-développement.

CONCLUSION

Le Niger est caractérisé par une forte variabilité aussi bien spatiale que temporelle des paramètres climatiques, notamment des précipitations qui entraînent des déficits pluviométriques récurrents se traduisant par des sécheresses répétitives et cycliques très néfastes. L'accroissement rapide de la population, sans une réelle capacité de subvenir à ses besoins fondamentaux, a déjà de graves conséquences sur les ressources naturelles et leurs utilisations. Il est impératif d'améliorer la productivité agricole en mettant en œuvre des programmes de maîtrise de l'eau et de mobilisation des différentes potentialités agricoles du pays par l'aménagement des terres irrigables, la modernisation de l'agriculture et la promotion de bonnes pratiques agricoles. C'est pourquoi, l'État continue à développer de nombreuses initiatives et à conduire des actions de nature à préserver la base productive en vue d'assurer une productivité durable.

Les impacts sur la santé, les moyens de subsistance, la sécurité alimentaire, l'approvisionnement en eau, la sécurité humaine et la croissance économique vont augmenter par rapport à aujourd'hui dans le cas d'un réchauffement de 1,5 °C, et plus encore dans le cas d'un réchauffement de 2 °C (SE/CNEDD, 2019).

Les risques de catastrophes naturelles n'ont pas seulement un impact important sur les personnes touchées par les événements, mais détournent aussi bien trop souvent des fonds destinés à des programmes de développement essentiels pour faire face à des situations d'urgence imprévues.

Pour un pays sahélien comme le Niger, confronté à des aléas climatiques récurrents, évaluer les impacts de la variabilité et des changements climatiques, proposer et mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces et opérationnelles pour un secteur vital, comme l'agriculture qui joue un rôle clé dans le développement socio-économique, est une activité qui revêt une importance capitale pour une agriculture durable. Pour que cette activité soit efficace et efficiente, l'évaluation de la V&A doit être périodiquement mise à jour et les moyens matériels et financiers nécessaires à la mise en œuvre des mesures d'adaptation proposées soient assurés.

Pour parvenir à des résultats significatifs relativement à cette évaluation, il est nécessaire de disposer d'une base de données fiable des rendements des principales cultures (mil, sorgho, et niébé) et des principaux paramètre climatiques (pluviométrie, température, humidité, vitesse du vent, insolation) de longue durée pour le plus grand nombre de départements, communes et localités diverses de la zone agricole du pays.

Par ailleurs, pour pérenniser les acquis en matière d'évaluation de la V&A, un renforcement de capacités institutionnelles et individuelles sur les outils et méthodologies utilisés dans ce cadre s'avère indispensable pour aboutir à l'institutionnalisation de cette activité.

La présente évaluation n'a pas pu être approfondie davantage comme on l'aurait voulu, compte tenu du délai assez court imparti pour cette activité et de la non-possession à temps de la base des données climatiques nécessaires. Il est à recommander que ceci soit entrepris dans le cadre des projets et programmes en cours et à venir, en lien avec les changements climatiques. Ainsi, on aura facilité l'actualisation périodique de cette évaluation en se référant essentiellement aux résultats disponibles au niveau de ces projets et programmes mis en place.

BIBLIOGRAPHIE

CNEDD, 2006. Programme d'Action National pour l'Adaptation (PANA) aux effets néfastes des Changements Climatiques (CC).

CNEDD, 2000. Exploitations et état des ressources naturelles au Niger. 95 p.

CNEDD, 2000. Première Communication Nationale (Communication Nationale Initiale : CNI). novembre 2000

GACN/FEM, 2004. Manuel sur évaluer les besoins Technologiques en vue de faire face aux changements climatiques.

INS, 2019. Nouveau Système SCN 2008 – Base 2015 Agrégats et tableaux de synthèse 2015 – 2018 Méthodologie, principaux résultats et commentaires sur l'évolution récente de l'économie nigérienne.

Lona I., Alhassane A., Souley-Yéro K., Garba I., Hauswirth D., 2019. Appui à la formulation concertée de la SPN2A pour la République du Niger – Facilité Adapt'Action. Activité 2 : Evaluation désagrégée de l'impact des changements climatiques au Niger sur les risques de dégradation des terres, les rendements agricoles et la production de biomasse herbacée. Baastel - BRL - ONFI - AFD - Centre Régional Agrhymet - Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et du Développement Durable. Niamey, Niger

Lona I., Alhassane A., Souley-Yéro K., Garba I., Hauswirth D., 2019. Évaluation désagrégée de l'impact des changements climatiques au Niger sur les risques de dégradation des terres, les rendements agricoles et la production de biomasse herbacée.

Ly M., Toune N., 2019. Appui à la formulation concertée de la SPN2A pour la République du Niger – Facilité Adapt'Action – Activité 1 : Élaboration des projections climatiques désagrégées sur le Niger. Baastel - BRL - ONFI - AFD - Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et du Développement Durable. Niamey, Niger

Ly M., Toune N., 2019. Appui à la formulation concertée de la SPN2A pour la République du Niger – Facilité Adapt'Action – Élaboration des projections désagrégées sur le Niger. Bruxelles, Belgique.

MEP, 2015. Plan d'Actions National des Énergies Renouvelables (PANER NIGER 2015-2020/2030). Direction Générale de l'Énergie. Centre pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique de la CEDEAO (CEREEC). Niamey, Niger.

MHA, 2017. Élaboration du Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE) et du Programme d'Investissement Prioritaire (PIP). Facilitée Africaine de l'Eau (FAE), Studi International, Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, Niamey, Niger.

Nazoumou Y., Favreau G., Moustapha Adamou M. et Maïnassara I., 2016. La petite irrigation par les eaux souterraines, une solution durable contre la pauvreté et les crises alimentaires au Niger ? Cah. Agric. 2016, 25, 15003. DOI: 10.1051/cagri/2016005

SE/CNEDD, 2019. Plan National Sècheresse. janvier 2019.

SE/CNEDD, 2012. Évaluation des impacts socio-économiques des changements climatiques sur les secteurs clés de l'économie nationale au Niger, synthèse des différents rapports sectoriels. juin 2012

SE/CNEDD, 2011. Rapport sur les scénarios de changements climatiques au Niger.

SE/CNEDD, 2011. Évaluation des Impacts des changements climatiques dans le secteur de l'agriculture. décembre 2011

SE/CNEDD, 2010. Rapport sommaire sur l'évaluation des Investissements et des Flux Financiers pour l'Adaptation du secteur Agriculture/Élevage aux changements climatiques et pour l'Atténuation des émissions des Gaz à Effet de serre dans le secteur de la Foresterie. octobre 2010

SE/CNEDD, 2010. Rapport sur l'évaluation des Investissements et des Flux Financiers pour l'Adaptation du secteur Agriculture/Élevage aux changements climatiques. octobre 2010

SE/CNEDD, 2008. Seconde Communication Nationale (SCN) sur les changements climatiques.

SE/CNEDD, 2007. Évaluation nationale de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques. juin 2007

SE/CNEDD, 2007. Étude sur la Vulnérabilité et l'Adaptation du secteur agriculture aux Changements Climatiques. février 2007

SE/CNEDD, 2006. Auto évaluation Nationale des Capacités à Renforcer (ANCR) pour gérer l'environnement mondial.

SE/CNEDD, 2004. Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière de Changements et Variabilité Climatiques (SNPA/CVC). février 2004

SE/CNEDD, 2003. Rapport général sur les études de Vulnérabilité et d'Adaptation aux Changements Climatiques actualisées. avril 2003

Secrétariat de la CCNUCC, 1992. Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

Tillie P., Louhichi K. et Gomez-Y-Paloma S., 2019. Impacts ex-ante de la Petite Irrigation au Niger : Analyse des effets micro-économiques à l'aide d'un modèle de ménage agricole, EUR 29836 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-76-09722-8, doi:10.2760/70964, JRC115744

ANNEXES

ANNEXE 1a : Correspondance entre date du calendrier grégorien et nombre du calendrier julien pour les années 1992, 1996, 2000, 2004, 2008, 2012 et 2016

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Jour												
1	1	32	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
2	2	33	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
3	3	34	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
4	4	35	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
5	5	36	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
6	6	37	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
7	7	38	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
8	8	39	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
9	9	40	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
10	10	41	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
11	11	42	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
12	12	43	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
13	13	44	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
14	14	45	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
15	15	46	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
16	16	47	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
17	17	48	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
18	18	49	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
19	19	50	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
20	20	51	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
21	21	52	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
22	22	53	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
23	23	54	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
24	24	55	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
25	25	56	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
26	26	57	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
27	27	58	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
28	28	59	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
29	29	60	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
30	30		90	121	151	182	212	243	274	304	335	365
31	31		91		152		213	244		305		366

ANNEXE 1b : Correspondance entre date du calendrier grégorien et nombre du calendrier julien pour les années 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2013,2014, 2015, 2017, 2018 et 2019.

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Jour												
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29	29		88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30	30		89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31	31		90		151		212	243		304		365

Annexe 2 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019

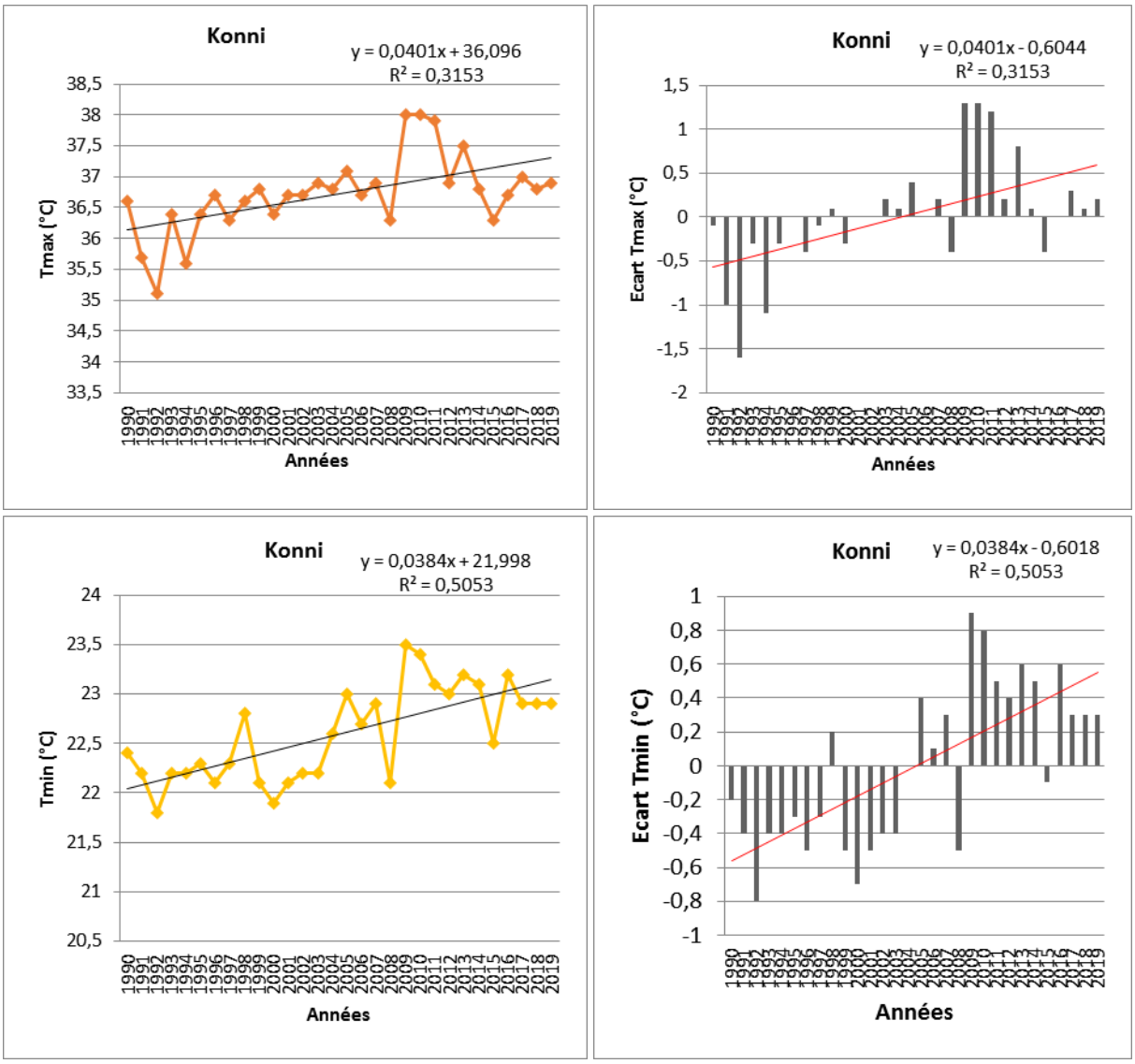

Figure 25 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Konni

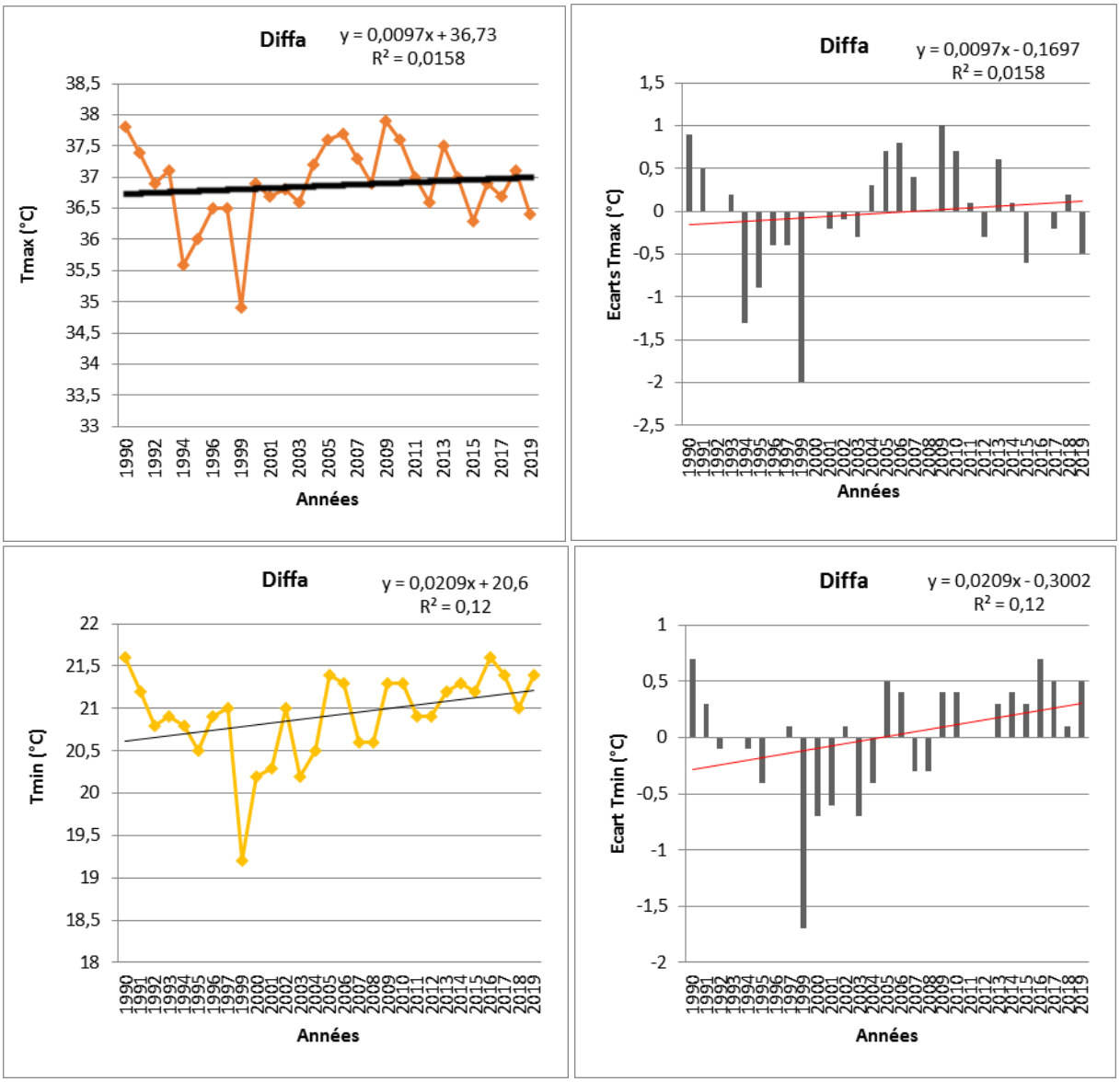

Figure 26 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Diffa

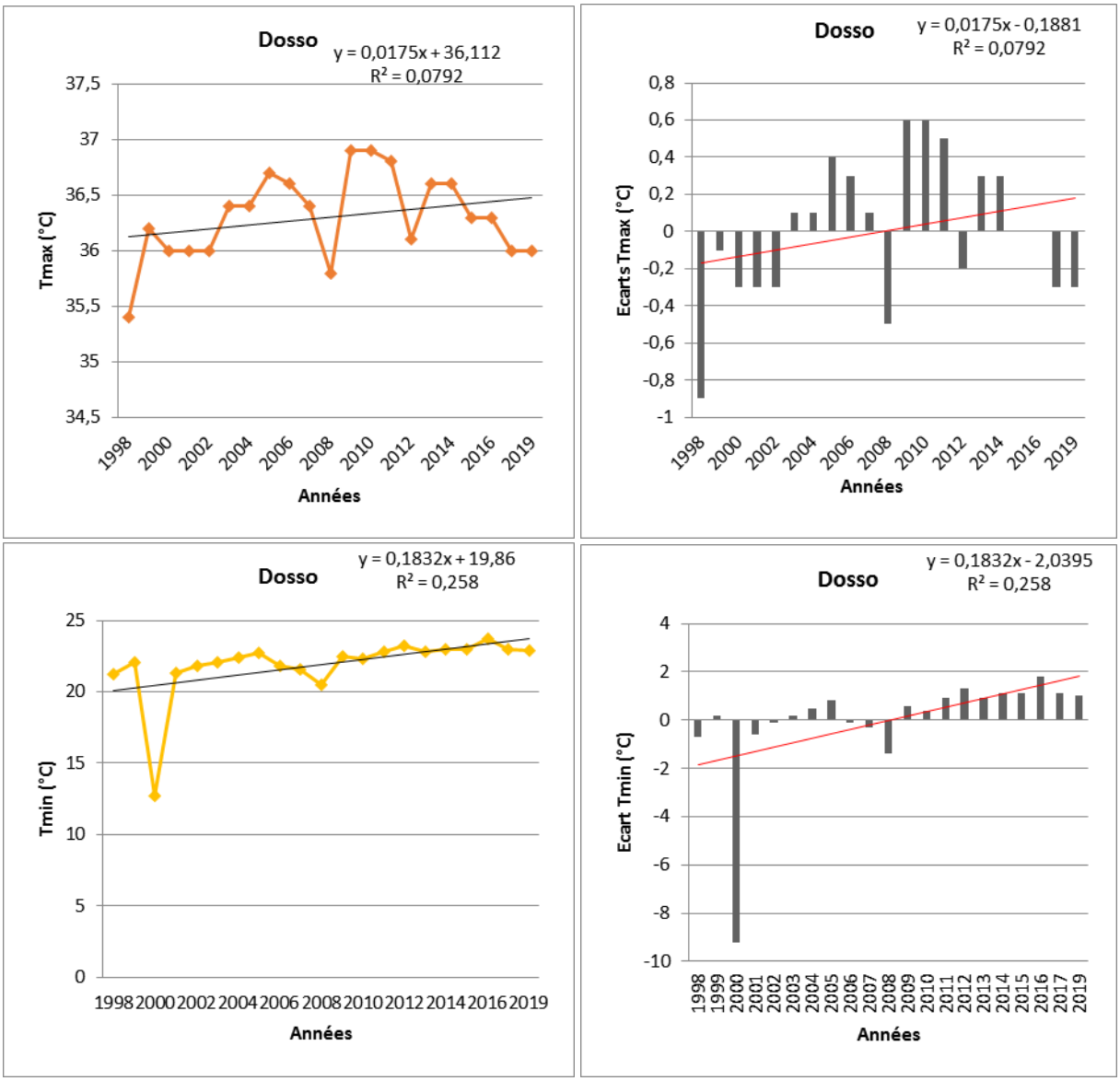

Figure 27 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Dosso

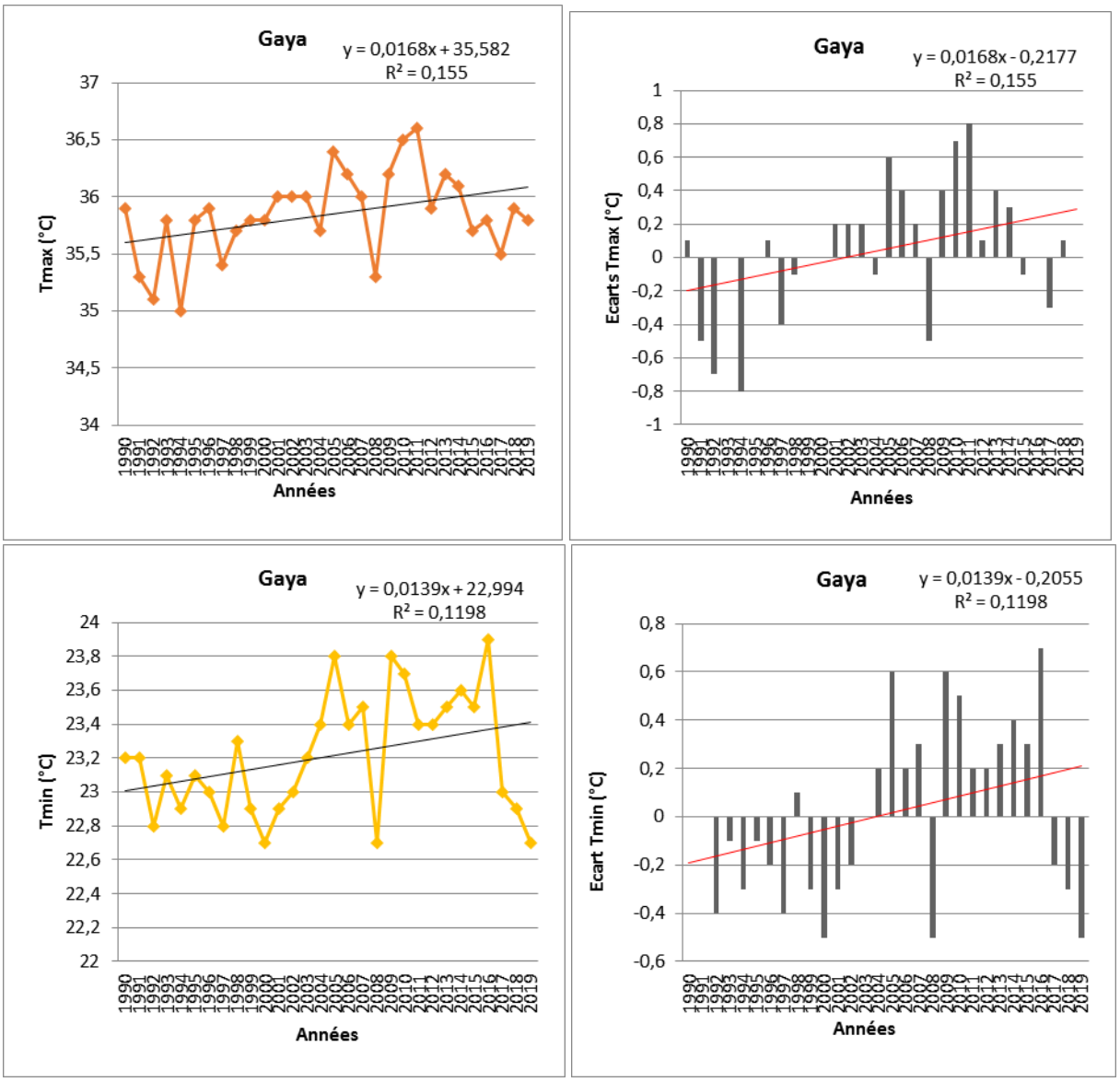

Figure 28 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Gaya

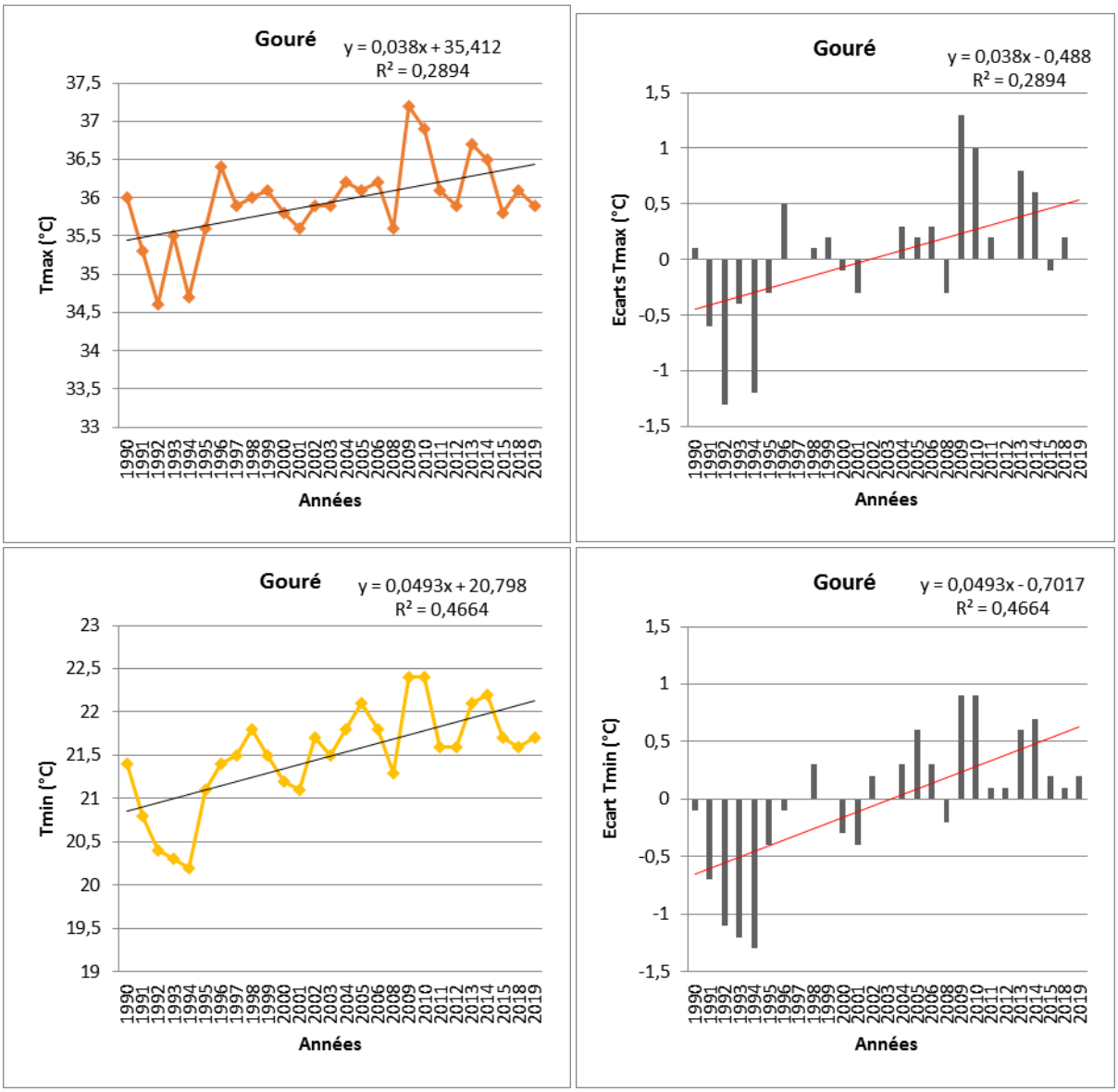

Figure 29 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Gouré

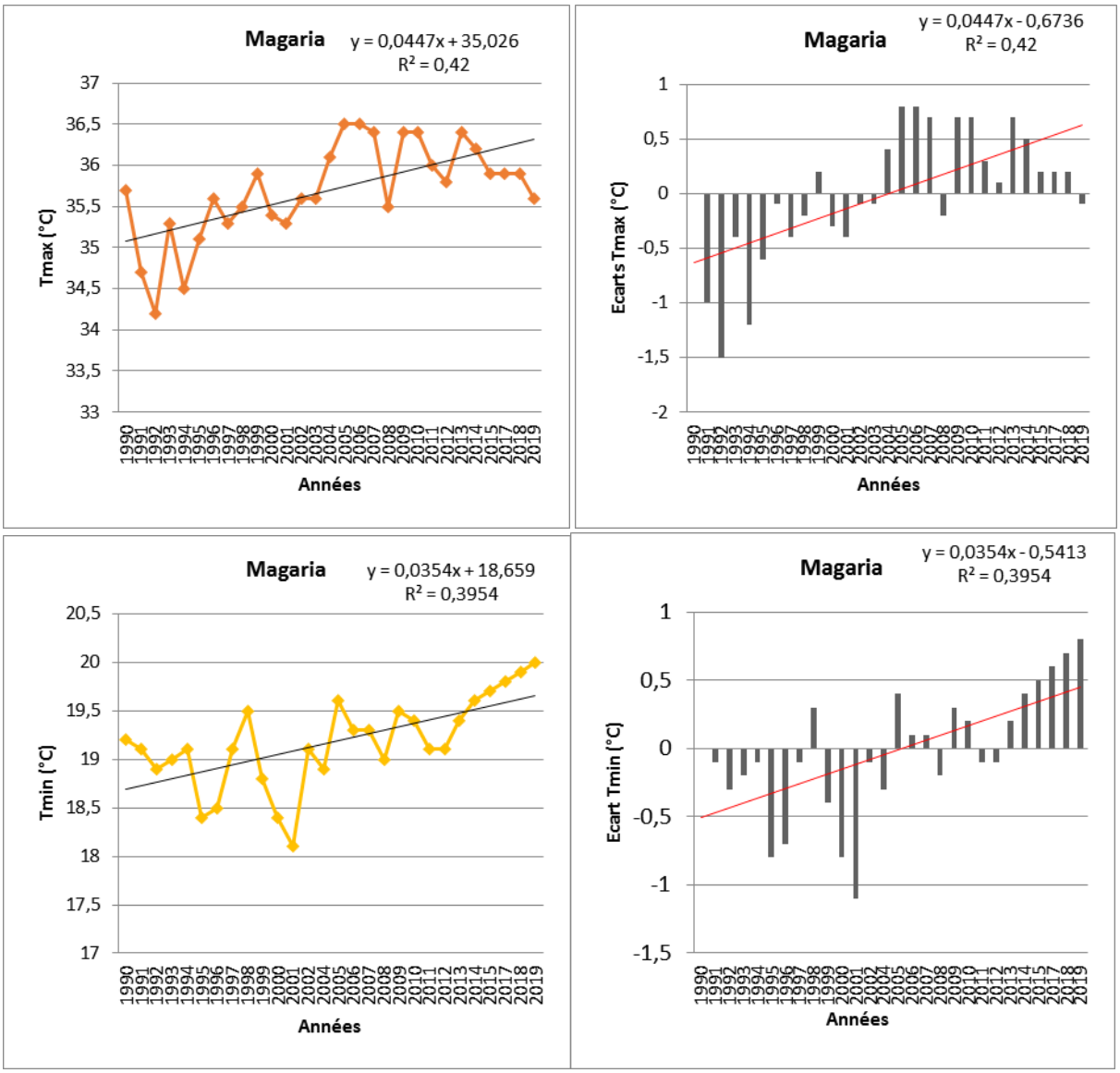

Figure 30 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Magaria

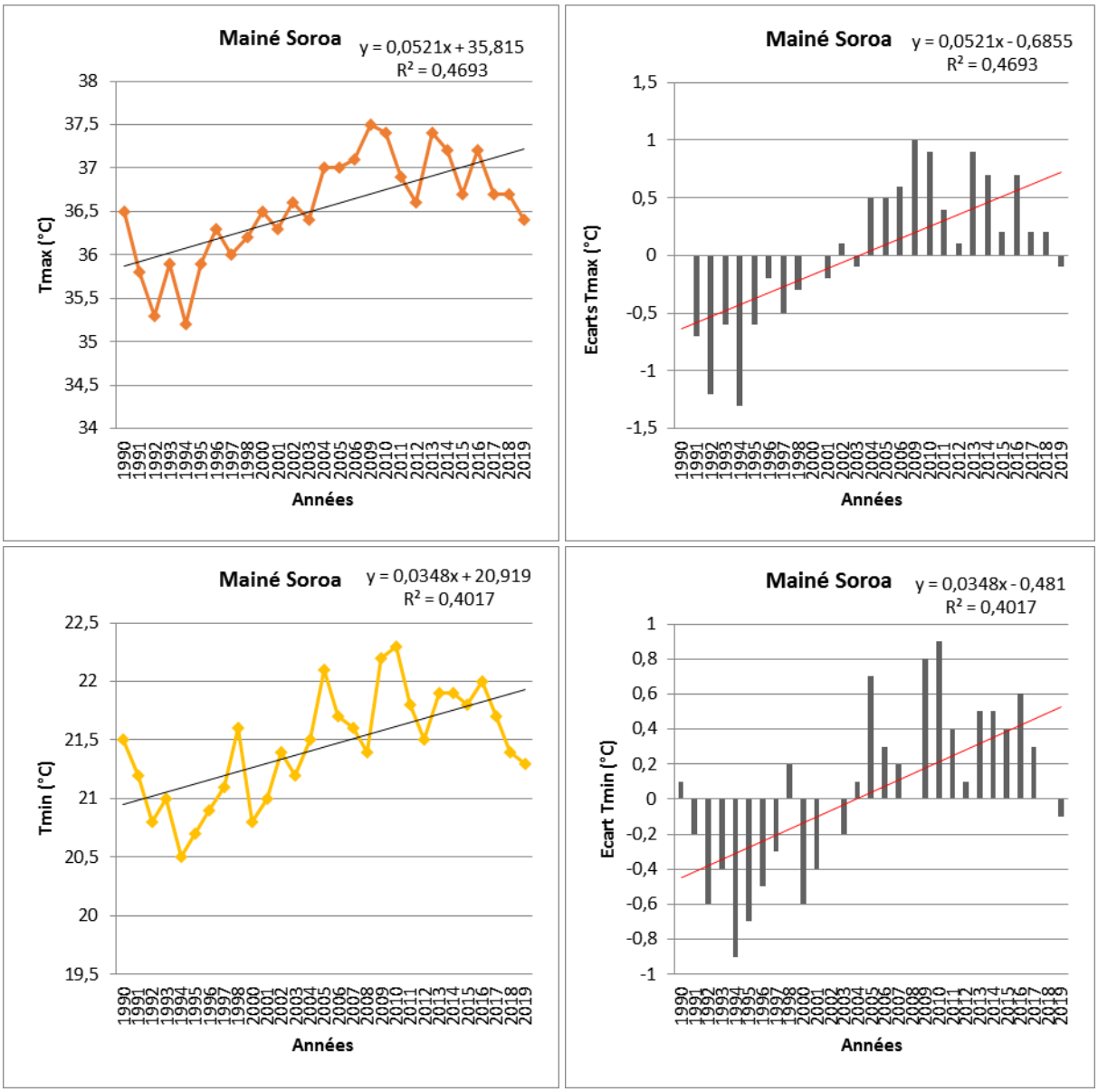

Figure 31 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Mainé Soroa

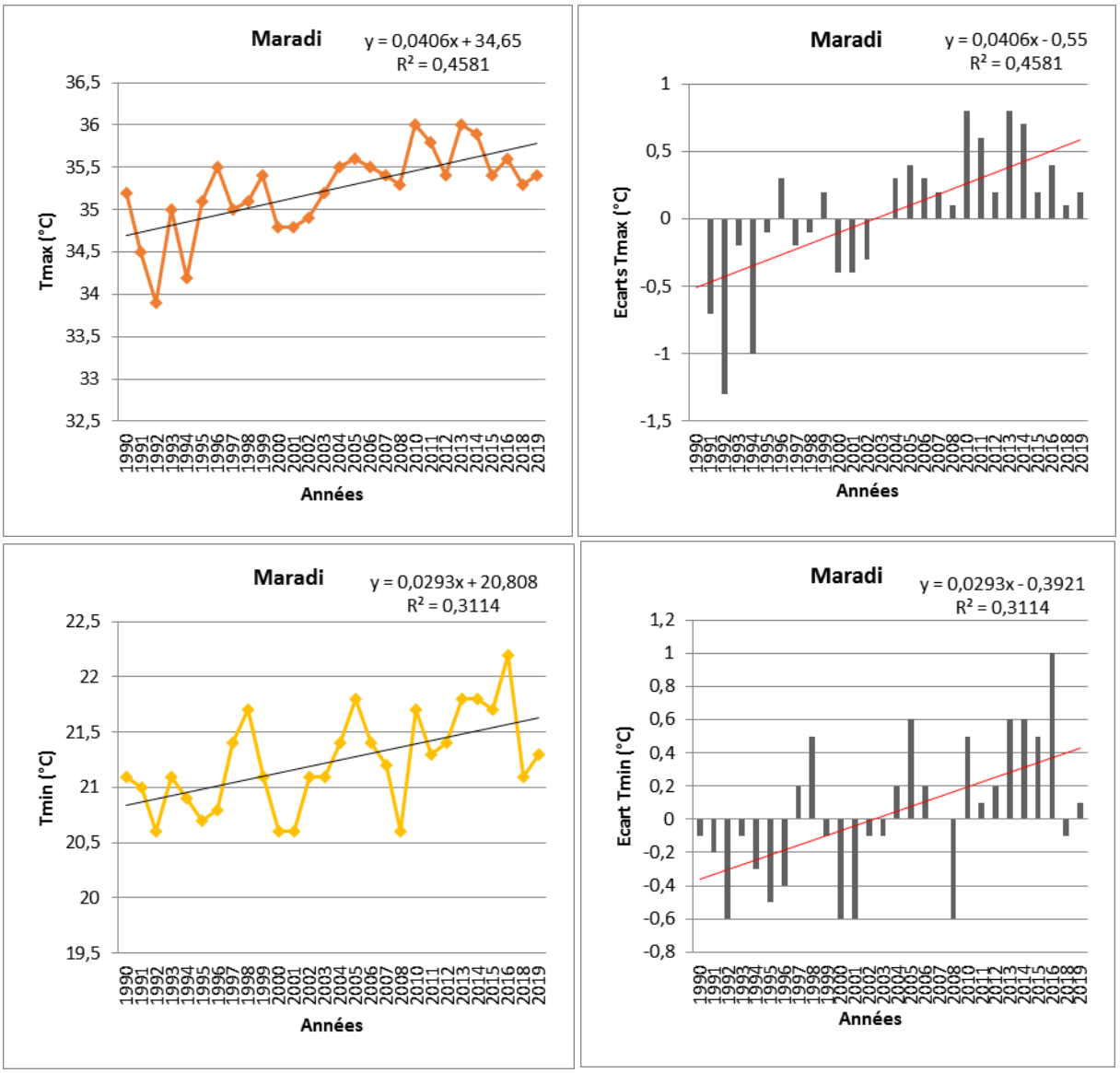

Figure 32 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Maradi

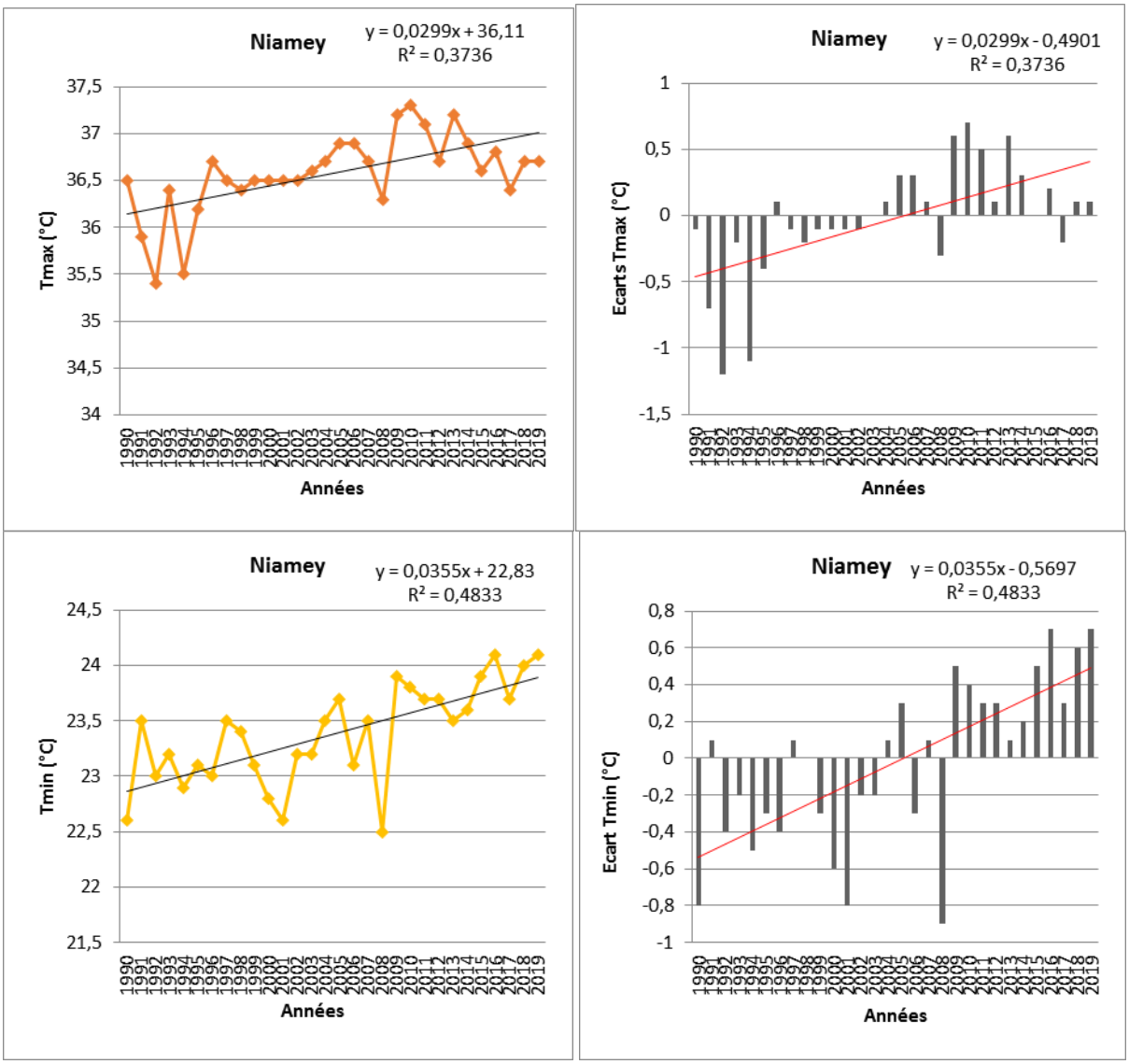

Figure 33: Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Niamey

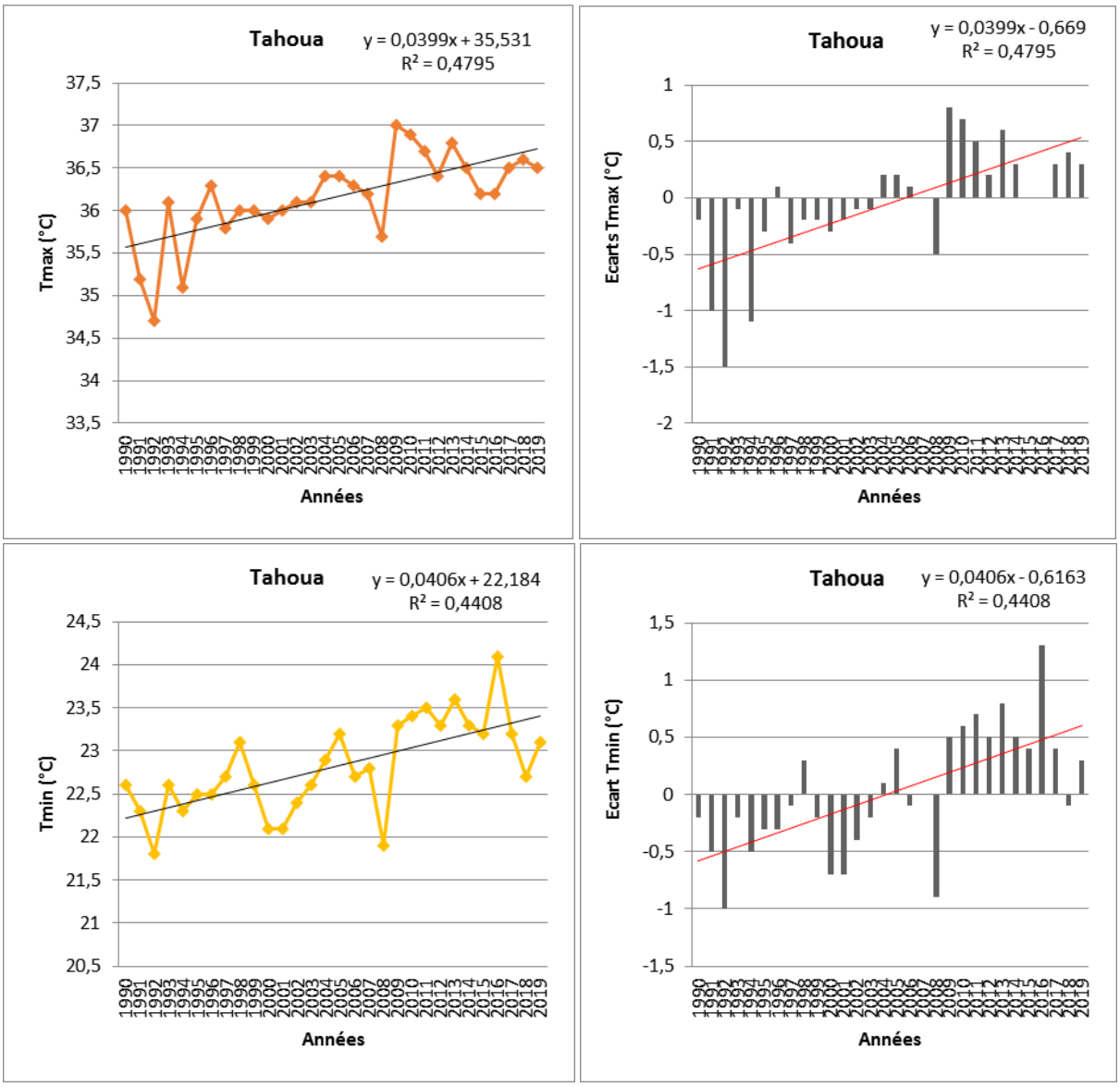

Figure 34 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Tahoua

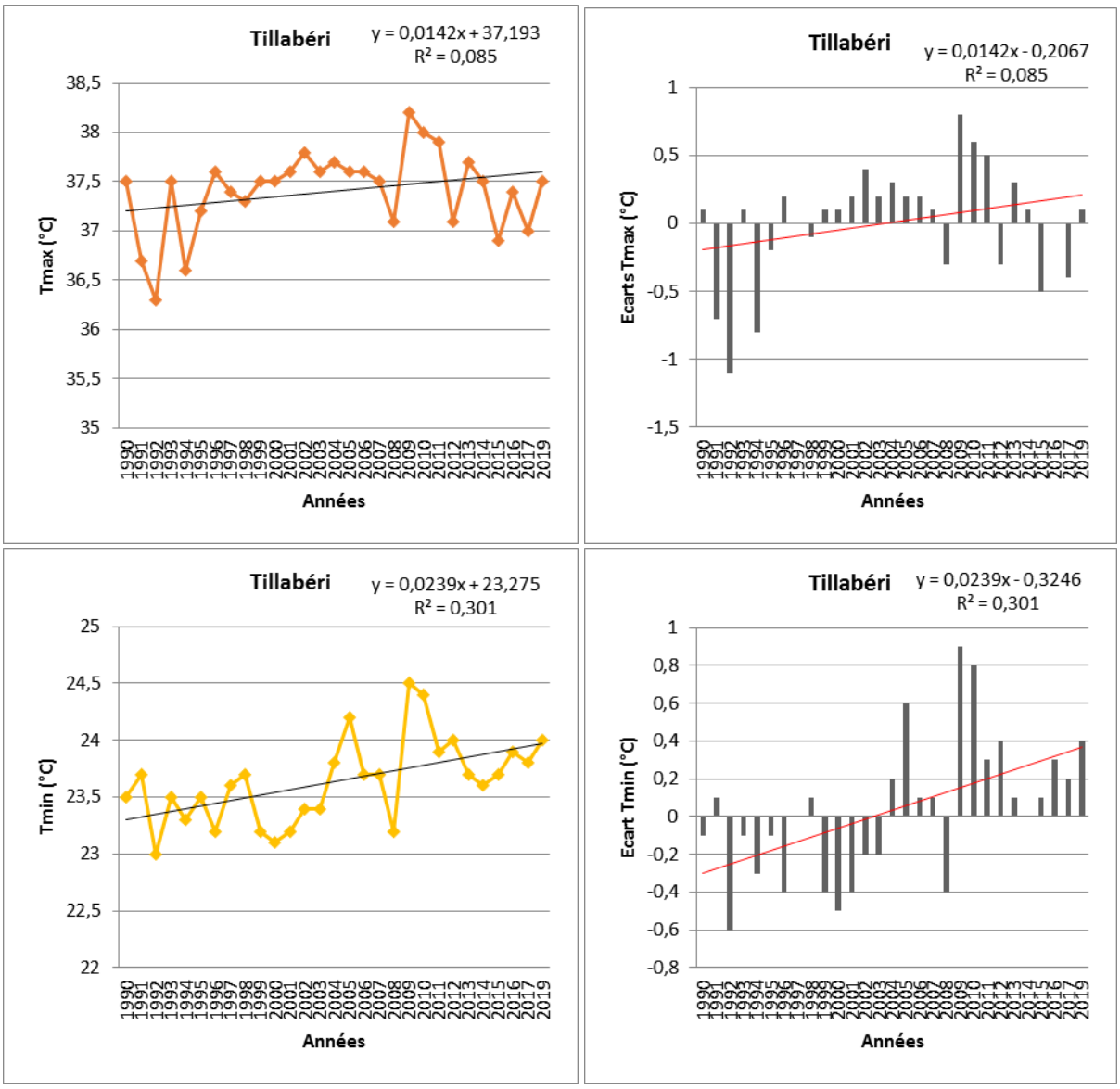

Figure 35 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Tillabéri

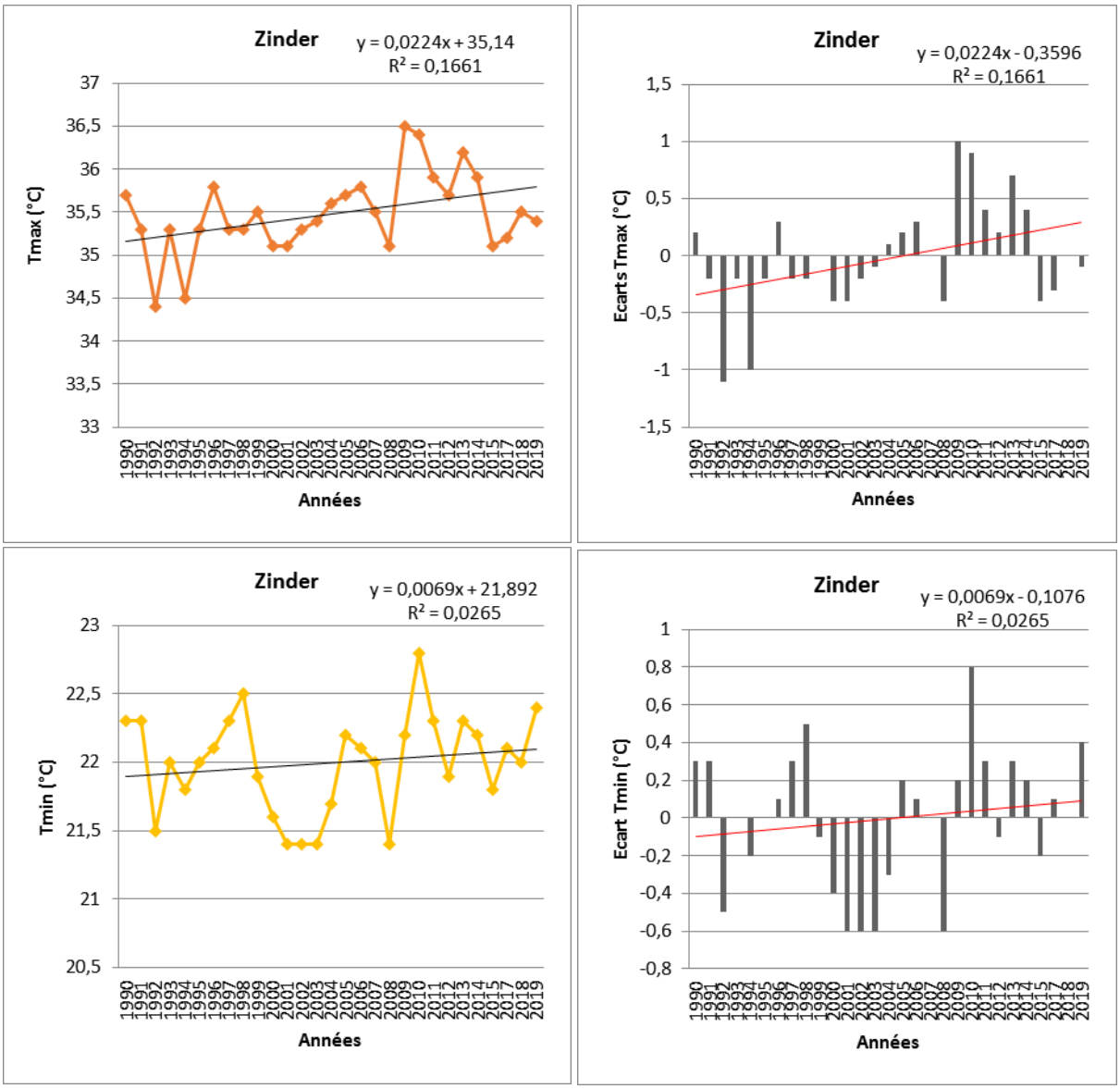

Figure 36 : Évolution des températures maximales et minimales annuelles et leurs écarts de 1990 à 2019 à Zinder

Annexe 3 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019

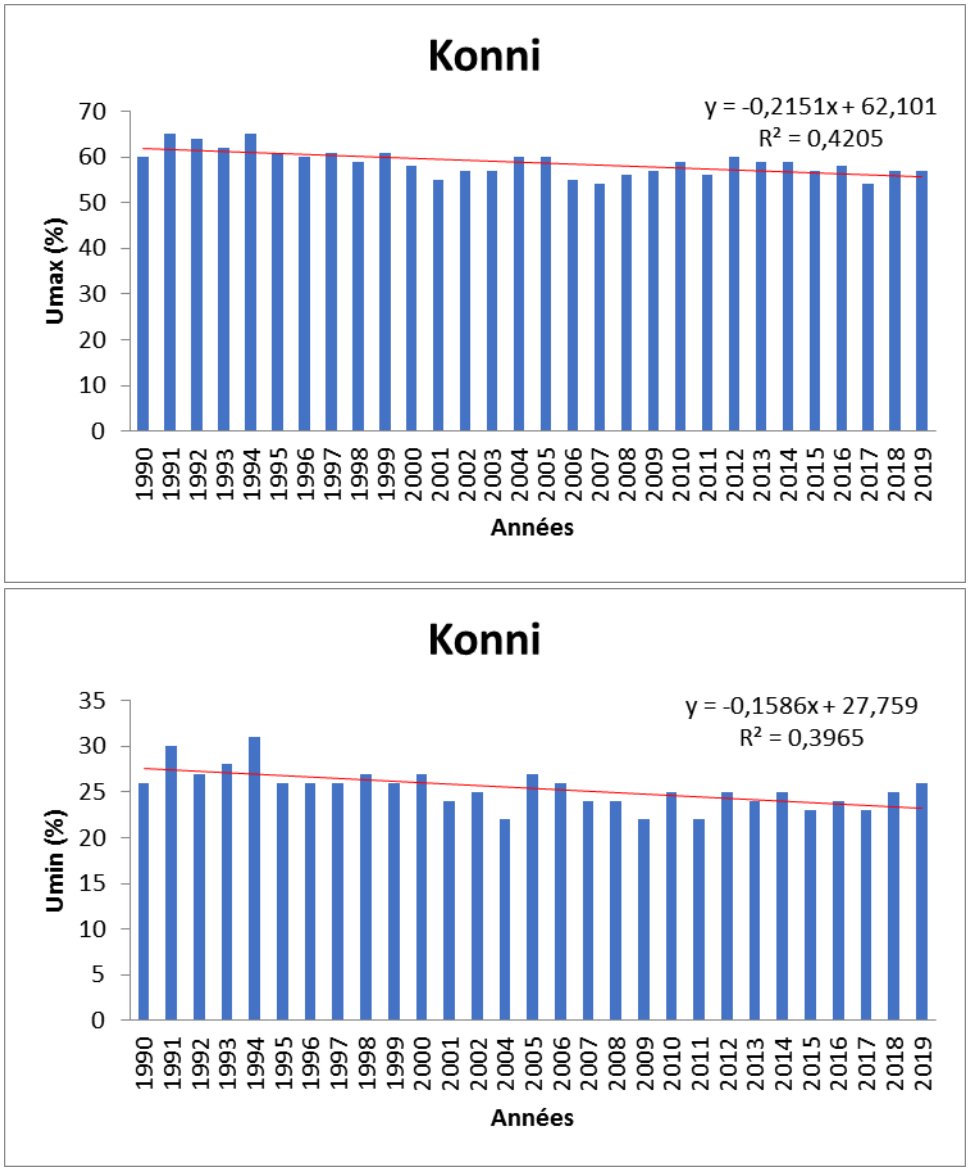

Figure 37 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Konni

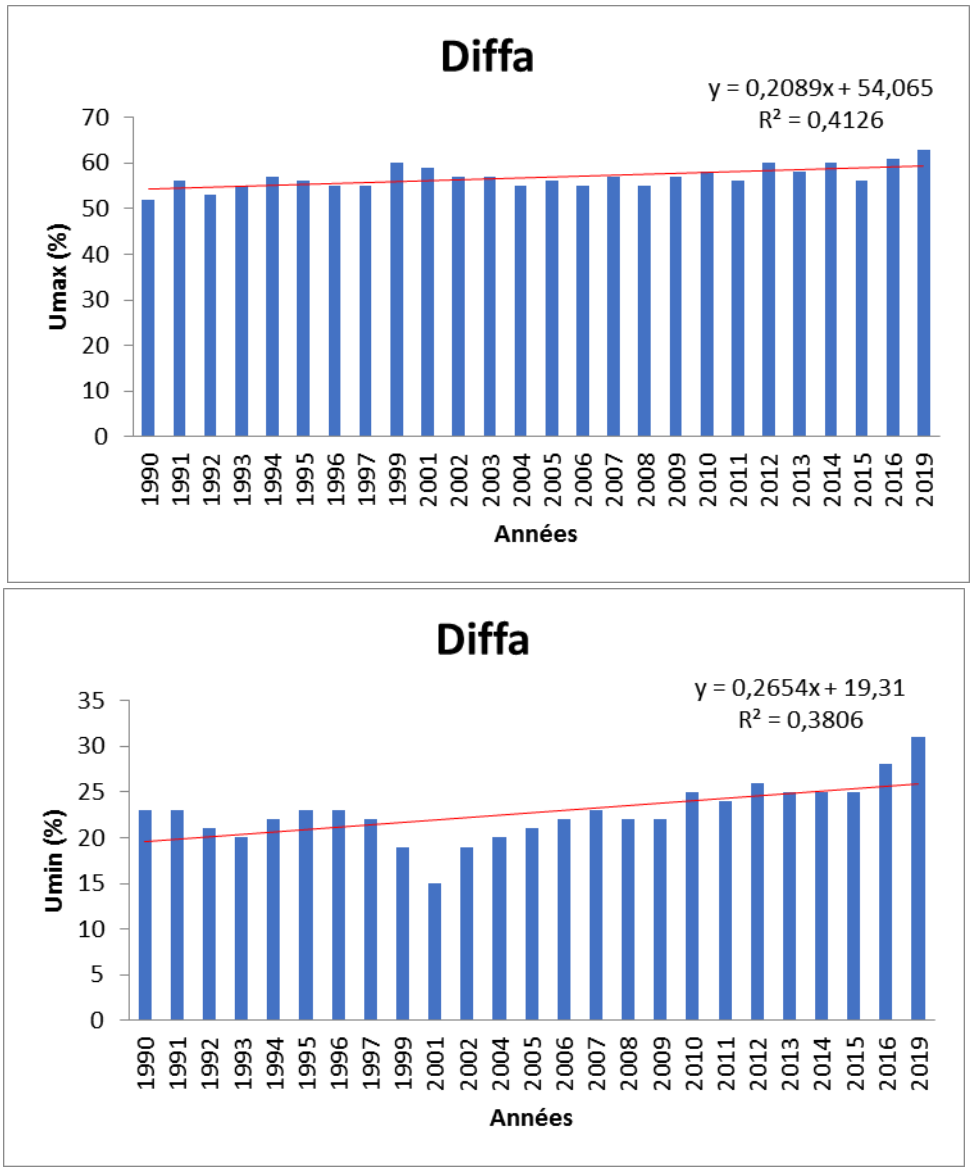

Figure 38 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Diffa

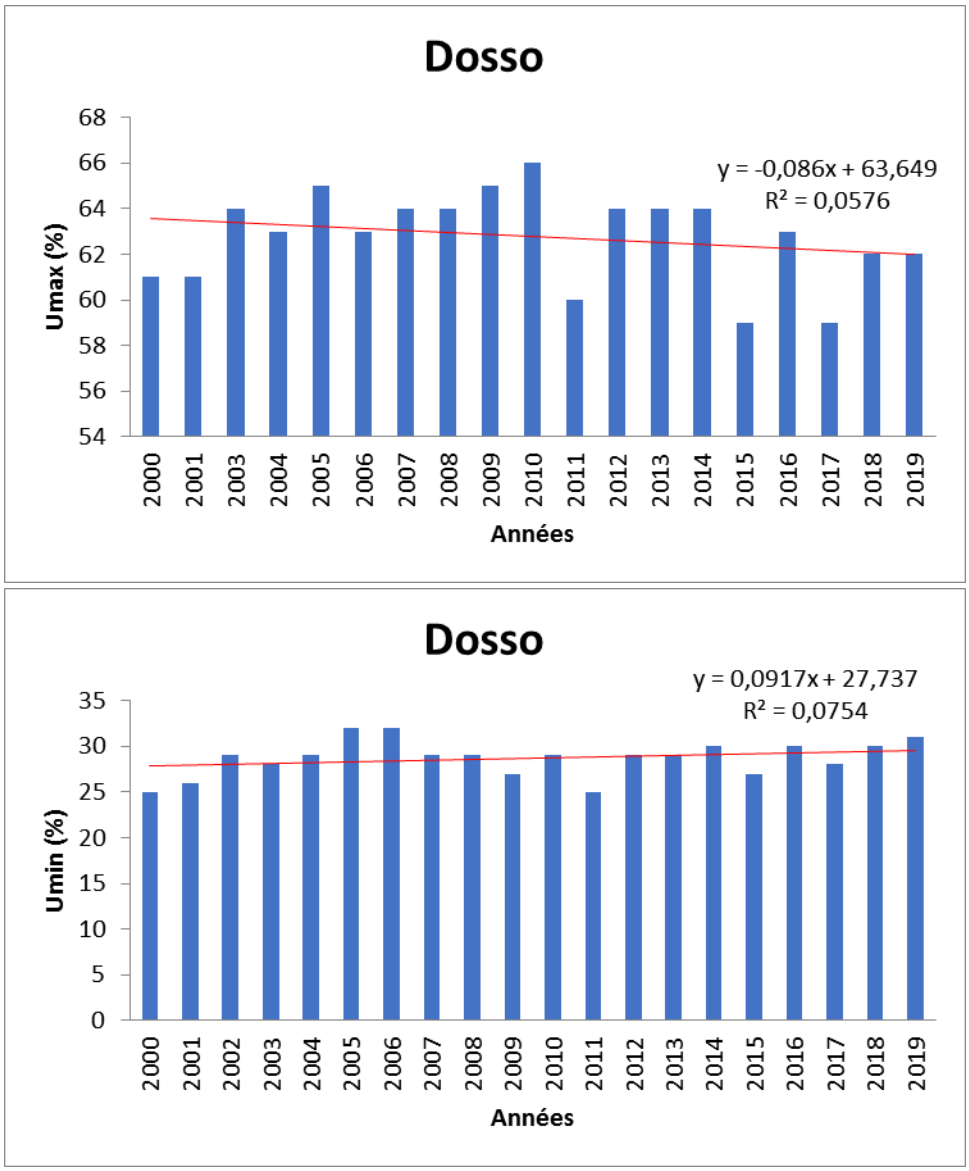

Figure 39 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Dosso

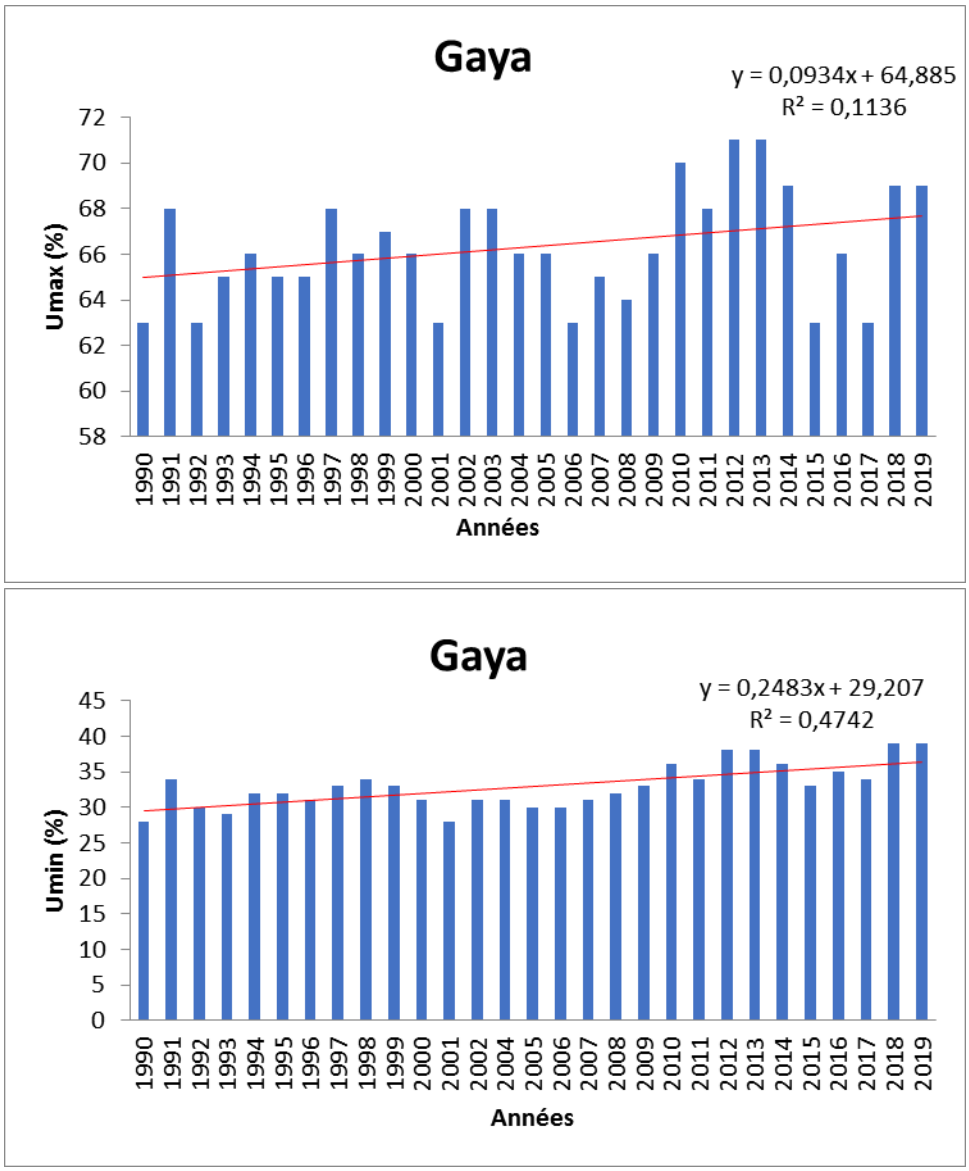

Figure 40 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Gaya

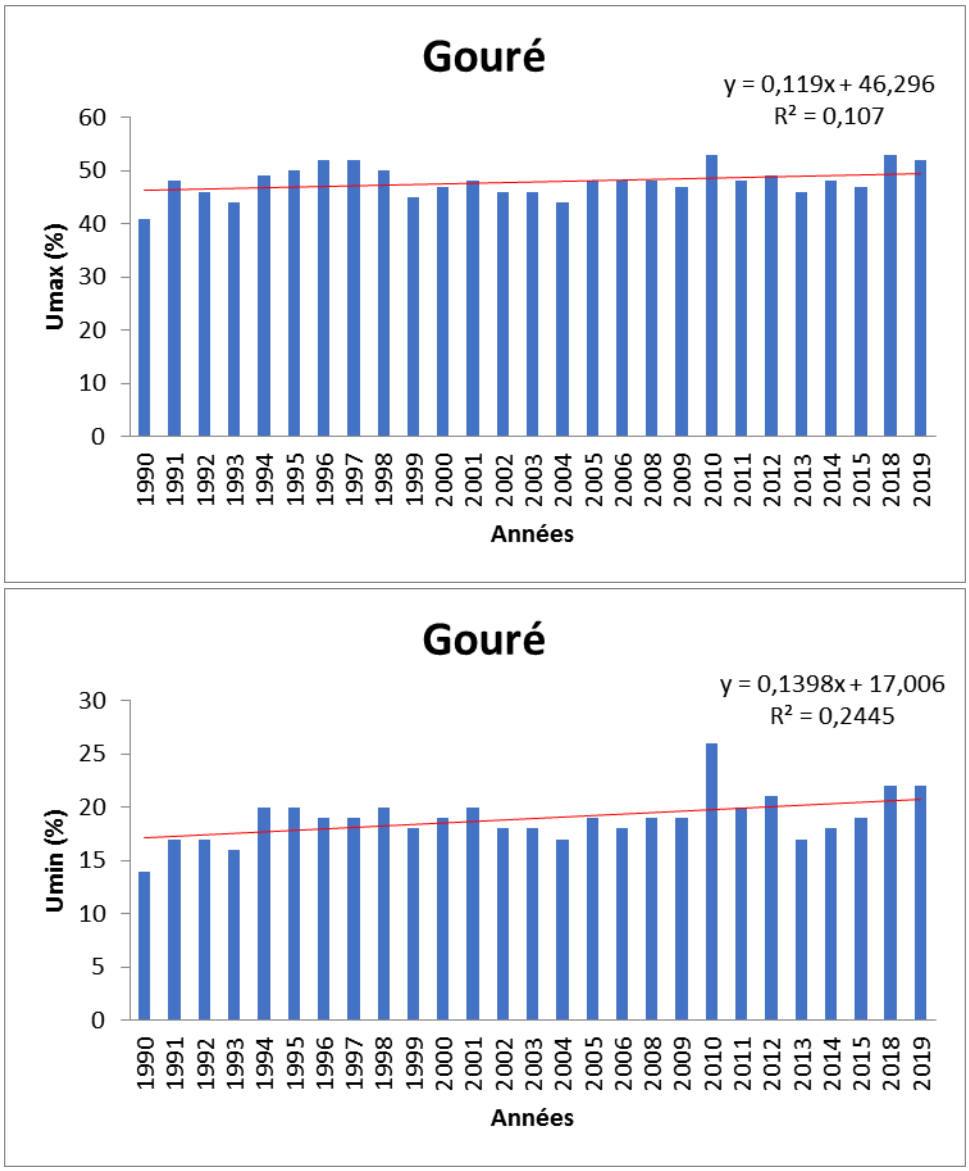

Figure 41 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Gouré

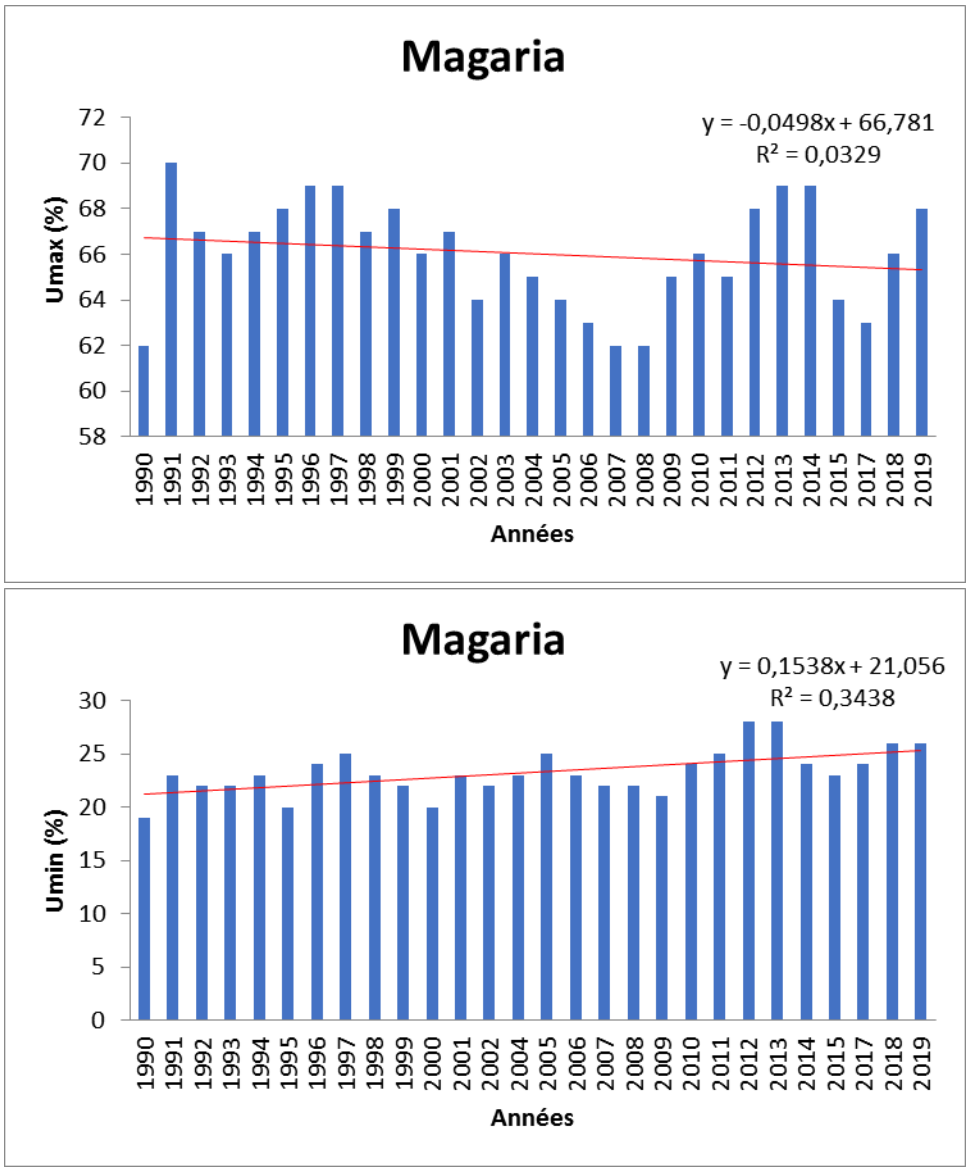

Figure 42 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Magaria

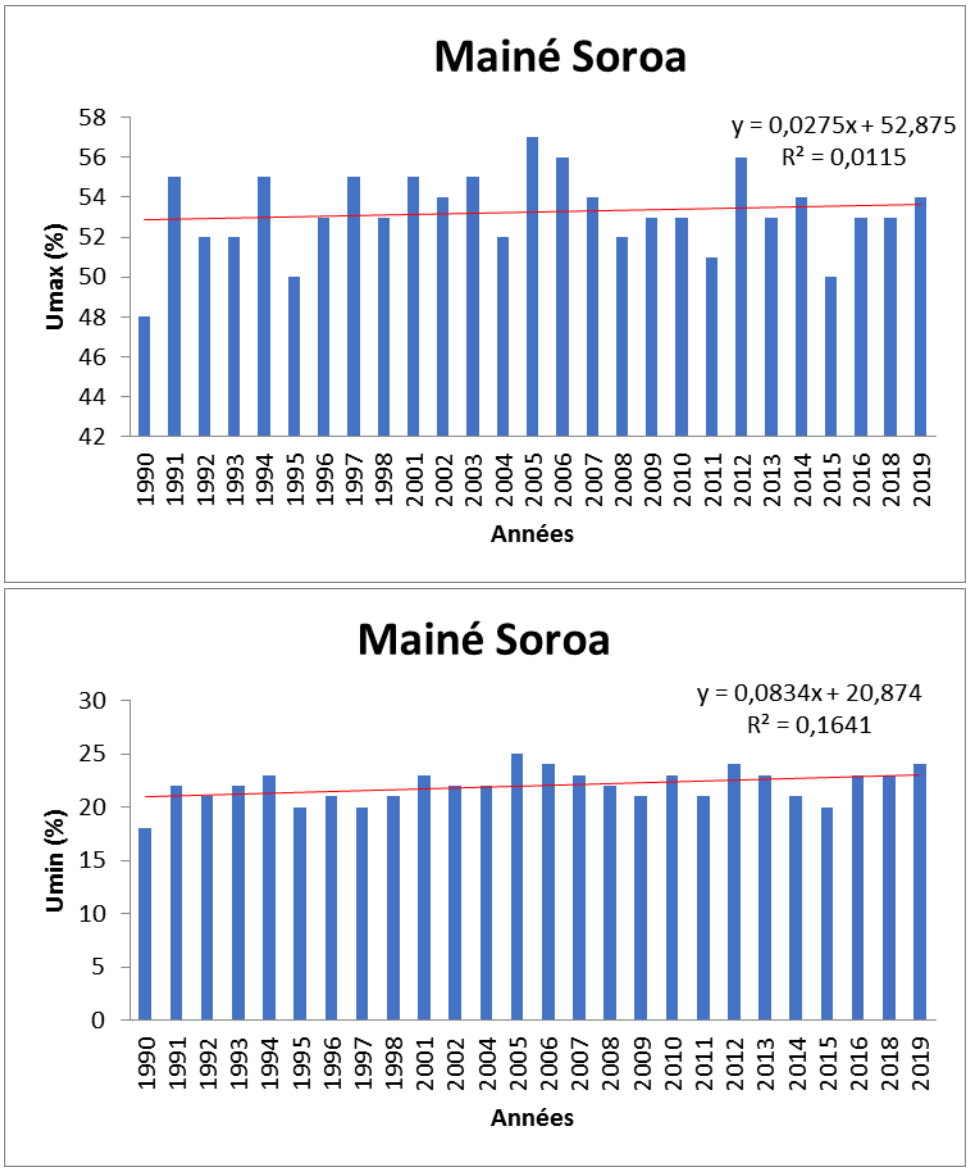

Figure 43 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Mainé Soroa

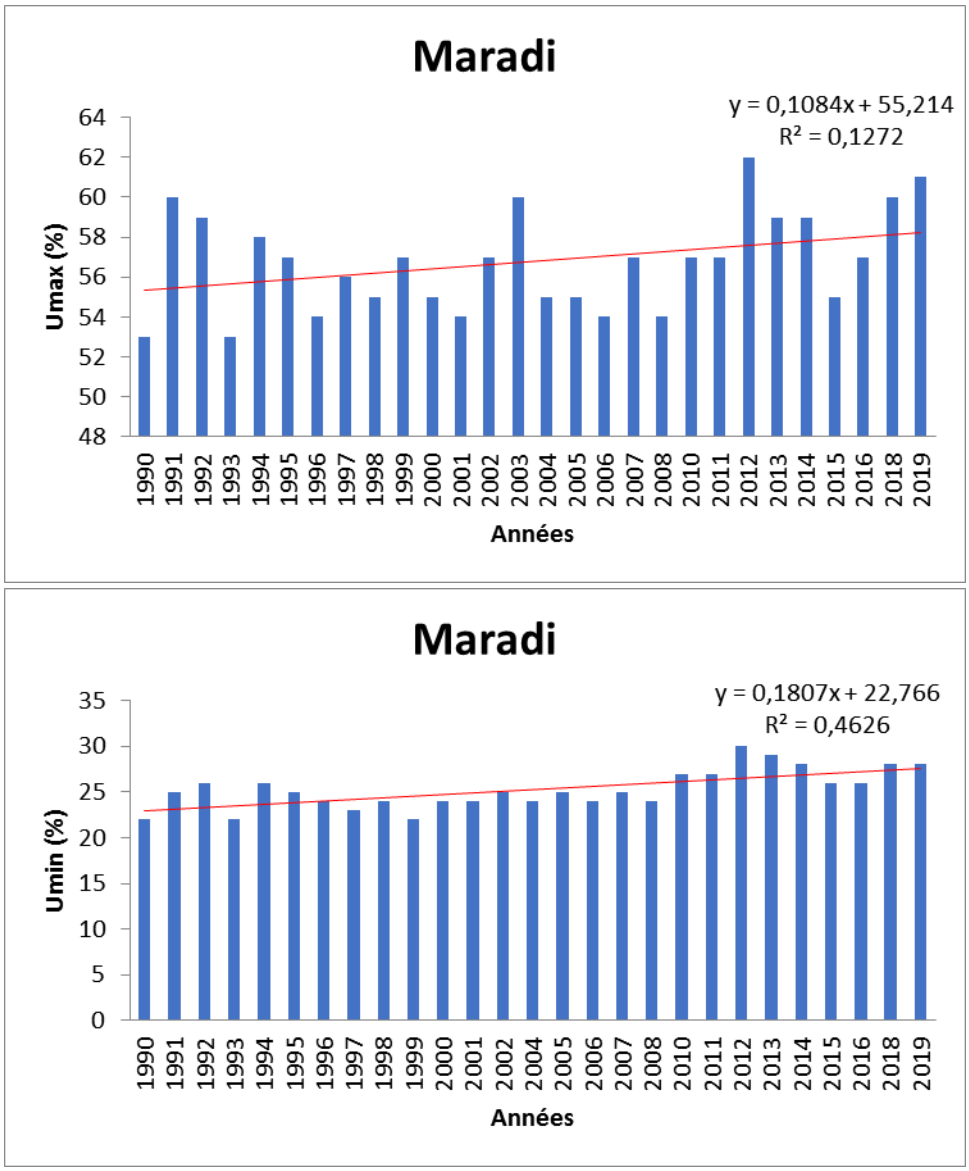

Figure 44 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Maradi

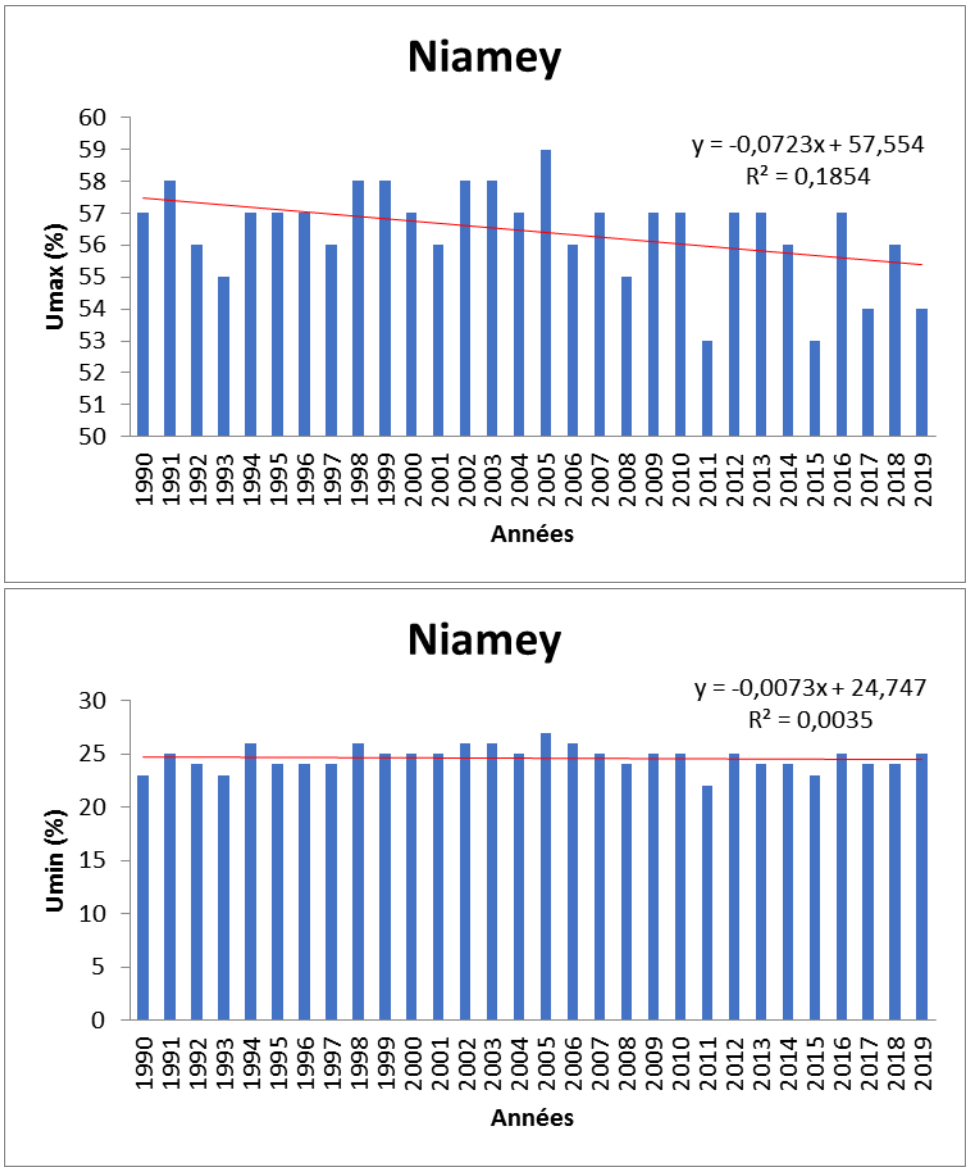

Figure 45 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Niamey

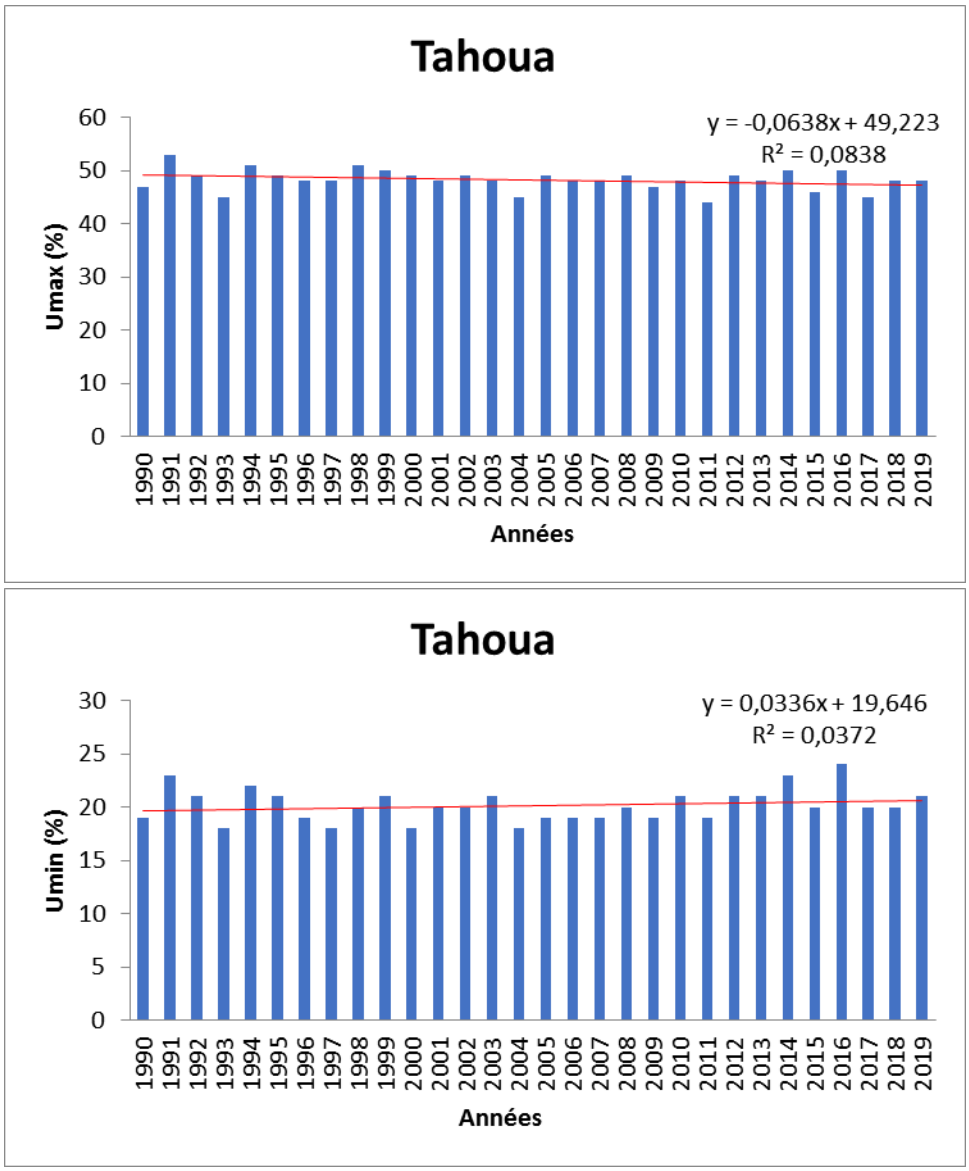

Figure 46 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Tahoua

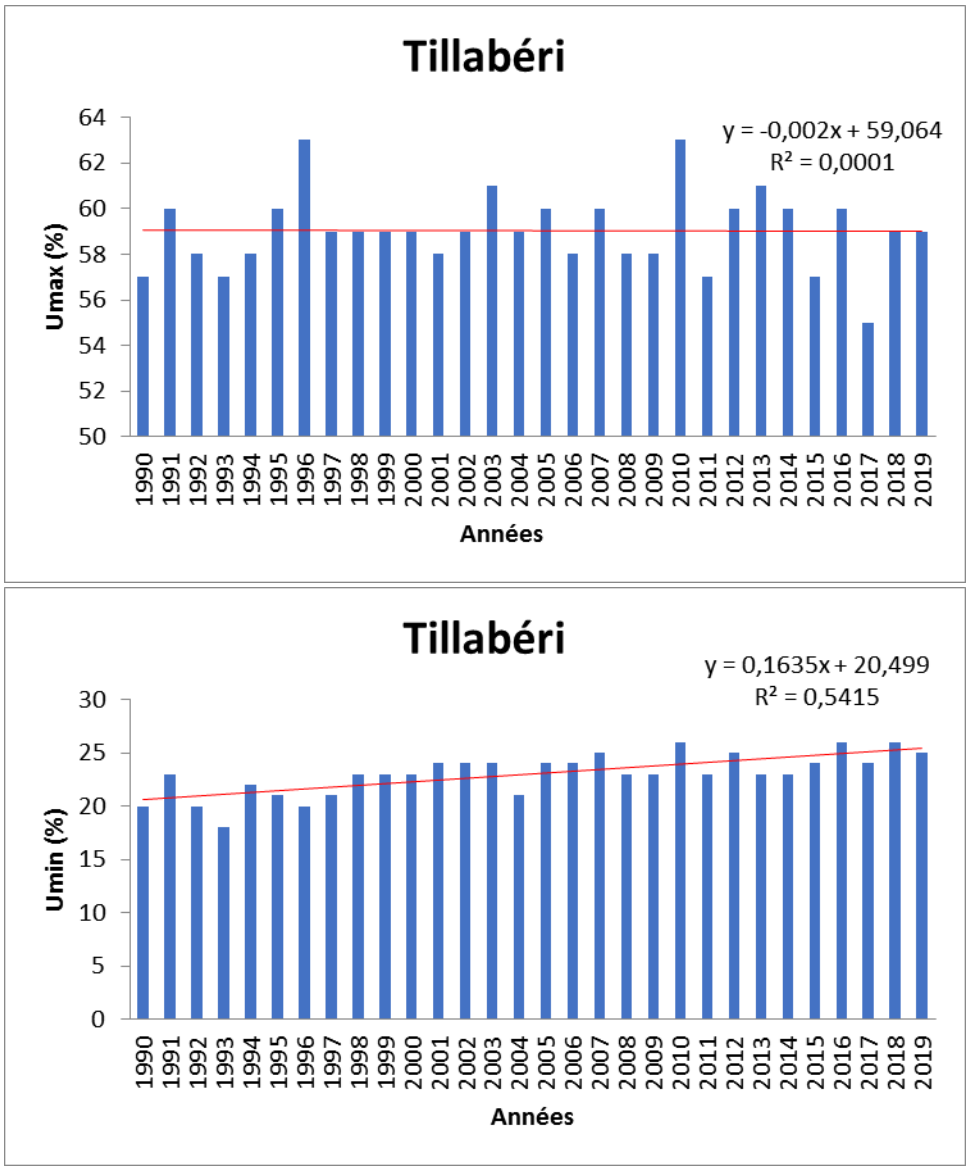

Figure 47 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Tillabéri

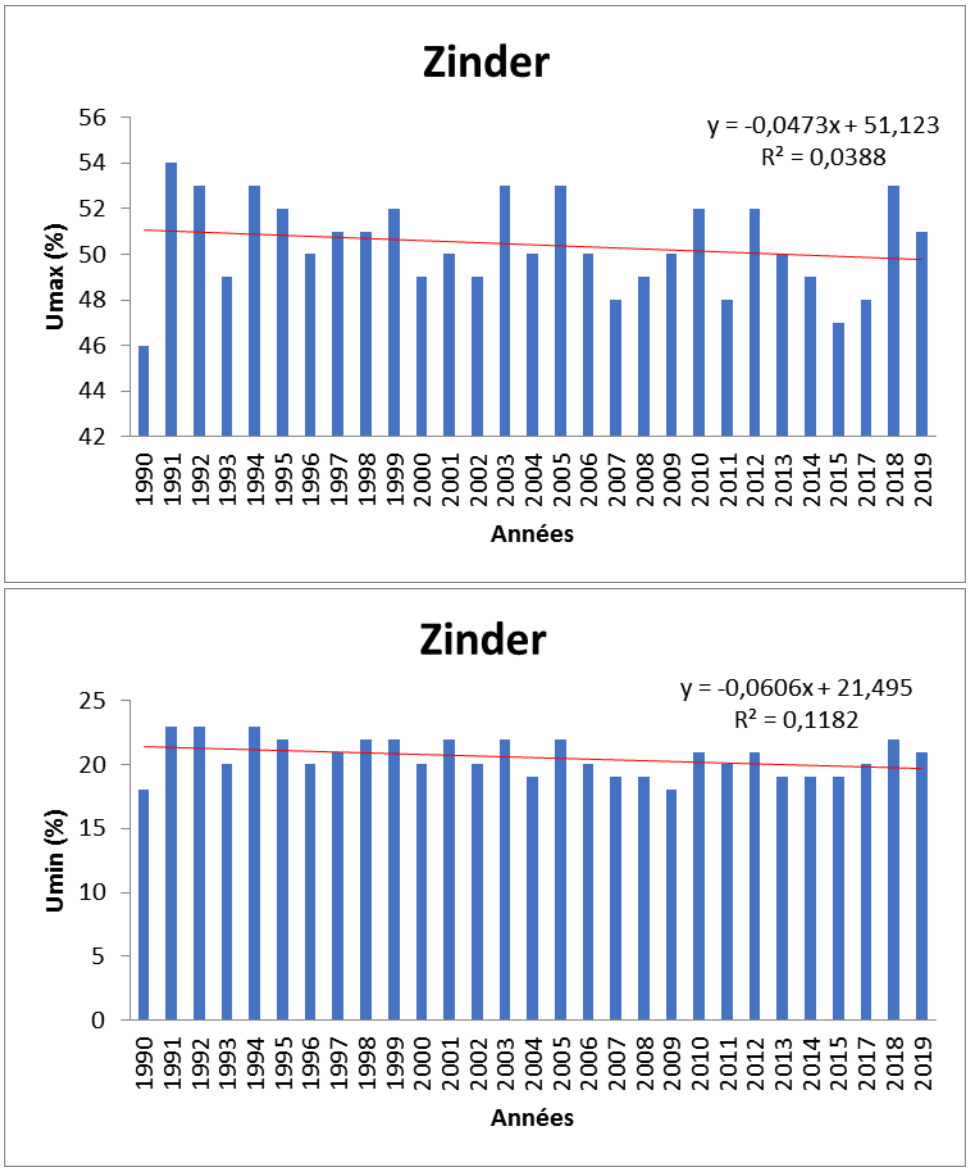

Figure 48 : Évolution des humidités maximales et minimales annuelles de 1990 à 2019 à Zinder

Annexe 4 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019

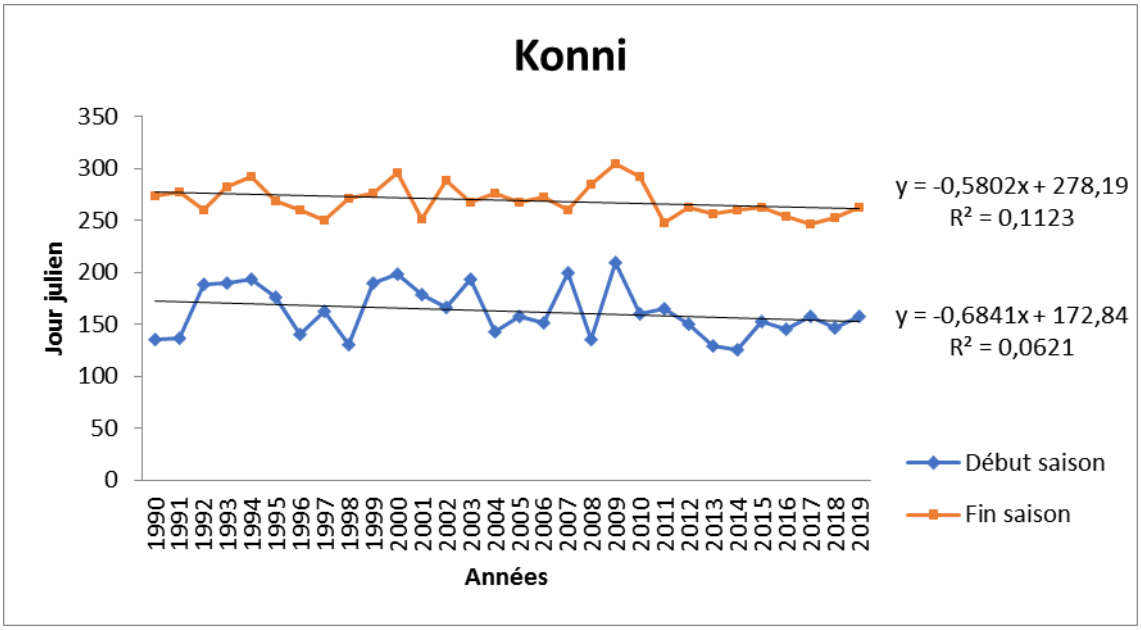

Figure 49 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Konni

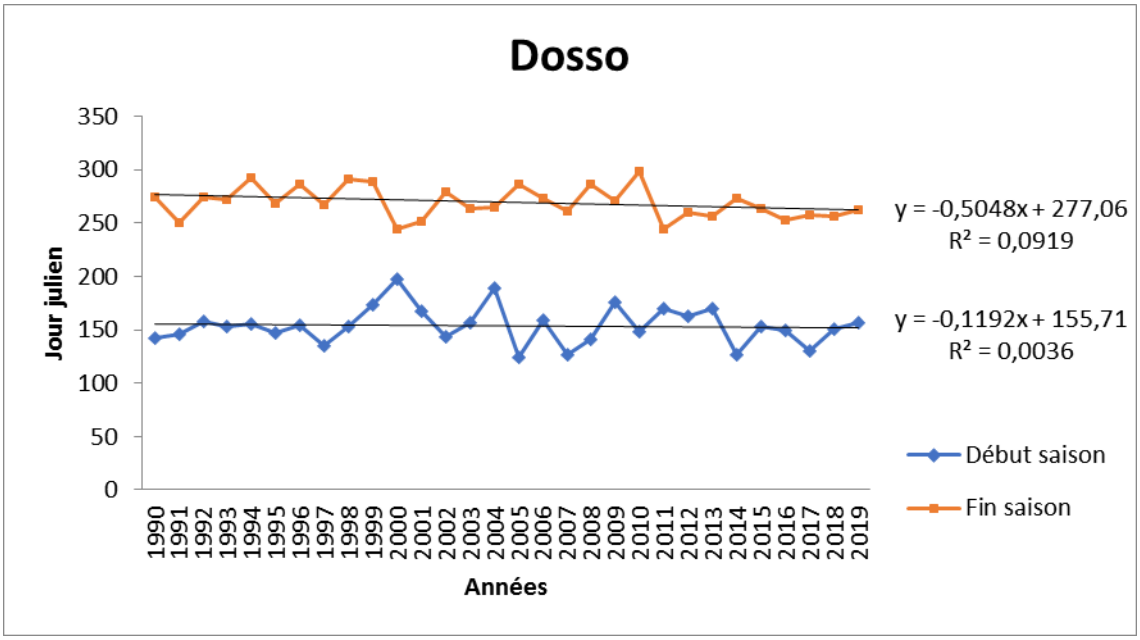

Figure 50 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Dosso

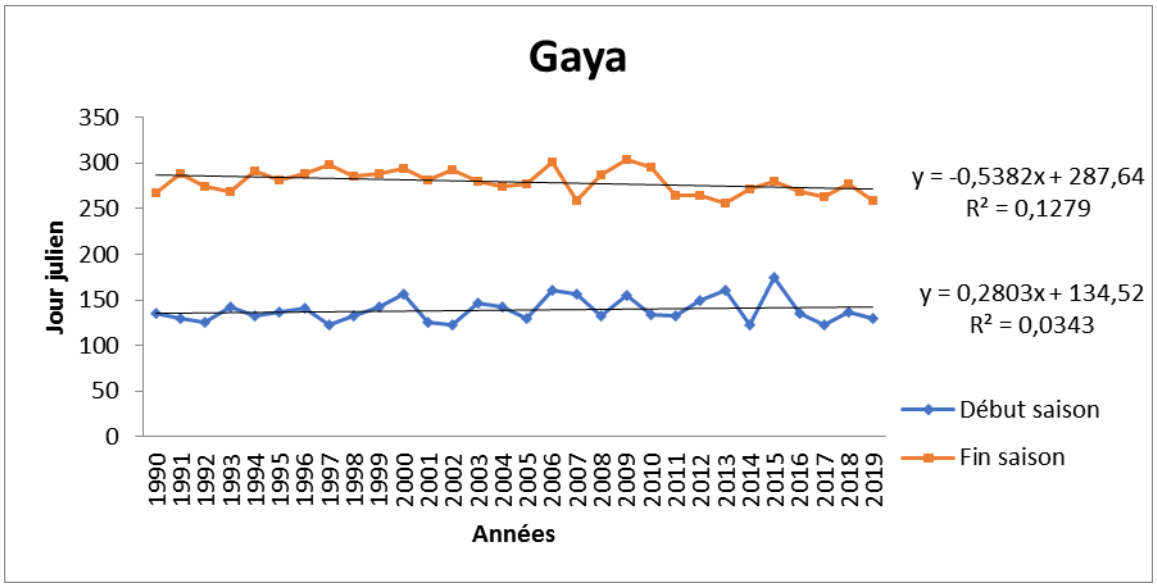

Figure 51 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Gaya

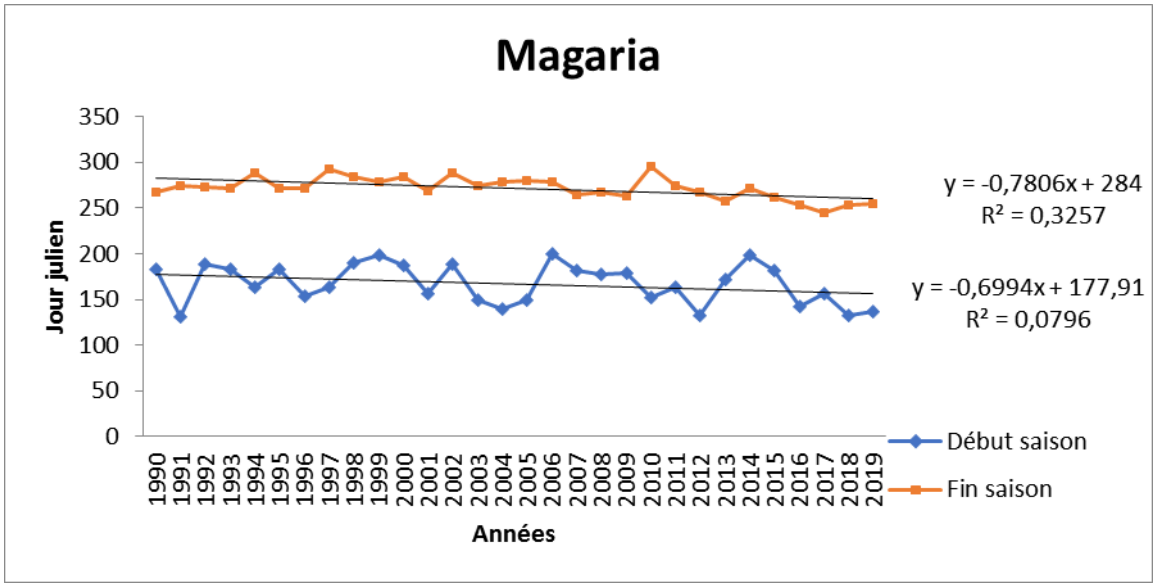

Figure 52 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Magaria

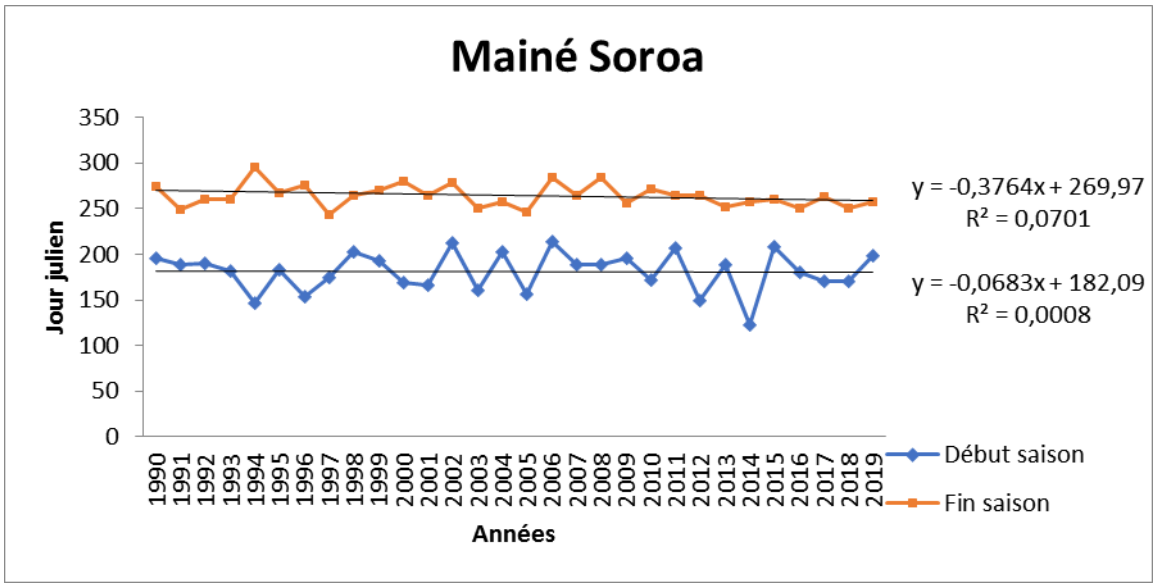

Figure 53 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Mainé Soroa

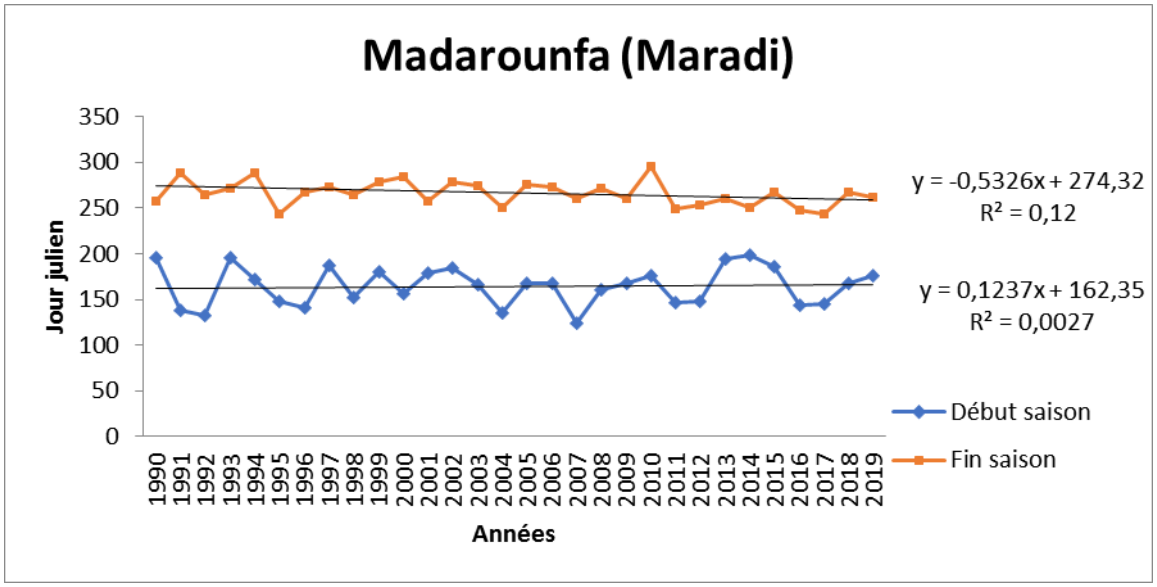

Figure 54 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Madarounfa (Maradi)

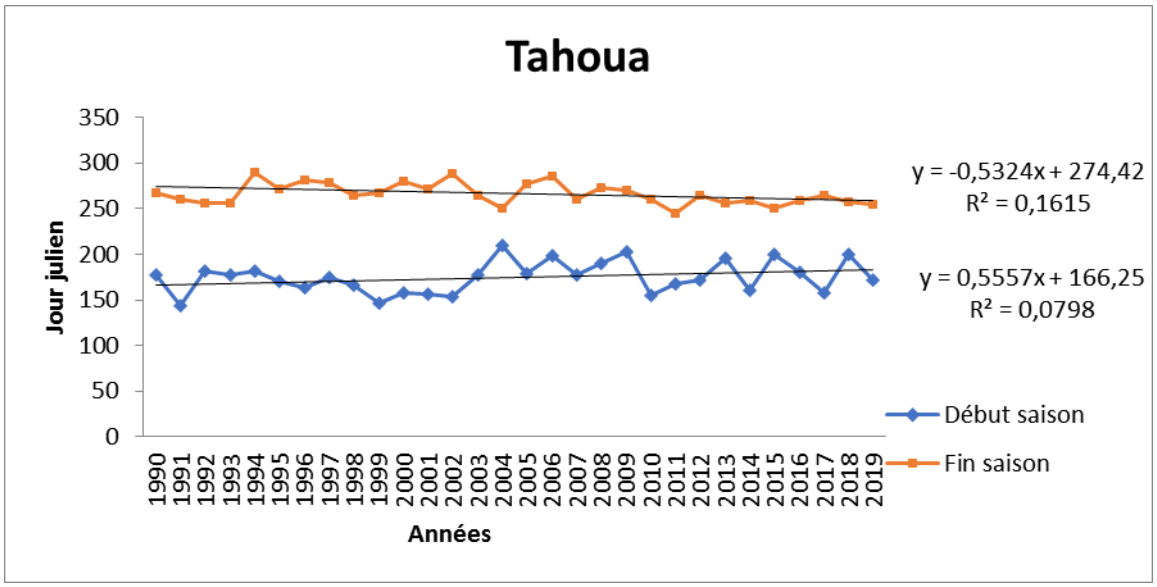

Figure 55 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Tahoua

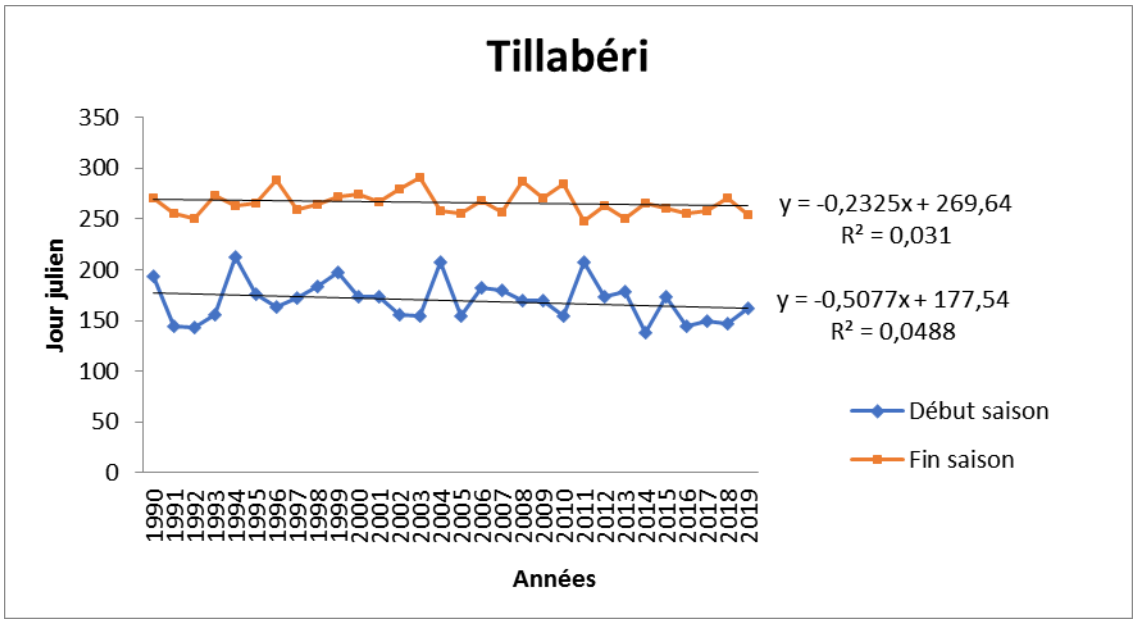

Figure 56 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Tillabéri

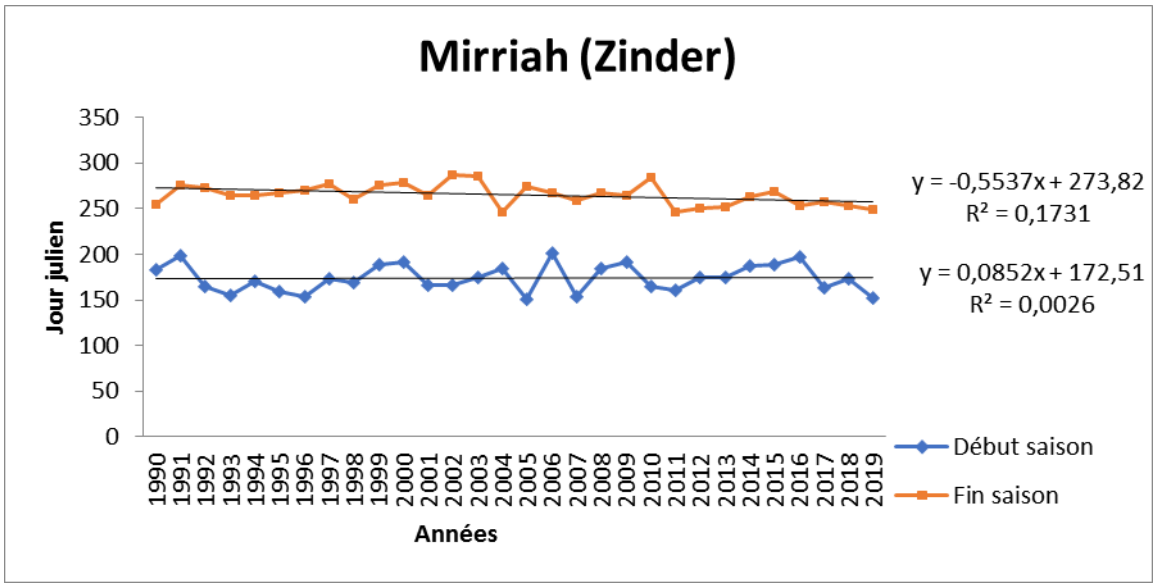

Figure 57 : Évolution du début et de la fin de la saison agricole de 1990 à 2019 à Mirriah (Zinder)

Annexe 5 : Évolution du cumul pluviométrique des mois de juillet-août-septembre (JAS) comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019

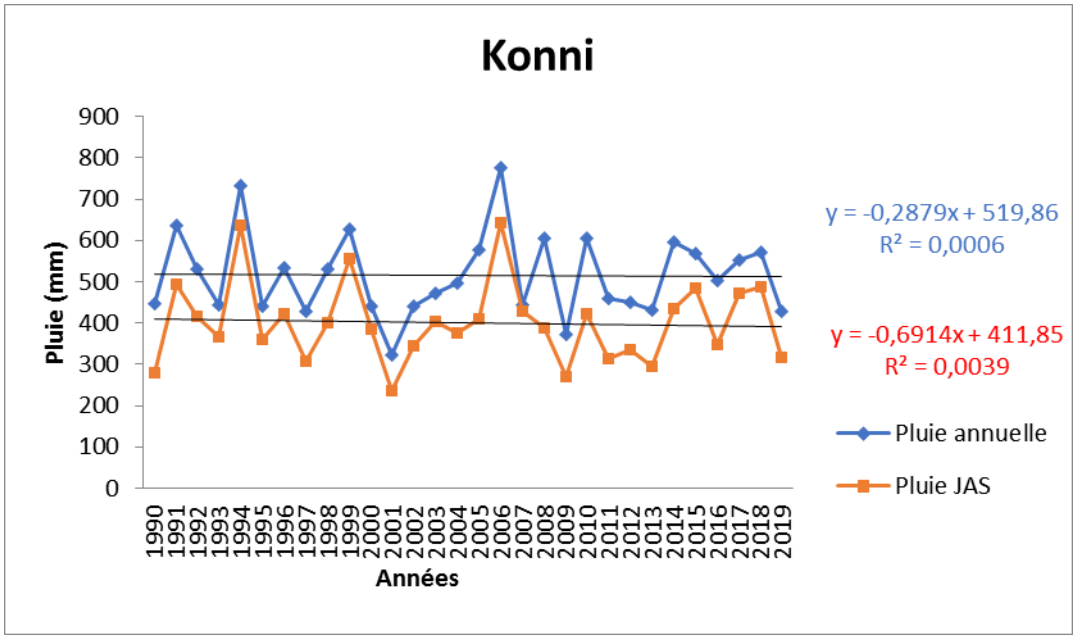

Figure 58 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Konni

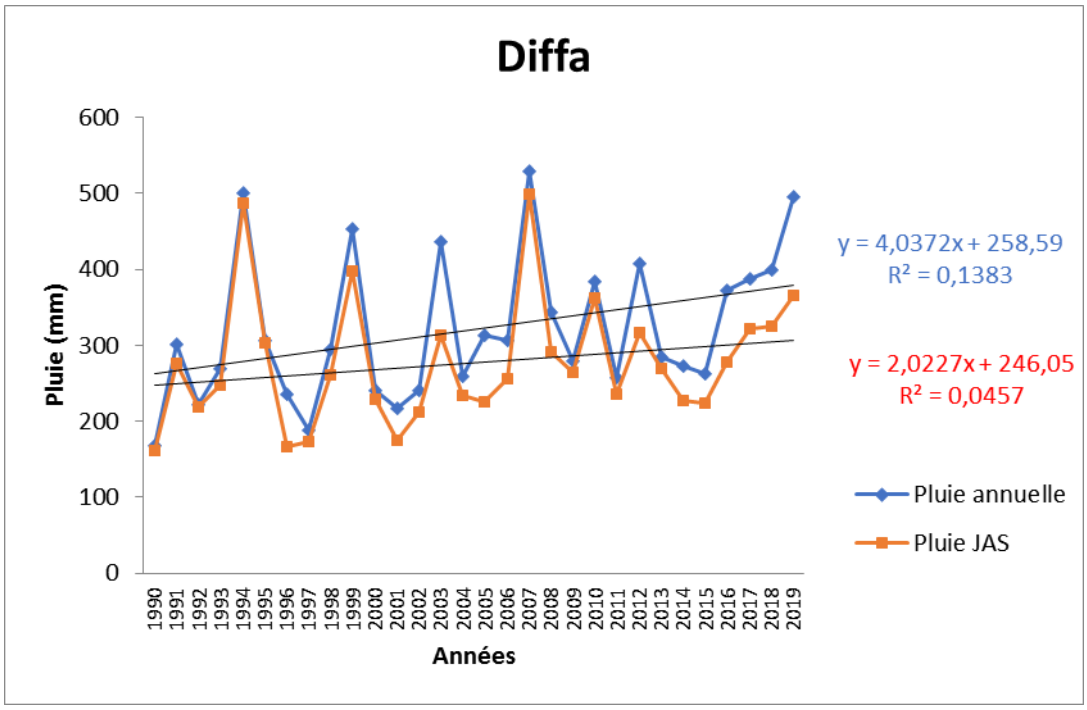

Figure 59 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Diffa

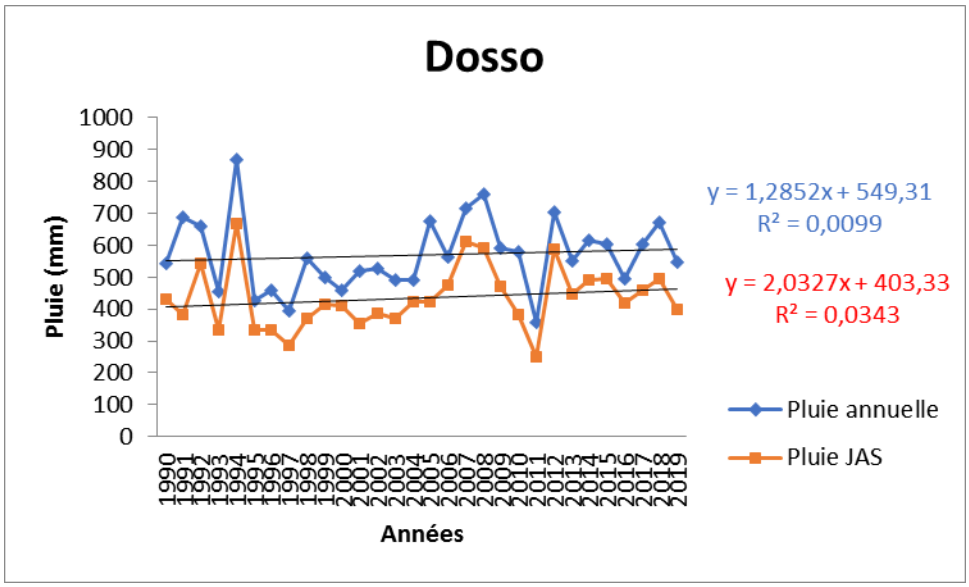

Figure 60 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Dosso

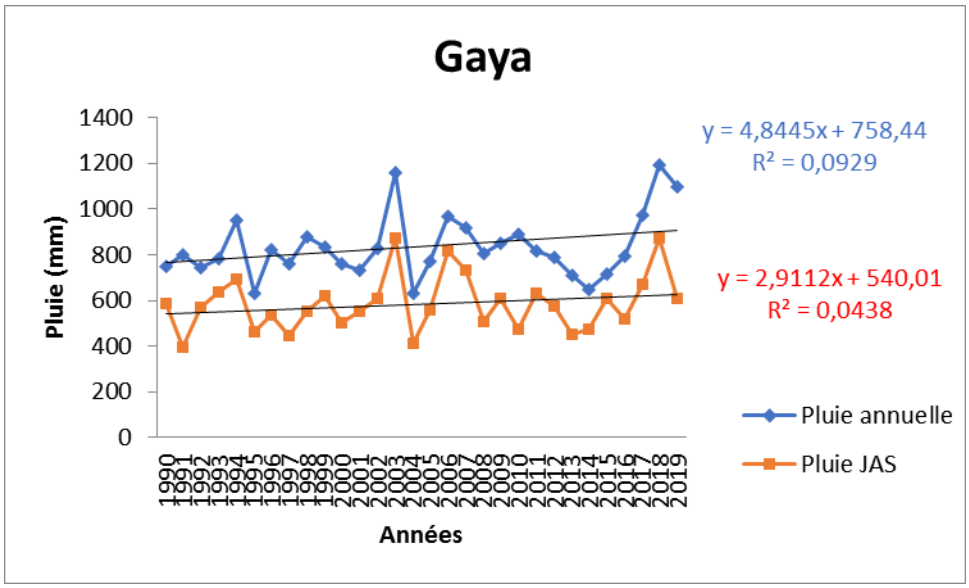

Figure 61 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Gaya

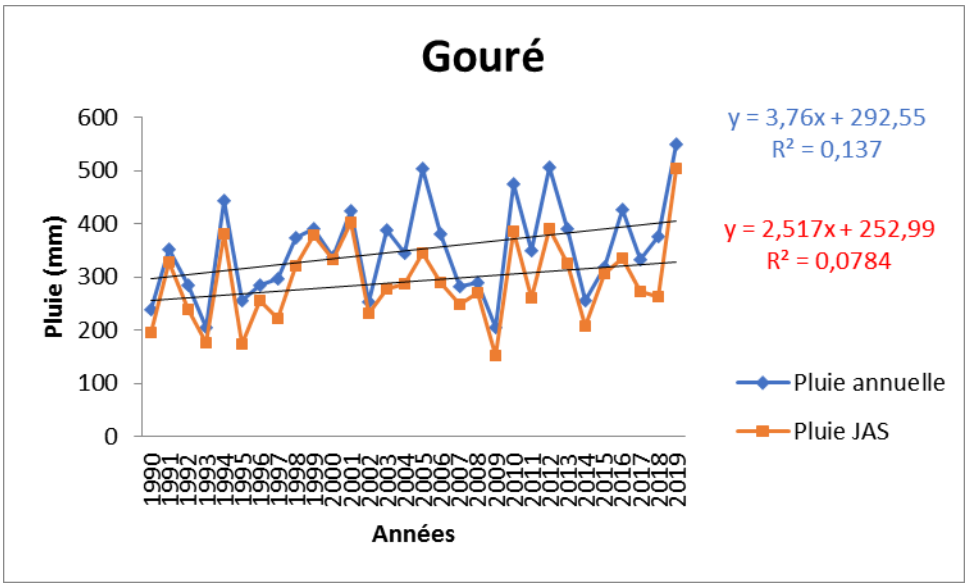

Figure 62 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Gouré

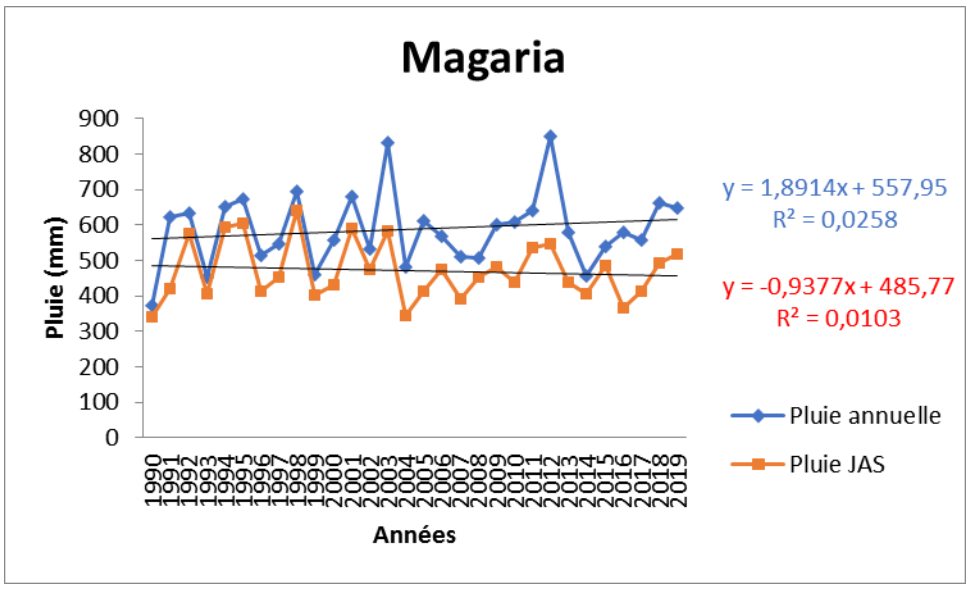

Figure 63 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Magaria

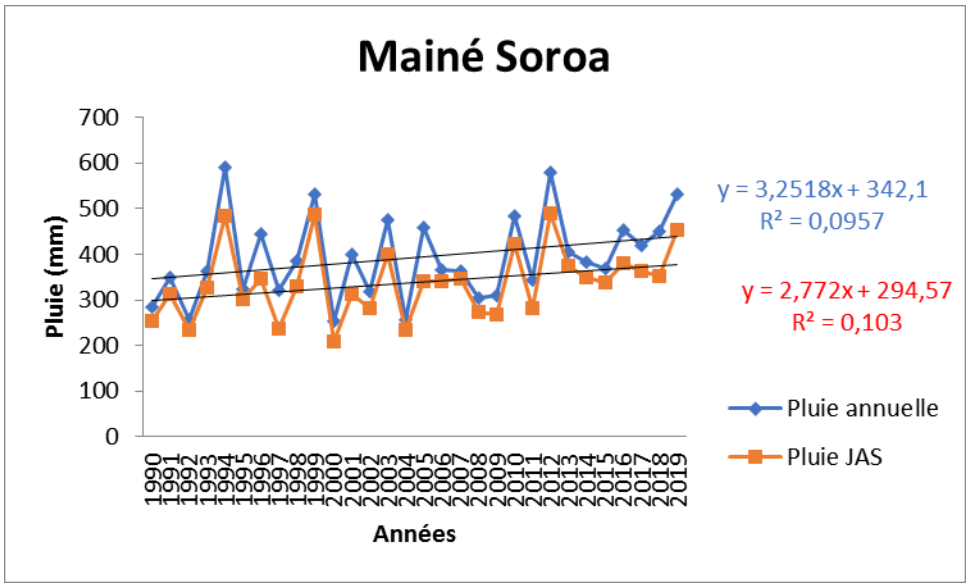

Figure 64 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Mainé Soroa

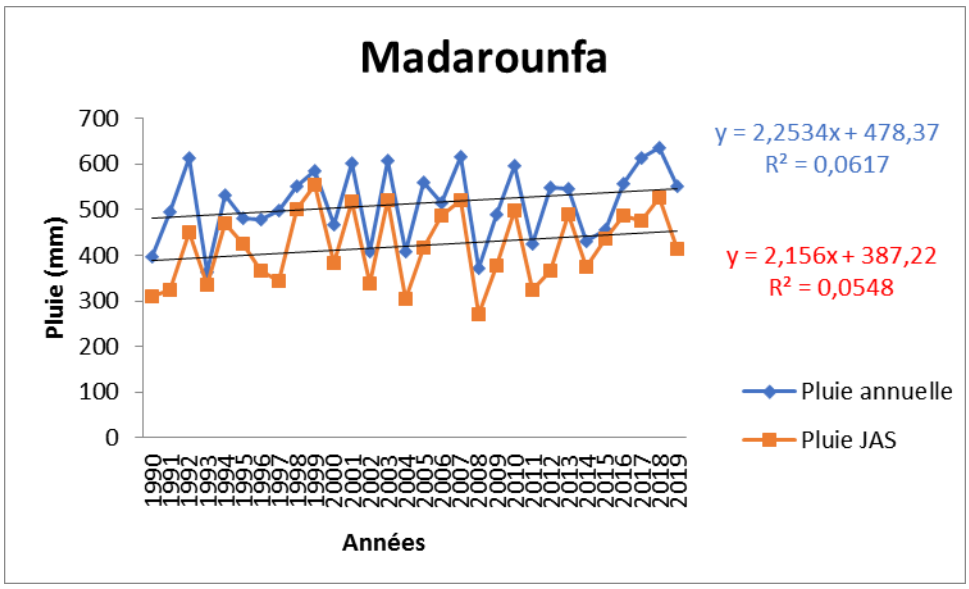

Figure 65 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Madarounfa

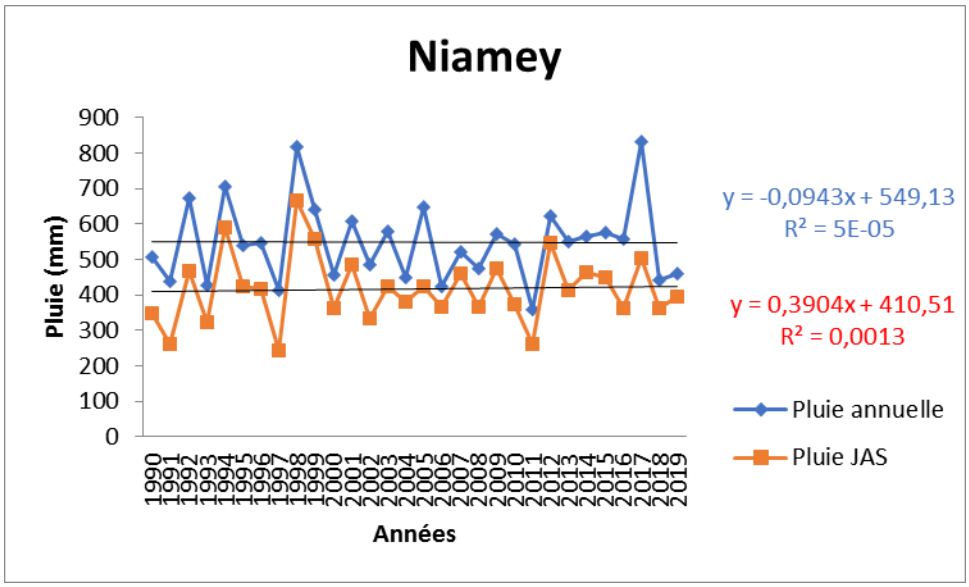

Figure 66 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Niamey

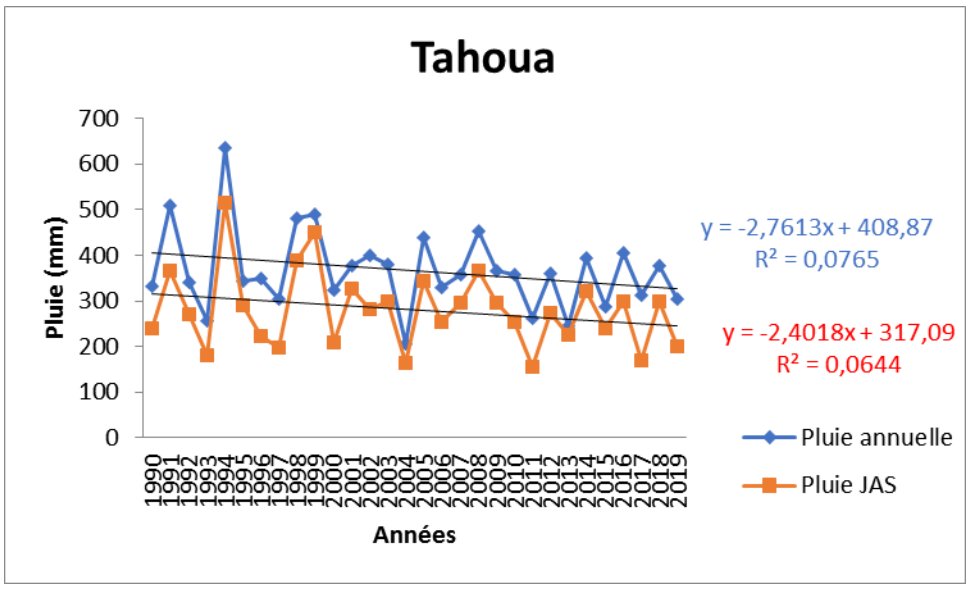

Figure 67 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Tahoua

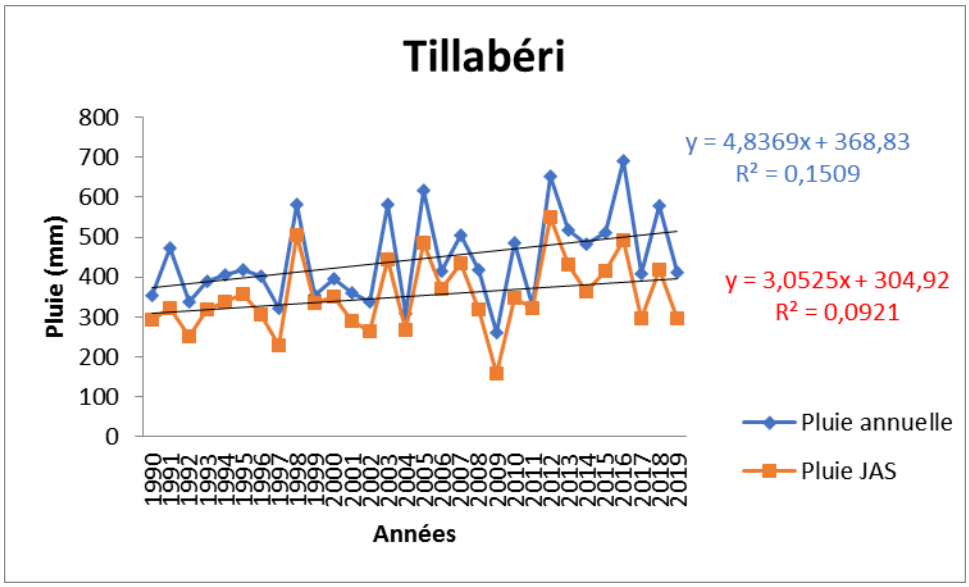

Figure 68 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Tillabéri

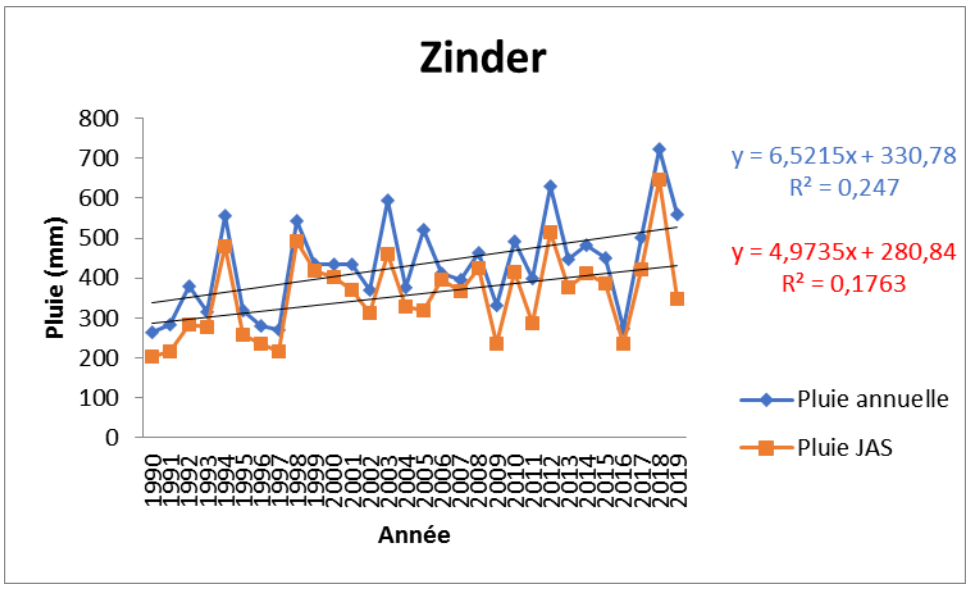

Figure 69 : Évolution du cumul pluviométrique de JAS comparée à la pluviométrie annuelle de 1990 à 2019 à Zinder

Annexe 6 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019

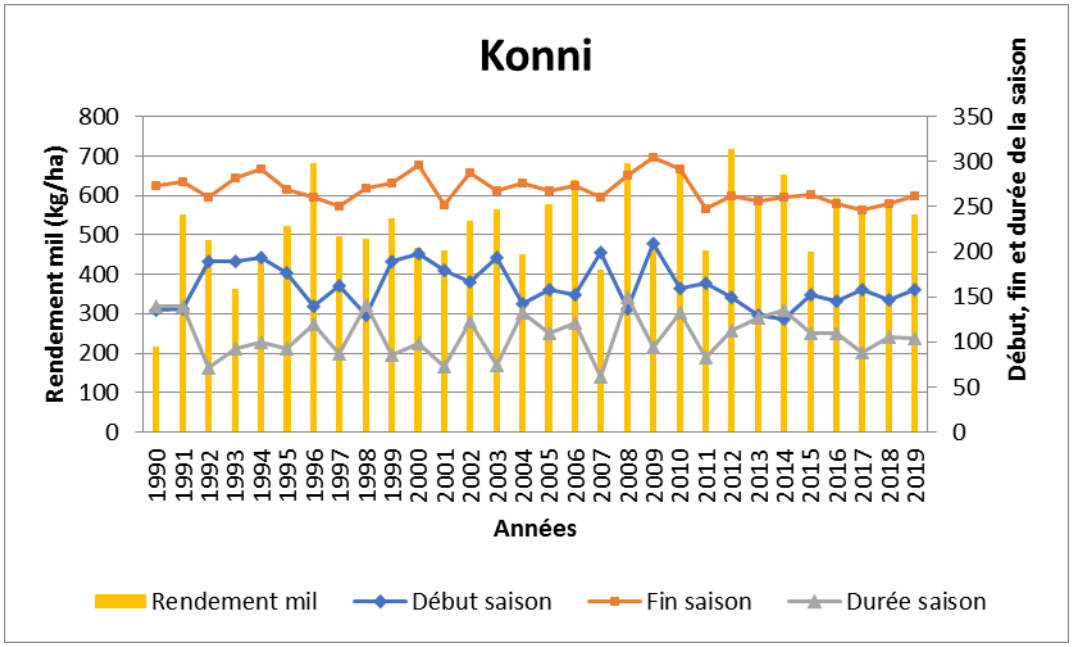

Figure 70 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Konni

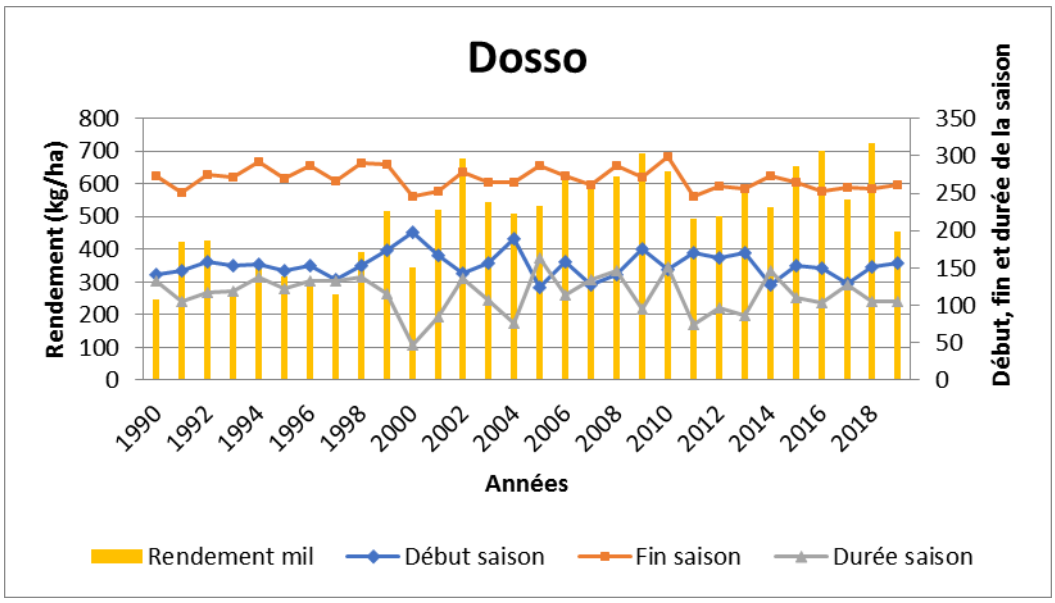

Figure 71 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Dosso

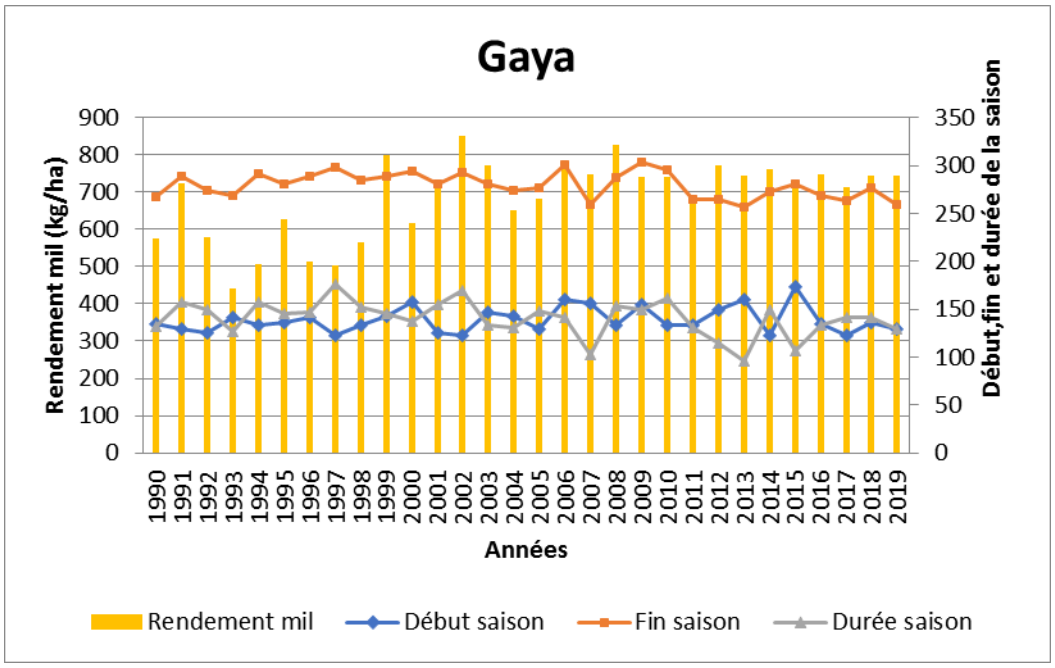

Figure 72 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Gaya

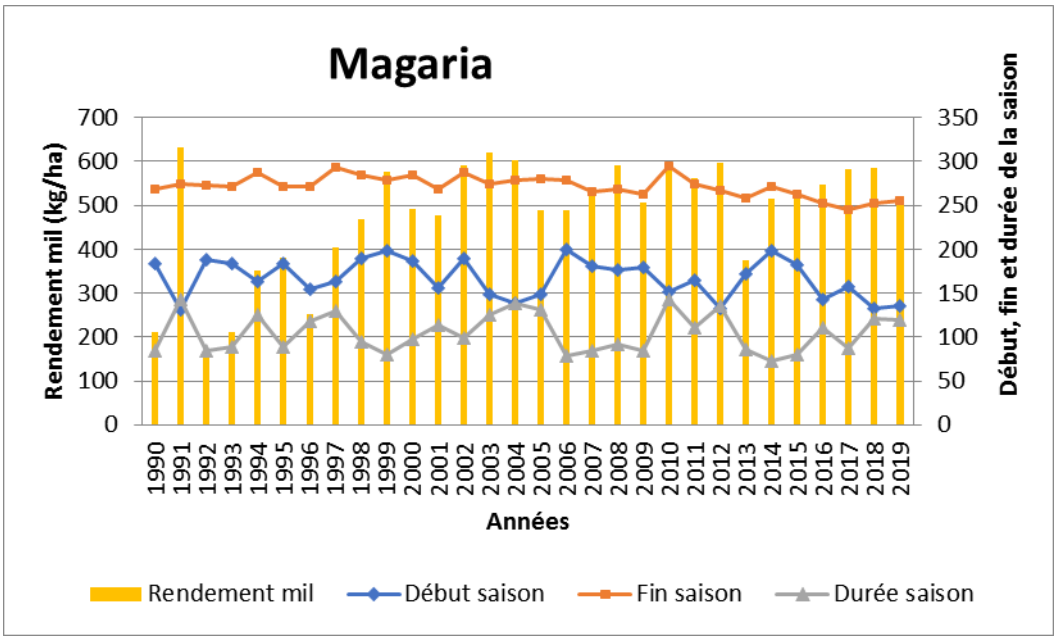

Figure 73 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Magaria

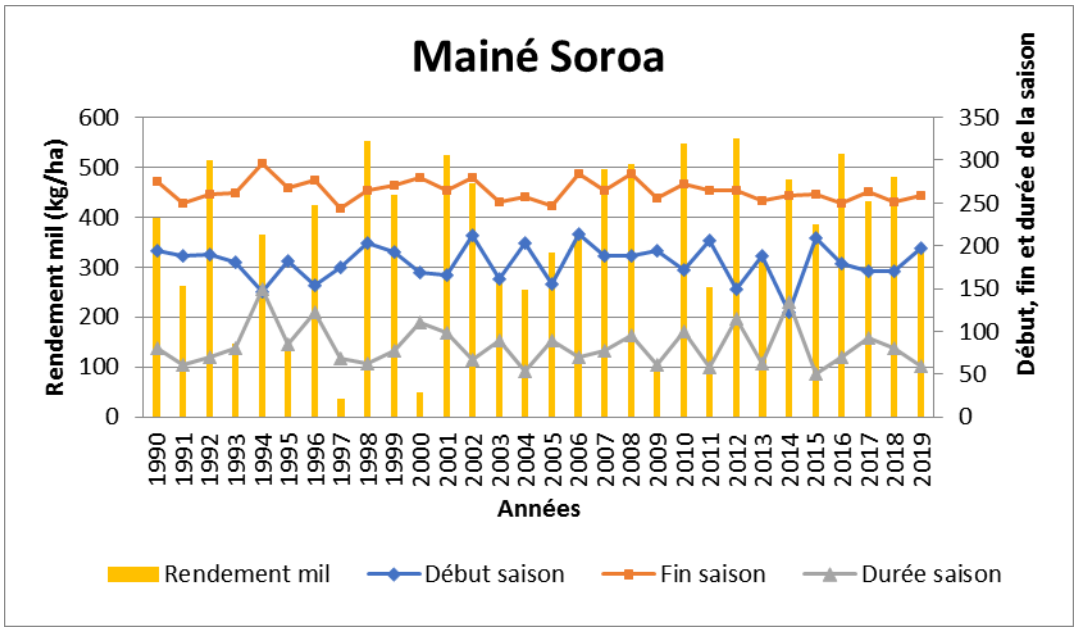

Figure 74 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Mainé Soroa

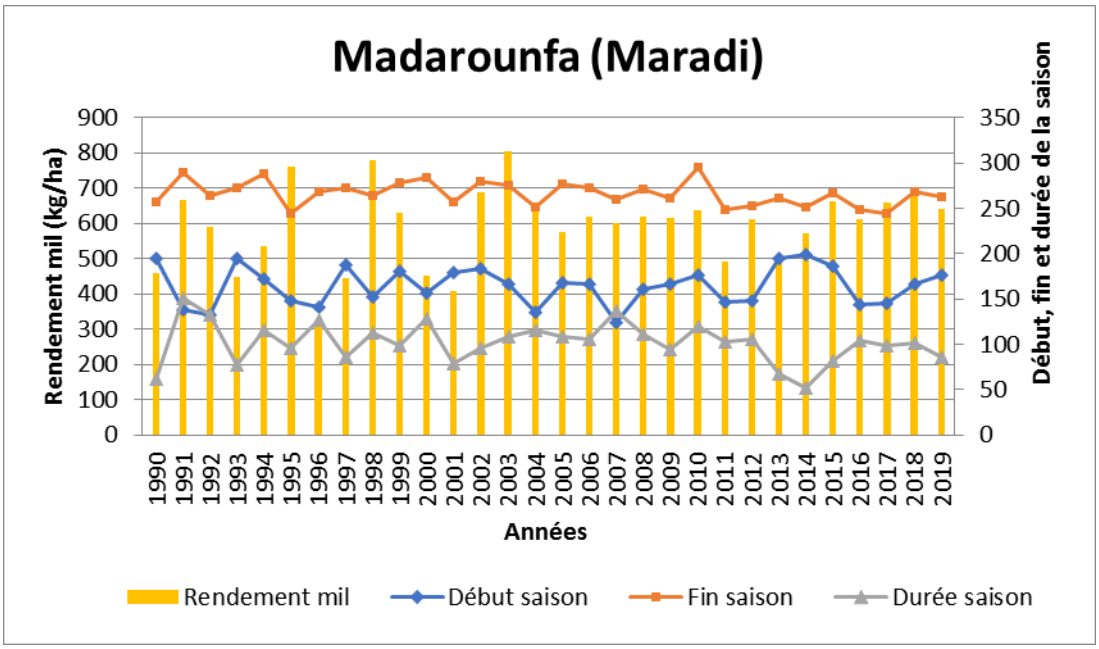

Figure 75 : Évolution du rendement du mil, du début,de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Madarounfa

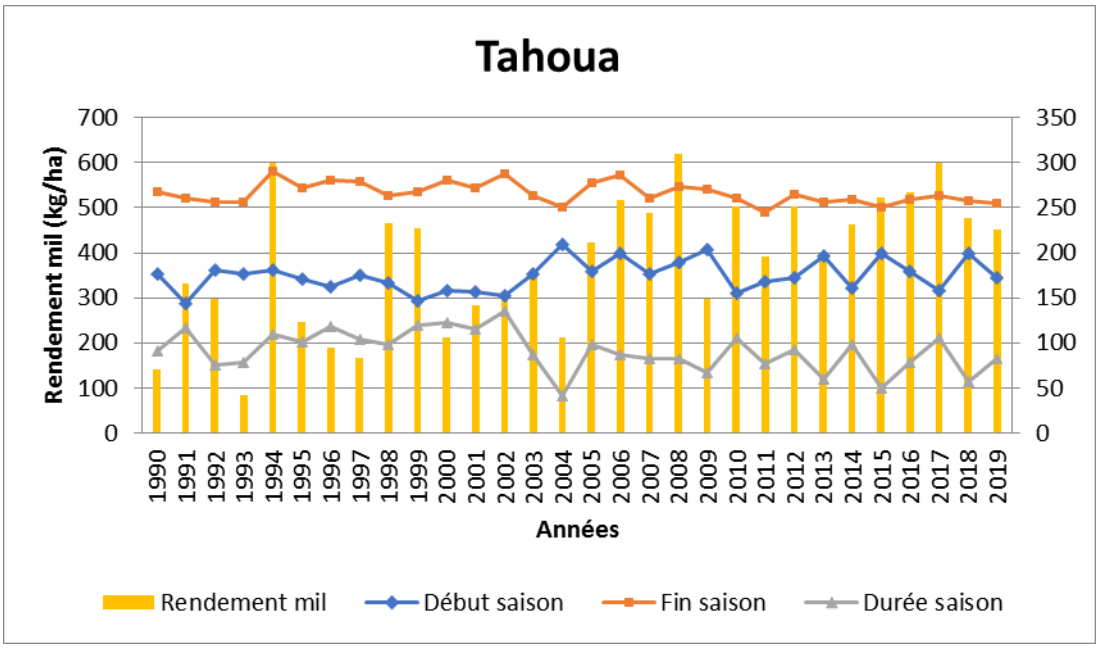

Figure 76 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Tahoua

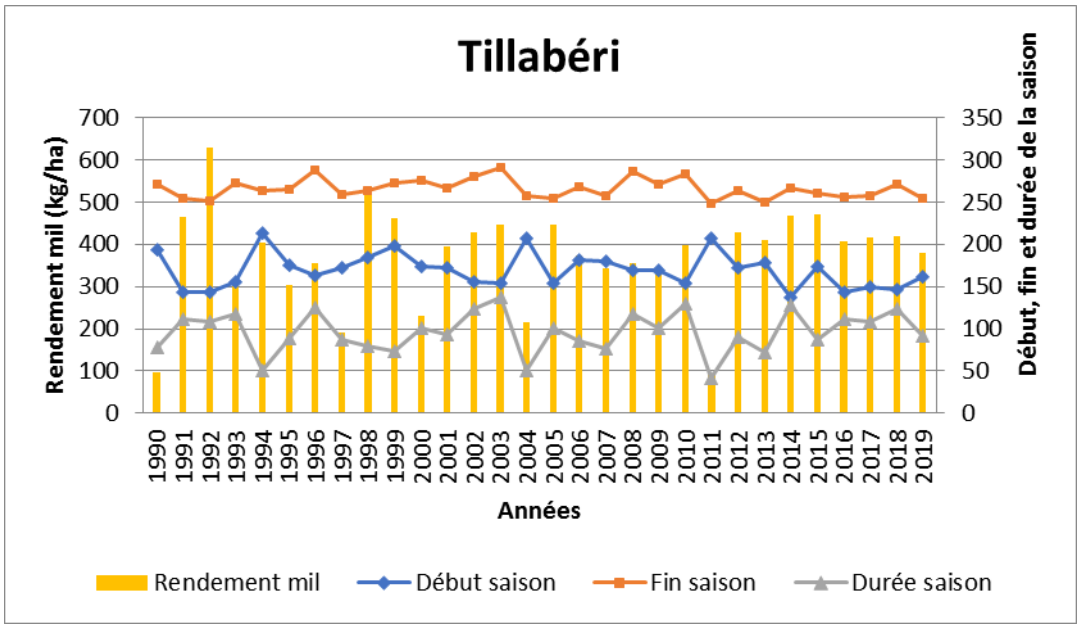

Figure 77 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Tillabéri

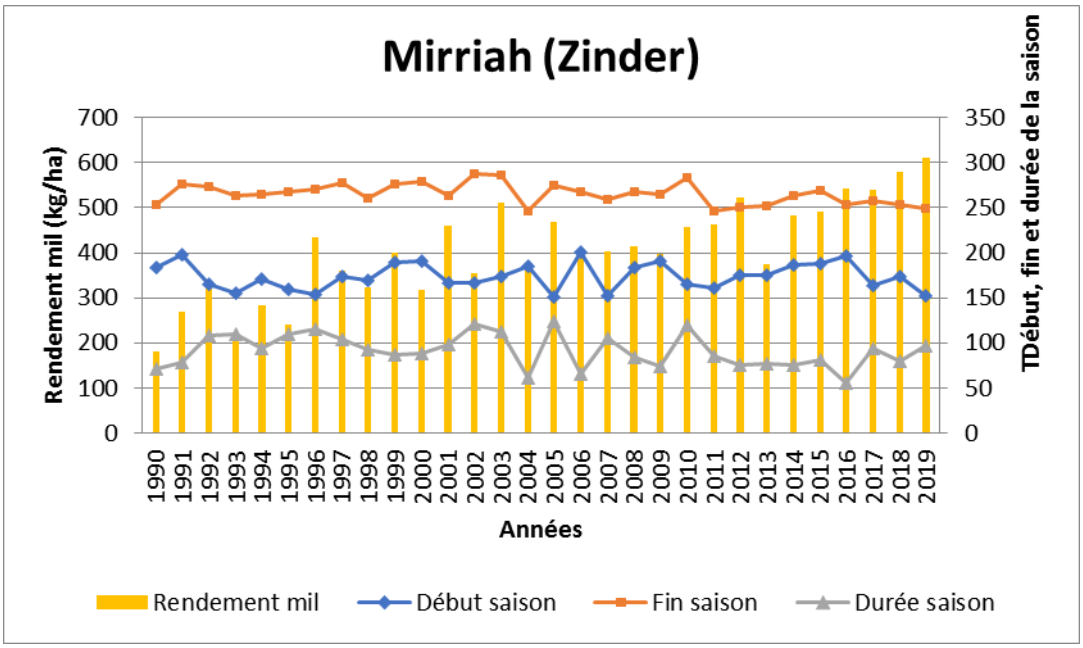

Figure 78 : Évolution du rendement du mil, du début, de la fin et de la durée de la saison agricole de 1990 à 2019 à Mirriah (Zinder).

Annexe 7 : L'évolution du rendement du mil comparée à l'évolution du cumul pluviométrique de JAS

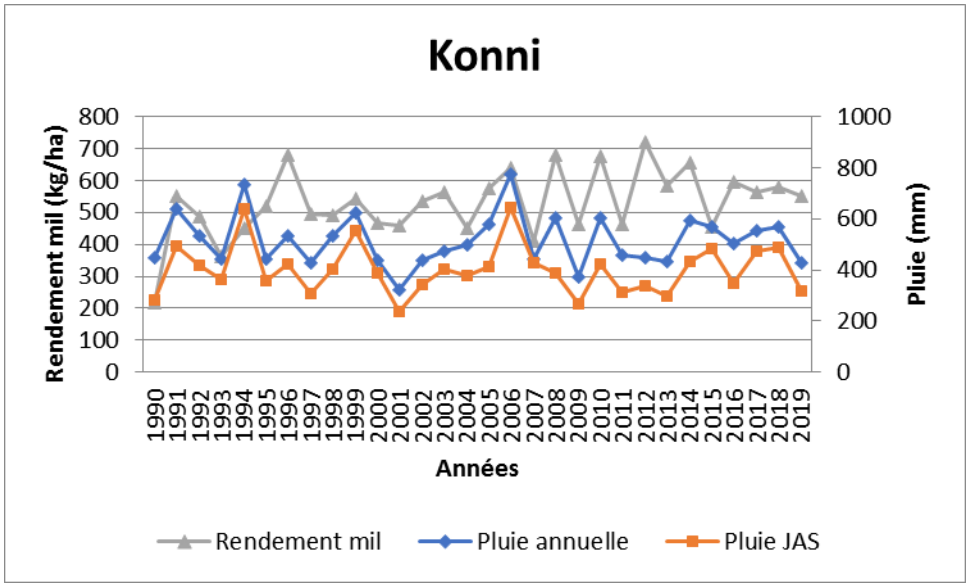

Figure 79 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Konni

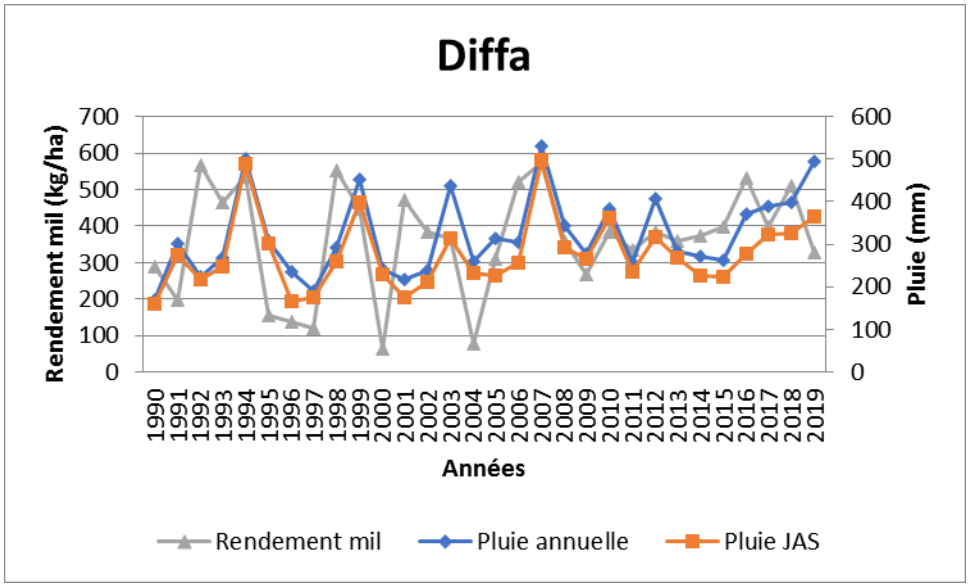

Figure 80 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Diffa

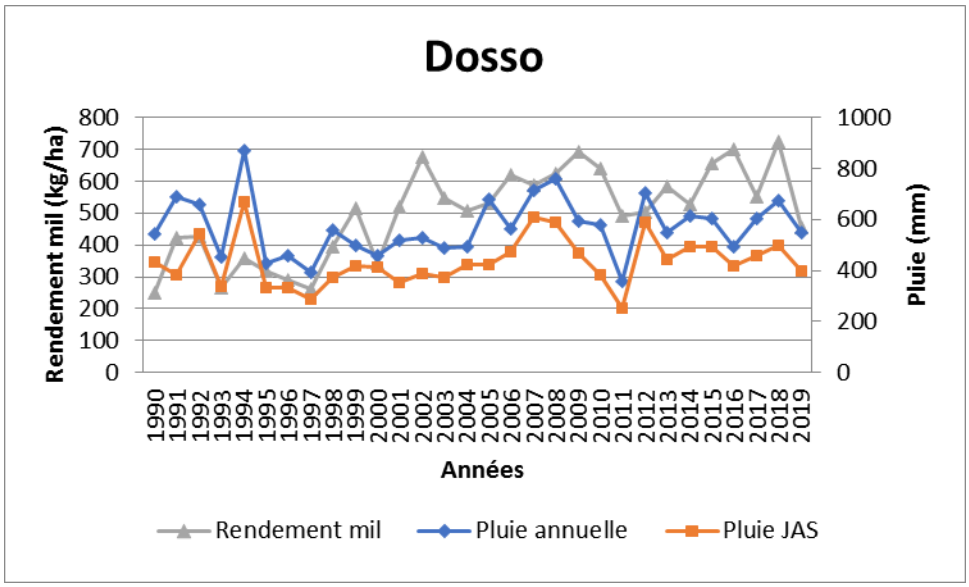

Figure 81 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Dosso

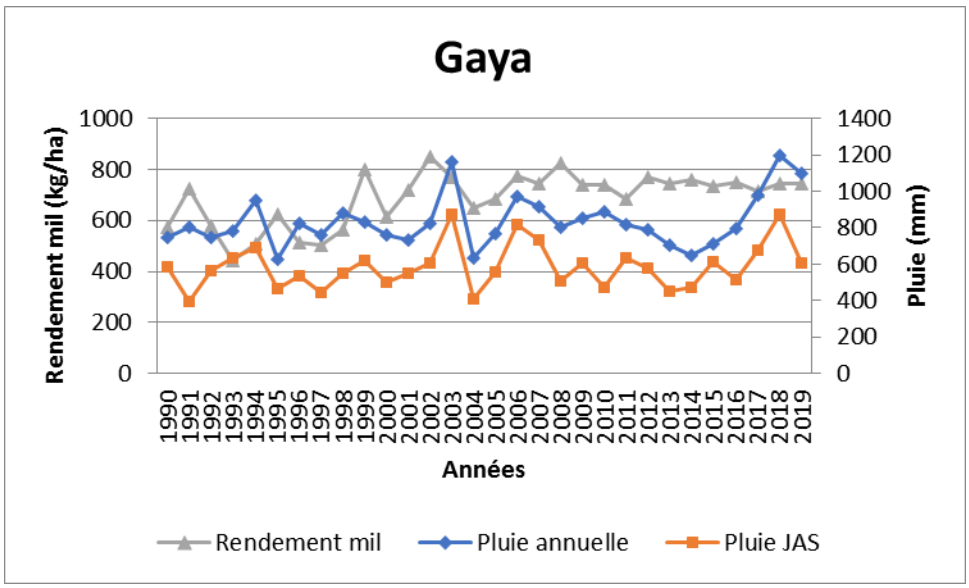

Figure 82 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Gaya

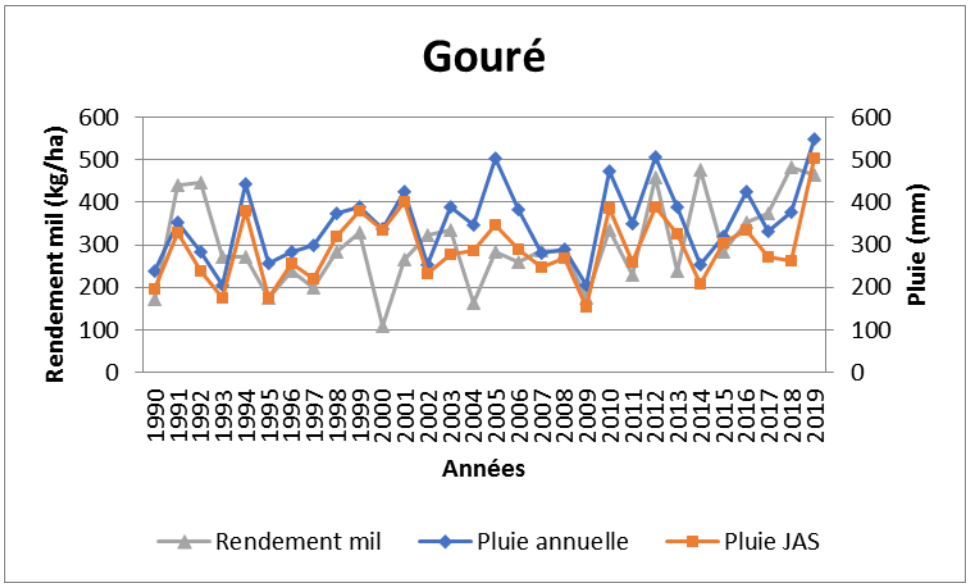

Figure 83 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Gouré

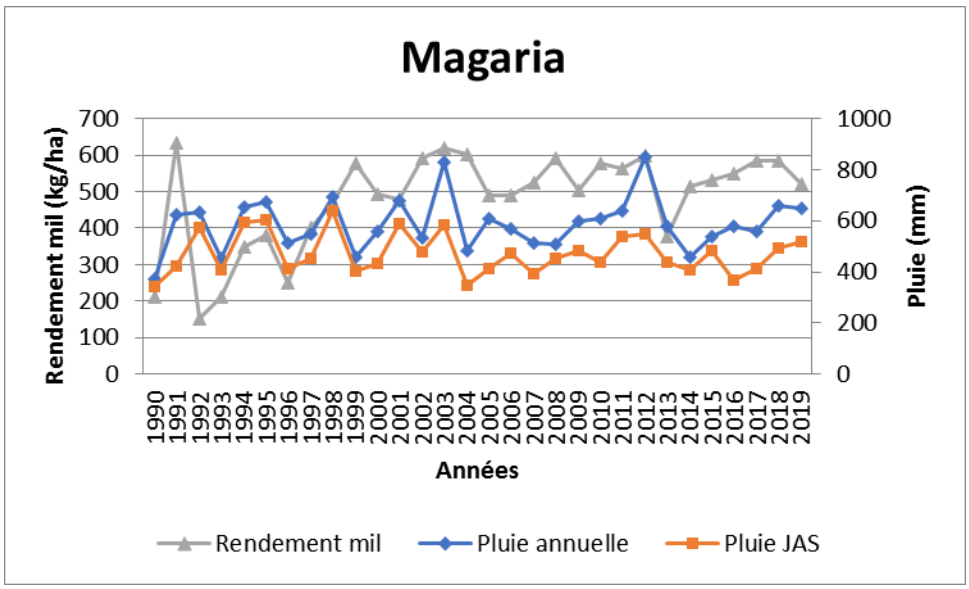

Figure 84 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Magaria

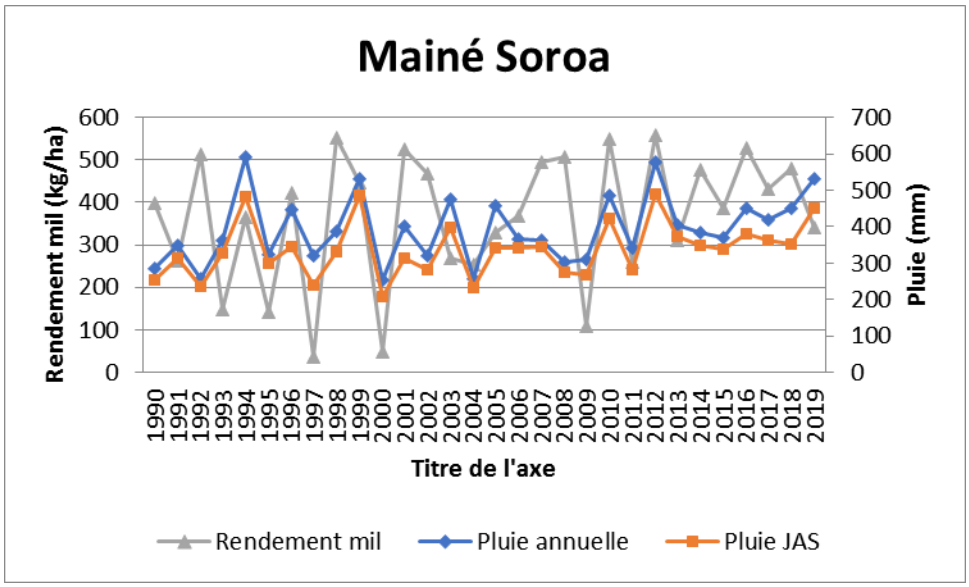

Figure 85 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Mainé Soroa

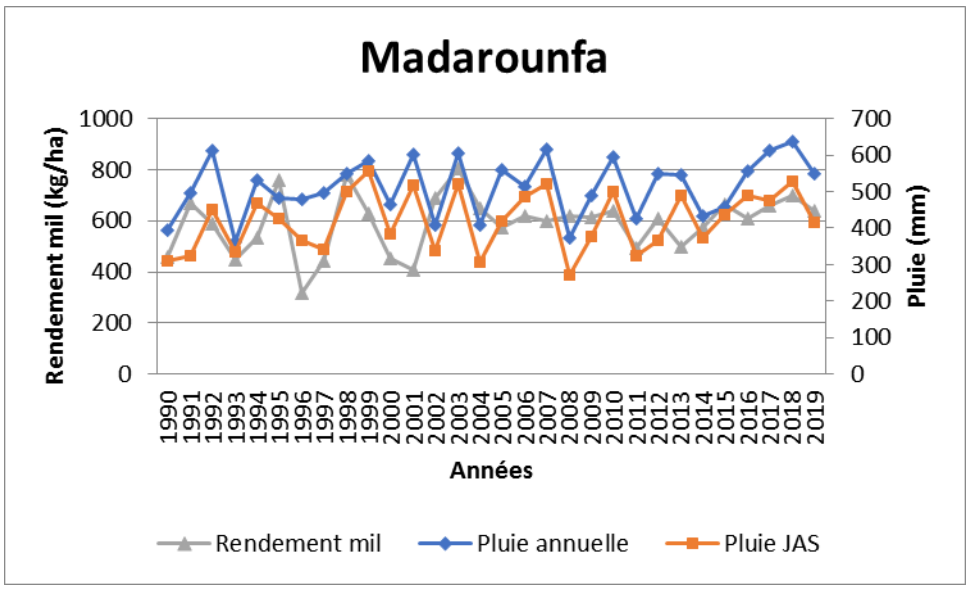

Figure 86 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Madarounfa

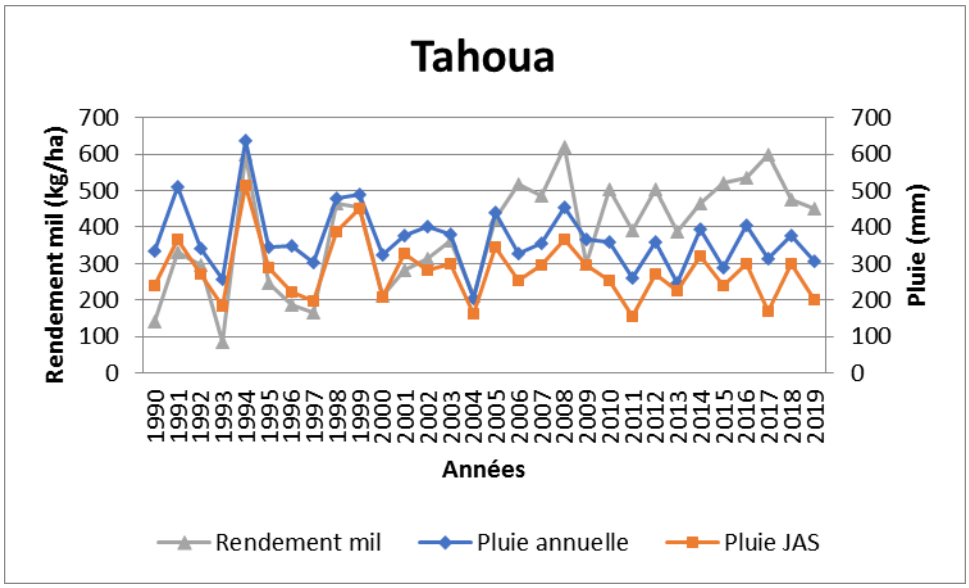

Figure 87 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Tahoua

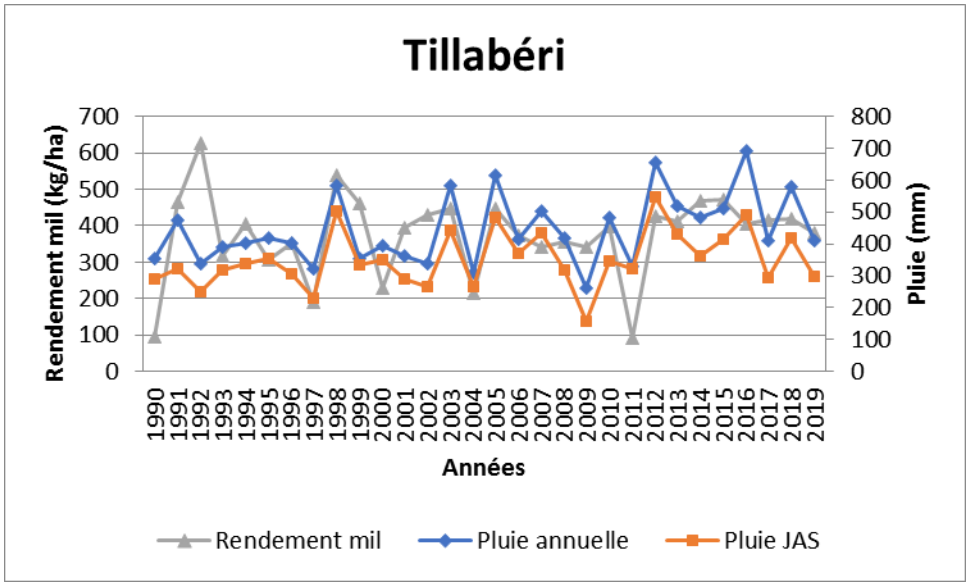

Figure 88 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Tillabéri

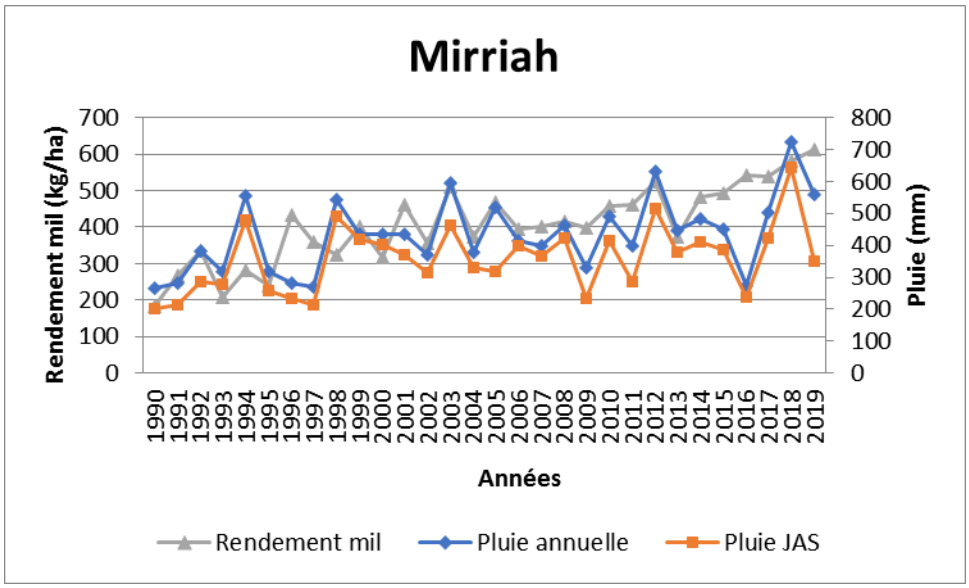

Figure 89 : Évolution du rendement du mil et du cumul pluviométrique de JAS de 1990 à 2019 à Mirriah (Zinder).