



Programme BKF/023
Appui à la gestion durable des ressources
forestières



SA2.7.2 « Élaborer le cinquième Rapport sur l'État de l'Environnement au
Burkina Faso (REEB 5) »

RAPPORT THEMATIQUE

Changements Climatiques et Catastrophes Naturelles au Burkina Faso : état des lieux

Version Finale



Décembre 2024

AVANT-PROPOS

La teneur de ce rapport est sans doute en deçà de ce que nous aurions voulu qu'il soit, au regard des termes de références comme suite du REEB 4.

Le problème récurrent tout le long de sa rédaction aura été la disponibilité des informations et documents à jour nécessaires à notre travail.

Cependant nous tenons à remercier l'ANAM-BF et l'ensemble du SP CNDD ainsi que participants aux ateliers de validation dont les observations pertinentes ont bénéficié au résultat final .

Nous exprimons une gratitude particulière au Dr HIEN Fidèle pour ses éclairages précieux sur ce travail, et Monsieur BERE Thomas de l'ANAM pour nous avoir épargné certains calculs fastidieux.

RESUME

Contexte et objectifs

Ce rapport thématique, partie intégrante du cinquième Rapport sur l'État de l'Environnement au Burkina Faso (REEB 5), vise à mettre en évidence les effets des changements climatiques sur l'occurrence et la gravité des catastrophes naturelles au Burkina Faso. Il commence par évaluer les tendances climatiques au cours des 30 dernières années à travers des indicateurs critiques pour l'économie pour les uns, marqueurs de catastrophes pour les autres. Ensuite les projections climatiques futures effectuées jusqu'à l'horizon 2100 accentuent pour l'essentiel ces tendances. Au vu des impacts sociaux et économiques désastreux des catastrophes enregistrés à ce jour, on prend la mesure des risques et des enjeux pour le futur.

Tendances climatiques durant les 30 dernières années

1. Zones climatiques :

A chaque fois on s'intéresse successivement aux 3 zones climatiques du Burkina Faso.

- **Sahélienne** : Pluviométrie faible (<600 mm/an), saison des pluies de 110 jours, avec comme station synoptique témoin, Dori située au centre de la zone.
- **Soudano-sahélienne** : Pluviométrie modérée (600-900 mm/an), 150 jours de pluie avec comme station synoptique témoin, Ouagadougou-Aéroport située au centre de la zone.
- **Soudanienne** : Pluviométrie élevée (>900 mm/an), saison humide de 180-200 jours, avec comme station synoptique témoin, Bobo-Dioulasso, située au centre de la zone.

2. Pluviométrie : Une tendance générale à la hausse du cumul annuel de pluie est observée dans toutes les zones. Toutefois, des pluies plus intenses et concentrées augmentent les risques d'inondations.

Une tendance également à la hausse du nombre et de la durée des séquences sèches pendant la saison humide.

3. Températures : Les températures moyennes annuelles augmentent dans toutes les zones, avec une hausse plus marquée des températures minimales en zone sahélienne.

4. Événements climatiques extrêmes : accentuent

- Tendance à la hausse des pluies maximales et des vagues de chaleur dans les zones soudano-sahélienne et soudanienne.
- Tendance à la baisse du nombre de jours chauds dans la zone sahélienne.

Projections climatiques

1. Les modèles CMIP6 sont utilisés, suivant les scénarios SSP245 (la voie durable), SSP370 (la voie intermédiaire) et SSP585 (la voie du pire)

2. Horizons 2050 et 2100 :

- Jusqu'à vers 2050-2060 les projections suivant les 3 scénarios poursuivent et accentuent les tendances observées entre 1990 et 2023 toutes au même rythme. Ensuite les scénarios SSP370 et SSP585 se détachent et observent un rythme vertigineux de croissance des indicateurs.
- Les scénarios SSP370 et SSP585 prévoient des hausses marquées des températures et de la pluviométrie, entraînant une intensification des événements climatiques extrêmes.
- Augmentation probable des sécheresses sévères et des inondations dévastatrices.

La zone sahélienne pourrait devenir plus favorable aux activités agro-pastorales si la maîtrise des eaux pluviales est assurée.

Catastrophes naturelles et leurs gestion

- 1. Inondations :** De plus en plus fréquentes et sévères, affectant toutes les régions du Burkina. Les inondations historiques, comme celle de 2009 à Ouagadougou, soulignent leur lien avec les pluies extrêmes.
- 2. Sécheresses :** La sécheresse reste la catastrophe naturelle la plus dévastatrice, accentuée par les températures élevées et la dégradation des sols.
- 3. Impacts :**
 - **Sociaux :** Déplacement de populations, pertes de vies humaines et blessés significatifs, comme en 2012 (3,5 millions de sinistrés).
 - **Économiques :** Pertes agricoles, destruction d'infrastructures, cheptel décimé
- 4. Réponses aux impacts**
 - **Gouvernance :**
 - Le CONASUR coordonne les efforts de prévention, de secours et de réhabilitation avec des partenaires clés tels que la SONAGESS, la DGPC, et la Croix-Rouge.
 - Plans d'action nationaux pour renforcer la préparation et la réponse aux urgences.
 - **Prévention et intervention :**
 - Prépositionnement des stocks d'urgence dans des régions clés.
 - Systèmes d'alerte précoce en cours de développement pour améliorer la réactivité face aux inondations.
 - **Stratégies futures :**
 - Amélioration de la résilience des infrastructures aux crues.
 - Promotion de l'agriculture de contre-saison et des pratiques de gestion durable des ressources en eau.

Conclusion et recommandations

Le Burkina Faso fait face à des défis croissants liés aux changements climatiques et aux catastrophes naturelles. Les tendances climatiques observées, combinées aux projections alarmantes, soulignent l'urgence de :

- Renforcer les capacités institutionnelles et financières pour une mise en œuvre efficace des stratégies existantes.
- Améliorer les infrastructures et systèmes d'alerte pour atténuer les impacts des événements extrêmes.
- Favoriser une synergie accrue entre les acteurs publics et privés pour une gestion durable et inclusive des ressources naturelles.

Ce rapport met en lumière la nécessité d'actions cohérentes et anticipatives pour minimiser les risques climatiques futurs et protéger les populations vulnérables. Par conséquent il faut :

- Remettre à flot l'outil de planification T21-Burkina pour anticiper et préparer les réponses aux impacts futurs des changements climatiques.
- Créer et administrer une plateforme numérique dédiée à la collecte et à la conservation d'informations les plus exhaustives possibles sur les catastrophes naturelles et leur gestion.

Liste des tableaux

		Page
Tableau 1	Caractéristiques de la zone sahélienne	10
Tableau 2	Caractéristiques de la zone soudano-sahélienne	11
Tableau 3	Caractéristiques de la zone soudanienne	12
Tableau 4	Variables pluviométriques projetées en 2050 et 2100 suivant les scénarios SSP245, SSP370 et SSP585	32
Tableau 5	Projection de variables de températures en 2050 et 2100	37
Tableau 6	Concordances entre inondations et pluies maximales journalières et sur 5 jours	45
Tableau 7	Déficits pluviométriques des années de sécheresse	46
Tableau 8	Impacts sociaux des inondations et des sécheresses	46-47
Tableau 9	Impacts économiques des inondations et des sécheresses	47
Tableau 10	Les multi-modèles CMIP6	53-54

Liste des cartes

		Page
Carte 1	positions géographiques des zones climatiques	11
Carte 2	Migration des isohyètes 600 mm et 900 mm	24
Carte 3	Migration des isothermes 27,5°C ; 28°C ; 28,5°C ; 29°C	25
Carte 4	Les zones à risque d'inondation au Burkina Faso	43
Carte 5	Profil des risques de sécheresse au Burkina Faso	44
Carte 6	Les dix zones les plus vulnérables au CC	45

Liste des figures

		Page
Figure 1	La saison humide à Dori : cumul annuel des pluies ; durée de la saison des pluies ; début de la campagne humide ; fin de la campagne humide	15
Figure 2	Jours de pluie à Dori : nombre de jours de pluie > 1mm ; nombre de jours de pluie > 10mm ; nombre de jours de pluie > 50mm ; pluie maximale sur 5 jours .	16
Figure 3	Séquences sèches à Dori : nombre de jours de séquence sèche en début de campagne ; nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne	17
Figure 4	La température à Dori : la température moyenne annuelle ; le nombre de jours chauds par an ; la température minimale annuelle ; la température maximale annuelle.	18
Figure 5	La saison humide à Ouagadougou : cumul annuel des pluies ; durée de la saison des pluies ; début de la campagne humide ; fin de la campagne humide	18-19
Figure 6	Jours de pluie à Ouagadougou : nombre de jours de pluie > 1mm ; nombre de jours de pluie > 10mm ; nombre de jours de pluie > 50mm ; pluie maximale sur 5 jours .	19

Figure 7	Séquences sèches à Ouagadougou : nombre de jours de séquence sèche en début de campagne ; nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne	20
Figure 8	La température à Ouagadougou : la température moyenne annuelle ; le nombre de jours chauds par an ; la température minimale annuelle ; la température maximale annuelle.	20-21
Figure 9	La saison humide à Bobo-Dioulasso : cumul annuel des pluies ; durée de la saison des pluies ; début de la campagne humide ; fin de la campagne humide	21
Figure 10	Jours de pluie à Bobo-Dioulasso : nombre de jours de pluie > 1mm ; nombre de jours de pluie > 10mm ; nombre de jours de pluie > 50mm ; pluie maximale sur 5 jours .	22
Figure 11	Séquences sèches à Bobo-Dioulasso : nombre de jours de séquence sèche en début de campagne ; nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne	23
Figure 12	La température à Bobo-Dioulasso : la température moyenne annuelle ; le nombre de jours chauds par an ; la température minimale annuelle ; la température maximale annuelle.	23
Figure 13	Pluies maximales journalières à Dori, Ouagadougou, Bobo- Dioulasso, Fada Ngourma.	26
Figure 14	Nombre de vagues de chaleur à Dori, Ouagadougou, Bobo- Dioulasso, Boromo.	27
Figure 15	Températures maximales absolues à Dori, ouagadougou, Bobo-Dioulasso, Pô	28
Figure 16	Durées maximales des vagues de chaleur à Dori, Ouagadougou, Bobo-Dioulasso et Boromo.	29
Figure 17	GCM retirés du multimodèle	30
Figure 18	La matrice SSP x forçage radiatif	31
Figure 19	Dori : projections de la pluie annuelle, de la pluie maximale sur 5 jours et de la pluie maximale journalière	34
Figure 20	Ouagadougou : projections de la pluie annuelle, de la pluie maximale sur 5 jours et de la pluie maximale journalière	35
Figure 21	Bobo-Dioulasso : projections de la pluie annuelle, de la pluie maximale sur 5 jours et de la pluie maximale journalière	36
Figure 22	Dori : graphiques de projection des températures minimales moyennes et absolues	38
Figure 23	Ouagadougou : graphiques de projection des températures minimales moyennes et absolues	38
Figure 24	Bobo-Dioulasso : graphiques de projection des températures minimales moyennes et absolues	39
Figure 25	Bogandé : projection des températures maximales moyennes et absolues et du nombre de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$	40
Figure 26	Ouagadougou : projection des températures maximales moyennes et absolues et du nombre de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$	41
Figure 27	Bobo-Dioulasso : projection des températures maximales moyennes et absolues et du nombre de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$	42
Figure 28	Le processus d'intervention en cas de catastrophe	49
Figure 29	Comparaison historiques-modèles pour Dori	55
Figure 30	Comparaison historiques-modèles pour Bogandé	56

Figure 31	Comparaison historiques-modèles pour Ouagadougou	56
Figure 32	Comparaison historiques-modèles pour Pô	57
Figure 33	Comparaison historiques-modèles pour Bobo-Dioulasso	57
Figure 34	Comparaison historiques-modèles pour Gaoua	58

Sigles et abréviations

ANAM-BF	Agence Nationale de la Météorologie du Burkina Faso
CC	Changement climatique
CMIP6	Coupled Model Intercomparison Project 6
CNCMR	Centre National pour la Coordination du Mécanisme d'Alerte Précoce et de Réponse
CNDD	Conseil National du Développement durable
CODESUR	Conseil Départemental de Secours d'Urgence et de Réhabilitation
CONASUR	Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation
COPROSUR	Conseil Provincial de Secours d'Urgence et de Réhabilitation
CORESUR	Conseil Régional de Secours d'Urgence et de Réhabilitation
CVD	Conseil Villageois de Développement
DGPC	Direction Générale de la Protection Civile
FAO	Food and Agriculture Organization
GCM	General Circulation Model ou Global Climate Model
GES	Gaz à Effet de Serre
MECV	Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie
ONDD	Observatoire National du Développement Durable
PANA	Programmes d'Action Nationaux d'Adaptation
PAS-PNA	Porjet d'Appui Scientifique au PNA
PNA	Plan National d'Adaptation
RCP	Representative Concentration Pathways
REEB	Rapport sur l'Etat de 'Environnement au Burkina
RRC	Réduction des risques de catastrophes
SNI	Stock National d'Intervention
SN-RRC	Stratégie nationale de réduction des risques de catastrophes
SNS	Stock National de écurité
SONAGESS	Société Nationale de Gestion des Stocks de Sécurité
SP/CONASUR	Secrétariat Permanent du CONASUR
SSP	Shared Socioeconomic Pathways

TABLE DES MATIÈRES

RESUME.....	3
Liste des tableaux	5
Liste des cartes	5
Liste des figures	5
Sigles et abréviations.....	7

TABLE DES MATIÈRES	7
INTRODUCTION.....	10
1 LES TENDANCES CLIMATIQUES	10
1.1 Les zones climatiques au Burkina	10
1.1.1 La zone sahélienne	10
1.1.2 La zone soudano-sahélienne.....	11
1.1.3 La zone soudanienne	11
1.2 Variables climatiques critiques pour l'économie.....	12
1.2.1 La pluviométrie	12
1.2.2 La température.....	13
1.3 Évolution des variables climatiques sur la période 1990-2023	14
1.3.1 En zone sahélienne	14
1.3.2 En zone soudano-sahélienne	17
1.3.3 En zone soudanienne	19
1.4 Évolution à long terme des isohyètes et isothermes	22
1.4.1 La migration des isohyètes	22
1.4.2 La migration des isothermes	23
1.5 Évènements climatiques extrêmes au cours des 33 dernières années	23
1.5.1 Les pluies maximales journalières	23
1.5.2 Le nombre de vagues de chaleur	24
1.5.3 Les températures maximales absolues	25
1.5.4 Les durées maximales de vagues de chaleur	26
2 LES PROJECTIONS CLIMATIQUES	28
2.1 Les modèles et scénarios utilisés	28
2.1.1 Les modèles CMIP6	28
2.1.2 Les scénarios SSP.....	28
2.2 Projections climatiques à l'horizon 2100	29
2.2.1 La pluviométrie	29
2.2.2 La température.....	35
3 LES CATASTROPHES NATURELLES ET LEUR GESTION	41
3.1 Évènements climatiques extrêmes et catastrophes naturelles.....	41
3.1.1 Les catastrophes naturelles déclarées et documentées	41
3.1.2 Liens entre catastrophes naturelles déclarées et évènements climatiques extrêmes	
43	
3.2 Les impacts des catastrophes naturelles	44
3.2.1 Les impacts de portée sociale.....	44
3.2.2 Les impacts de portée économique	45

3.3	Les réponses aux catastrophes naturelles	45
3.3.1	Les réponses liées à la gouvernance institutionnelle.....	45
3.3.2	Les réponses aux effets immédiats.....	46
3.3.3	Les réponses à visée préventive	47
3.4	Projections climatiques et catastrophes naturelles : risques et enjeux du futur.....	48
	CONCLUSION	49
	RECOMMANDATIONS	49
	Relativement aux inondations	49
	Relativement aux sécheresses	49
	Relativement à l'anticipation des effets du CC	50
	Relativement à la gestion des catastrophes naturelles.....	50
	REFERENCES.....	51
	ANNEXES	52
	Les éléments du multi-modèles CMIP6	52
	Comparaisons de données des modèles et de données historiques	53

Changements Climatiques et Catastrophes Naturelles au Burkina Faso : état des lieux

INTRODUCTION

Au Burkina Faso le climat se manifeste essentiellement par la pluviométrie, la température et le régime des vents. Il se caractérise dans l'intervalle d'une année par la succession de deux saisons : la saison sèche qui comporte une période fraîche et une période chaude et la saison des pluies. La variation des gammes de pluviométries et de températures en allant du nord au sud permet de distinguer trois zones climatiques : la zone sahélienne, la zone soudano-sahélienne et la zone soudanienne.

Sous l'effet du changement climatique, des phénomènes climatiques extrêmes de plus en plus fréquents ont des conséquences dommageables sur l'économie et les communautés humaines. Pluies diluviennes, sécheresses, canicules et vents violents sont parfois causes de catastrophes naturelles.

Le 5^{ème} REEB a pour objet entre autres de rendre compte dans le détail, des liens entre le changement climatique et les catastrophes naturelles survenues au Burkina Faso. Il faut pour ce faire :

- Examiner les tendances climatiques des 33 dernières années à travers les variables climatiques et des indicateurs pertinents ;
- Faire le point des événements climatiques extrêmes enregistrés au cours des 33 dernières années ;
- Examiner les projections climatiques jusqu'à l'horizon 2100 ;
- Se pencher sur les catastrophes naturelles survenues au Burkina au cours de la même période : la façon dont elles ont été documentées, leurs impacts, les réponses qui ont été apportées par la communauté nationale ;
- Analyser les risques de catastrophes naturelles liés aux évolutions futures du climat, en lien avec les capacités du pays à y faire face.

1 LES TENDANCES CLIMATIQUES

1.1 Les zones climatiques au Burkina

1.1.1 La zone sahélienne

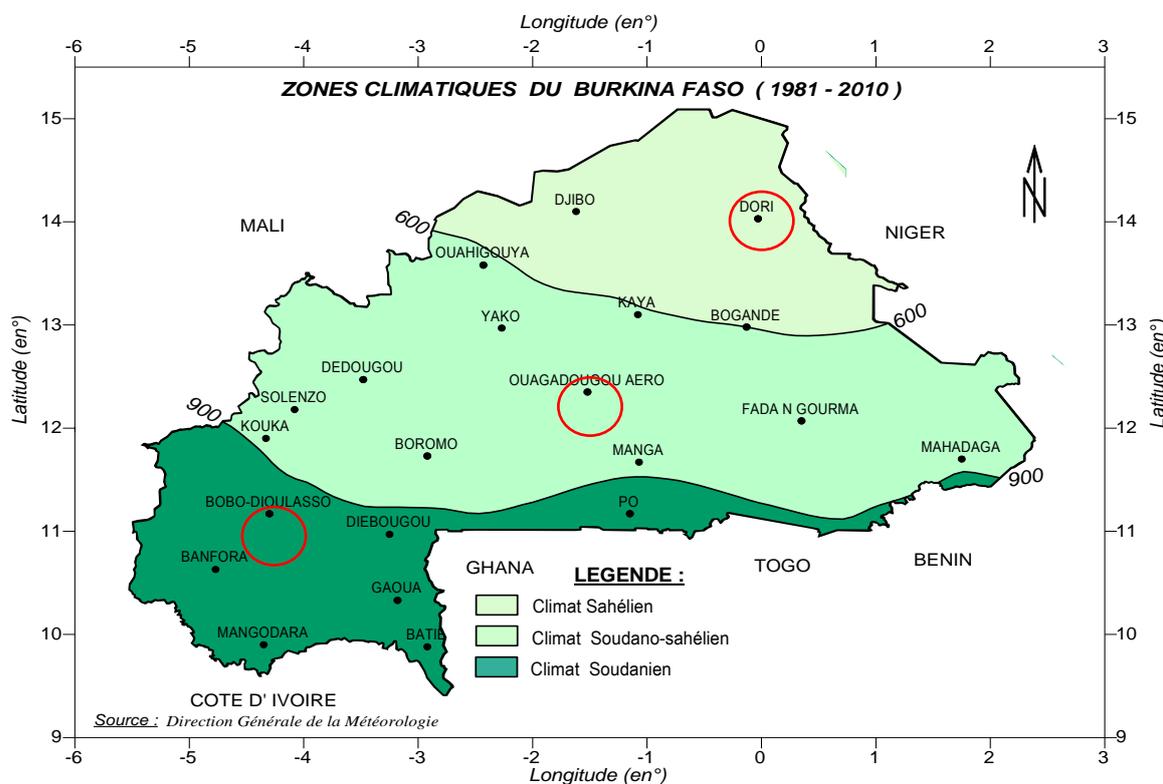
La zone climatique sahélienne se situe au-dessus du parallèle 14°N, avec une pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 600 mm et représente environ 25% du territoire. Les caractéristiques principales sont données par le tableau 1. Dans la suite, la station synoptique de Dori sera choisie comme représentant cette zone.

Tableau 1: Caractéristiques de la zone sahélienne

Variables climatiques	Valeurs
Pluviométrie annuelle moyenne	300 à 600 mm
Durée de la saison des pluies	≈110 jours
Nombre de jours de pluie par an	<45 jours
Température moyenne annuelle	≈29 °C
Amplitude saisonnière des températures	11°C
Humidité de l'air Saison sèche / Saison humide	20% / 70%

Évaporation annuelle moyenne	2 200-2 500 mm
Évaporation annuelle (bac classe A)	3 200-3 500 mm

Sources : <http://www.fao.org> (consulté en janvier 2012) et MECV/SP/CONEDD, 2007



Carte 1: positions géographiques des zones climatiques

1.1.2 La zone soudano-sahélienne

La zone soudano-sahélienne, située entre les parallèles 11°30' et 14°N, avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm, et représente actuellement environ 50 % du territoire (137 000 km²). Les caractéristiques principales sont données par le tableau 2. Les données de la station synoptique de Ouagadougou-aéroport servent de référence à la caractérisation de cette zone.

Tableau 2: Caractéristiques de la zone soudano-sahélienne

Variables climatiques	Valeurs
Pluviométrie annuelle moyenne	900 à 600 mm
Durée de la saison des pluies	≈150 jours
Nombre de jours de pluie par an	50-70 jours
Température moyenne annuelle	≈28°C
Amplitude saisonnière des températures	8°C
Humidité de l'air Saison sèche/Saison humide	23%/75%
Évaporation annuelle moyenne	1 900 - 2 100 mm
Évaporation annuelle (bac classe A)	2 600 - 2 900 mm

Source : <http://www.fao.org> (consulté en janvier 2012) et MECV/SP/CONEDD, 2007

1.1.3 La zone soudanienne

La zone soudanienne est située au sud du parallèle 11°30'N, avec une pluviométrie annuelle moyenne supérieure à 900mm et représente environ 25 % du territoire, soit 68 500 km². Les caractéristiques principales sont données par le tableau 3. Ces données sont relevées à la station synoptique de Bobo-Dioulasso.

Tableau 3 : Caractéristiques de la zone soudanienne

Variables climatiques	Valeurs
Pluviométrie annuelle moyenne	900 à 1200 mm
Durée de la saison des pluies	180-200 jours
Nombre de jours de pluie par an	85-100 jours
Température moyenne annuelle	≈27°C
Amplitude saisonnière des températures	5°C
Humidité de l'air Saison sèche / Saison humide	25% / 85%
Évaporation moyenne annuelle	1 500-1 700 mm
Évaporation annuelle (bac classe A)	1 800-2 000 mm

Source : <http://www.fao.org> (consulté en janvier 2012) et MECV/SP/CONEDD, 2007

1.2 Variables climatiques critiques pour l'économie

1.2.1 La pluviométrie

1.2.1.1 La pluie annuelle

C'est le cumul des pluies tombées en un an, exprimé en millimètres (mm) de hauteur. Elle permet l'alimentation des nappes souterraines et de eaux de surface, apporte l'humidité nécessaire à la croissance des plantes. Son insuffisance compromet les rendements agricoles, l'abreuvement du cheptel et la production d'énergie électrique.

1.2.1.2 Le nombre total annuel de jours de pluie

Une pluie journalière d'au moins 1 mm est comptabilisée comme jour de pluie. Il rend compte de la plus ou moins bonne régularité de la distribution de la pluie annuelle pendant la saison humide. C'est aussi un indicateur de l'efficacité de la pluie annuelle.

1.2.1.3 Le nombre de jours de pluie > 10 mm

Ces pluies imprègnent efficacement le sol. Plus il y en a, moins il y a de risques de stress hydrique pour les cultures et plus il y a de chances de remplir rapidement les retenues d'eau.

1.2.1.4 Le nombre de jours de pluie >50 mm

Il s'agit de fortes pluies, dont la multiplication des ruissellements peut causer le lessivage des sols. Elles sont souvent de forte intensité, peuvent noyer de jeunes plants et perturber la formation ou la persistance des fleurs ou des graines. Elles participent à la dégradation des infrastructures.

1.2.1.5 Le début de la saison humide

Définition: date après le *1^{er} Avril*, à partir de laquelle un cumul pluviométrique d'*au moins 20 mm est enregistré pendant 01 à 03 jours consécutifs* et sans épisode sec excédant **14 jours pendant les 30 jours qui suivent**.

Important pour les cycles végétatifs des différentes spéculations Un retard influe sur le choix des spéculations à planter.

1.2.1.6 La fin de la saison humide

Définition : date *après le 1^{er} Septembre*, quand un sol capable de contenir **70 mm** d'eau disponible est complètement épuisé par une perte quotidienne d'évapotranspiration de **5 mm**. Retardée ou trop précoce, peut être préjudiciable à certaines spéculations.

1.2.1.7 La durée de la saison humide

Elle doit être suffisante pour parachever les activités agricoles et assurer la biomasse fourragère. Certaines activités s'arrêtent le temps de la saison humide ; des voies de communication sont peu praticables, certaines localités sont isolées. Les moustiques prospèrent plus longtemps. Les risques de maladies hydriques augmentent.

1.2.1.8 La séquence sèche en début de saison

Définition : c'est le nombre de jours secs consécutifs (pluie < 1mm) le plus long pendant les 50 jours après la date du début de la saison.

Elle peut entraver le cycle végétatif des cultures, et compromettre la campagne agricole, ou obliger à reprendre les semis.

1.2.1.9 Les séquences sèches en fin de saison

Définition : elles se calculent sur la période prenant en compte les phases critiques d'épiaison-floraison et de maturation des cultures, c'est-à-dire du 50^{ème} jour après la date calculée de début de saison jusqu'à la date de fin.

1.2.2 La température

1.2.2.1 Les températures moyennes mensuelles

La température moyenne d'un mois est la moyenne des températures moyennes quotidiennes des jours de ce mois, la température moyenne quotidienne étant la demi-somme de la température maximale et de la température minimale du jour. Elle a une influence sur la floraison et la fructification des arbres.

1.2.2.2 La température moyenne annuelle

C'est la moyenne des températures moyennes des 12 mois de l'année. Elle influe sur le tarissement des réservoirs d'eau et la dépense d'énergie pour le confort thermique.

1.2.2.3 La température minimale annuelle

C'est la moyenne des températures minimales quotidiennes de l'année.

1.2.2.4 La température maximale annuelle

C'est la moyenne des températures maximales quotidiennes de l'année

1.2.2.5 Le nombre de jours par an où la température $T^{\circ} \geq 40^{\circ}C$

C'est un indicateur de risque de pénurie d'énergie, de vagues de chaleur préjudiciables à la santé des personnes vulnérables, de rupture de chaîne du froid, de détérioration prématurée de denrées alimentaires.

1.3 Évolution des variables climatiques sur la période 1990-2023

1.3.1 En zone sahélienne

1.3.1.1 La pluviométrie

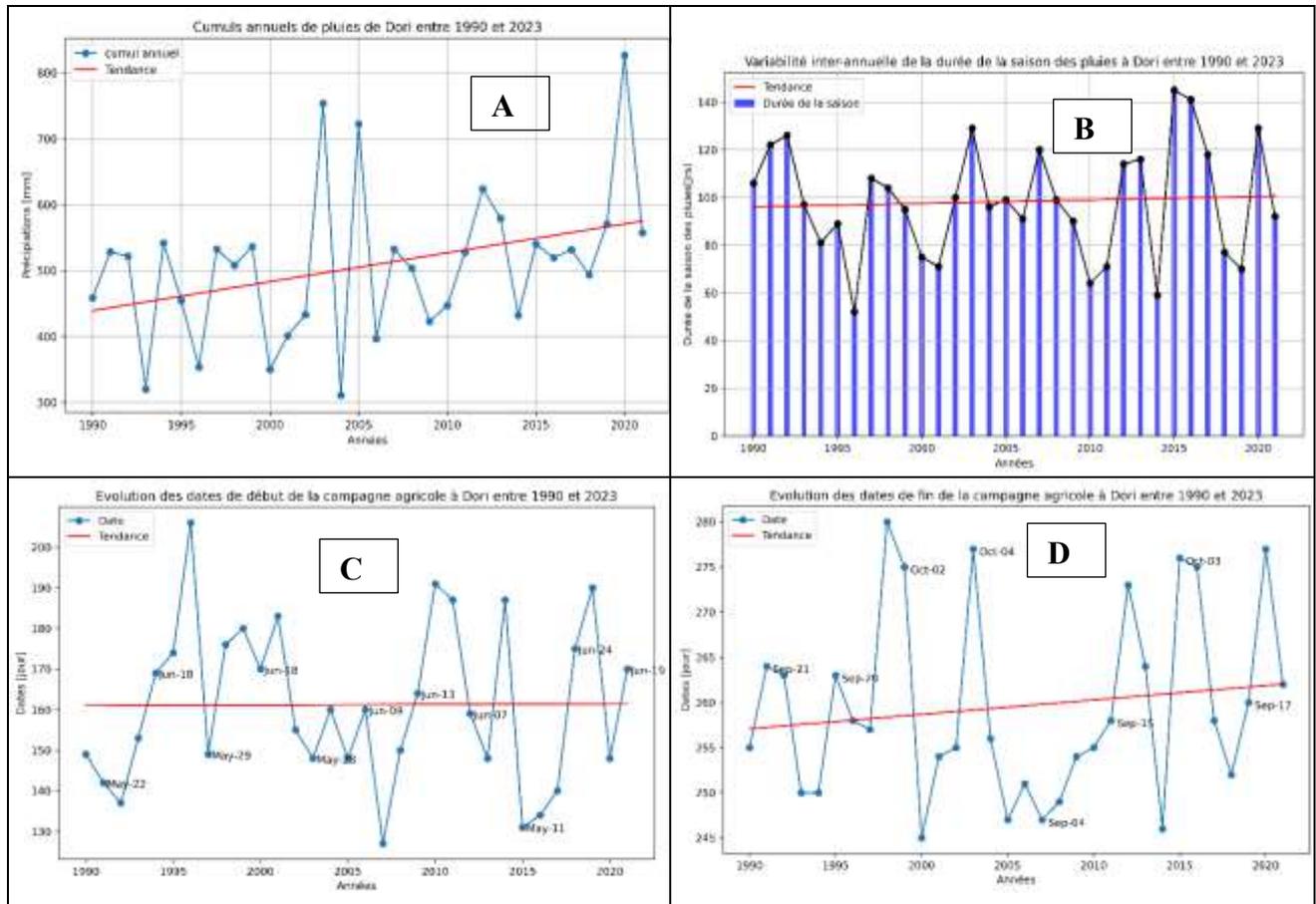


Figure 1. Dori : cumul annuel des pluies (A) ; durée de la saison des pluies (B) ; début de la campagne humide (C) ; fin de la campagne humide (D).

Le cumul annuel des pluies à Dori (figure 1(A)) présente dans la première décennie une variabilité interannuelle modérée (env. 200 mm) qui devient très forte sur 5 ans (> 350 mm), redevient modérée sur une décennie, puis amorce une nouvelle phase forte. Les forts écarts interannuels sont dus à des années très humides, les années de sécheresse étant de moins en moins prononcées, de sorte qu'au final on observe sur la période une **nette tendance à la hausse du cumul annuel de pluie**.

La durée de la saison des pluies croît à peine (figure 1(B)) à cause d'une légère tendance à retarder sa fin (figure 1(D)) tandis que le début apparaît stable (figure 1(C)).

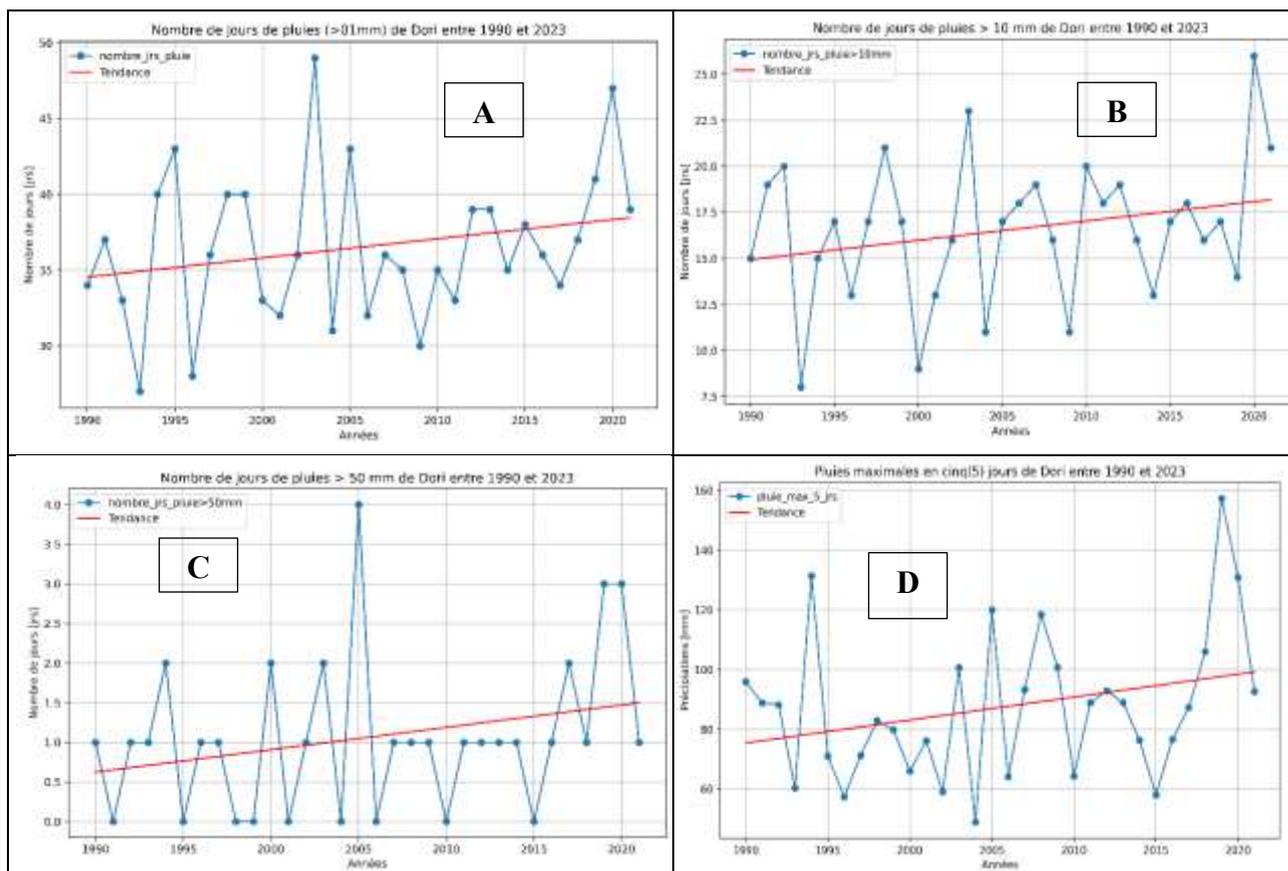


Figure 2. Dori : nombre de jours de pluie > 1mm (A) ; nombre de jours de pluie > 10mm (B) ; nombre de jours de pluie > 50mm (C) ; pluie maximale sur 5 jours (D).

Le nombre de jours de pluie (figure 2(A)) suit une tendance ascendante en corrélation avec le cumul annuel de pluie. La tendance est la même pour le nombre de jours de pluie > 10 mm (figure 2(B)). Quant au nombre de jours de pluie > 50 mm (figure 2(C)), il demeure faible, oscillant entre 0,1 et 2 jours. Sur la 2^{ème} moitié de la période 3 années exceptionnelles (2015, 2019, 2020) laissent croire à une légère tendance à la hausse. Les pluies maximales sur 5 jours paraissent aussi à la hausse (figure 2(D)), avec une pointe exceptionnelle en 2019 égale à 27% de la pluie annuelle.

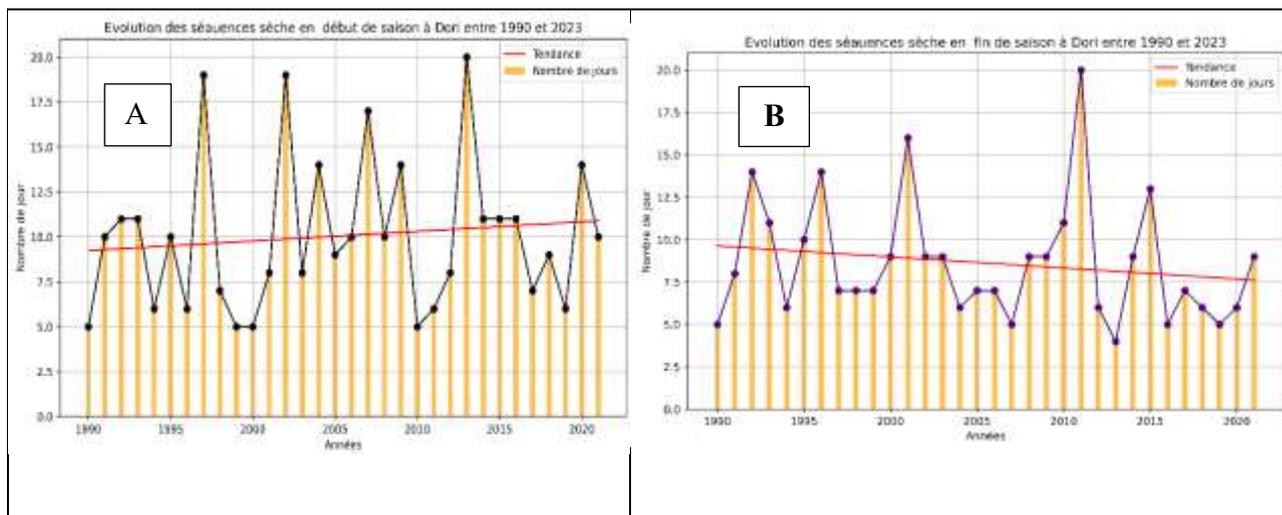


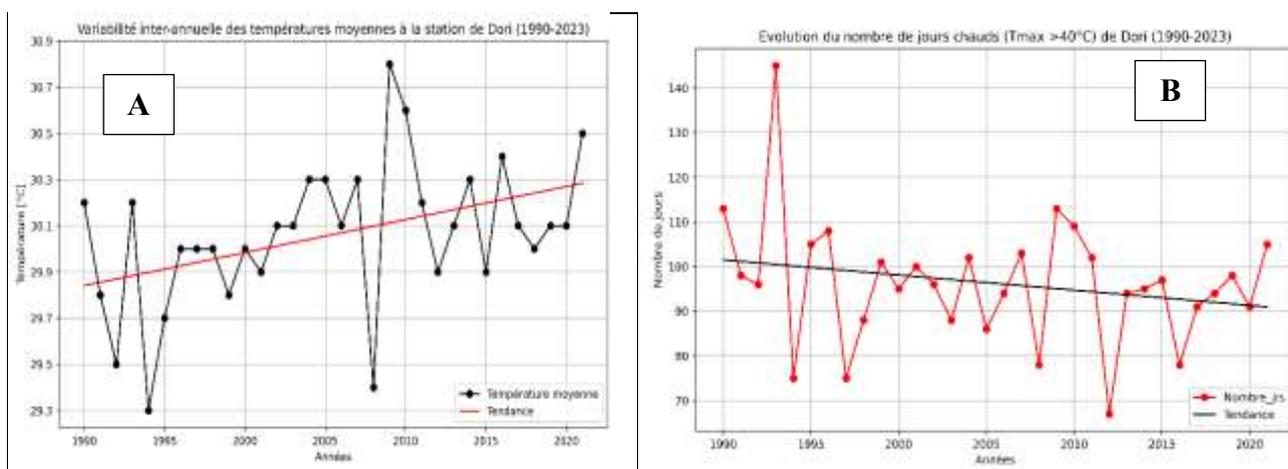
Figure 3. Dori : nombre de jours de séquence sèche en début de campagne (A) ; nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne (B).

Figure 3 (A) : le nombre de jours de séquence sèche est à peu près stable avec des valeurs très élevées sur 7 années régulièrement réparties sur la période et précédées ou succédées par des années à valeurs plus basses que la moyenne. Par contre le nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne présente une tendance décroissante à la figure 3(B).

1.3.1.2 La température

On constate pour la température moyenne annuelle, en ce qui concerne les amplitudes de variations interannuelles, deux cycles de 15 ans chacun, rythmés par de fortes variations sur 5 ans, suivie de variations modérées sur 10 ans (figure 4(A)). La tendance est manifestement à la hausse.

Le nombre de jours chauds a une tendance à la baisse (figure 4(B)), ainsi que la température maximale (figure 4(D)), ce qui implique une tendance forte à la hausse de la température minimale (figure 4(C)) puisque la température moyenne est à la hausse.



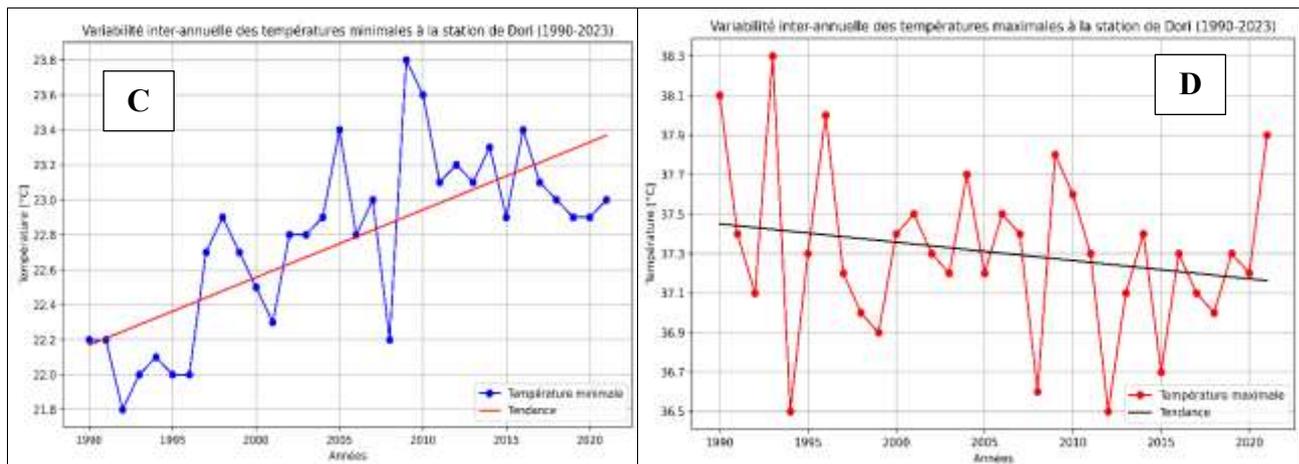


Figure 4. Dori : la température moyenne annuelle (A) ; le nombre de jours chauds par an (B) ; la température minimale annuelle (C) ; la température maximale annuelle (D).

1.3.2 En zone soudano-sahélienne

1.3.2.1 La pluviométrie

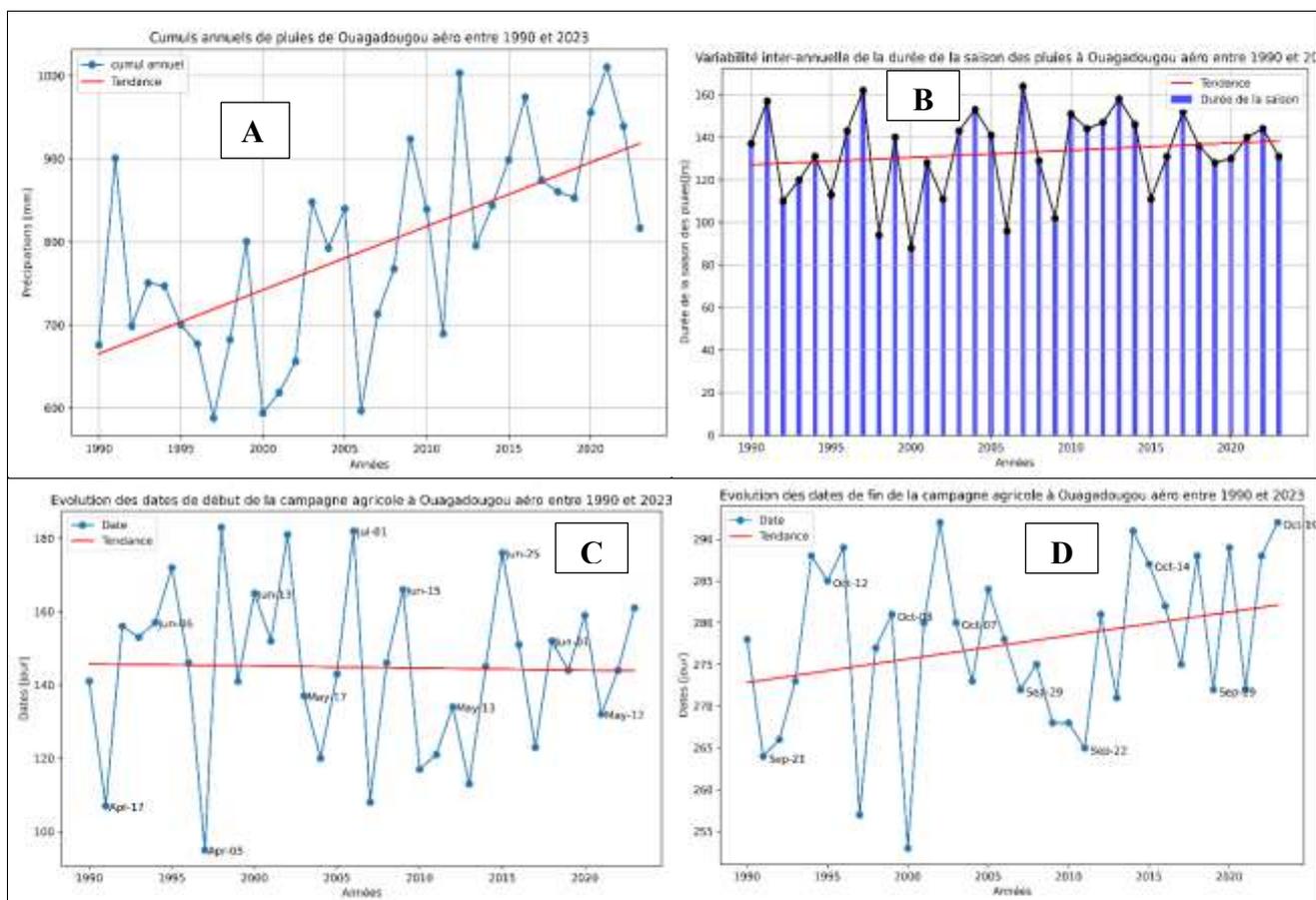


Figure 5. Ouagadougou : cumul annuel des pluies (A) ; durée de la saison des pluies (B) ; début de la campagne humide (C) ; fin de la campagne humide (D).

Sur la figure 5 on constate une assez forte tendance à la hausse du cumul annuel des pluies (A), une hausse modérée de la durée de la saison des pluies (B), le début de campagne arrivant légèrement plus tôt (C) et la fin plus tard (D).

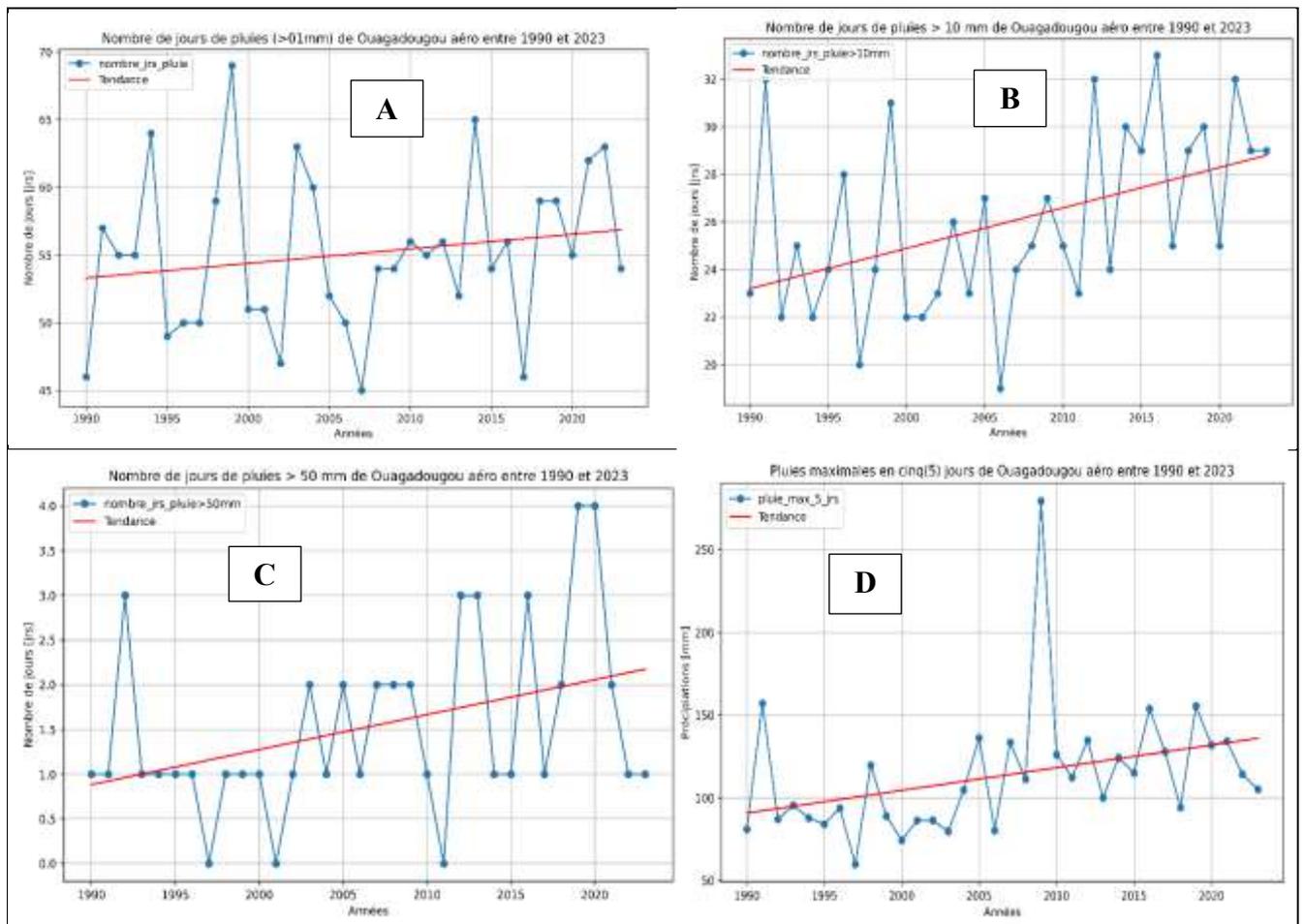


Figure 6. Ouagadougou : nombre de jours de pluie > 1mm (A) ; nombre de jours de pluie > 10mm (B) ; nombre de jours de pluie > 50mm (C) ; pluie maximale sur 5 jours (D).

Toutes les variables présentées à la figure 6 évoluent à la hausse; modérée pour le nombre de jours de pluie > 1mm (A) et la pluie maximale sur 5 jours (D); importante pour le nombre de jours de pluie > 10mm (B) et le nombre de jours de pluie > 50 mm (C).

Il faut noter que la pluie maximale sur 5 jours de 2009 est celle du 1er septembre 2009, responsable de la plus grave inondation que Ouagadougou ait jamais connue.

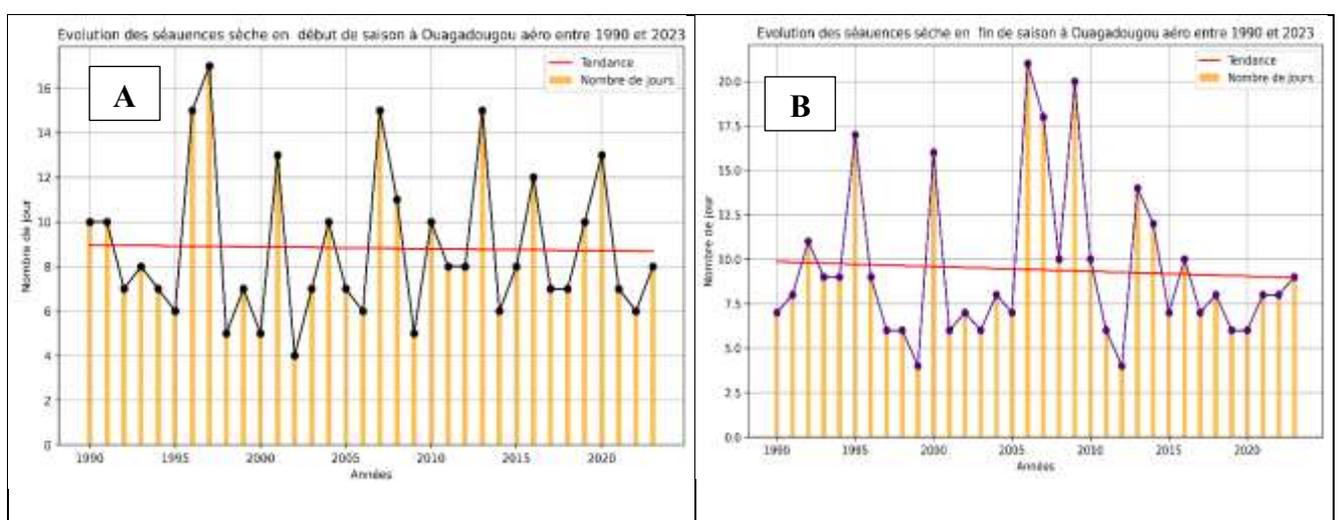


Figure 7. Ouagadougou : nombre de jours de séquences sèches en début de campagne (A) ; nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne (B).

Sur la figure 7 il n'apparaît pas de tendance d'évolution du nombre de jours de séquence sèche en début de campagne (A), par contre une légère tendance à la baisse pour le nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne.

1.3.2.2 La température

Toutes les variables et tous les indices de température présentés à la figure 8 (températures moyennes (A), nombre de jours chauds (B), températures minimales (C), températures maximales (D)) présentent une forte tendance à la hausse. C'est le signe qu'il y a un réchauffement général.

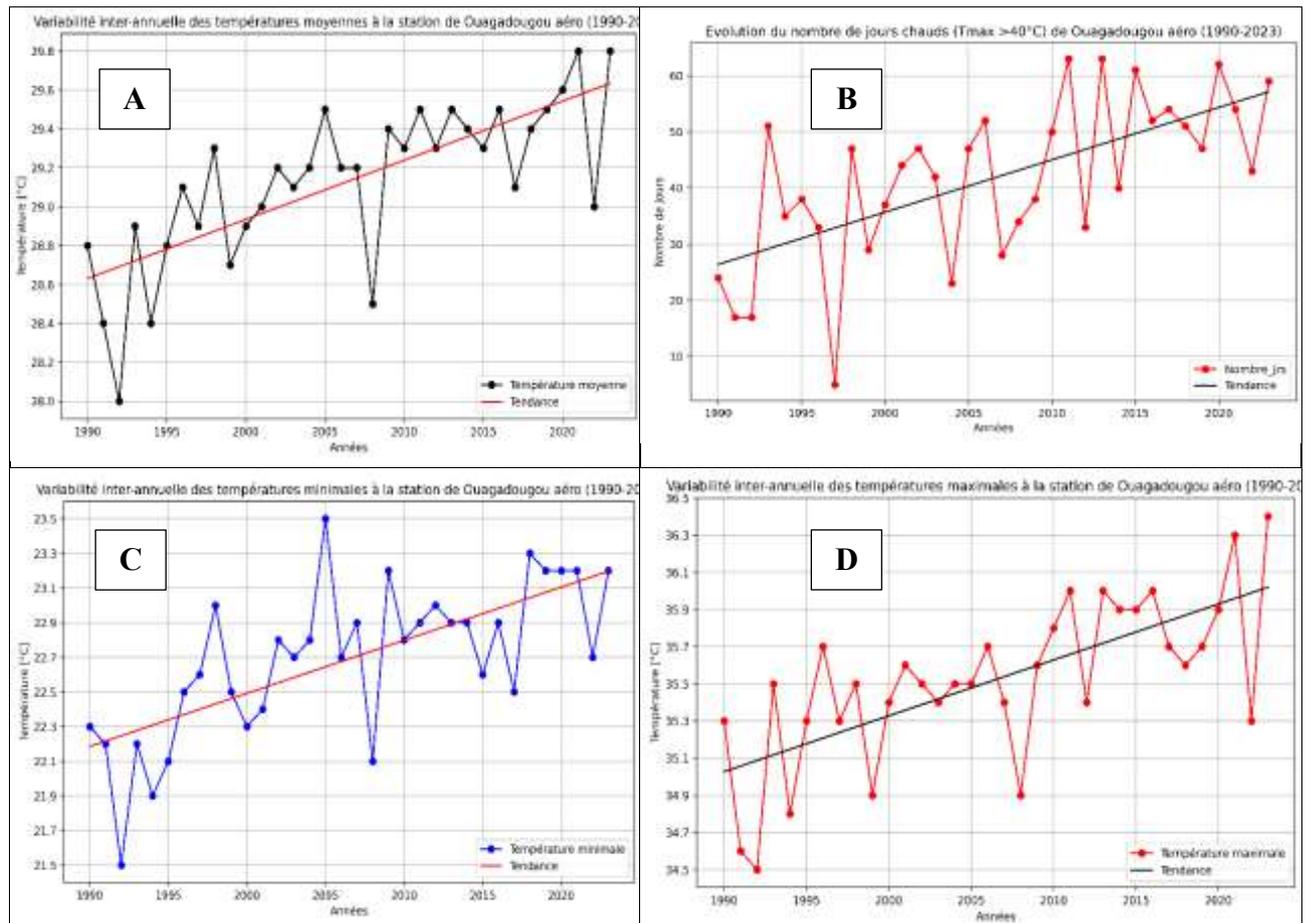


Figure 8. Ouagadougou : température moyenne annuelle (A) ; nombre de jours chauds par an (B) ; température minimale annuelle (C) ; température maximale annuelle (D).

1.3.3 En zone soudanienne

1.3.3.1 La pluviométrie

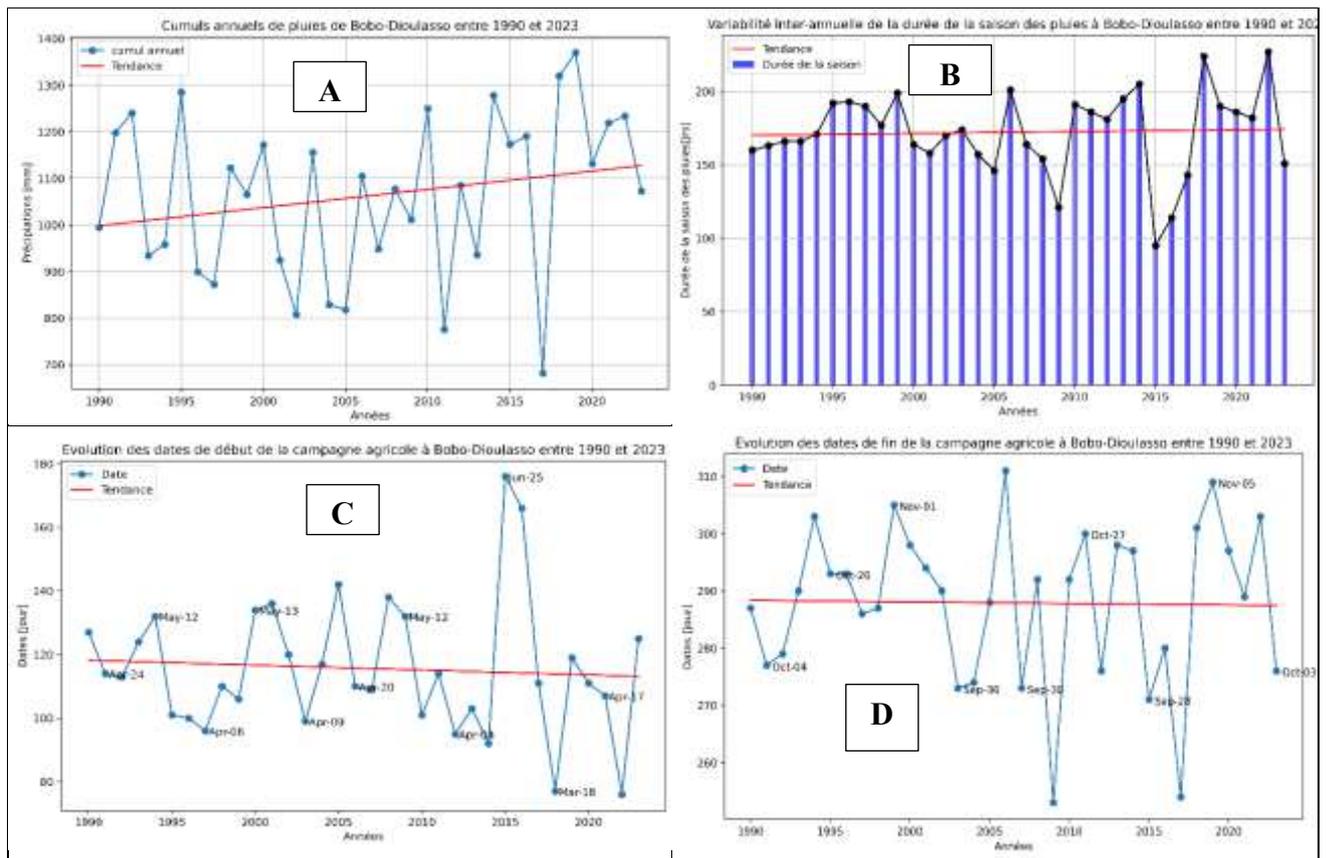
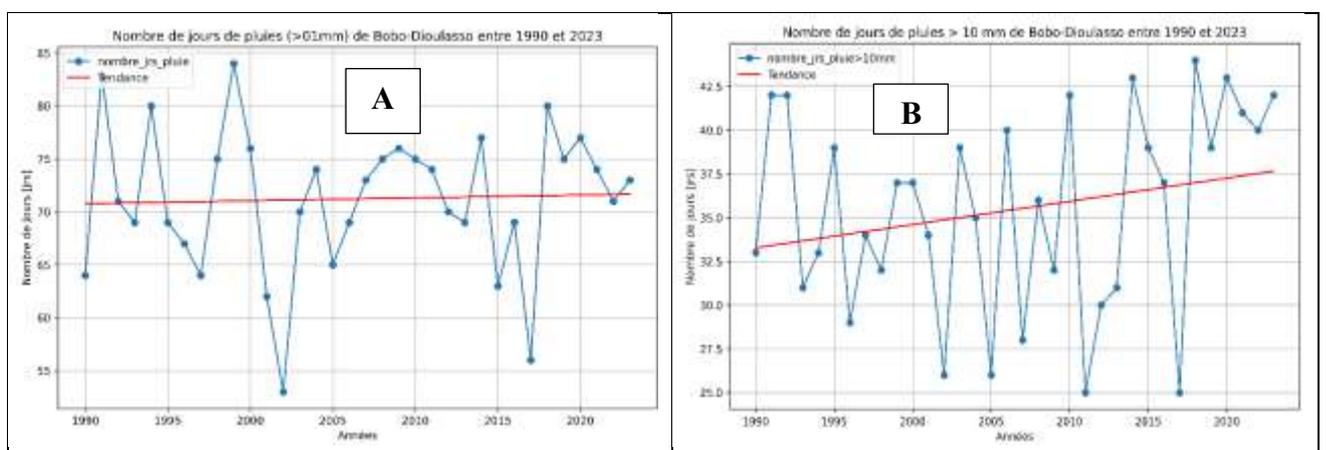


Figure 9. Bobo-Dioulasso : cumul annuel des pluies (A) ; durée de la saison des pluies (B) ; début de la campagne humide (C) ; fin de la campagne humide (D).

Le cumul annuel des pluies (figure 9 (A)) montre une tendance nette à la hausse malgré 2 années particulièrement sèches pour la zone : 2011 et surtout 2017 où il a plu moitié moins que chacune des 2 années suivantes.

Il n'apparaît pas de tendance significative sur les autres graphiques. A noter qu'en 2015 la saison pluvieuse a été particulièrement courte (figure 9(B)), commençant tard (figure 9(C)) et finissant tôt (figure 9(D)).



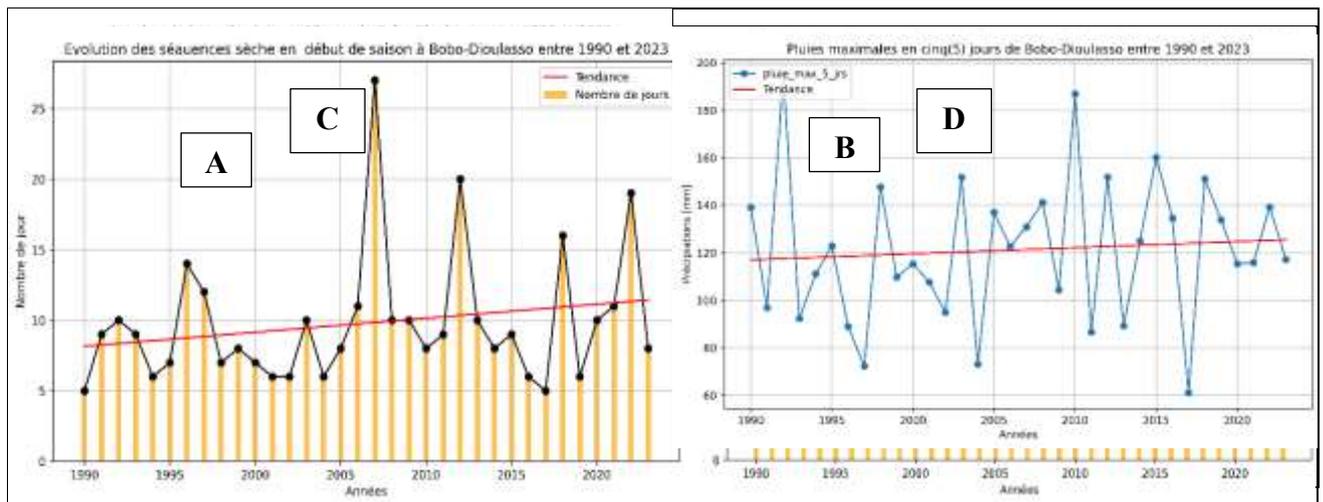


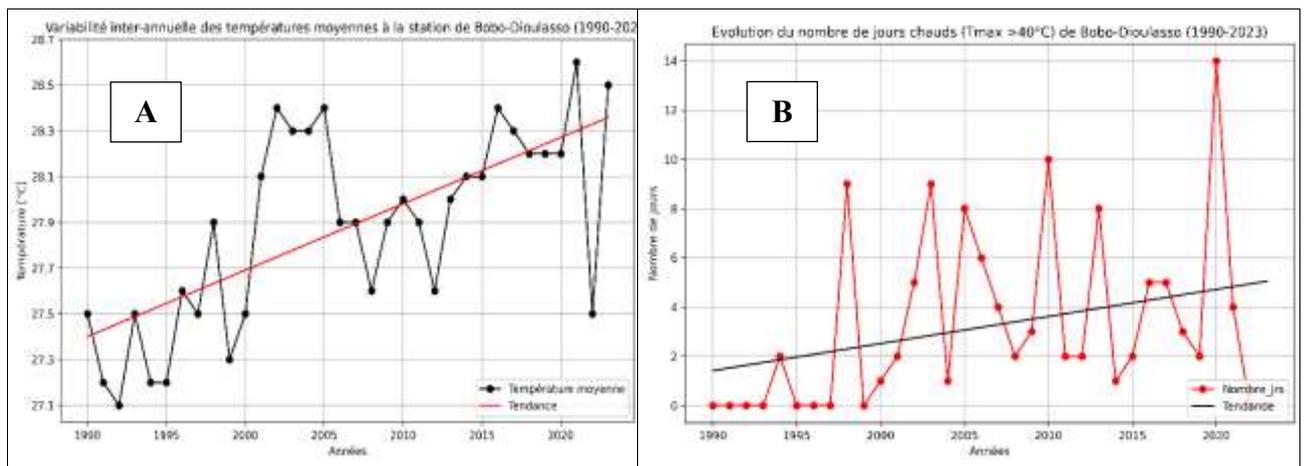
Figure 10. Bobo-Dioulasso : nombre de jours de pluie > 1mm (A) ; nombre de jours de pluie > 10mm (B) ; nombre de jours de pluie > 50mm (C) ; pluie maximale sur 5 jours (D).

Selon la figure 10, ni le nombre de jours de pluie (A), ni la pluie maximale en cinq jours (D) n’ont de tendance marquée, alors que le nombre de jours de pluie > 10 mm (B) et le nombre de jours de pluie > 50 mm (C) montrent une tendance à la hausse.

Selon la figure 11 le nombre de jours de séquence sèche en début de campagne (A) ainsi que celui en fin de campagne (B) ont une légère tendance à la hausse, avec 4 années problématiques (2007, 2012, 2017 et 2022) à 5 ans d’intervalles pour l’un et 7 années problématiques (2001, 2005, 2008, 2012, 2014, 2018, 2022) à 4 ans d’intervalles pour l’autre.

Figure 11. Bobo-Dioulasso : nombre de jours de séquence sèche en début de campagne humide (A) ; nombre de jours de séquences sèches en fin de campagne humide (B).

1.3.3.2 La température



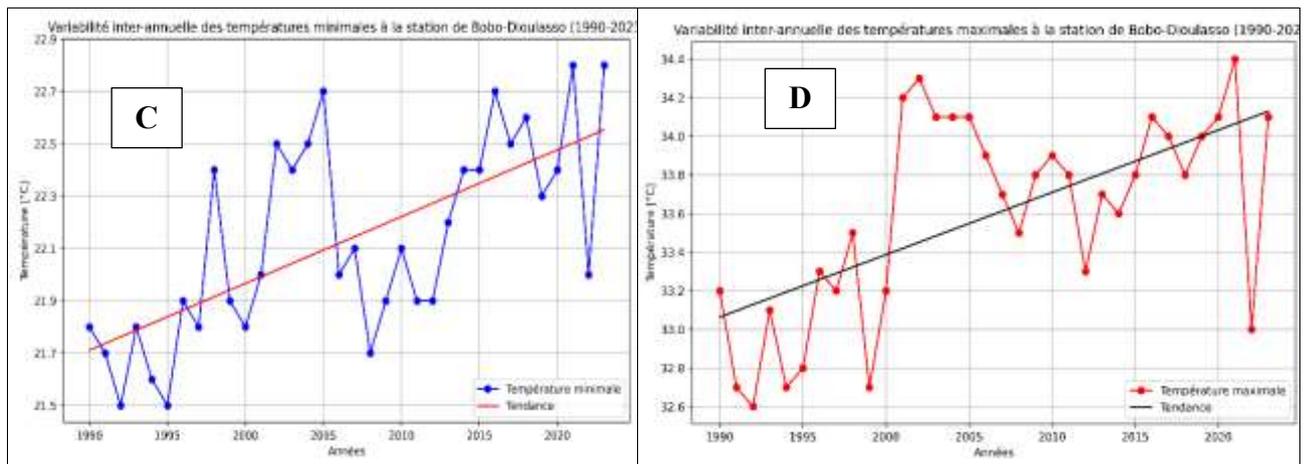
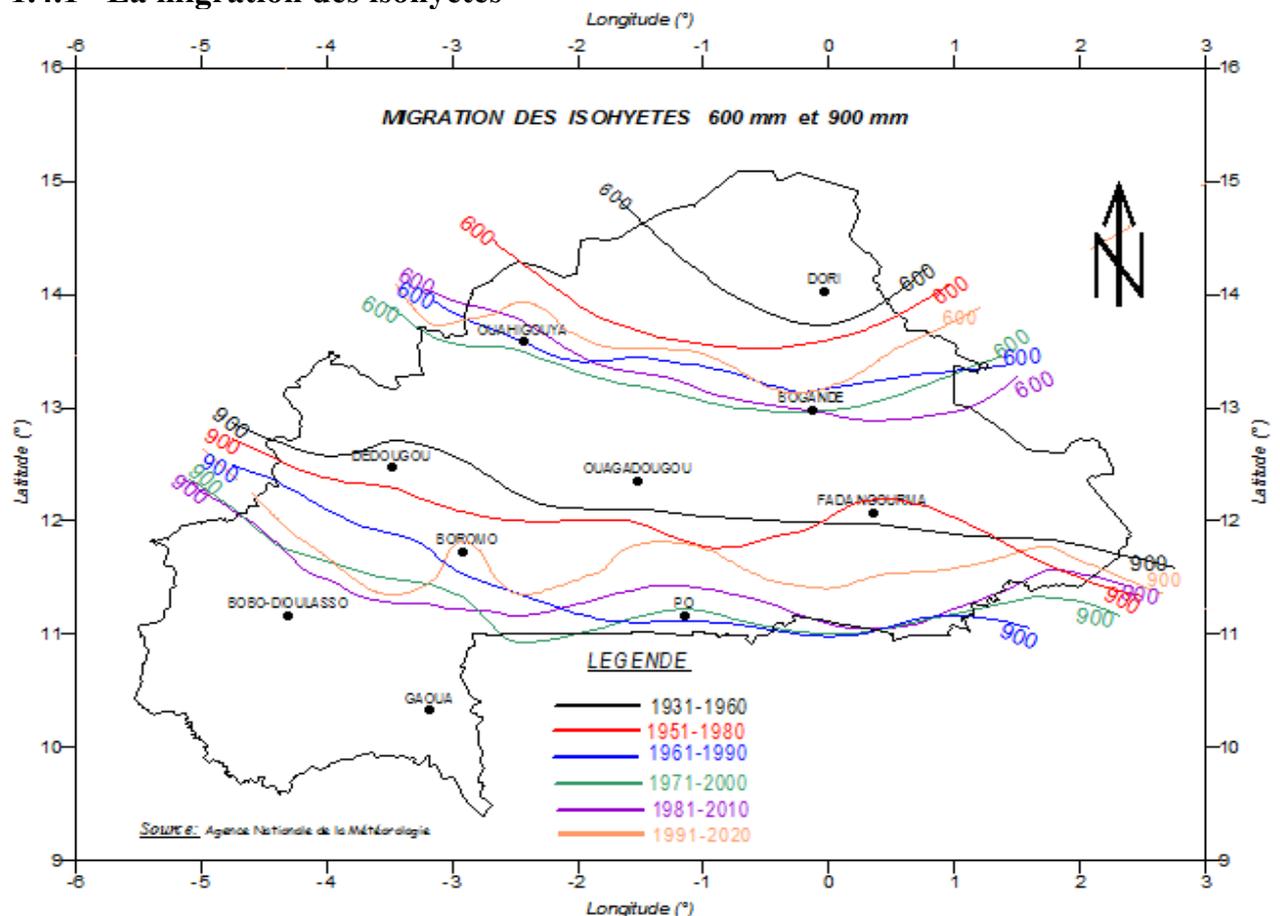


Figure 12. Bobo-Dioulasso : la température moyenne annuelle (A) ; le nombre de jours chauds par an (B) ; la température minimale annuelle (C) ; la température maximale annuelle (D).

On constate sur la figure 12 que bien que les valeurs ne soient pas très élevées, toutes les variables présentent une tendance à la hausse, signe d'un réchauffement climatique en cours. Ainsi les jours chauds presque inexistant au départ ont prospéré à partir des années 2000 et ont continué à se multiplier (B).

1.4 Évolution à long terme des isohyètes et isothermes

1.4.1 La migration des isohyètes

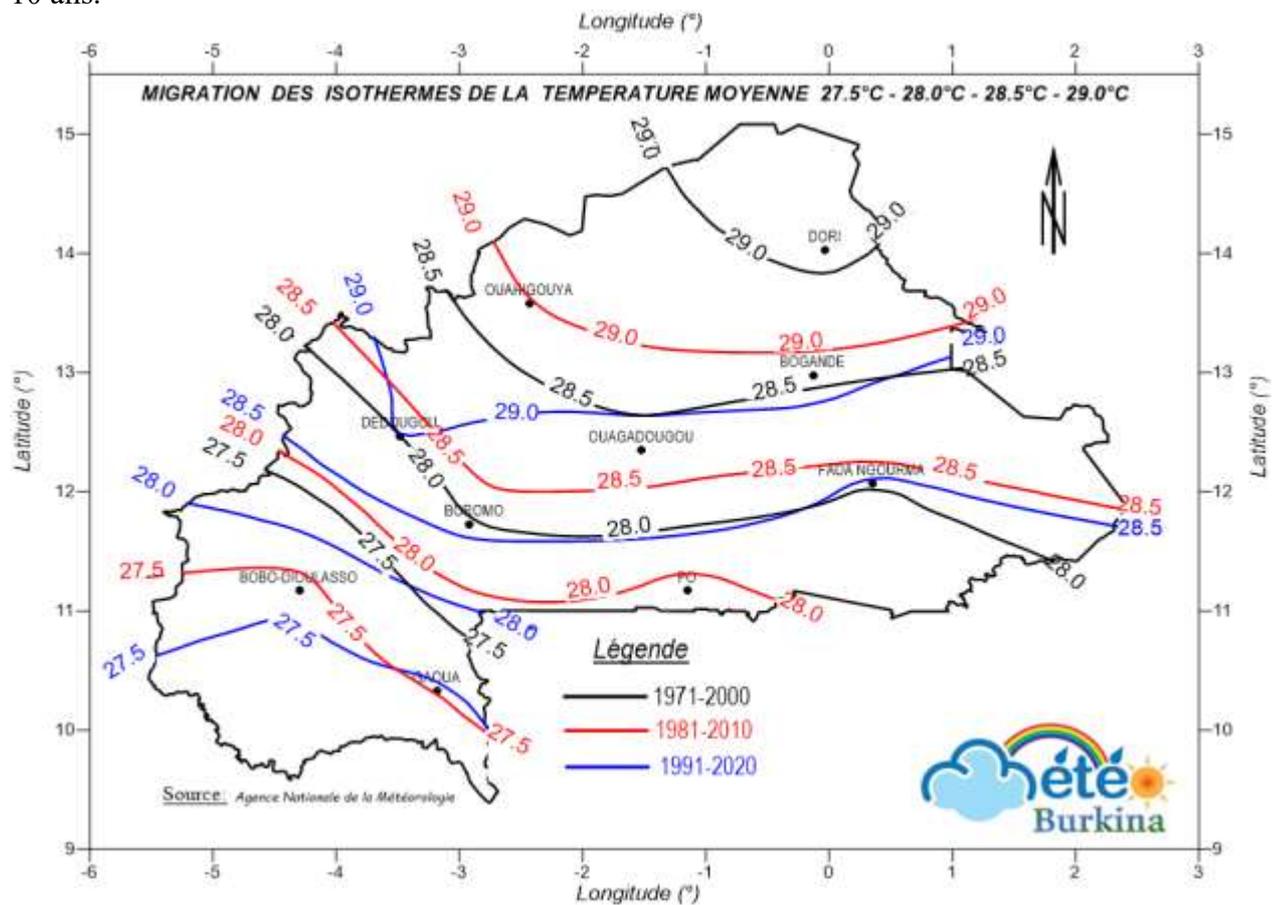


Carte 2 : migration des isohyètes 600 mm et 900 mm pour les périodes 1931-1960, 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010, et 1991-2020.

La position des isohyètes 600 mm et 900 mm calculée sur la période normale (de 30 ans) 1931-1960 sert de référence pour apprécier le déplacement des isohyètes calculées sur des périodes normales décalées de 10 ans. On constate sur la carte 2 que les isohyètes se déplacent tantôt vers le sud, tantôt vers le nord.

1.4.2 La migration des isothermes

La carte 3 montre les positions de 4 isothermes calculées sur 3 périodes normales décalées de 10 ans.



Carte 3: migration des isothermes 27,5°C ; 28°C ; 28,5°C ; 29°C pour les périodes 1971-2000, 1981-2010, et 1991-2020.

On constate concomitamment le même phénomène que pour les isohyètes, mais en sens inverse : les fortes pluviométries annuelles se déplacent dans le même sens que les basses températures annuelles, et les faibles pluviométries se déplacent dans le même sens que les hautes températures.

1.5 Évènements climatiques extrêmes au cours des 33 dernières années

1.5.1 Les pluies maximales journalières

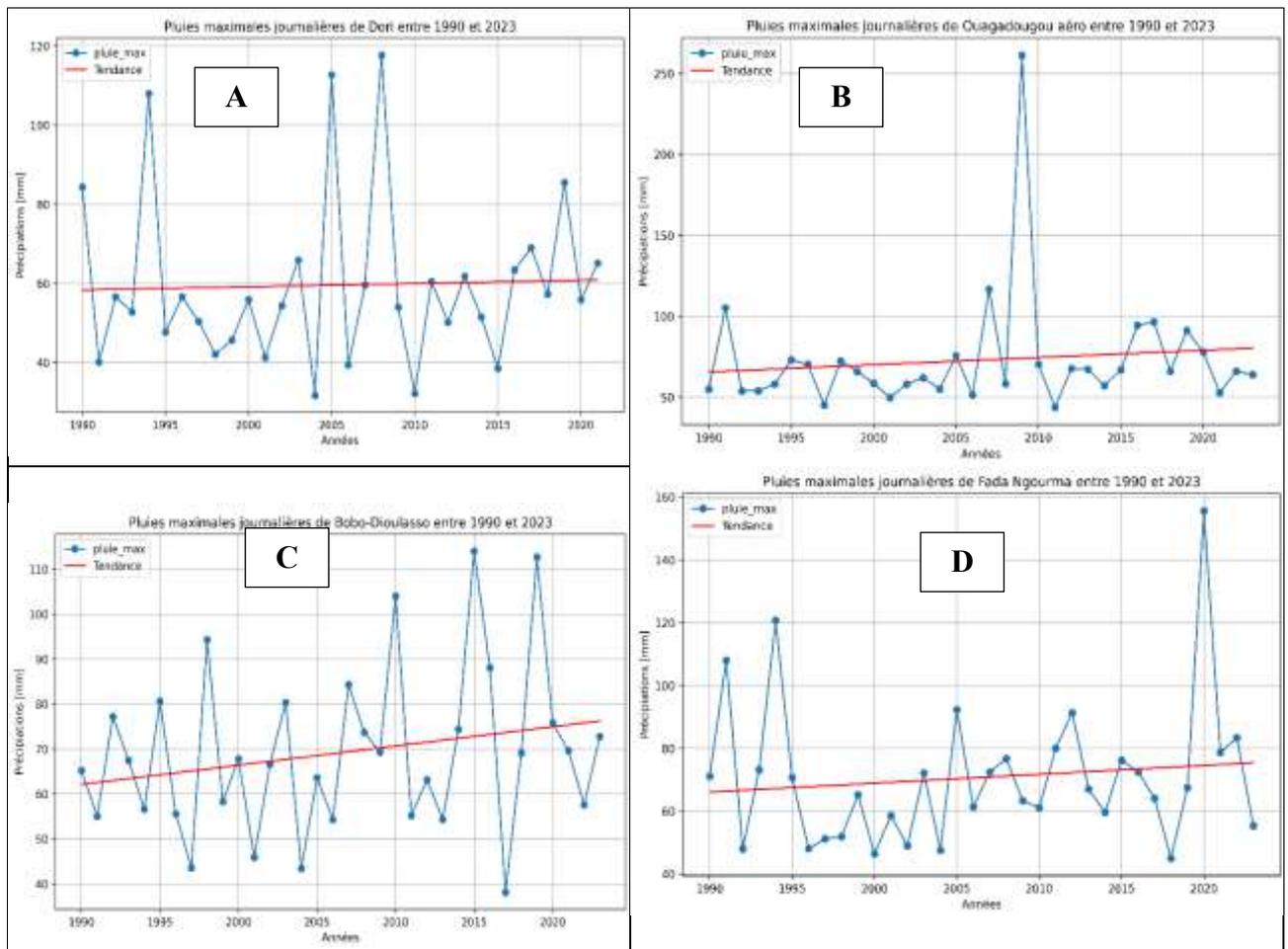


Figure 13 : Pluies maximales journalières à Dori (A), Ouagadougou (B), Bobo- Dioulasso (C), Fada Ngourma (D).

Concernant les pluies extrêmes, on relève sur la figure 13 :

- à Dori 3 pluies extrêmes en 1994, 2005 et 2008, et 2 pluies diluviennes en 1990 et 2019.
- à Ouagadougou 3 pluies extrêmes en 1991, 2007 et 2009, et 3 pluies diluviennes en 2016, 2017 et 2019.
- à Bobo-Dioulasso 3 pluies extrêmes en 2010, 2015 et 2019, et 4 pluies diluviennes en 1995, 2003, 2007 et 2016.
- à Fada Ngourma, 3 pluies extrêmes en 1991, 1994 et 2020, et 4 pluies diluviennes en 2005, 2011, 2012, et 2022.

C'est seulement à Bobo-Dioulasso que l'on décèle une tendance à la hausse de la pluie maximale journalière.

1.5.2 Le nombre de vagues de chaleur

Une vague de chaleur, est définie comme une période d'au moins trois jours consécutifs durant laquelle la température maximale quotidienne dépasse le 90^e percentile des températures maximales historiques pour la même période de l'année (généralement calculée sur une période de référence d'au moins 30 ans).

Selon la figure 14, le nombre de vagues de chaleur au départ plus élevé à Dori qu'ailleurs a une légère tendance à la baisse vers le niveau des autres stations qui elles ont une tendance à la

hausse (bien prononcée pour Ouagadougou, modérée pour Bobo-Dioulasso et légère pour Boromo).

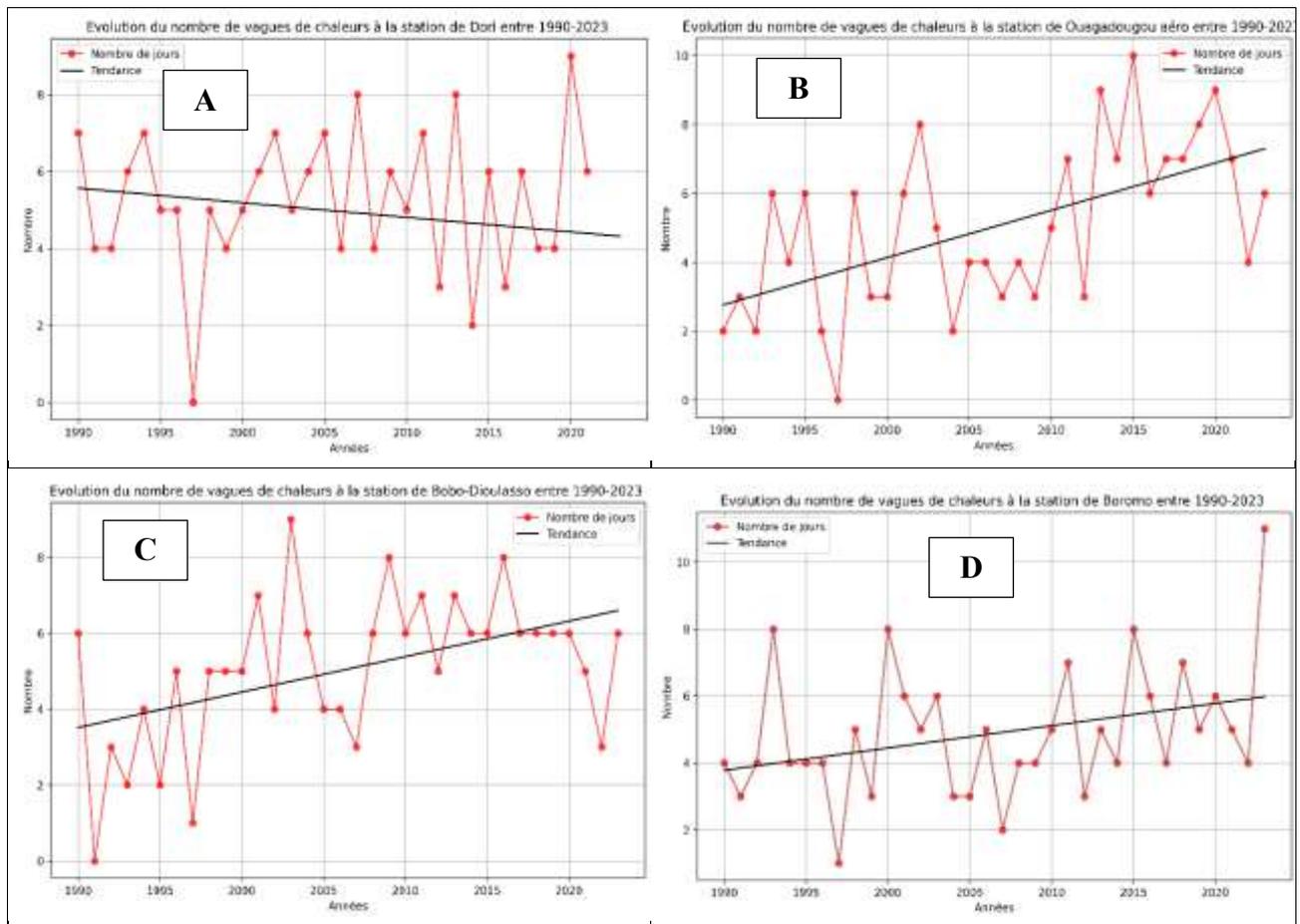


Figure 14 : Nombre de vagues de chaleur à Dori (A), Ouagadougou (B), Bobo- Dioulasso (C), Boromo (D).

1.5.3 Les températures maximales absolues

Il apparaît à la figure 15 qu'en moyenne la température maximale absolue de référence en zone sahélienne (A) est supérieure de 3°C à celle en zone soudano-sahélienne (B), elle-même supérieure de 3°C à celle en zone soudanienne (C et D). Les tendances sont à la hausse, excepté peut-être pour Dori. Elle est la plus prononcée pour Bobo-Dioulasso. A remarquer que Pô qui se trouve en zone soudanienne vers la lisière de la zone soudano-sahélienne présente une tendance similaire à celle de Ouagadougou.

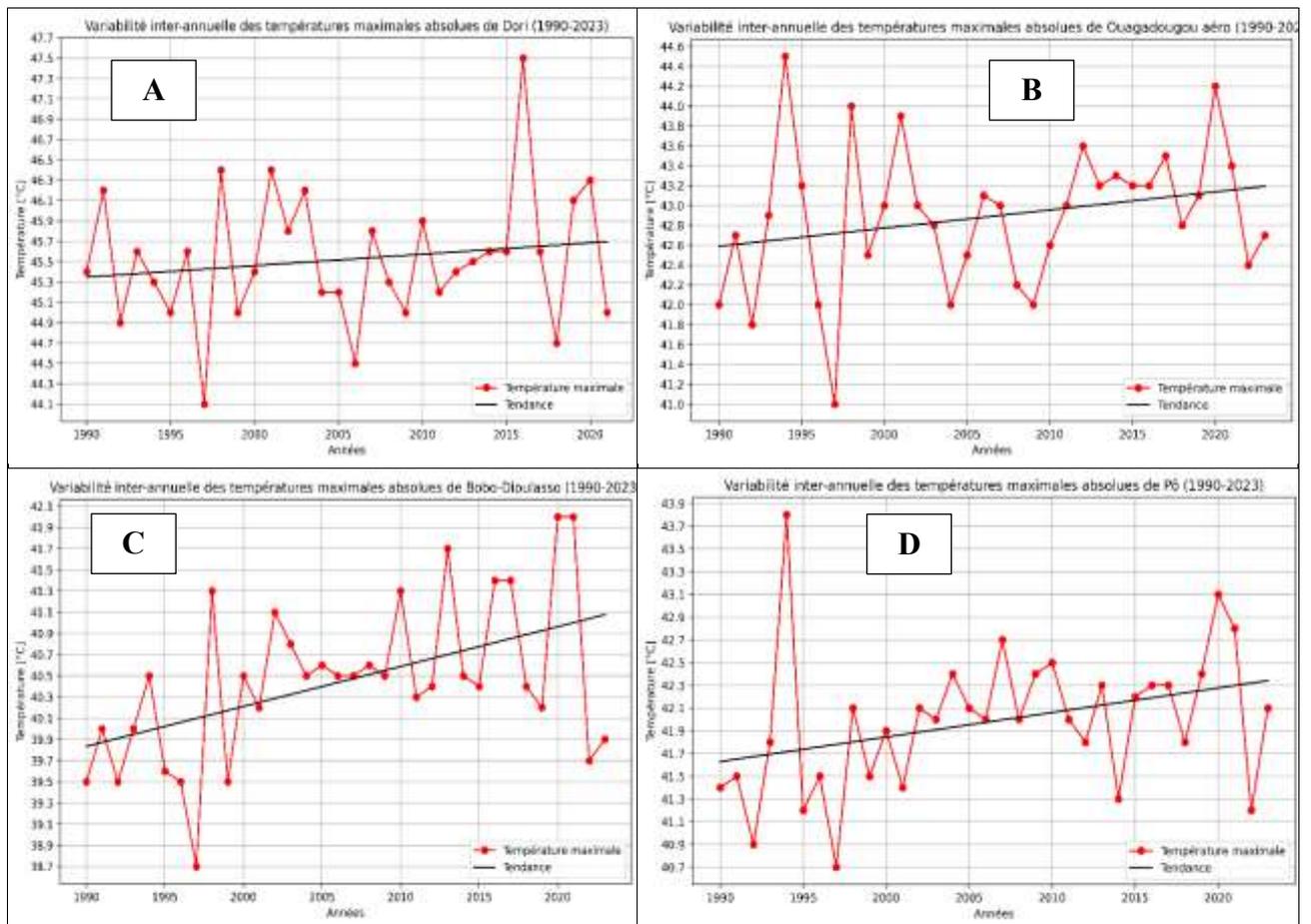
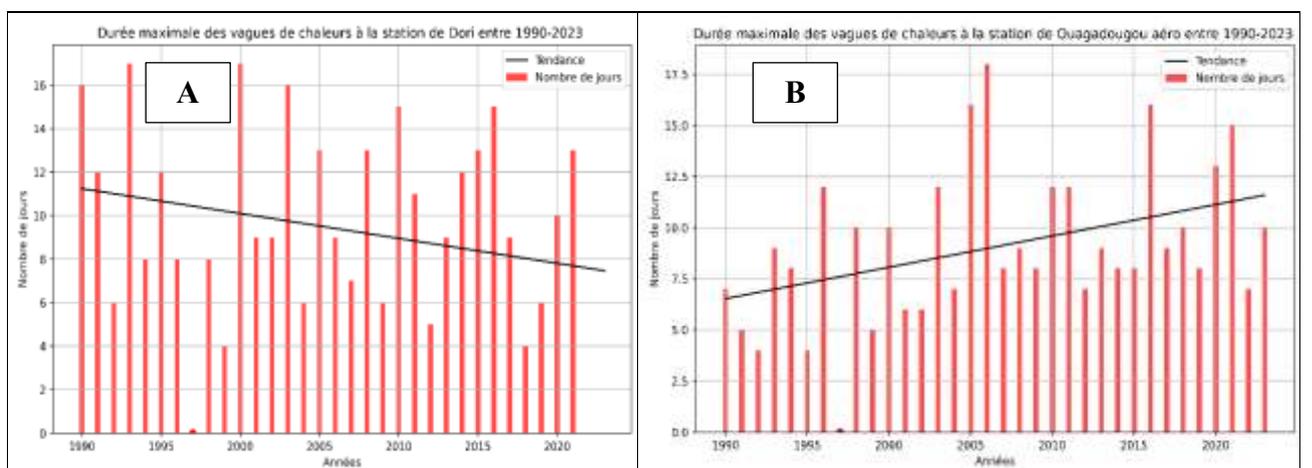


Figure 15 : Les températures maximales absolues à Dori (A), Ouagadougou (B), Bobo-Dioulasso (C), Pô (D).

1.5.4 Les durées maximales de vagues de chaleur

Il apparaît clairement de la figure 16 une tendance notable à la baisse de la durée maximale des vagues de chaleur à Dori (A) et au contraire une tendance notable à la hausse à Ouagadougou. Les tendances à la hausse à Bobo-Dioulasso (C) en zone soudanienne et Boromo (D) en zone soudano-sahélienne sont très similaires.



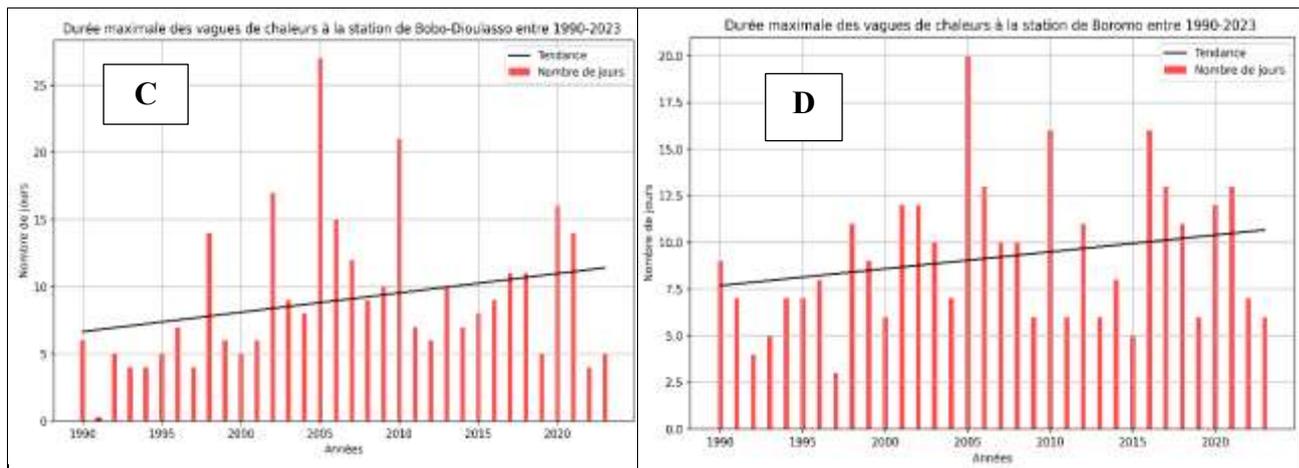


Figure 16 : Les durées maximales des vagues de chaleur à Dori (A), Ouagadougou (B), Bobo-Dioulasso (C) et Boromo (D).

ce scénario intègre la mise en œuvre de mesures fortes de réduction des émissions de GES.

- SSP2 45, voie "médiane" qui “extrapole le développement mondial passé et actuel vers l'avenir”, avec un forçage radiatif supplémentaire de 4,5 W/m² d'ici 2100 ; *ce scénario suppose que des mesures de protection du climat sont prises.*
- SSP3 70, voie où des rivalités régionales et un regain de nationalisme et de conflits régionaux relègue les questions mondiales au second plan, avec un forçage radiatif supplémentaire de 7 W/m² d'ici 2100 ; *ce scénario se situe dans la partie moyenne supérieure de la gamme complète des scénarios.*
- SSP5 85, voie du développement à partir de combustibles fossiles, incluant des innovations et des progrès technologiques, avec un forçage radiatif supplémentaire de 8,5 W/m² d'ici 2100 ; *ce scénario représente la limite supérieure de la gamme des scénarios décrits dans la littérature.*
- SSP4 , voie où le fossé se creuse entre les sociétés développées qui coopèrent au niveau mondial et celles qui stagnent à un stade de développement inférieur, avec de faibles revenus et un faible niveau d'éducation; cette trajectoire n'a pas donné lieu à la définition d'un scénario standard.

En définitive les 3 scénarios SP2 45, SP3 70 et SP5 85 ont été retenus pour les projections des variables climatiques jusqu'à l'horizon 2100. (figure 18).

		SSP1 Voie durable	SSP2 Voie du milieu	SSP3 Rivalité régionale	SSP4 Inégalité	SSP5 Développement par énergies fossiles
Forçage radiatif d'ici 2100 (W/m ²)	8,5					SSP585
	7,0			SSP370		
	6,0					
	4,5		SSP245			
	3,4					
	2,6	SSP126				

Figure 18 : la matrice SSP x forçage radiatif. Les scénarios retenus sont sur colonnes fond gris

2.2 Projections climatiques à l'horizon 2100

2.2.1 La pluviométrie

Le tableau 4 présente un récapitulatif de la projection des variables pluviométriques en 2050 et 2100 suivant les 3 scénarios SSP245, SSP370 et SSP585 en regard des valeurs historiques de l'année 2000. Pour chaque variable sont présentés la médiane, le quantile q25 de fréquence 0,25 et le quantile q75 de fréquence 0,75.

Les graphiques des figures 19, 20 et 21 présentent les mêmes données, les courbes colorées correspondant aux médianes.

Tableau 4 : variables pluviométriques projetées en 2050 et 2100 suivant les scénarios SSP245, SSP370 et SSP585

A l'horizon 2050		Historique 2000			SSP245			SSP370			SSP585		
		median	q25	q75	median	q25	q75	median	q25	q75	median	q25	q75
Dori	cumul annuel	369,1	140,7	601,6	436,6	309,4	523,5	461,9	410,9	534,1	425,2	248,5	586,4
	cumul max 5 jours	62,0	32,1	86,5	62,5	48,2	87,3	92,8	57,8	119,9	73,7	55,4	89,5
	pluie max journaliere	23,5	14,3	32,5	34,6	19,9	49,6	59,5	30,1	87,7	43,5	28,2	58,5
Ouagadougou	cumul annuel	641,2	363,5	826,9	737,4	569,8	938,2	827,3	563,5	908,0	788,0	477,0	1104,1
	cumul max 5 jours	77,4	45,4	103,3	85,9	55,3	123,4	124,4	62,0	200,0	129,3	77,8	170,8
	pluie max journaliere	40,2	25,3	50,5	53,5	27,1	87,3	74,4	40,6	98,0	71,7	34,5	100,2
Bobo-Dioulasso	cumul annuel	1031,7	713,9	1373,4	1080,2	858,6	1273,4	1132,9	854,7	1302,4	1113,1	761,4	1520,5
	cumul max 5 jours	108,3	74,0	136,1	105,2	68,4	121,8	154,7	94,6	244,3	137,4	82,6	182,9
	pluie max journaliere	55,5	32,0	75,9	54,9	30,3	63,4	100,5	43,0	169,9	69,5	35,3	108,4
A l'horizon 2100		Historique 2000			SSP245			SSP370			SSP585		
		median	q25	q75	median	q25	q75	median	q25	q75	median	q25	q75
Dori	cumul annuel	369,1	140,7	601,6	481,7	343,9	668,4	461,8	375,0	531,0	642,6	398,0	765,2
	cumul max 5 jours	62,0	32,1	86,5	74,2	54,1	80,9	83,4	71,6	91,7	106,6	53,0	173,4
	pluie max journaliere	23,5	14,3	32,5	36,1	25,1	48,0	41,9	36,2	48,7	49,9	34,7	67,9
Ouagadougou	cumul annuel	641,2	363,5	826,9	810,9	517,3	1164,5	859,9	574,0	1222,1	805,7	562,2	1030,4
	cumul max 5 jours	77,4	45,4	103,3	100,7	48,8	143,3	143,7	70,0	183,2	124,0	67,3	213,7
	pluie max journaliere	40,2	25,3	50,5	57,9	30,4	84,3	87,8	34,8	132,2	75,4	34,8	129,6
Bobo-Dioulasso	cumul annuel	1031,7	713,9	1373,4	1228,1	910,9	1623,4	1151,5	678,7	1620,2	1187,4	841,4	1671,6
	cumul max 5 jours	108,3	74,0	136,1	139,2	79,5	182,7	156,9	70,8	259,2	151,6	78,0	220,6
	pluie max journaliere	55,5	32,0	75,9	76,4	40,3	90,7	82,2	41,5	138,8	95,5	43,1	135,7

Source : projections réalisées sur <https://cds.climate.copernicus.eu/projections-cmip6>

2.2.1.1 En zone sahélienne

De l'examen du tableau 4 et de la figure 19, pour la station de Dori, il ressort que tous les indices pluviométriques augmentent fortement en 2050 et 2100 par rapport aux valeurs de l'année 2000 et cela pour tous les scénarios. ***A long terme le risque de sécheresse devrait donc diminuer, mais celui des inondations augmenter.***

2.2.1.2 En zone soudano-sahélienne

Sur la station de Ouagadougou (tableau 4 et figure 20) les indices augmentent linéairement au même rythme pour les 3 scénarios jusqu'en 2050. A partir de là l'augmentation continue pour les scénarios SSP370 et SSP585 à un rythme moindre tandis qu'il y a stabilité pour SSP245.

2.2.1.3 En zone soudanienne

Sur la station de Bobo-Dioulasso (tableau 4 et figure 21), il est remarquable qu'après une phase d'augmentation par rapport aux valeurs de l'année 2000, les valeurs restent stables à partir de 2020 pour les scénarios SSP245 et SSP370 alors qu'elles augmentent de nouveau à partir de 2080 pour le scénario SSP585..

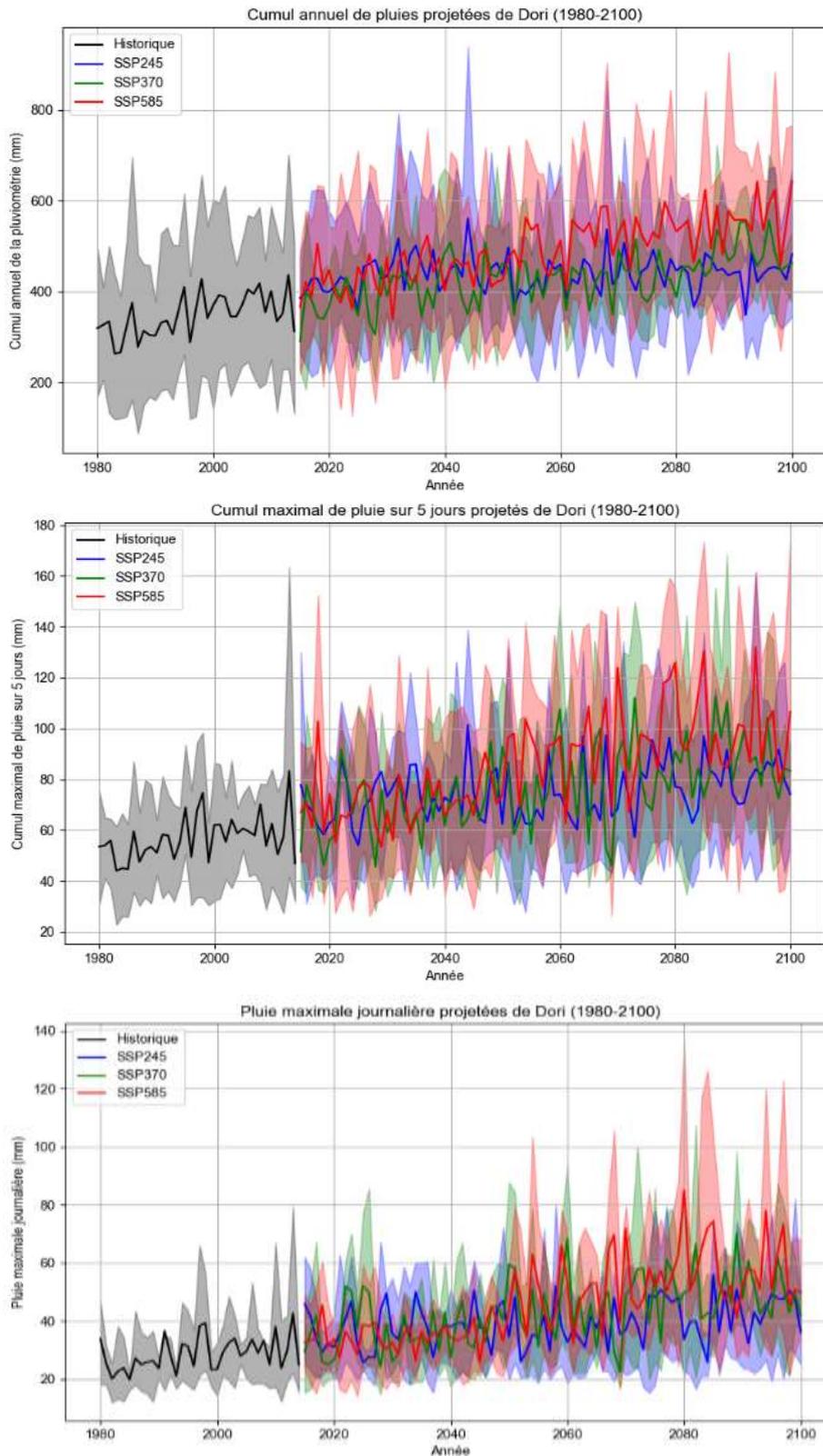


Figure 19 . Dori : projections de la pluie annuelle, de la pluie maximale sur 5 jours et de la pluie maximale journalière

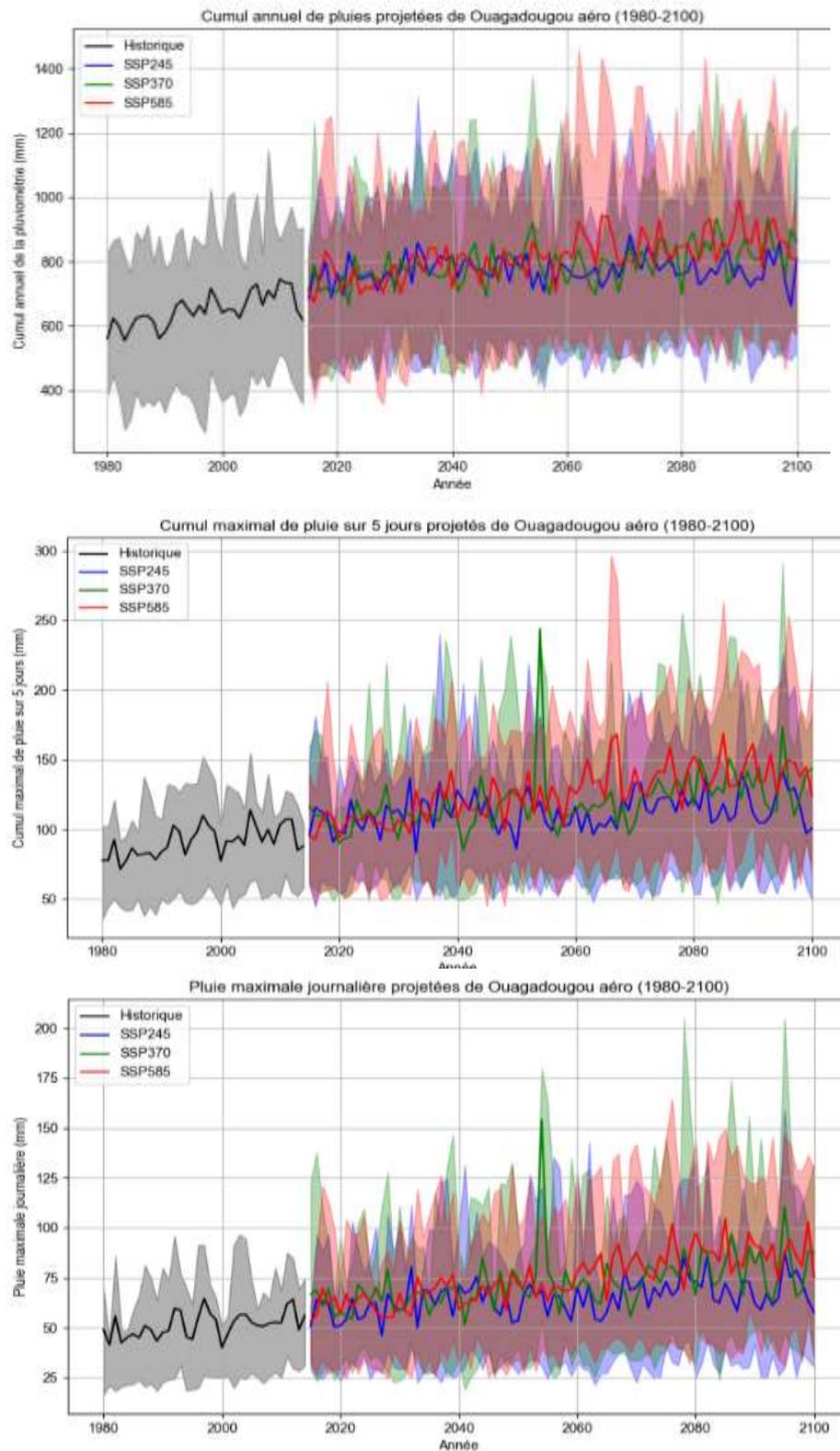


Figure 20, Ouagadougou : projections de la pluie annuelle, de la pluie maximale sur 5 jours et de la pluie maximale journalière

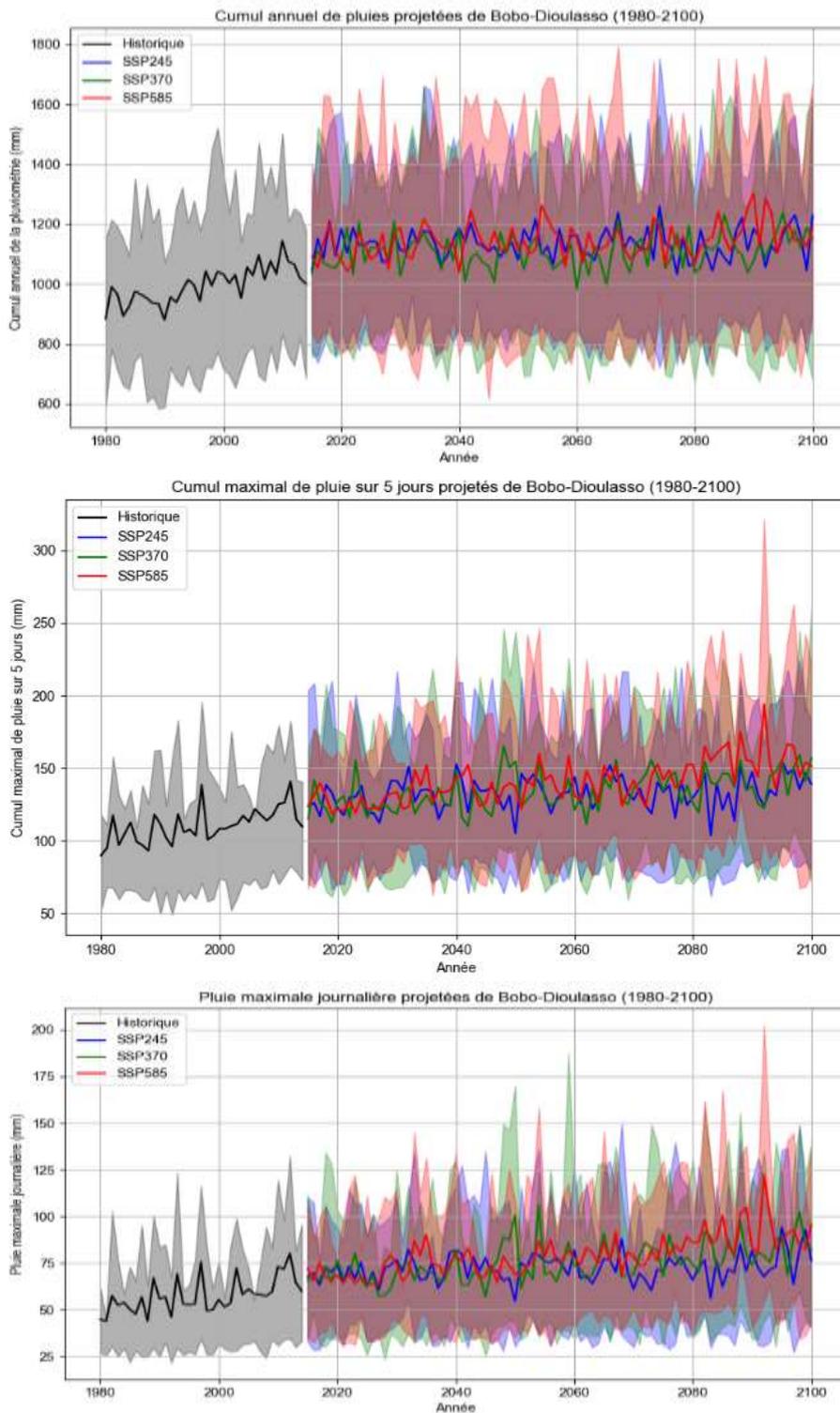


Figure 21, Bobo-Dioulasso : projections de la pluie annuelle, de la pluie maximale sur 5 jours et de la pluie maximale journalière

2.2.2 La température

Le tableau 5 présente un récapitulatif de la projection des indicateurs de température en 2050 et en 2100 avec leurs valeurs de l'année 2000 en comparaison. En zone sahélienne les projections de température maximales n'ont pas pu être menées à bien pour la station de Dori, pour cause de médiocres corrélations du multi-modèle avec les données historiques. La station de Boandé a été alors retenue en lieu et place de Dori.

Tableau 5: projection de variables de températures en 2050 et 2100 au regard des valeurs de 2000

Température à l'horizon 2050 en °C		Historique 2000		SSP245		SSP370		SSP585	
		moyennes	absolues	moyennes	absolues	moyennes	absolues	moyennes	absolues
Dori	températures minimales	23,2	11,9	25,3	14,3	25,4	14,4	25,6	14,4
Bogandé	températures maximales	34,3	43,6	35,5	45,1	35,0	43,5	35,2	45,1
	Nbre de jours T>40°C	50,9		65,9		58,0		62,6	
Ouagadougou	températures minimales	22,7	12,4	24,5	14,4	24,6	14,4	24,7	14,6
	températures maximales	35,0	44,8	36,1	46,1	35,9	45,6	36,3	46,5
	Nbre de jours T>40°C	58,8		84,3		83,3		90,7	
Bobo-Dioulasso	températures minimales	22,1	12,8	23,7	14,2	23,9	14,5	24,0	14,6
	températures maximales	32,7	40,9	33,5	42,0	34,1	43,1	33,8	42,2
	Nbre de jours T>40°C	15,8		25,0		35,1		27,4	
Température à l'horizon 2100 en °C		Historique 2000		SSP245		SSP370		SSP585	
		moyennes	absolues	moyennes	absolues	moyennes	absolues	moyennes	absolues
Dori	températures minimales	23,2	11,9	26,6	16,2	28,4	17,0	29,4	18,7
Bogandé	températures maximales	34,3	43,6	36,0	45,9	36,4	45,0	38,2	48,3
	Nbre de jours T>40°C	50,9		65,9		58,0		62,6	
Ouagadougou	températures minimales	22,7	12,4	25,7	16,4	27,5	16,9	28,3	18,6
	températures maximales	35,0	44,8	37,0	47,6	37,9	48,0	39,0	49,9
	Nbre de jours T>40°C	58,8		103,4		137,2		154,2	
Bobo-Dioulasso	températures minimales	22,1	12,8	24,8	15,9	26,9	17,3	27,7	18,9
	températures maximales	32,7	40,9	34,4	42,9	36,3	44,9	36,5	45,4
	Nbre de jours T>40°C	15,8		40,8		82,9		94,6	

Source : projections réalisées sur <https://cds.climate.copernicus.eu/projections-cmip6>

2.2.2.1 Les températures minimales

Selon les figures 22, 23 et 24 les températures minimales moyennes et minimales absolues augmentent à peu près linéairement pour toutes les zones et au même rythme pour tous les scénarios jusque dans les années 2060 à 2070. Après les courbes des scénarios se séparent. SSP245 poursuit le même rythme d'augmentation, SSP370 accélère et SSP585 accélère encore plus.

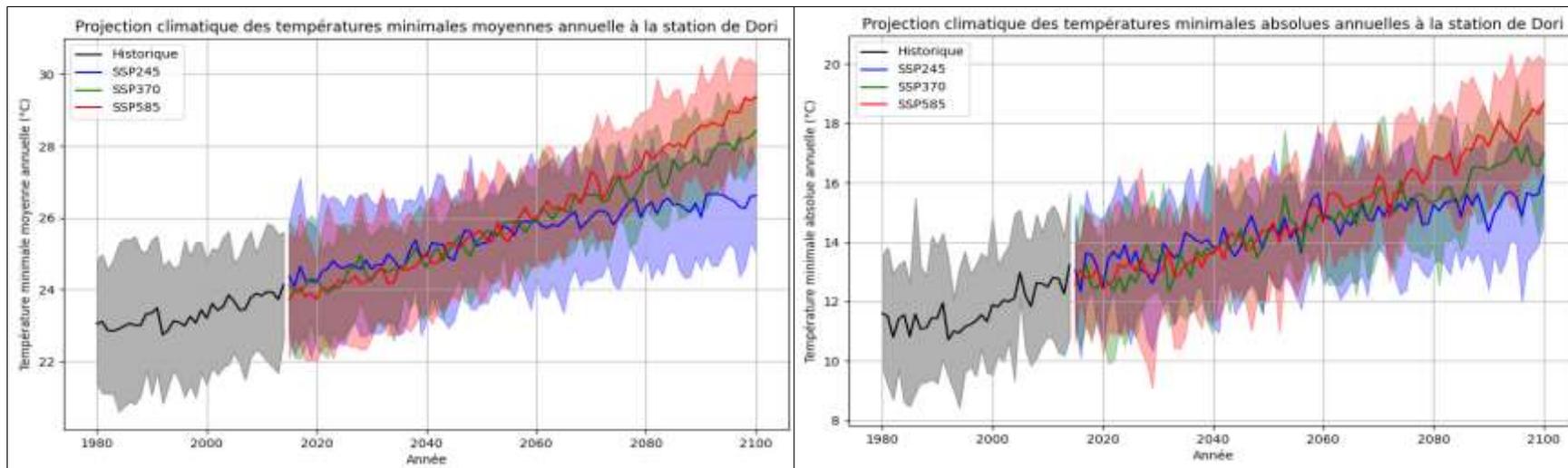


Figure 22. Dori : graphiques de projection des températures minimales moyennes et absolues

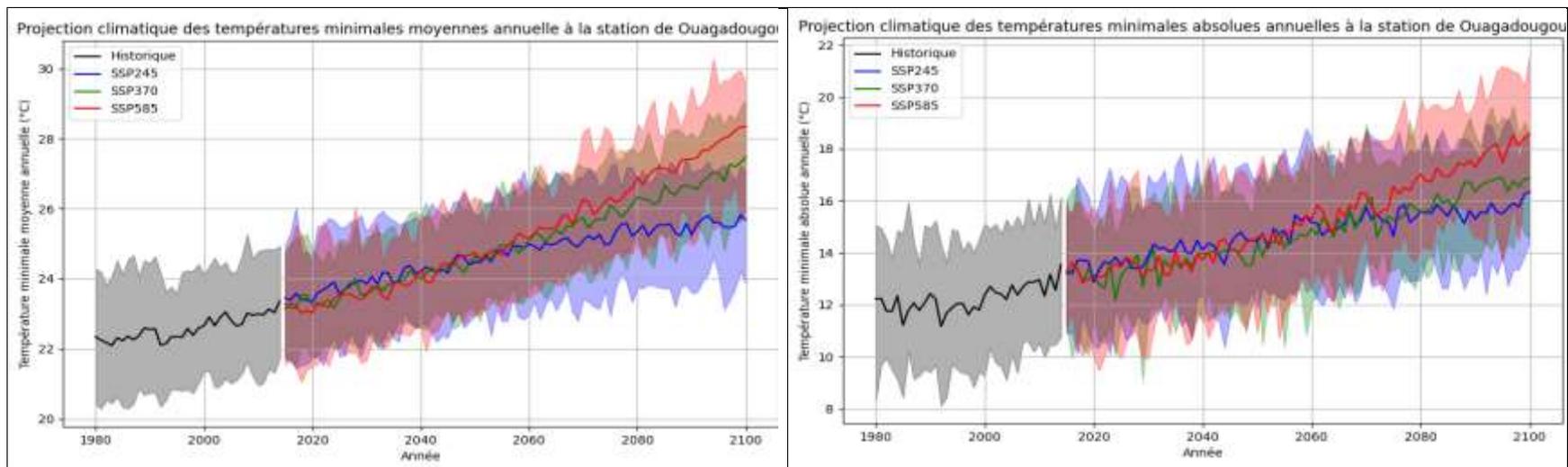


Figure 23 . Ouagadougou : graphiques de projection des températures minimales moyennes et absolues

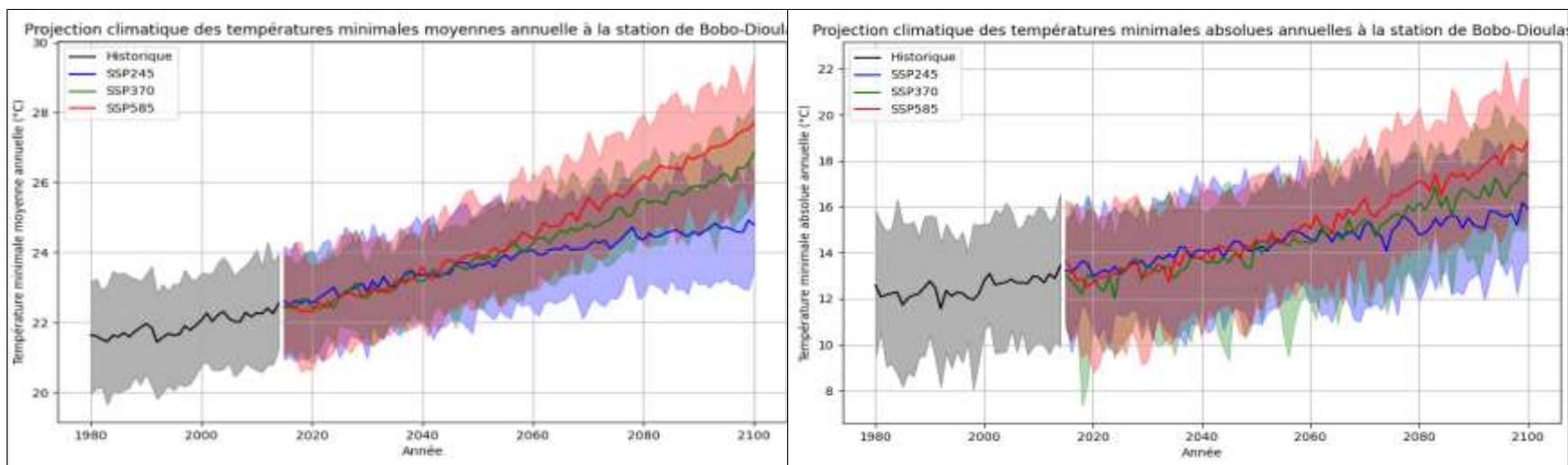


Figure 24 . Bobo-Dioulasso : graphiques de projection des températures minimales moyennes et absolues

2.2.2.2 Les températures maximales

La station de Bogandé a été retenue à la place de Dori, mais force est de constater que seule la projection de la température maximale moyenne a une allure normale.

A Ouagadougou en zone soudano-sahélienne le constat est le même que pour les températures minimales, avec toutes fois une imbrication des courbes SSP245 et SSP370 pour les températures maximales absolues.

A Bobo-Dioulasso en zone soudanienne ce sont SSP370 et SSP585 qui sont imbriquées en montée tandis que SSP245 reste linéaire cela pour les 3 indicateurs.

2.2.2.3 Les nombres de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$

A Bogandé (figure 25) le nombre de jours chauds augmente au même rythme pour les 3 scénarios jusqu'en 2060 où le scénario SSP585 adopte une croissance beaucoup plus forte. A partir de 2080 SSP245 arrête l'augmentation tandis que SSP370 reste sur une augmentation linéaire.

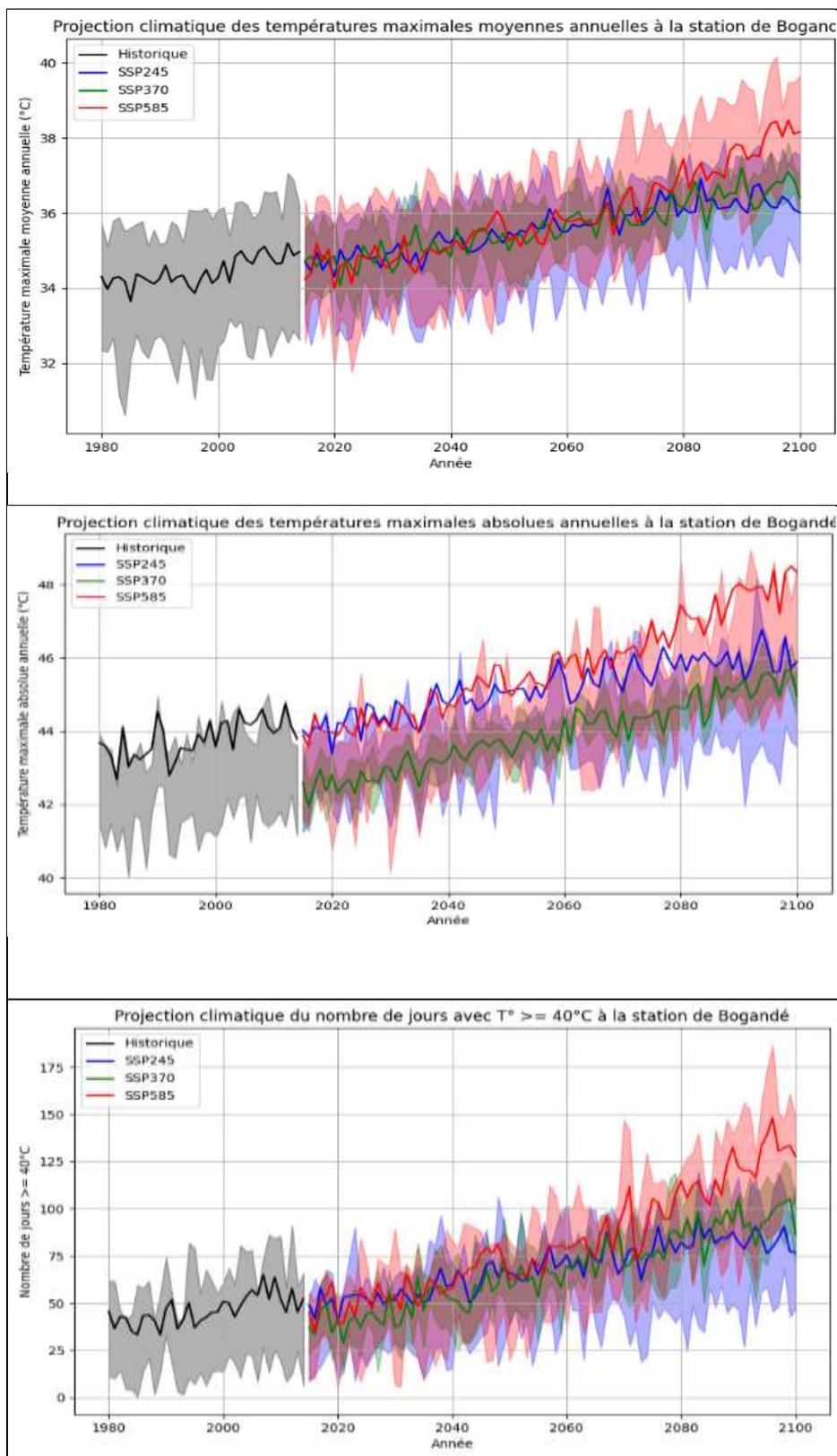


Figure 25. Bogandé : graphiques de projection des températures maximales et du nombre de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$

A Ouagadougou (figure 26), le nombre de jours chauds augmente linéairement pour les 3 scénarios jusqu'en 2060 où l'augmentation se fait bien plus forte pour les Scénarios SSP370 et SSP585.

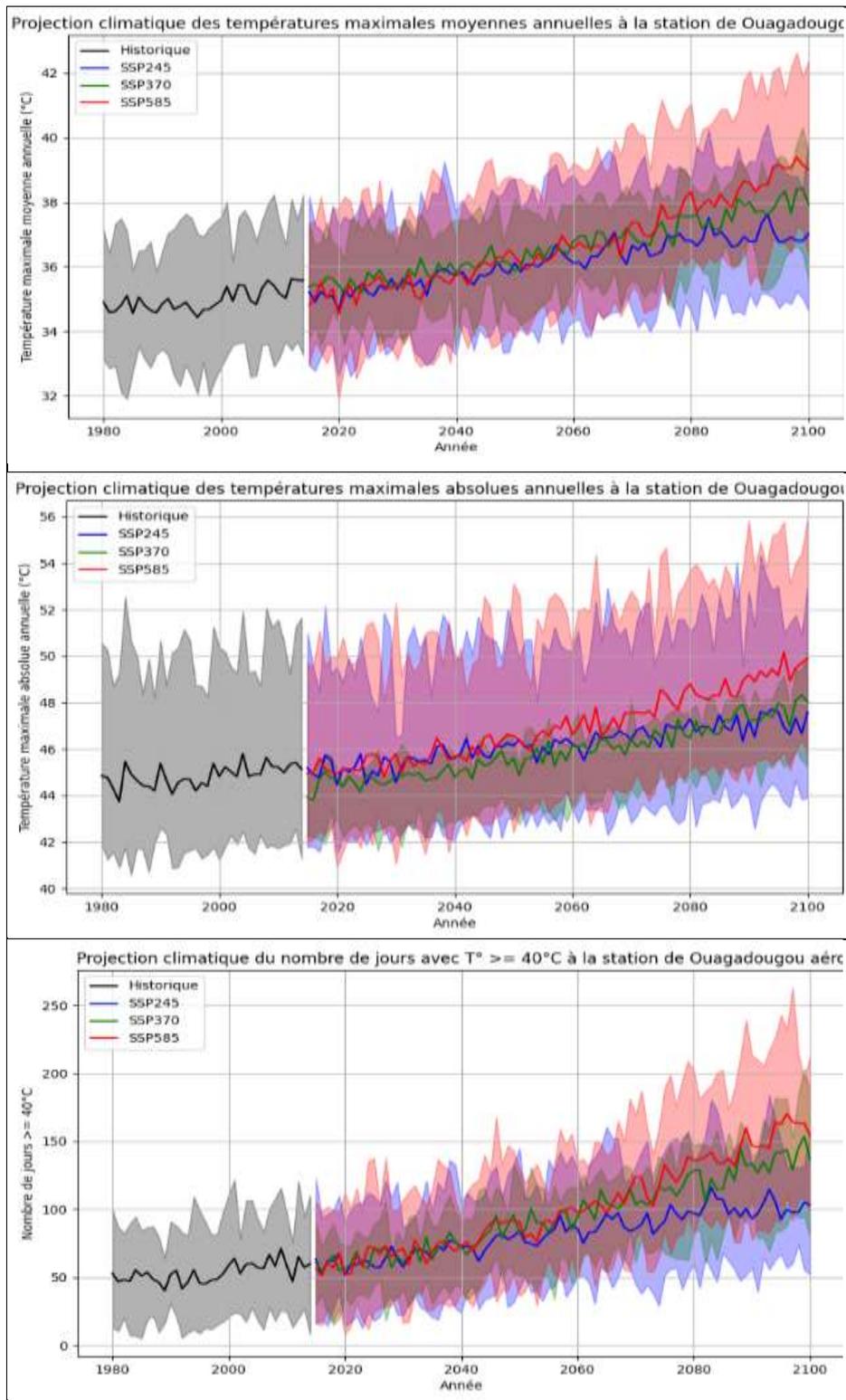


Figure 26. Ouagadougou : graphiques de projection des températures maximales et du nombre de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$

A Bobo-Dioulasso (figure 27) le nombre de jours chauds est en augmentation linéaire jusqu'en 2050 pour les 3 scénarios. A partir de là l'augmentation devient vertigineuse pour SSP370 et SSP585 pendant qu'elle garde le même rythme linéaire pour SSP245.

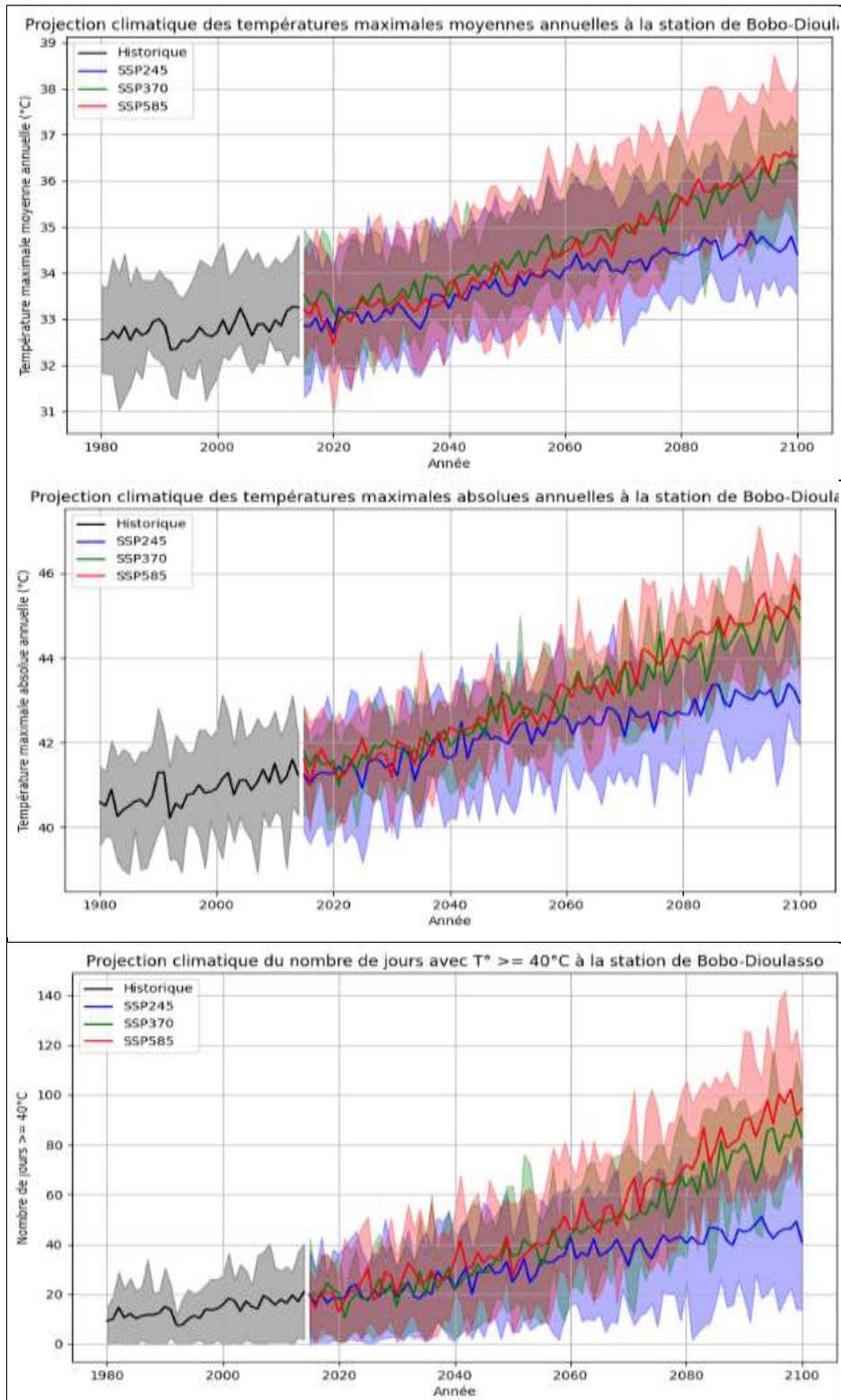


Figure 27. Bobo-Dioulasso : graphiques de projection des températures maximales et du nombre de jours où $T > 40^{\circ}\text{C}$

3 LES CATASTROPHES NATURELLES ET LEUR GESTION

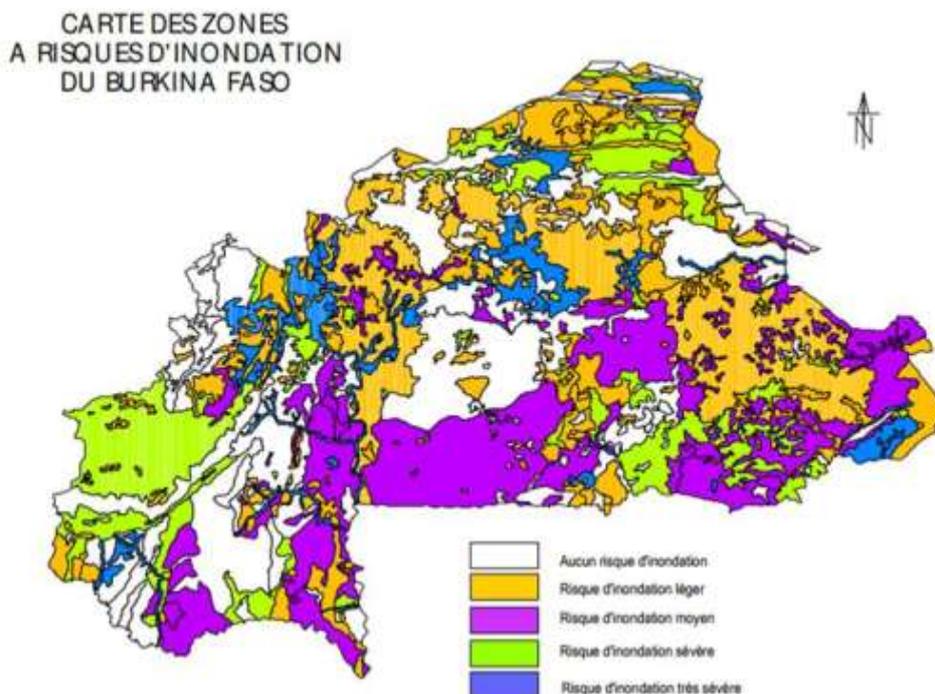
Le contenu de cette troisième partie a des limites objectives du fait qu'il se fonde sur des données parcellaires tirées de documents qui datent tous d'avant 2022. Les informations les plus récentes sur les catastrophes naturelles n'ont pas été accessibles.

3.1 Évènements climatiques extrêmes et catastrophes naturelles

3.1.1 Les catastrophes naturelles déclarées et documentées

3.1.1.1 Les inondations

Les inondations touchent toutes les régions du Burkina. Elles sont de plus en plus fréquentes et de plus en plus sévères. Elles sont la conséquence d'événements pluviométriques extrêmes conjuguées avec des facteurs qui résultent d'activités anthropiques. La carte 4 présente les zones à risque d'inondation.



Carte 4 : Les zones à risque d'inondation au Burkina Faso.

Source : Gouvernement du Burkina Faso, 2013-2014.

Selon les rapports annuels SP/CONASUR de 2006 à 2022, ont été sinistrés par des inondations :

- en 2006 dans la zone sahéenne les régions du Sahel et du Nord, dans la zone soudano-sahéenne les régions du Centre-Nord, de la Boucle du Mouhoun et du Centre-Sud, dans la zone soudanienne les régions du Centre-Ouest et des Hauts-Bassins.
- toutes les 13 régions en 2007, 2016, 2018 et 2020 ;
- 12 régions en 2010 et 2017 ;
- 11 régions en 2009 ;
- 10 régions en 2013 et 2021 ;
- 9 régions en 2015 ;
- 8 régions en 2011 et 2022 ;
- 7 régions en 2008 et 2014 ;

- en 2012 le nombre de régions concernées n'a pas été reporté, mais les impacts ont été parmi les plus forts.

3.1.1.2 Les sécheresses

La sécheresse est la catastrophe naturelle la plus dévastatrice au Burkina Faso. Elle est due à un déficit de pluviométrie et des températures élevées conjuguées avec une dégradation du sol, elle-même conséquence d'actions anthropiques sur le couvert végétal.

La carte 6 présente le profil des risques de sécheresse au Burkina Faso.



Carte 5 : profil des risques de sécheresse au Burkina Faso (Source : FAO, 2015)

Les périodes de grandes sécheresses connues sur toute l'étendue du territoire sont :

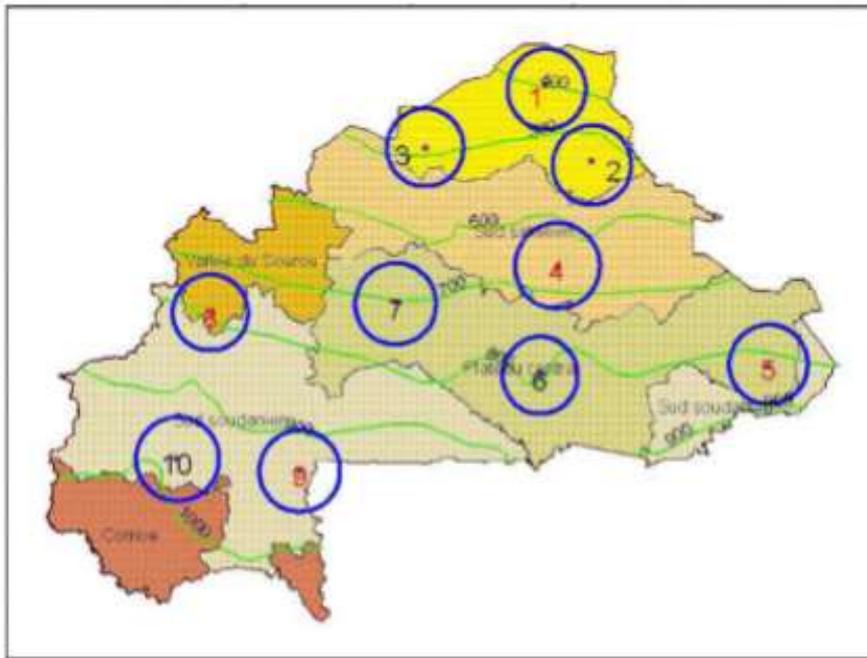
- 1972/1973 avec une baisse de la pluie annuelle de 25% à 60% par rapport à la normale
- 1982/1984 avec une baisse de la pluie annuelle non évaluée
- 2011/2012 avec une baisse de la pluie annuelle non évaluée ayant touché 162 communes de 29 provinces dans 10 régions sur 13.

3.1.1.3 Autres catastrophes naturelles liés au climat

Les canicules sont de longues périodes successives de forte chaleur.

Les invasions acridiennes dont l'éclosion et la migration sont favorisées par certaines conditions climatiques.

Sur la base d'une étude faite par le SP/CONEDD, la Banque mondiale a établie en 2011 une carte identifiant 10 zones présentant les plus forts risques de catastrophes naturelles (Carte 6).



Carte 6 : Les dix zones les plus vulnérables. Source : Banque mondiale, 2011 ; tiré de PANA

3.1.2 Liens entre catastrophes naturelles déclarées et évènements climatiques extrêmes

3.1.2.1 Les inondations

Les inondations sont dues aux pluies maximales journalières extrêmes et/ou aux cumuls sur 5 jours extrêmes. Par exemple pour l'inondation la plus importante jamais enregistrée à Ouagadougou :

le 1er Septembre 2009, il est tombé en 1 jour 261,3 mm de pluie, soit 28,5% de la pluie annuelle de 2009 (916,7 mm), 45,2% de la pluie annuelle de l'année sèche 1997. De plus cela a donné par la même occasion la pluie maximale sur 5 jours de 279,3 mm soit 30,4% de la pluie annuelle.

Tableau 6 : Concordances entre inondations et pluies maximales journalières et sur 5 jours

Pluie max.	Dori		Bogandé		Ouagadougou		Boromo		Bobo-Dioulasso		Gaoua	
	jour	5jours	jour	5jours	jour	5jours	jour	5jours	jour	5jours	jour	5jours
2006							50,6	136,1	54,3	122,7		
2007					116,7	133,5	66,4	117,1	84,3	130,9	73,9	133
2008	117,7		102	124,1	58,4	111,3	134	216	73,7	141,2		
2009			86,8	154,5	261,3	279,3						
2010									104	186,9	86,4	116 ?1
2011							105,1	131,8				
2012							100,5	130,4	63,2	151,8		
2013												
2014							88,2	118,8	74,4	125	95,4	115,1
2015									114	160,2		
2016			86,9	122,9	94,5	153,8			88,1	134,6		
2017			69,9	127,3	96,6	127,8						
2018							66,6	146,7	69,1	151,1	88,2	163
2019	85,5	157,3			91,3	155,4	72	144,4	112,7	133,9	65,5	184,5
2020	55,9	130,9	125,8	174,4			83,8	107,2	75,8	115,4	63,5	125,2
2021									69,6	115,9	81,8	118,8
2022			50,3	103,3	66,1	114,3	110,6	145,6	57,6	139,3	82,5	123,5

Source : données de ANAM-BF et divers rapports de SP/CONASUR

Remarque : le tableau 6 ne mentionne aucune possibilité d'inondation en 2013 alors que la section 3.1.1.2 ci-dessus indique que 10 régions sur 13 ont été touchées. C'est parce que le tableau ne présente que les pluies maximales de 2 stations par zone climatique et qu'une inondation est un phénomène limité dans l'espace.

3.1.2.2 Les sécheresses

Le tableau 7 présente les baisses de pluviométrie d'au moins 20% enregistrées entre 1990 et 2023 sur 3 couples de stations situés chacun sur l'une des 3 zones climatiques du Burkina.

Tableau 7 : déficits pluviométriques des années de sécheresse.

	Dori	Bogandé	Ouagadougou	Boromo	Bobo-Dioulasso	Gaoua
1990				-36,7%		
1992				-25,9%		
1993	-36,9%	-21,5%				
1995				-20,9%		
1996	-30,3%					
1997			-24,9%			
2000	-31%	-32,8%	-24,1%	-24,5%		
2001	-20,9%		-21%			
2002				-29,8%	-23,4%	
2004	-38,7%				-21,4%	
2005					-22,4%	
2006	-21,8%	-31,7%	-23,8%			
2011					-26,4%	
2014		-21,1%				
2017					-35,3%	
2023				-20,6%		

Source : Données de ANAM-BF et divers rapports de SP/CONASUR

3.2 Les impacts des catastrophes naturelles

Selon des rapports annuels du SP/CONASUR disponibles, les tableaux 8 et 9 présentent des impacts chiffrés des inondations et des sécheresses.

3.2.1 Les impacts de portée sociale

Tableau 8 : impacts sociaux des inondations et des sécheresses

Inondations	Année	Personnes sinistrées	Blessés	Pertes en vies humaines	Forte migration
	1988	14900			
1992	21400				
1994	68000				
2006	11.464				
2007	146.202	74	83		
2008	24.676	54	6		
2009	180.386	63	46	oui	
2010	173.226	46	30		
2011	8.851	21	5		
2012	73.722	46	20		
2013	14.971				
2014	5.582		2		
2015	32.348		7		
2016	60.690	111	57		
2017	34.574	105	19		

	2018	46.726	65	15	
	2019	2.251	4	4	
	2020	71.341	50	13	
	2021	45.665	132	68	
	2022	17074	369	3	
Sécheres	Période				
	1972/1973			oui	oui
	1982/1984			oui	oui
	2011/2012	3.500.000		oui	oui

Source : divers rapports de SP/CONASUR

3.2.2 Les impacts de portée économique

Tableau 9: impacts économiques des inondations et des sécheresses

Inondations	Année	Pertes de cheptels et de volailles	Pertes de récoltes/vivres	Destruction de constructions
	1988	oui	oui	975
	1992	oui	3 000 ha	3400
	1994		106 560 ha	22 barrages
	2006			
	2007	oui		26833
	2008			
	2009		22.200 ha	42373
	2010			
	2011			
	2012		803 greniers	7796
	2013			
	2014			
	2015			1747
	2016			6290
	2017			5454
	2018			4066
	2019			862
	2020	oui	250 tonnes	6793
2021			5289	
2022			1369,27 ha	2509
Sécheres	Période			
	1972/1973	11% à 62%	Oui - important	
	1982/1984	5% à 22%	Oui - important	
	2011/2012	3.265.000 ruminants	154.462 tonnes	

Source : divers rapports de SP/CONASUR

3.3 Les réponses aux catastrophes naturelles

3.3.1 Les réponses liées à la gouvernance institutionnelle

3.3.1.1 Le CONASUR

Le Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (CONASUR) est l'organe de coordination chargé de la prévention des catastrophes, de la gestion de secours d'urgence et de réhabilitation. Il comporte des démembrements dans 4 subdivisions territoriales de niveaux inférieurs :

- Conseil Régional de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (CORESUR)

- Conseil Provincial de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (COPROSUR)
- Conseil Départemental de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (CODESUR)
- Le Conseil Villageois de Développement (CVD)

La composition du CONASUR fait appel à des représentants de divers départements ministériels stratégiques impliqués dans la gestion des catastrophes naturelles. L'administration et l'exécution des actions du CONASUR sont assurées par un secrétariat permanent, le SP/CONASUR.

3.3.1.2 Les partenaires Techniques et Financiers nationaux du CONASUR

- La Société Nationale de Gestion des Stocks de Sécurité alimentaire (SONAGESS). Comme instrument de la politique céréalière elle gère un stock national de sécurité (SNS) de 35000 tonnes et un stock national d'intervention (SNI) de 10000 tonnes.
- La Direction Générale de la Protection Civile (DGPC). Elle définit et conduit les actions pour la sauvegarde des personnes et des biens en cas de catastrophes majeures.
- Le Fonds National de Solidarité. Il collecte des dons de diverses sources en mettant en œuvre la solidarité entre les burkinabè pour participer au financement des actions de secours d'urgence et de réhabilitation en cas de catastrophe.
- La Croix-Rouge du Burkina Faso . Elle intervient comme auxiliaire des pouvoirs publics dans la réponse aux catastrophes.

3.3.1.3 La législation

Au Burkina Faso plusieurs instruments juridiques ont été élaborés et qui règlementent la gouvernance de l'environnement, de l'eau, des changements climatiques et la gestion des catastrophes naturelles. Au nombre de ces instruments on peut citer entre autres :

- La constitution du Burkina Faso admet le principe de développement durable et affirme la nécessité absolue de protéger l'environnement.
- La loi n°012-2014/an portant loi d'orientation relative à la prévention et à la gestion des risques, des crises humanitaires et des catastrophes

3.3.2 **Les réponses aux effets immédiats**

3.3.2.1 Le pré positionnement des besoins de premières nécessité et la décentralisation

Pour faire face rapidement aux besoins de premières nécessités en cas de catastrophe, des stocks sont prépositionnés à la disposition des CORESUR dans les localités suivantes :

- Bobo-Dioulasso pour les Régions des Cascades, du Sud-Ouest et des Hauts Bassins ;
- Ouagadougou pour les Régions du centre, du Centre Nord, du Plateau Central, du Centre Sud et du Centre Ouest ;
- Dédougou pour la Région de la Boucle du Mouhoun ;
- Tenkodogo pour la Région du Centre Est, de l'Est ;
- Ouahigouya pour la Région du Nord ;
- Dori pour la Région du Sahel.

Ces stocks doivent au minimum permettre de répondre aux besoins de 500 victimes, quel que soit la catastrophe qui pourrait survenir. Au-delà de ce nombre le CONASUR intervient.

Récemment la capacité logistique des CORESUR a été renforcée par la remise de 04 magasins mobiles de 350 tonnes chacun.

3.3.2.2 Les mécanismes d'intervention rapides

Les mécanismes d'interventions rapides sont schématisés sur la figure 25.

- 1) Avant la survenue de la catastrophe :
 - le matériel suffisant pour secourir 500 personnes est prépositionné ;
 - les systèmes d'alerte précoce ont permis aux équipes locales de s'apprêter à intervenir ;
 - les populations concernées sont sensibilisées à l'arrivée de la catastrophe.
- 2) Pendant la catastrophe :
 - mobiliser, 24/48 heures après l'apparition de la catastrophe l'équipe d'évaluation locale coordonnée par le CONASUR ou son démembrement.
 - recenser pour chaque secteur les besoins, les types d'intervention à réaliser et les ressources requises (humaines, logistiques, financières) ;
 - intervenir sur la base des objectifs du plan d'action et soutenir au maximum 500 personnes et informer le niveau national lorsque les besoins sont supérieurs, pour qu'il puisse prendre le relais.
- 3) Après la catastrophe, la réhabilitation :
 - donner la possibilité aux personnes affectées de retrouver un cadre de vie conforme à ce qu'ils avaient avant la catastrophe ;
 - mettre en place des comités communautaires pour favoriser la participation locale à l'élaboration et à la mise en œuvre des activités de relèvement.

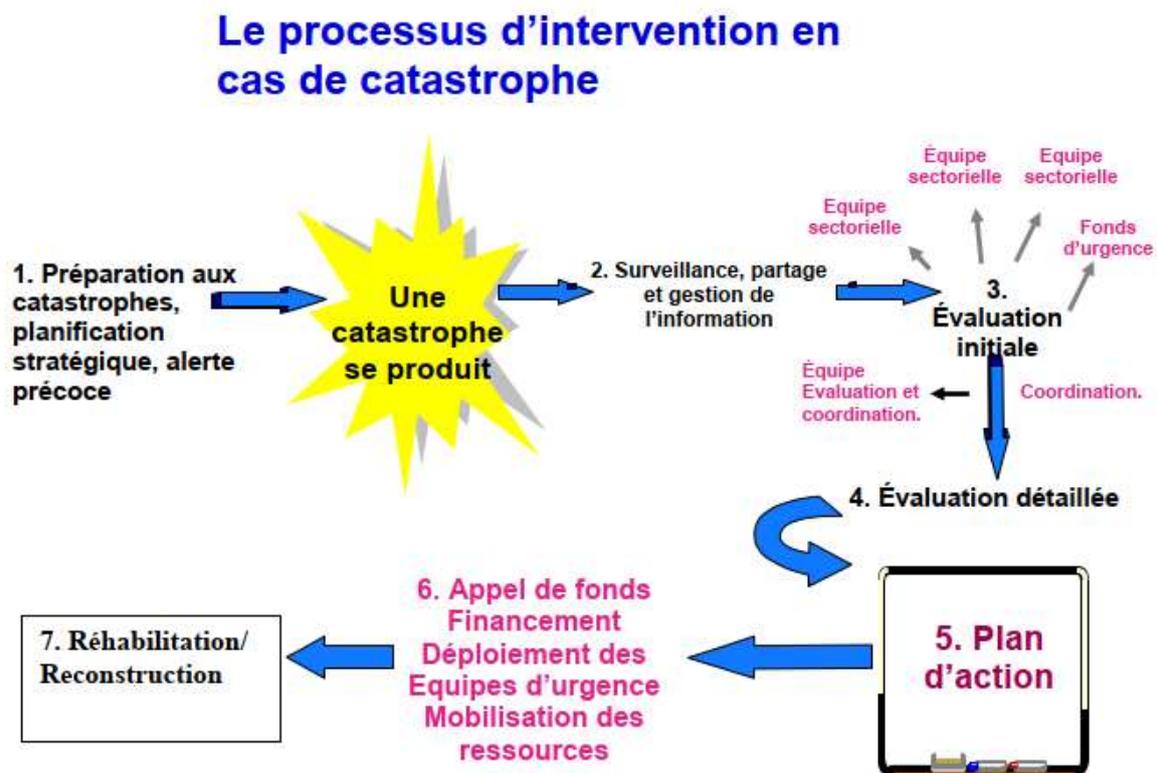


Figure 28 : le processus d'intervention en cas de catastrophe

Source : Plan National Multirisque de Préparation et de Réponse aux Catastrophes 2013 – 2014

3.3.3 Les réponses à visée préventive

3.3.3.1 Les plans d'action

- Le Plan national multi risques de préparation et de réponse aux catastrophes
- Le Plan d'action national pour le renforcement des capacités pour la réduction des risques et la préparation à la réponse aux urgences au Burkina Faso 2016-2020
- La Stratégie nationale de réduction des risques de catastrophes (SN-RRC) en cours d'élaboration. Elle vise à doter le Burkina Faso d'un référentiel national en matière de RRC déclinant la vision et les axes prioritaires du pays en matière de gestion des catastrophes.

3.3.3.2 Les systèmes d'alerte précoce

Le Centre National pour la Coordination du Mécanisme d'Alerte Précoce et de Réponse (CNCMR) est chargé de « coordonner et d'assurer le suivi des activités d'intervention dans le cadre de la mise en œuvre du mécanisme national d'alerte précoce et de réponse, optimiser l'accès aux sources d'information et la qualité de la collecte et de l'analyse desdites informations, impliquer et autonomiser les populations locales dans la formulation des réponses aux menaces auxquelles celles-ci sont exposées... »

Un atelier récent dénommé “**Cadrement du système local d'alerte précoce inondations au Burkina Faso**” vise à rassembler des experts, des décideurs, et des représentants des communautés pour discuter et établir les bases d'un système d'alerte précoce efficace et adapté aux réalités locales. L'objectif est de renforcer la capacité de réponse du pays face aux inondations, en améliorant la prévision, la surveillance et la communication des alertes pour sauvegarder des vies et réduire les pertes matérielles.

3.4 Projections climatiques et catastrophes naturelles : risques et enjeux du futur

Les projections climatiques font apparaître que les événements climatiques extrêmes seront plus fréquents et de plus grande ampleur. Ce qui implique des risques accrus de catastrophes naturelles de plus en plus dévastatrices.

Dans le cadre du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNA de 2015-2050) de nombreuses stratégies et plans d'adaptation ont été élaborées dans tous les secteurs, mais leur évaluation fait apparaître des faiblesses dans leur mise en œuvre, notamment :

- insuffisance des allocations budgétaires ;
- faible appropriation des changements climatiques par les collectivités et l'impact limité des actions d'adaptation au changement climatiques ;
- insuffisance de synergie entre les différents acteurs ;
- faible implication du secteur privé ;
- etc ...

Dans le futur l'événement climatique de durée de retour 30 ans sera probablement bien plus dévastateur qu'aujourd'hui, c'est-à-dire que dans le futur une durée de retour de 30 ans pourrait correspondre à une durée de retour de 100 ans aujourd'hui. Il faudra en tenir compte lors du dimensionnement des ouvrages.

Il convient donc de réviser régulièrement les stratégies, les plans et les normes pour les mettre en phase avec l'évolution du climat.

Si l'on peut raisonnablement espérer que le monde cherchera à éviter le scénario du pire SSP585, il faudrait travailler à s'inscrire au moins dans la perspective du scénario intermédiaire SSP370

CONCLUSION

L'analyse de l'évolution sur les 30 dernières années des indicateurs climatiques basés sur la pluviométrie et la température a montré une tendance à la hausse du cumul annuel de pluie partout. Le nombre de jours de pluie tend à baisser ou reste stable tandis que les très fortes pluies ont tendance à se multiplier. Plus d'eau en moins de fois augmente les risques d'inondation.

De même partout on constate une tendance à la hausse des températures moyennes annuelles, tendance moins prononcée en zone sahélienne où la température maximale baisse pendant que la température minimale monte.

Pour les vagues de chaleurs et les jours chauds leur nombre a une tendance à la baisse en zone sahélienne alors que la tendance est à la hausse dans les 2 autres zones. A long terme, ne va-t-on pas vers une sorte de convergence des 3 zones climatiques ? A moins que ce ne soit qu'un mouvement cyclique de contraction-expansion ?

En supposant que la station de Dori est bien représentative de la zone sahélienne, cette zone devrait à la longue être bien plus propice aux activités agro-pastorales pour peu que l'on ait une maîtrise suffisante des eaux pluviales.

Les projections climatiques selon les 3 scénarios SSP245, SSP370 et SSP585 cités par ordre croissant d'importance des émissions de gaz à effet de serre, viennent confirmer toutes les tendances à la hausse, qui deviennent vertigineuses à partir de 2060 pour les 2 derniers scénarios.

Les catastrophes naturelles telles que les inondations et les sécheresses qui sont le plus souvent les conséquences d'événements climatiques extrêmes seront donc très probablement bien plus fréquentes et de plus grande ampleur, à moins que les différents plans et stratégies élaborés pour y faire face n'atteignent dans leur mise en œuvre une efficacité suffisante.

RECOMMANDATIONS

Relativement aux inondations

Veiller à :

- Dimensionner les ouvrages pour résister aux événements extrêmes de durée de retour bien supérieur à ce qui est de mise jusqu'ici.
- Réaliser des systèmes de récupération et de stockage des eaux de ruissellement.

Relativement aux sécheresses

Il faudrait :

- développer l'agriculture de contre saison, avec apport au plus juste des quantités d'eau nécessaires.
- mobiliser par des impluviums les eaux de pluies qui n'ont pas vocation à s'infiltrer
- créer les conditions d'utilisation des eaux de surface de manière à minimiser leur évaporation à l'aide du solaire photovoltaïque flottant par exemple.

Relativement à l'anticipation des effets du CC

Revitaliser l'outil de planification T21-Burkina

Cet outil développé sur plusieurs années modélise la dynamique des interactions multiples qu'il y a entre tous les secteurs des 3 sphères : l'économie, le social et l'environnement.

Il peut prendre en compte les projections climatiques selon divers scénarios et sa dernière version intègre l'économie verte.

Il permet d'évaluer l'impact à moyen et long terme à tous les niveaux d'une action imprimée dans un secteur. Il permet en outre de déterminer quel levier actionner pour obtenir l'effet désiré.

En 2013 il a permis d'évaluer les investissements à faire en adaptation à partir de 2014 pour compenser en 2050 les effets du changement climatique.

Pour revitaliser T21-Burkina il faudrait :

- Finaliser la mise en place d'un comité national de suivi de T21-Burkina amorcé en 2014
- Poursuivre la création d'une masse critique de compétences dans l'utilisation, la mise à jour et l'évolution de T21-Burkina. A l'époque 12 jeunes enseignants-chercheurs ont été formés et la création d'un module interdisciplinaire de master consacré à ce sujet a été envisagé
- Prévoir des ressources budgétaires dans le cadre des investissements en adaptation.

Relativement à la gestion des catastrophes naturelles

Mettre en place une plateforme documentée et tenue à jour sur les catastrophes

Il suffira alors pour renseigner la plateforme, de systématiquement y introduire toutes les informations pertinentes à chaque étape du processus d'intervention en cas de catastrophe tel que présenté à la figure 28 du document.

REFERENCES

Articles scientifiques

Evaluation and comparison of CMIP6 and CMIP5 model performance in simulating the seasonal extreme precipitation in the Western North Pacific and East Asia, Chao-An Chen, Huang-Hsiung Hsu, Hsin-Chien Liang , Weather and Climate Extremes Volume 31, March 2021, 100303

Frequency of different types of El Niño events under global warming, Alizadeh, 2022 - International Journal of Climatology - Wiley Online library

Textes législatifs

Décret N°2009-601/PRES/PM/MASSN/MEF/MATD portant création, composition, attributions et fonctionnement du Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation. Loi n° 012-2014/an portant loi d'orientation relative a la prévention et a la gestion des risques, des crises humanitaires et des catastrophes.

Décret N°2014-178/PRES/PM/MASSN/MATS/MEF portant attributions, organisation et fonctionnement du Secrétariat permanent du Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation

Arrêté N° 2015-024 /MASSN/CAB/portant organisation des départements du Secrétariat Permanent du Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation

Documents officiels

Burkina Faso - Plan National Multirisque de Préparation et de Réponse aux Catastrophes - Période 2013 – 2014

Burkina Faso - Plan d'Action National pour le Renforcement des Capacités pour la Réduction des Risques et la Préparation à la Réponse aux Urgences au Burkina Faso 2016-2020

Burkina Faso - Inondations 2020 Rapport de situation N°01, 11 septembre 2020

Burkina Faso - Troisième Communication Nationale sur les Changements Climatiques, Avril 2022

Agence du Bassin de la Volta - Evaluation des Plans, des Politiques et Directives liés à la Gestion à long terme des Inondations et de la Sécheresse dans le Bassin de la Volta existants au Niveau des six (6) Pays – Rapport Final du Burkina Faso – Mai 2022.

Webographie

Modèles CMIP6 : <https://scenarios-climatiques.canada.ca>

DRIAS Les **futurs** du **climat** : <https://www.drias-climat.fr/>

Climate Data Store: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/projections-cmip6?tab=download> ; <https://cds.climate.copernicus.eu/user-guide>

Observatoire National du Développement Durable (ONDD):

<https://m.facebook.com/p/Observatoire-National-du-D%C3%A9veloppement-Durable-ONDD-100068840530906/>

Agence Nationale de la Météorologie du Burkina Faso (ANAM-BF) :

<https://www.meteoburkina.bf/>

Comité National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation (CONASUR) :

<http://www.conasur.gov.bf/>

Food and Agriculture Organisation (FAO) : <https://www.fao.org>

ANNEXES

Les éléments du multi-modèles CMIP6 et leurs utilisations ou non lors des projections selon nos 3 scénarios, d'après <https://scenarios-climatiques.canada.ca/?page=cmip6-model-list>
Date de modification :2023-08-25

Tableau 10 : le multi-modèle CMIP6

#	Nom du modèle du CMIP6	Historique	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
1	AWI-CM-1-1-MR	Oui	Oui	Oui	Oui
2	BCC-CSM2-MR	Oui	Oui	Oui	Oui
3	CAMS-CSM1-0	Oui	Oui	Oui	Oui
4	CanESM5	Oui	Oui	Oui	Oui
5	CAS-ESM2-0	Non	Non	Non	Non
6	CESM2	Oui	Oui	Oui	Oui
7	CESM2-WACCM	Oui	Oui	Oui	Oui
8	CIESM	Oui	Oui	Non	Oui
9	CMCC-CM2-SR5	Oui	Oui	Oui	Oui
10	CMCC-ESM2	Non	Non	Non	Non
11	E3SM-1-1	Non	Non	Non	Non
12	E3SM-1-1-ECA	Non	Non	Non	Non
13	EC-Earth3	Oui	Oui	Oui	Oui
14	EC-Earth3-AerChem	Non	Non	Non	Non
15	EC-Earth3-CC	Non	Non	Non	Non
16	EC-Earth3-Veg	Oui	Oui	Oui	Oui
17	EC-Earth3-Veg-LR	Non	Non	Non	Non
18	FGOALS-f3-L	Oui	Oui	Oui	Oui
19	FGOALS-g3	Oui	Oui	Oui	Oui
20	FIO-ESM-2-0	Oui	Oui	Non	Oui
21	GFDL-CM4	Oui	Oui	Non	Oui
22	GFDL-ESM4	Oui	Oui	Oui	Oui
23	INM-CM4-8	Oui	Oui	Oui	Oui

#	Nom du modèle du CMIP6	Historique	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
24	INM-CM5-0	Oui	Oui	Oui	Oui
25	IPSL-CM5A2-INCA	Non	Non	Non	Non
26	IPSL-CM6A-LR	Oui	Oui	Oui	Oui
27	KACE-1-0-G	Oui	Oui	Oui	Oui
28	MIROC6	Oui	Oui	Oui	Oui
29	MPI-ESM1-2-HR	Oui	Oui	Oui	Oui
30	MPI-ESM1-2-LR	Oui	Oui	Oui	Oui
31	MRI-ESM2-0	Oui	Oui	Oui	Oui
32	NESM3	Oui	Oui	Non	Oui
33	NorESM2-LM	Oui	Oui	Oui	Oui
34	NorESM2-MM	Oui	Oui	Oui	Oui
35	TaiESM1	Non	Non	Non	Non
	Total des modèles	Historique 27	SSP2-4.5 : 27	SSP3-7.0 22	SSP5-8.5 27

Comparaisons de données des modèles et de données historiques entre 1980 et 2014 pour les températures minimales.

En zone sahélienne :

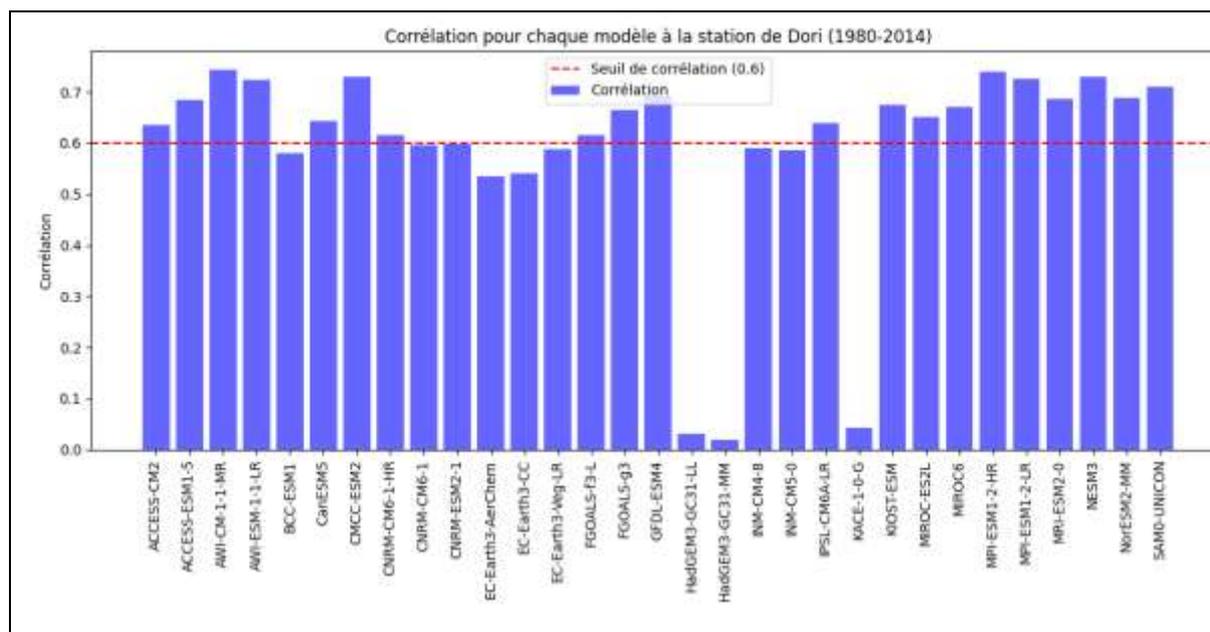


Figure 29 : comparaisons historique-modèles pour Dori

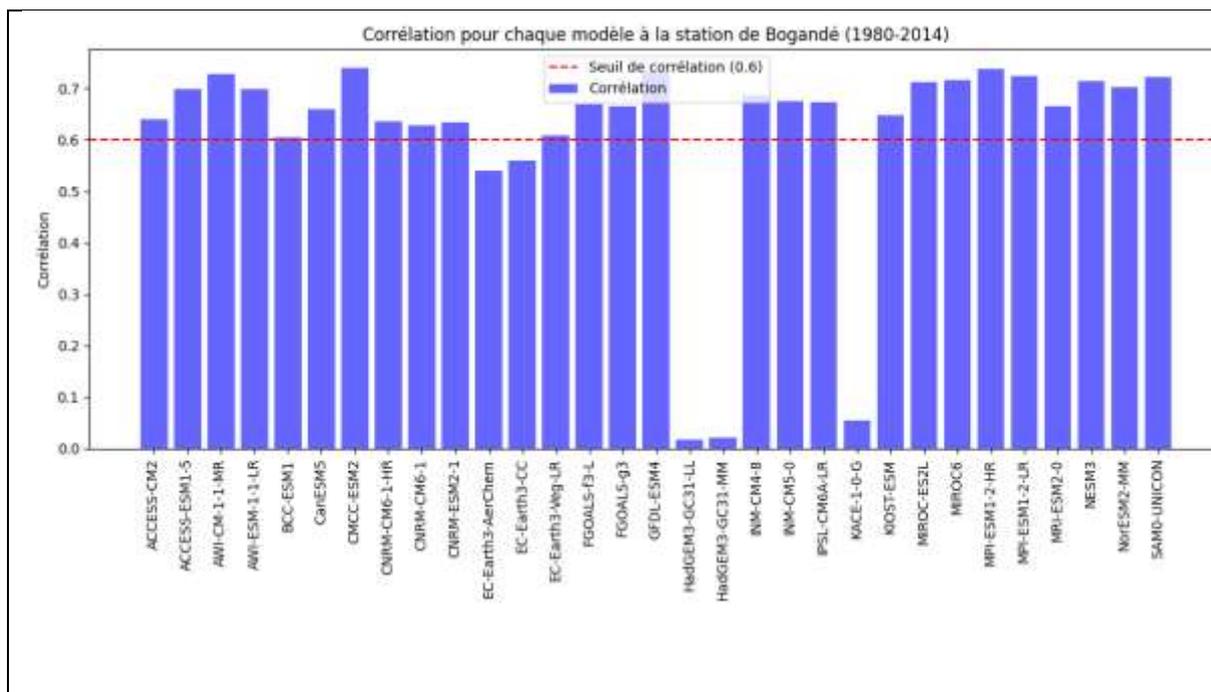


Figure 30 : Comparaison historiques-modèles pour Bogandé

En zone soudano-sahélienne :

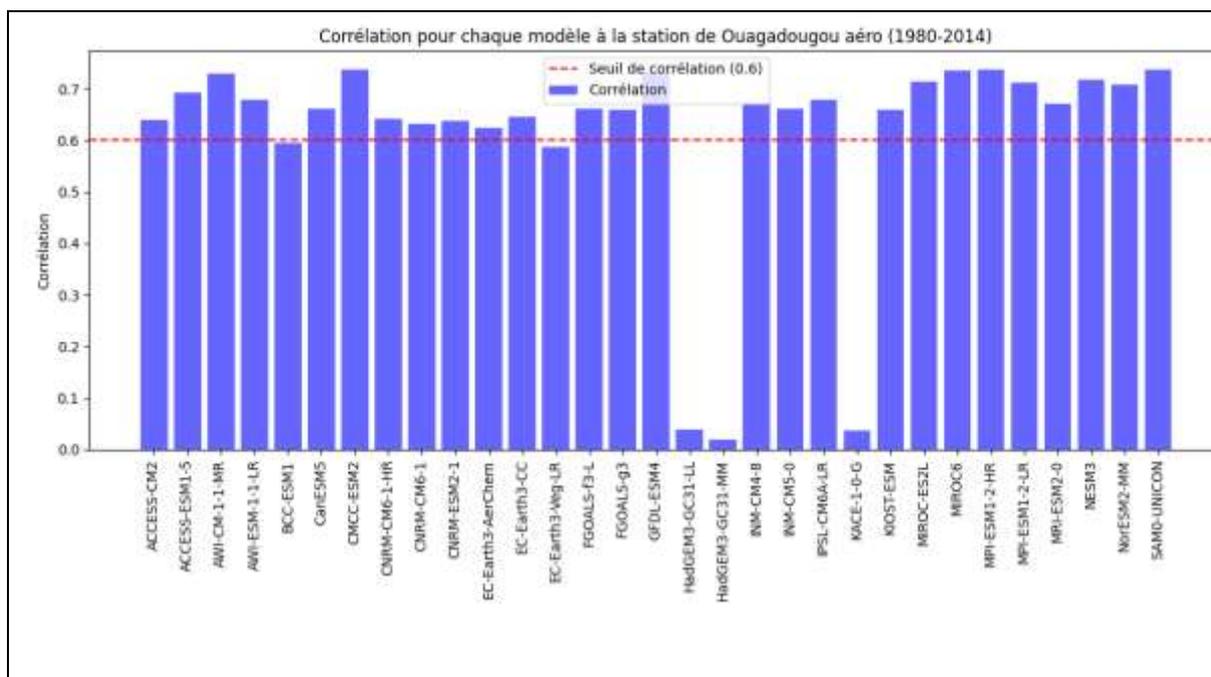


Figure 31 : Comparaison historiques-modèles pour Ouagadougou

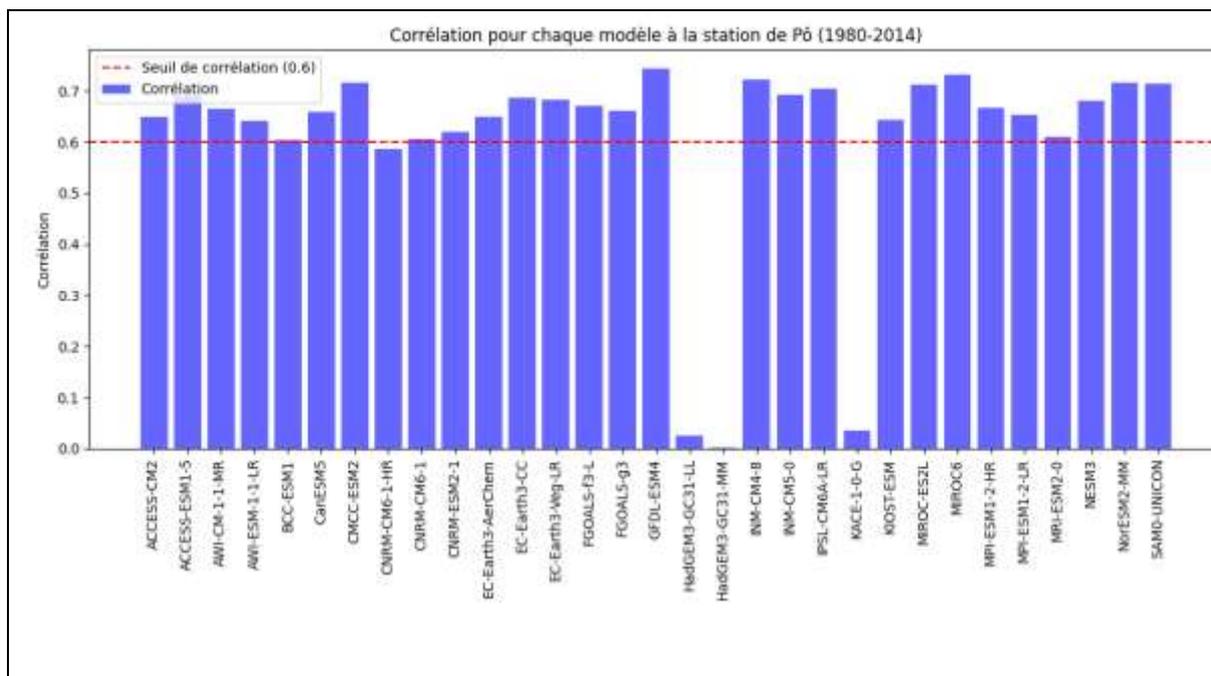


Figure 32 : Comparaison historiques-modèles pour Pô

En zone soudanienne :

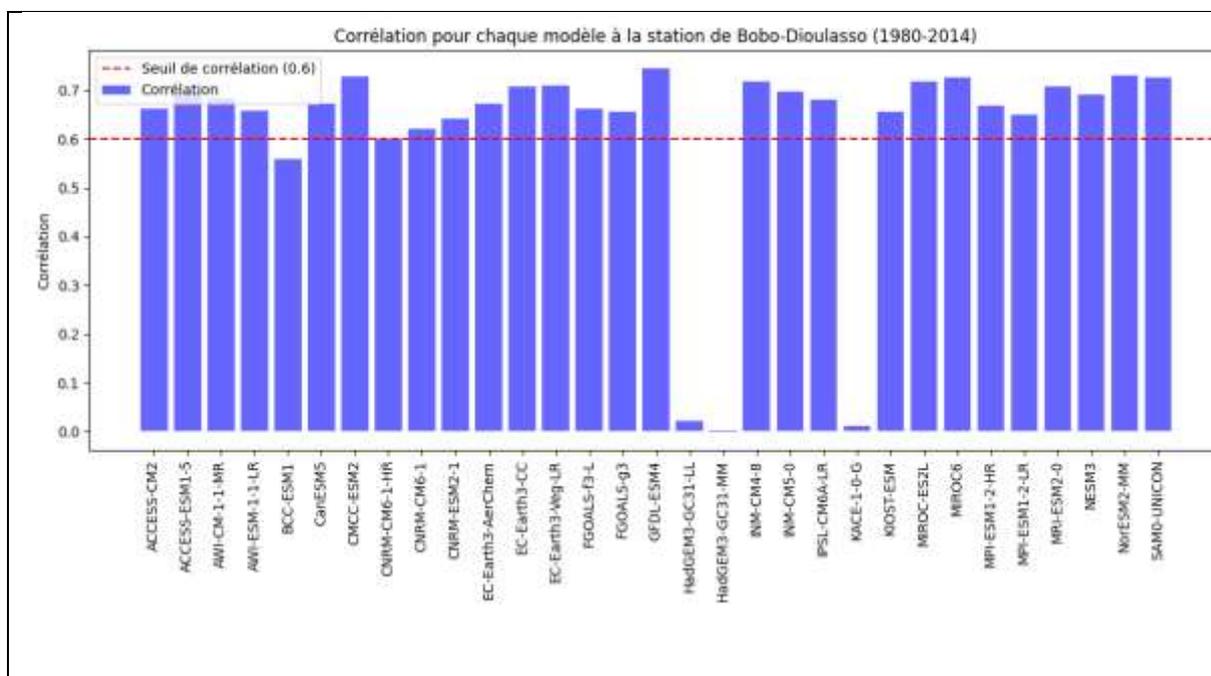


Figure 33 : Comparaison historiques-modèles pour Bobo-Dioulasso

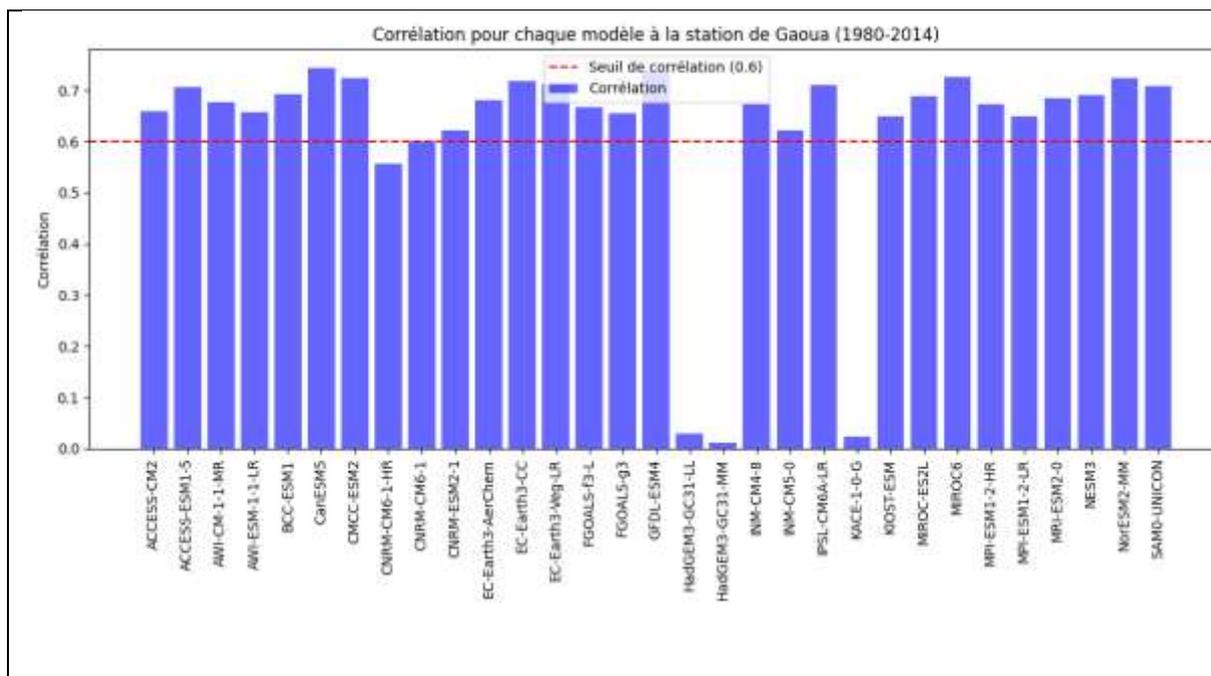


Figure 34 : Comparaison historiques-modèles pour Gaoua