

ADAPT

PROFIL CLIMATIQUE LOCAL

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE BASTIA



Version 4 du 14/03/2019

<p>Communauté d'agglomération de Bastia</p> <p>M. Filippi Ludovic</p>	<p>✉ Direction des Travaux & des Infrastructures</p> <p>Port Toga, 20 200 Bastia</p> <p>@ l.filippi@agglo-bastia.fr</p> <p>☎ 04 95 58 85 82</p>	 COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DE BASTIA
--	---	--

<p>Chargé d'affaires :</p> <p>M. Marc Borelli</p>	<p>@ marc.borelli@meteo.fr</p> <p>☎ 04 95 23 76 87</p>	
<p>Responsables techniques :</p> <p>M. Olivier Roulle</p>	<p>@ olivier.roulle@meteo.fr</p> <p>☎ 04 42 95 90 75</p>	

— page laissée intentionnellement vide -

Évolutions successives

Référence	Date	Version	Évolution
CAB_Bastia_20-09-18	10/09/2018		Création Description
CAB_Bastia_24-09-18	24/09/2018		Première relecture
CAB_Bastia_28-09-18	28/09/2018	V1	Première version diffusée, sans les graphes futurs
CAB_Bastia_08-10-2018	08/10/2018	V2	Seconde version diffusée, avec les graphes futurs et avec le formalisme ADAPT
CAB_Bastia_15-10-2018	15/10/2018	V3	Troisième version tenant compte des retours du Comité Scientifique et avec le logo de la CAB
CAB_Bastia_14-03-2019	14/03/2019	V4	Rajout des séries brutes de précipitations et des tableaux d'anomalies projetées et relecture interne du rapport

Signatures

	Nom	Service	Signature
Rédacteur(s)	Régine Merle et Olivier Roulle	DIRSE/EC	
Relecteur(s)	Hélène Correa et Régine Merle	DIRSE/EC	
Approbateur(s)	Olivier Roulle	DIRSE/EC/D	

Table des matières

1	Introduction.....	12
2	L'évolution du climat depuis le milieu de XX ^e siècle.....	13
2.1	Les séries homogénéisées.....	14
2.2	Cas particulier de la Haute-Corse.....	15
2.3	La température et les indicateurs thermiques.....	16
2.3.1.1	Graphes de température.....	17
2.3.1.2	Graphes des indicateurs « Nombre de jours ».....	20
2.4	Le vent.....	24
2.4.1.1	Graphe des rafales supérieures à 60 km/h.....	25
2.4.1.2	Graphe des rafales supérieures à 100 km/h.....	26
2.4.1.3	Evolution de la direction du vent.....	26
2.5	Les précipitations et les indices associés.....	29
2.5.1	Rapport à la normale des cumuls de pluie.....	29
2.5.2	Nombre de jours de pluie, nombre de jours secs.....	32
3	Le climat du XXI ^e siècle.....	35
3.1	Le portail DRIAS utilisé dans cette étude.....	36
3.1.1	Les cartes.....	37
3.1.1.1	Indicateurs de températures.....	38
3.1.1.2	Indicateurs de précipitations.....	46
3.1.2	Les graphiques.....	49
3.1.2.1	Les températures et indicateurs associés.....	50
3.1.2.2	Précipitations.....	55
3.2	Tableaux récapitulatifs.....	58
3.2.1	Températures.....	58
3.2.1.1	Pas saisonnier.....	59
3.2.1.2	Pas mensuel.....	60
3.2.2	Précipitations.....	64
3.2.2.1	Pas saisonnier.....	64
3.2.2.2	Pas mensuel.....	67
4	Conclusion de l'étude.....	72

Liste des illustrations

Illustration 1: Carte des communes étudiées avec le poste disponible.....	16
Illustration 2: Anomalie de température moyenne annuelle sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017 (référence 1971-2000).....	17
Illustration 3: Anomalie de température maximale l'été (JJA) sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017 (référence 1971-2000).....	18
Illustration 4: Anomalie de température minimale l'hiver (DJF) sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017 (référence 1971-2000).....	19
Illustration 5: Nombre de jours de gel par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017.....	20
Illustration 6: Nombre de journées estivales par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017.....	21
Illustration 7: Nombre de jours très chauds par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017.....	22
Illustration 8: Nombre de nuits tropicales par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017.....	23
Illustration 9: Nombre de jours anormalement chauds par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017.....	24
Illustration 10: Nombre de jours avec rafales > 60 km/h sur l'aéroport de Bastia entre 1982 et 2017.....	25
Illustration 11: Nombre de jours avec rafales > 100 km/h sur l'aéroport de Bastia entre 1982 et 2017.....	26
Illustration 12: Roses de vent à Bastia-Lucciana, sur la période 1982-1986 à gauche et 2013-2013 à droite.....	27
Illustration 13: Rapport des cumuls annuels de précipitations à Bastia-Lucciana calculé à partir de la série brute des précipitations quotidiennes depuis 1967 (référence 1981-2010).....	29
Illustration 14: Rapport à la normale 1981-2010 des cumuls saisonniers de précipitations calculé à partir des séries brutes du poste de Bastia-Lucciana. De gauche à droite puis de haut en bas : l'hiver, le printemps, l'été et l'automne.....	31
Illustration 15: Robustesse de la tendance, ici au printemps : hausse des cumuls sur la période 1950-2018, mais baisse de ces mêmes cumuls en prenant une période plus courte.....	32
Illustration 16: Nombre annuel de jours de pluie quotidienne supérieure à 1 mm.....	33
Illustration 17: Nombre annuel de jours de pluie quotidienne supérieure à 20 mm.....	34
Illustration 18: Nombre maximal annuel de jours secs consécutifs.....	35
Illustration 19: Anomalie de température maximale l'été RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100).....	38
Illustration 20: Anomalie de température maximale l'été RCP 8.5 – Horizon moyen (2041-2070).....	39
Illustration 21: Anomalie de température maximale l'été RCP4.5 – Horizon lointain (2071-2100).....	40
Illustration 22: Anomalie de température minimale l'hiver RCP 4.5 – Horizon moyen (2041-2070).....	41
Illustration 23: Anomalie du nombre de nuits tropicales l'été – Horizon lointain (2071-2100).....	42
Illustration 24: Nombre annuel de jours de gel.....	43
Illustration 25: DJU Chauffagiste l'hiver.....	44
Illustration 26: DJU Climatisation l'été.....	45
Illustration 27: Anomalies du cumul annuel de précipitation en RCP4.5, horizon moyen, quantiles 25 % et 75 % par rapport à la période de référence 1976-2005.....	46
Illustration 28: Anomalies du nombre maximal de jours secs consécutifs en moyenne annuelle avec le scénario RCP8.5, horizon lointain, quantiles 25 % et 75 % par rapport à la période de référence 1976-2005.....	47

Illustration 29: Anomalie du pourcentage des précipitations intenses (précipitations au-dessus du 90e centile annuel) avec le scénario RCP8.5, horizon lointain, quantiles 25 % et 75 % par rapport à la période de référence 1976-2005.....	48
Illustration 30: Points de grille DRIAS situés dans l'Agglomération de Bastia et près de la station météorologique de Lucciana – Le nombre en rouge est l'altitude du point.....	49
Illustration 31: Graphique d'évolution de l'anomalie de température minimale annuelle entre 1970 et 2100 Aéroport de Bastia – (écarts à la référence 1976-2005).....	50
Illustration 32: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température minimale annuelle pour les points de grille de Santa Maria di Lota à gauche et de Bastia à droite.....	52
Illustration 33: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température maximale l'été (juin, juillet et août) sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia Aéroport.....	53
Illustration 34: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température minimale l'hiver (décembre, janvier et février) sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia Aéroport.....	54
Illustration 35: Graphiques d'évolution du nombre de jours de gel par an sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia Aéroport.....	55
Illustration 36: Evolution du rapport à la normale 1976-2005 du cumul de précipitation annuel sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia.....	56
Illustration 37: Evolution du nombre de jours annuels avec des précipitations supérieures à 1 mm sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia.....	57
Illustration 38: Anomalie du cumul de précipitations hivernal, RCP8.5, horizon 2071-2100 A gauche, 25 ^e centile et à droite 75 ^e centile.....	72

Liste des tableaux

Tableau 1: Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %.....	27
Tableau 2: Tableaux des fréquences des vents en fonction de la direction, sur la période 1982-1986 à gauche et 2013-2017 à droite.....	28
Tableau 3: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas saisonnier.....	59
Tableau 4: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas saisonnier.....	60
Tableau 5: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Janvier à juin.....	61
Tableau 6: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Juillet à décembre.....	62
Tableau 7: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Janvier à juin.....	63
Tableau 8: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Juillet à décembre.....	64

Tableau 9: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas saisonnier..... 65

Tableau 10: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas saisonnier..... 66

Tableau 11: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Mois janvier à juin..... 67

Tableau 12: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Mois de juillet à décembre..... 68

Tableau 13: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Mois janvier à juin..... 69

Tableau 14: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Mois de juillet à décembre..... 70

Glossaire

Abréviation	Signification
ADAPT	Assistere l'aDAttamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello sPazio Transfrontaliero site : http://interreg-maritime.eu/fr/web/ADAPT
DRIAS ^{les futurs du climat}	Projet qui a débouché sur le développement du portail de même nom, plateforme de services climatiques et données de projections de modèles climatiques site : http://drias-climat.fr/
RCP	Representative Concentration Pathway, scénarios socio-économiques correspondant à des hypothèses d'émissions et de concentrations futures de gaz à effet de serre.
TN, TX, TM	TN température minimale quotidienne, entre la veille 18 UTC et le jour même 18 UTC. TX température maximale quotidienne, entre le jour même 06 UTC et le lendemain 06 UTC. TM est la température quotidienne moyenne calculée en première approximation en faisant la demi-somme de TN et TX
DJU Chauffage	Degrés jours unifiés. Les DJU Chauffage sont calculés en faisant la somme de la différence entre 18 et la température moyenne quotidienne de l'air extérieur si elle est inférieure à 18. Ce cumul de température est lié à la consommation en énergie pour se chauffer
DJU Climatisation	Degrés jours unifiés. Les DJU Climatisation sont calculés en faisant la somme de la différence entre la température moyenne quotidienne de l'air extérieur et 18 si elle est supérieure à 18. Ce cumul de température est lié aux besoins en énergie pour la climatisation
EURO-CORDEX	Coordinated Downscaling Experiment – European Domain. Jeu de données issu de modèles globaux et régionaux, proposant une dizaine de projections climatiques pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5, ainsi que la simulation passée
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace – Fédération de 9 laboratoires dirigée par Hervé Le Treut
CERFACS	Centre de recherche fondamentale et appliquée spécialisé dans la modélisation

Abréviation	Signification
	et la simulation numérique.
SAFRAN	Système d'analyse Fournissant des Renseignements Adaptés à la Nivologie https://www.umr-cnrm.fr/spip.php ? article788
COP21	21 ^e Conférence Of Parties qui s'est tenue à Paris en décembre 2015, adoptant un texte qui fixe pour objectif de limiter le réchauffement climatique à moins de 2° par rapport à l'ère pré-industrielle
ARPEGE-ALADIN	ARPEGE est le modèle global de climat utilisé par Météo-France. ALADIN est le modèle régional de climat utilisé par Météo-France.

1 Introduction

Dans le cadre du projet européen ADAPT, la Communauté d'Agglomération de Bastia doit réaliser un Profil Climatique sur l'ensemble du territoire communautaire. Ce Profil Climatique a été rédigé conformément à la « ligne directrice pour l'élaboration de profil climatique local »

Le profil climatique local représente l'outil principal pour l'analyse de la variabilité climatique et le développement conséquent de mesures d'adaptation pour la Communauté d'Agglomération de Bastia. Son but est de fournir une connaissance du territoire du point de vue de ses vulnérabilités au changement climatique et aux projections pour les décennies à venir, en soulignant les risques et les opportunités de résilience. Le présent livrable consiste en un rapport écrit contenant une partie sur le diagnostic passé du changement climatique, une partie sur les projections climatiques et une conclusion.

Pour la partie du diagnostic du changement climatique passé et en cours, la réponse est basée sur les séries homogénéisées de Météo-France disponibles et exploitables depuis 1959. Dans le cadre de cette étude, seule la série de l'aéroport de Bastia est exploitable et uniquement pour les paramètres température minimale et température maximale, et tous les indices qui sont calculés à partir de l'un ou des deux paramètres. Plus précisément, ce sont les anomalies de ces paramètres et de ces indices par rapport à une référence qui seront fournis. Il n'y a pas de série homogénéisée pour les cumuls de pluie quotidiens sur l'Agglomération de Bastia, ni même à proximité de l'Agglomération.

Pour les données du passé nous avons fourni l'évolution depuis 1982 des occurrences de vents forts sur l'aéroport de Bastia pour détecter une éventuelle tendance significative.

Pour la partie des projections climatiques jusqu'à la fin du siècle, la réponse s'appuie sur les données disponibles dans le portail DRIAS. Dans cette étude, nous avons utilisé à la fois les cartes disponibles en ligne sur le site et les données numériques accessibles pour tracer des graphiques d'évolution. Dans les deux cas, ce sont des quantiles ou l'ensemble des membres de l'ensemble des modèles EURO-CORDEX qui sont utilisés pour les scénarios socio-économiques RCP4.5 et RCP8.5, à l'horizon lointain et à l'horizon moyen, et ceci pour une sélection de paramètres et d'indices parmi ceux existant : températures minimales, températures maximales, précipitations et tous les indices calculés, ainsi que les anomalies de ces paramètres et de ces indices par rapport à une période de référence (généralement 1976-2005 pour les projections climatiques EURO-CORDEX)

La Communauté d'Agglomération de Bastia (CAB), créée le 1^{er} janvier 2002 par transformation du District de Bastia, comprend cinq communes : Bastia, Furiani, Ville di Pietrabugno, Santa-Maria di Lota et San Martino di Lota. D'une surface de 68 km², le territoire de la CAB est le plus fortement urbanisé de Corse avec une population de 58 500 habitants. La Communauté d'Agglomération de Bastia exerce de plein droit, en lieu et place des communes membres, quatre compétences obligatoires : Développement économique, Aménagement de l'espace, Équilibre social de l'habitat et Politique de la ville.

À la demande du Comité Scientifique, la version 4 du rapport intègre des graphiques de l'évolution passée des précipitations et indices liés **à partir des données brutes de la station de Bastia-Lucciana.**

Toujours à la demande du Comité Scientifique, la version 4 comprend un ensemble de tableaux d'anomalies projetées de précipitations et de températures avec les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 et pour le point de grille DRIAS le plus proche de la ville de Bastia.

2 L'évolution du climat depuis le milieu de XX^e siècle

Cette partie sur le diagnostic passé contient une sélection de diagrammes d'évolution parmi ceux des paramètres d'anomalies de températures minimales, de températures maximales en moyenne annuelle ou saisonnière ainsi que des graphes d'évolution d'indices calculés à partir des paramètres de température : nombre de jours chauds, nombre de jours anormalement chauds, nombre de nuits tropicales, nombre de jours de gel ou anomalies de ce nombre de jours (liste non exhaustive). Ces indices peuvent être calculés par année et par saison. Un nombre important de graphiques et de cartes sont produits pour cette partie de l'étude, mais seule une sélection des plus significatifs est incluse et commentée dans cette section.

Nous trouvons également dans cette partie des diagrammes d'évolution du nombre de jours où la vitesse du vent maximal instantané dépasse un seuil.

Rappelons ici que, d'une façon générale à Météo-France, les données sur laquelle nous nous appuyons sont les données homogénéisées au pas de temps mensuel pour les paramètres TN, TX et précipitations. En l'absence de séries de pluies homogénéisées, nous ne traitons habituellement pas les pluies, même si nous disposons de séries quotidiennes de précipitations, ce qui est le cas pour Bastia-Lucciana. Les séries homogénéisées sont la garantie d'une qualité optimale des données, et elles sont utilisées pour calculer des anomalies annuelles et saisonnières (de TN, TX ou TM). Par contre, le calcul des indices de type « nombre de jours » est effectué à partir des données quotidiennes.

Toutefois, comme indiqué plus haut, pour répondre à la demande du Comité Scientifique du projet de disposer d'éléments sur les précipitations au niveau de l'Agglomération, nous avons quand même utilisé les données brutes (expertisées mais non homogénéisées) de la station météorologique de Bastia-Lucciana.

Le paramètre vent n'est pas homogénéisé, dans ce cas nous n'avons pas d'autre moyen que d'utiliser les valeurs quotidiennes de valeur maximale du vent, mais nous ne prenons les valeurs qu'à partir de l'année 1982 si la station est ouverte depuis au moins cette date, car un changement de capteur en 1981 a provoqué une rupture dans la série des forces de vents.

Les séries annuelles de données, quelles soient issues de séries homogénéisées ou de séries brutes, sont visualisées dans sous forme de graphiques. Dans ces graphiques, nous portons une droite de tendance en noir et pointillé, c'est la droite obtenue par régression linéaire entre les valeurs (ordonnées) et les années (abscisse).

Pour tester la significativité de cette tendance, nous utilisons la méthode de Monte-Carlo qui consiste à :

- calculer le coefficient de corrélation de la série annuelle R^2_0
- changer aléatoirement l'ordre des valeurs de la série N fois ($N = 1000$ ou $10\,000$), et calculer chaque fois le coefficient de corrélation, ce qui nous permet de disposer de N coefficients en plus de R^2_0 . On considère que ces N coefficients suivent une distribution normale.

- On regarde R_{95} la valeur du 95e centile de cet échantillon de N coefficients. Si R_0 est supérieur à R_{95} , alors on considère que la tendance n'est pas due au hasard avec une probabilité de moins de 5 % de se tromper. On pourrait aussi choisir de calculer R_{90} , et si R_0 est supérieur à R_{90} , alors on considère que la tendance n'est pas due au hasard avec une probabilité de moins de 10 % de se tromper.

Quand nous écrivons dans la suite de ce rapport que « la tendance est statistiquement significative », nous faisons référence à ce test et, si aucune autre précision n'est indiquée, nous utilisons le R_{95} .

2.1 Les séries homogénéisées

Analyser les évolutions climatiques à partir de mesures météorologiques exige de disposer de séries climatologiques suffisamment longues et dont les valeurs soient comparables dans le temps. S'il est assez facile de constituer des séries cinquantenaires, voire centenaires, il est rare que ces dernières soient utilisables en l'état :

— la qualité des données originales n'est pas toujours irréprochable. Des erreurs de mesures ou de saisie peuvent avoir été introduites et les manques peuvent être fréquents.

— les événements susceptibles d'introduire dans les séries des ruptures d'homogénéité sont nombreux. Citons entre autres les déplacements des points de mesures ou la modification de leur environnement, les changements de capteurs ou d'observateurs, etc. Ces ruptures peuvent être du même ordre de grandeur que les phénomènes que l'on cherche à mettre en évidence.

Il est donc indispensable avant toute analyse d'une série climatologique de s'assurer préalablement de la qualité des données, de rechercher les ruptures d'homogénéité dans la série et de les corriger, c'est-à-dire d'homogénéiser les séries. Il existe de nombreuses méthodes d'homogénéisation de longues séries. Une note de l'Organisation Mondiale de Météorologie (Aguilar et al. 2003) insiste sur la nécessité d'homogénéiser les longues séries et présente le principe de l'homogénéisation des longues séries instrumentales.

La méthode d'homogénéisation est mise en œuvre sur un ensemble de plusieurs séries climatologiques appartenant à la même zone climatique. La méthode HOMER (Mestre et al. 2013) est actuellement utilisée. Les procédures de détection des ruptures et de correction exigent que ces diverses séries soient relativement bien corrélées. Le traitement de séries nécessite donc de travailler à une échelle spatiale adaptée à la variabilité du paramètre étudié. Pour les précipitations, une zone couvrant un département est généralement bien adaptée. Pour les températures, une étendue plus vaste de plusieurs départements ou une région peut être envisagée.

La méthode d'homogénéisation comprend plusieurs étapes :

- constitution des séries disponibles au sein de la zone homogène du point de vue climatique,
- détection des ruptures d'homogénéité attribuables à chacune des séries de la zone,
- correction des ruptures pour obtenir les séries homogénéisées.

Les performances de la méthode sont directement liées à la qualité des séries et à la corrélation entre les séries comparées. Il est recommandé de travailler sur un voisinage avec une corrélation moyenne ≥ 0.7 (Noone et al. 2015)

2.2 Cas particulier de la Haute-Corse

Ainsi, sur une zone de dimension réduite comme la CAB, nous avons à notre disposition un nombre réduit de postes où cette homogénéisation a été réalisée avec succès :

Concernant les températures, les seules séries disponibles sont celles du poste de mesure situé sur l'aéroport de Bastia, poste qui se situe en dehors de l'Agglomération de Bastia.

Concernant les rafales de vent, les données quotidiennes utilisées proviennent également de ce point de mesure et n'ont pas été homogénéisées.

Concernant les précipitations,

- l'analyse des voisinages de corrélation sur la série de la station synoptique de Bastia (Lucciana aéroport de Poretta, 20168001) montre que l'on ne dispose pas de série voisine suffisamment corrélée pour pouvoir homogénéiser correctement la série, c'est le cas également pour la majorité des séries retenues en Haute-Corse.
- L'impact de séries voisines mal corrélées se traduit en termes de faible capacité de la méthode à détecter (et ensuite corriger) les ruptures. L'amplitude minimale détectable (AMD) peut ici être estimée à 22 % du cumul moyen annuel des précipitations à la station. Cela signifie que les ruptures dont l'amplitude est supérieure ou égale (en valeur absolue) à 22 % du cumul annuel moyen seront détectées, mais que les ruptures d'amplitude inférieure pourront subsister après homogénéisation.
- La mauvaise corrélation avec les séries voisines et l'AMD trop forte ne permettent donc pas d'obtenir une série homogénéisée sur 1952-2015 de précipitations à Bastia satisfaisante pour l'analyse de l'évolution des précipitations.
- Si la série n'a pas pu être homogénéisée de manière satisfaisante, en revanche le graphe de détection (non fourni ici) indique clairement une rupture d'homogénéité importante vers 1966.
- **L'utilisation de la série brute sur avant 1966 conduit à un diagnostic biaisé car une rupture importante est clairement détectée à cette date ;** après 1966 des ruptures importantes (dont l'amplitude peut aller jusqu'à 22 % du cumul annuel moyen en valeur absolue) peuvent être présentes dans la série, et les séries voisines, mal corrélées, ne permettent pas de le vérifier.

Les indicateurs d'anomalies de température choisis sont calculés sur la période 1960-2017 par rapport à la période de référence 1971-2000.

Les graphes font apparaître des couleurs différentes pour la période homogénéisée (couleurs pleines) et celle qui lui succède et/ou qui la précède (couleurs pastels). Ainsi, sur les graphes utilisant les séries homogénéisées mensuelles, la couleur devient pastel après l'année d'homogénéisation de la série puisqu'on ne sait pas si les années ajoutées depuis sont ou non homogènes avec les précédentes. En revanche, pour les indicateurs du type « nombre de jours », les résultats ont été établis avec des données quotidiennes non modifiées par l'homogénéisation, la couleur est plus intense entre l'année de la dernière rupture détectée et celle de l'homogénéisation ; elle est pastel avant l'année de la dernière rupture pour indiquer que les données correspondantes ne sont pas homogènes avec les données suivantes.

2.3 La température et les indicateurs thermiques

Le poste de mesure de l'aéroport de Bastia est situé à 10 m d'altitude et se trouve sur la commune de Lucciana (point rouge sur l'illustration ci-dessous). Il dispose de séries homogénéisées de 1960 à 2012.

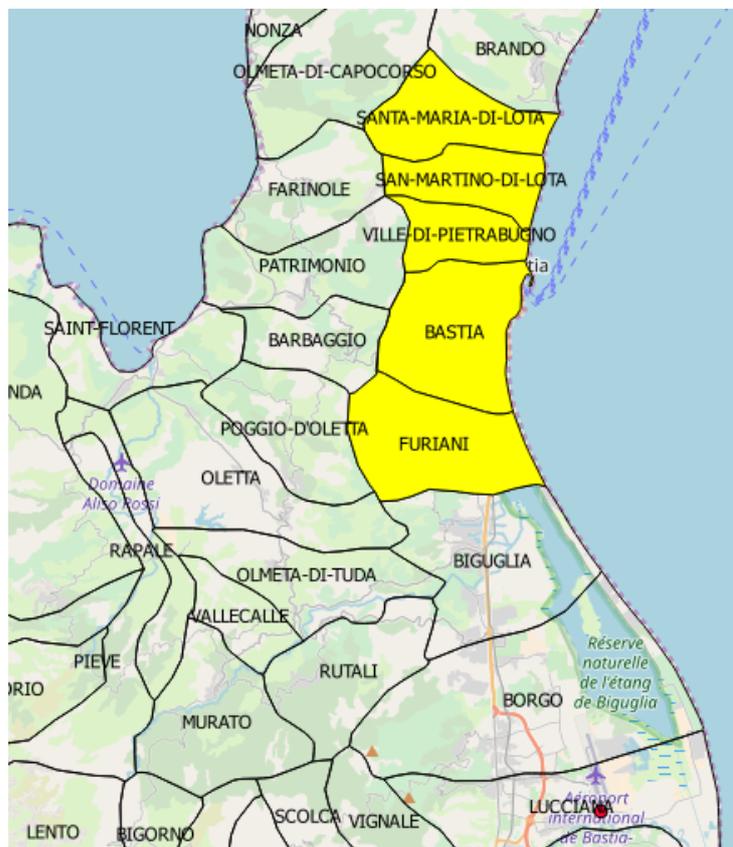


Illustration 1: Carte des communes étudiées avec le poste disponible

Les paramètres ou indicateurs traités sont les températures minimales TN, maximales TX et moyennes TM^1 sur les périodes annuelles et saisonnières, le nombre de jours de fortes chaleurs ($TX > 30\text{ °C}$), le nombre de jours de gel ($TN \leq 0\text{ °C}$), le nombre de nuits tropicales ($TN > 20\text{ °C}$), le nombre de jours anormalement chauds (anomalie de $TX > 5\text{ °C}$), le nombre de jours d'une vague de chaleur. Ce nombre de jours d'une vague de chaleur est défini comme la période anormalement chaude durant plus de 5 jours pendant lesquels la température maximale quotidienne dépasse de plus de 5 °C une valeur climatologique de référence.

1 TM est définie comme la moyenne entre la température maximale et température minimale

2.3.1.1 Graphes de température

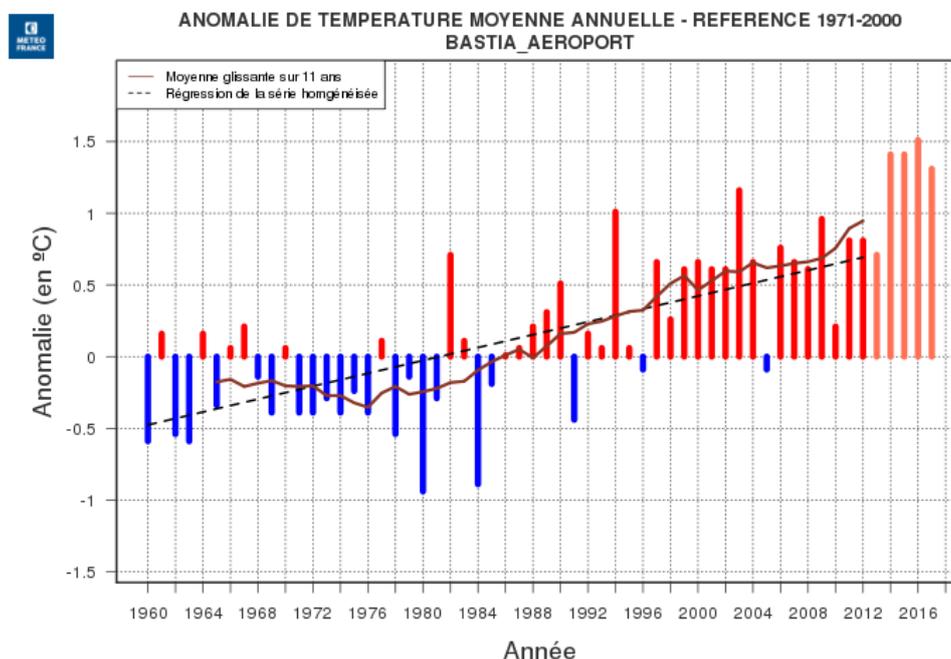


Illustration 2: Anomalie de température moyenne annuelle sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017 (référence 1971-2000)

Sur le graphe qui précède, sont représentées les anomalies de température moyenne annuelle : il s'agit de la différence entre la valeur moyenne des températures moyennes annuelles et la valeur moyenne des températures moyennes entre 1971 et 2000.

Par exemple, l'année 1980 est représentée par un trait bleu allant de 0 à -0.9 °C : la température moyenne annuelle est inférieure de 0.9 °C à la moyenne de la période de référence 1971-2000 ; l'année 2016 est représentée par un trait rouge allant de 0 à 1.5 °C : la température moyenne annuelle est supérieure de 1.5 °C à la moyenne annuelle de la période de référence 1971-2000.

La température moyenne annuelle sur la période 1971-2000 est 15.39 °C.

Ce graphe montre une évolution dans le temps vers des anomalies positives, donc une nette augmentation des températures moyennes. La droite en pointillé matérialise la tendance de l'anomalie de température. Celle-ci est nettement croissante et cette hausse est statistiquement significative.

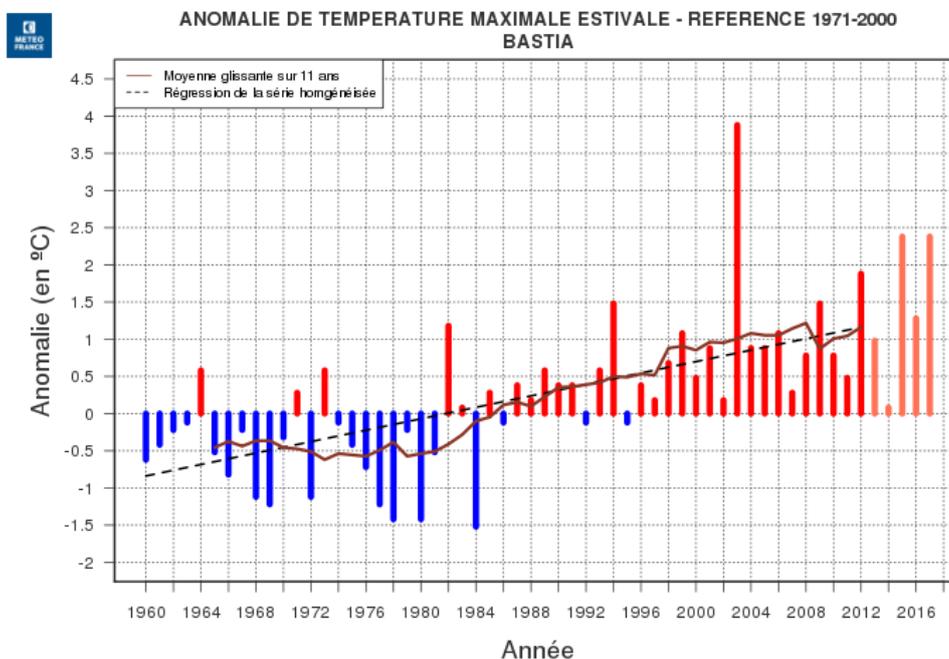


Illustration 3: Anomalie de température maximale l'été (JJA) sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017 (référence 1971-2000)

Ci-dessus sont représentées les anomalies de température maximale pour les mois de juin à août de chaque année : il s'agit de la différence entre la valeur moyenne des températures maximales de ces 3 mois et la valeur moyenne des températures maximales sur ces 3 mois entre 1971 et 2000.

Par exemple, l'année 1984 est représentée par un trait bleu allant de 0 à -1.5 °C : la température maximale estivale est inférieure de 1.5 °C à la moyenne estivale de la période de référence 1971-2000 ; l'année 2003 est représentée par un trait rouge allant de 0 à 3.8 °C : la température maximale estivale est supérieure de 3.8 °C à la moyenne estivale de la période de référence 1971-2000. Cette forte anomalie est à mettre en relation avec la canicule de l'été 2003.

Ce graphe montre une nette évolution dans le temps vers des anomalies positives, donc une augmentation des températures maximales.

La température maximale estivale moyenne sur la période 1971-2000 est 27.5 °C ; elle s'élève à 28.1 °C pour 1981-2010.

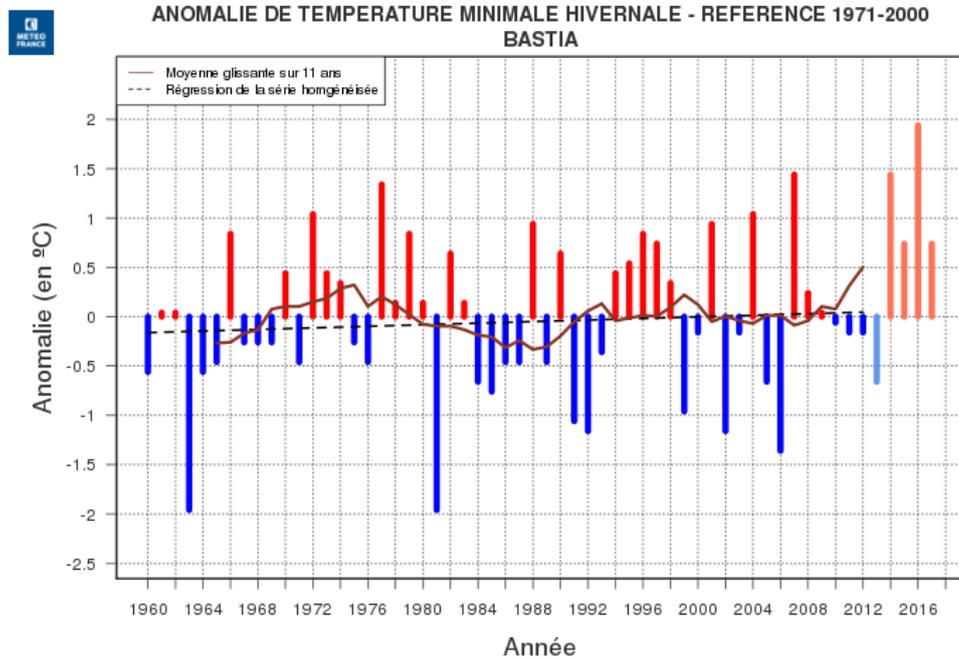


Illustration 4: Anomalie de température minimale l'hiver (DJF) sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017 (référence 1971-2000)

Ce graphe montre une évolution marquée dans le temps vers des anomalies positives, donc une augmentation des températures minimales. La tendance à la hausse des températures maximales estivales est là aussi statistiquement significative.

L'année 2016 est un record depuis 1960 avec une température minimale moyenne supérieure de près de 2 degrés Celsius à la normale 1971-2000.

Conclusion :

Les graphes montrent une nette augmentation des températures durant la saison estivale, notamment pour les maximales ; cette augmentation est moins marquée en hiver.

2.3.1.2 Graphes des indicateurs « Nombre de jours »

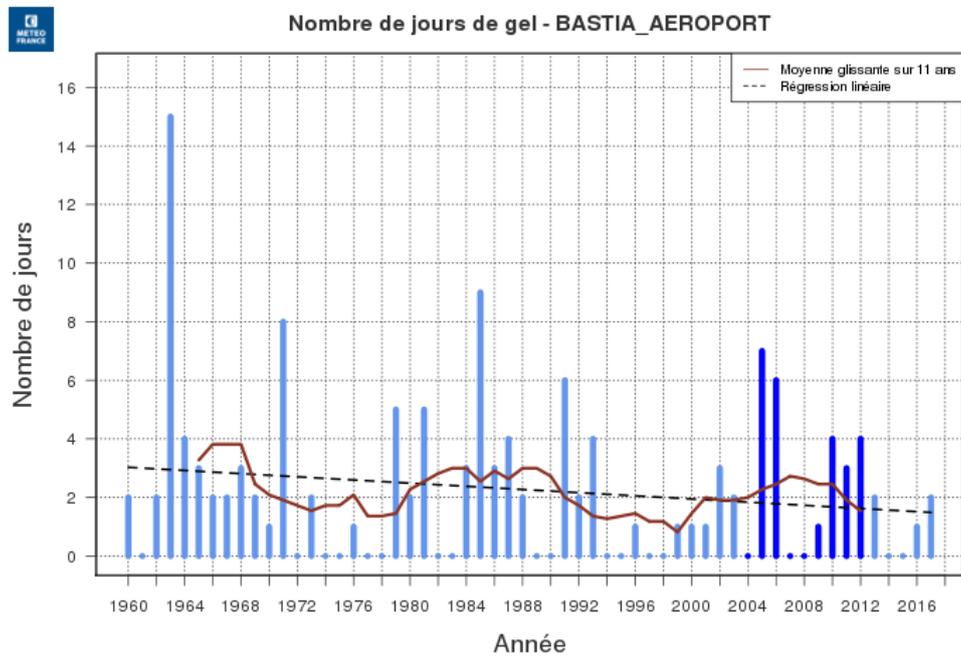


Illustration 5: Nombre de jours de gel par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017

Sur la période 1971-2000, le nombre de jours de gel ($TN \leq 0 \text{ }^\circ\text{C}$) est en moyenne de 2 jours. Il est de 2.6 jours pour 1961-1990 et 2.2 pour 1981-2010.

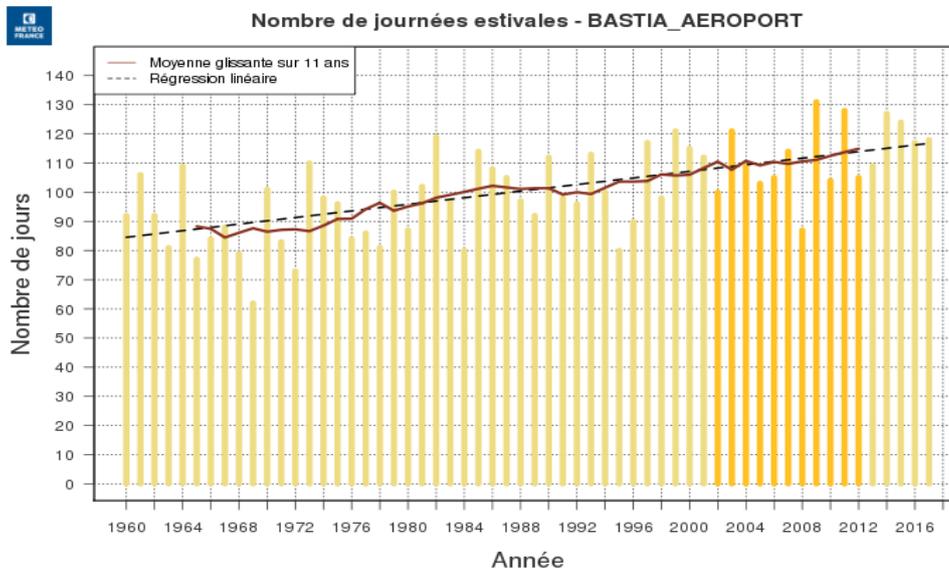


Illustration 6: Nombre de journées estivales par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017

Le nombre moyen de jours chauds ($TX > 25\text{ °C}$) sur la période 1971-2000 est 98.4 jours, il est de 93.4 pour 1961-1990 et de 104.7 pour 1981-2010.

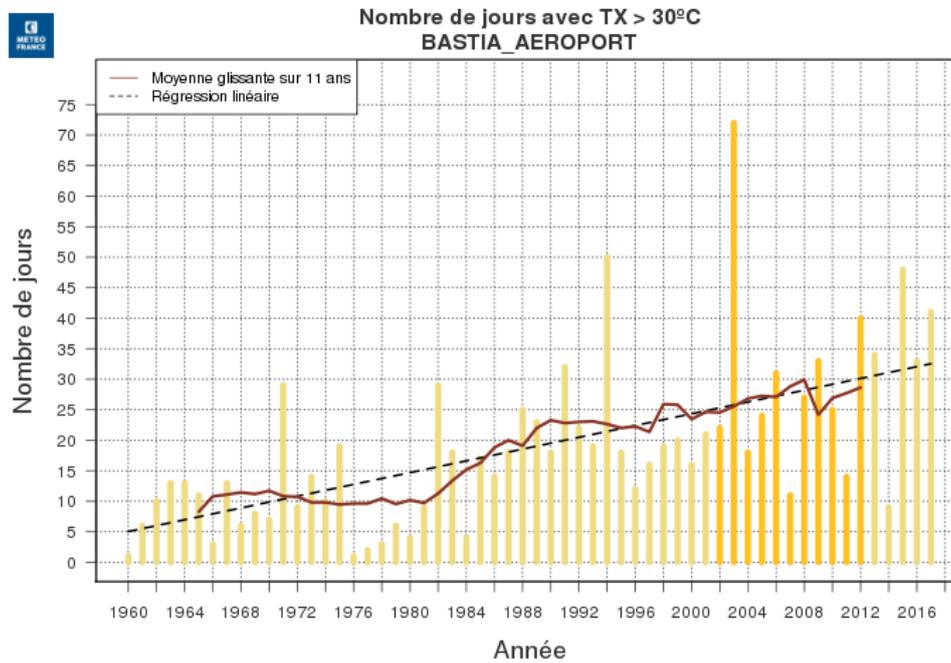


Illustration 7: Nombre de jours très chauds par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017

Le nombre moyen de jours très chauds (TX > 30 °C) sur la période 1971-2000 est 16.5 jours (12 pour 1961-1990 et 22.8 pour 1981-2010). Ce nombre est en nette augmentation. L'année 2003 est atypique, c'est l'année de la célèbre canicule estivale.

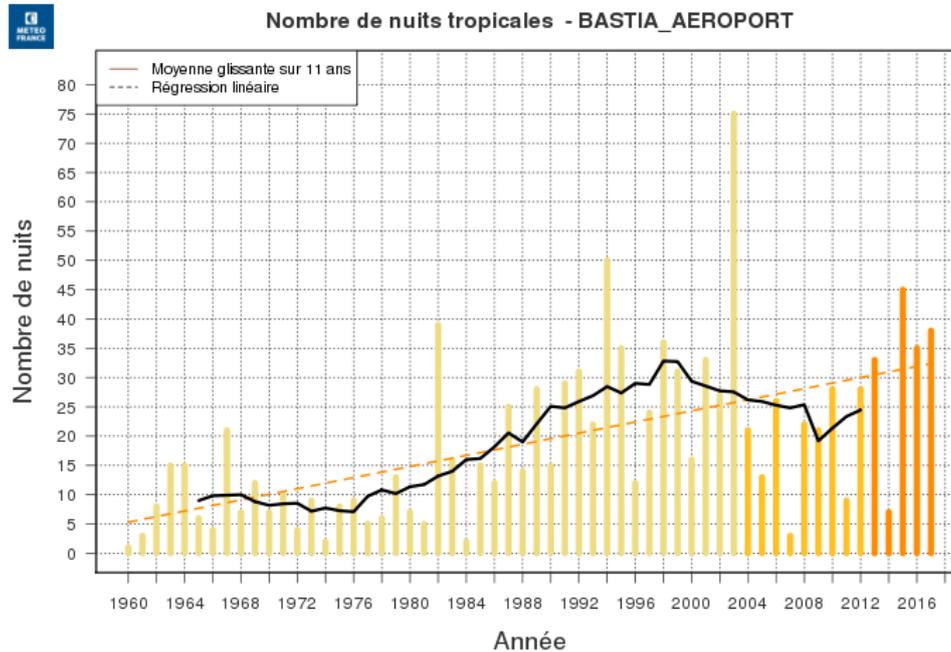


Illustration 8: Nombre de nuits tropicales par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017

Le nombre moyen de nuits tropicales (TN>20 °C) sur la période 1971-2000 est 17.7 nuits (11.4 pour 1961-1990 et 24.2 pour 1981-2010). Ce nombre est en forte hausse depuis les années 60.

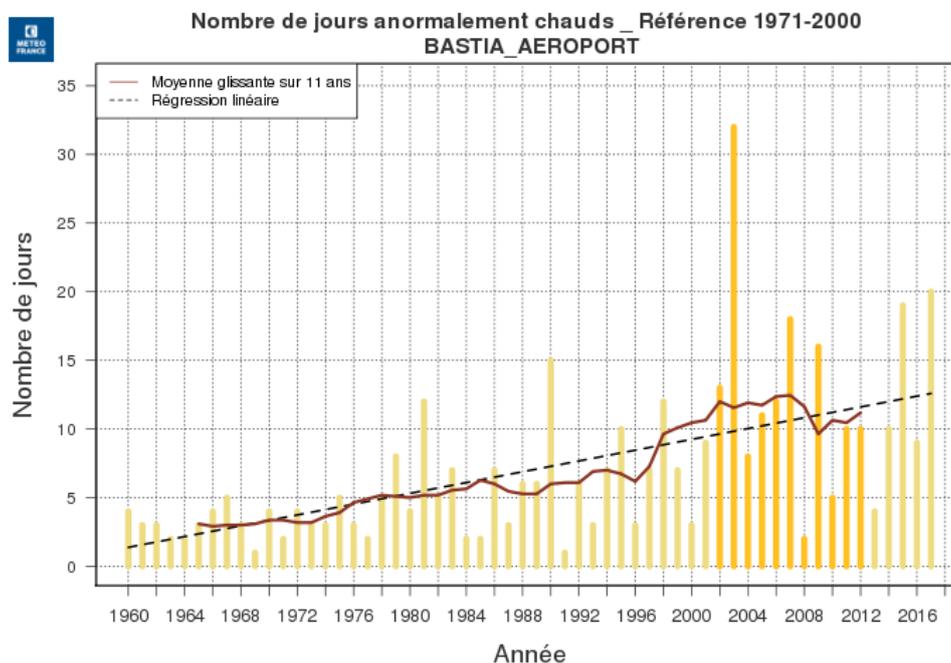


Illustration 9: Nombre de jours anormalement chauds par an sur l'aéroport de Bastia entre 1960 et 2017

Le nombre moyen de jours anormalement chauds par an (anomalie de TX supérieure à 5 °C) sur la période 1971-200 (référence pour les anomalies) est de 5.4 jours (4.3 pour 1961-1990 et 8.3 pour 1981-2010).

2.4 Le vent

Le seul poste de mesure disponible est celui de l'aéroport de Bastia qui se situe à une altitude de 10 m.

La période d'étude porte de 1982 à 2017.

Le paramètre étudié est la force maximale instantanée quotidienne du vent mesurée à 10 m.

Pour le paramètre vent maximal instantané quotidien, sur la période 1982-2017, il y a 6 données manquantes sur 13 149 soit 0,02 %.

2.4.1.1 Graphe des rafales supérieures à 60 km/h

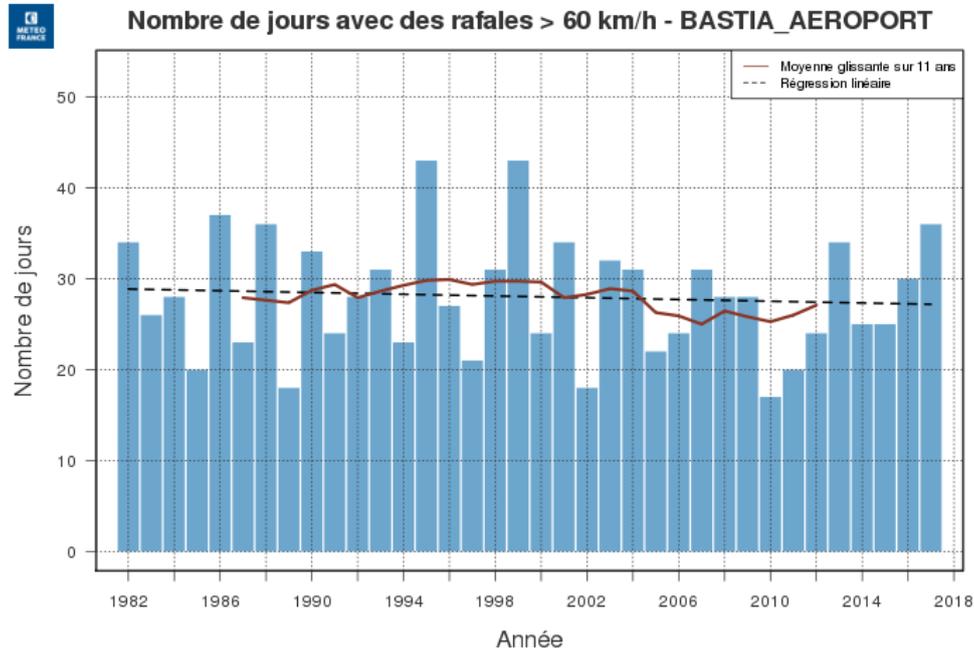


Illustration 10: Nombre de jours avec rafales > 60 km/h sur l'aéroport de Bastia entre 1982 et 2017

Le nombre de rafales supérieures à 60 km/h décroît très légèrement, d'environ 2 jours sur la période étudiée 1982-2017 mais cette tendance n'est pas statistiquement significative.

2.4.1.2 Graphe des rafales supérieures à 100 km/h

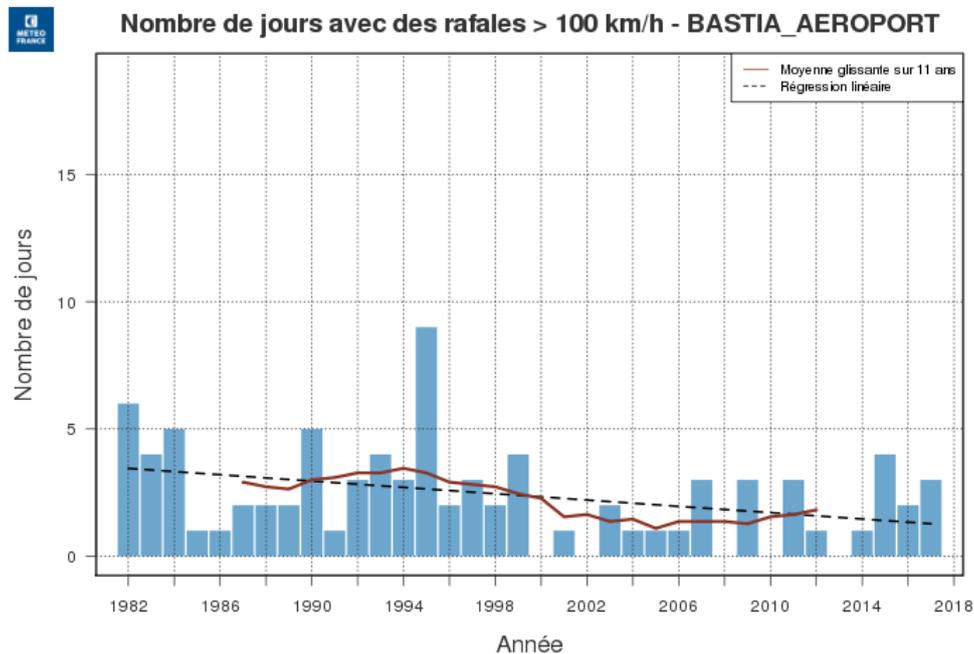


Illustration 11: Nombre de jours avec rafales > 100 km/h sur l'aéroport de Bastia entre 1982 et 2017

Le nombre de rafales supérieures à 100 km/h décroît très légèrement, d'environ 2 jours sur la période étudiée 1982-2017 et cette tendance à la baisse est statistiquement significative.

2.4.1.3 Evolution de la direction du vent

Le paramètre étudié est le vent horaire mesuré à 10 m moyenné sur 10 minutes au point de mesure de l'aéroport de Bastia qui se situe à 10 m d'altitude.

Les périodes d'étude choisies sont de 5 ans pour être représentatives. Elles sont les plus éloignées possibles dans le temps pour espérer détecter des différences entre elles.

Nous proposons dans cette partie de visualiser les roses de vent sur les périodes 1982-1986 et 2013-2017 ainsi que les tableaux de fréquences du vent par plage de force et secteur de direction.

Pour le paramètre vent moyen horaire, sur la période 1982-1986, il n'y a aucune donnée manquante. Sur la période 2013-2017, il y a 6 données manquantes sur 14 608 soit 0,04 %.

Tableau 1: Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

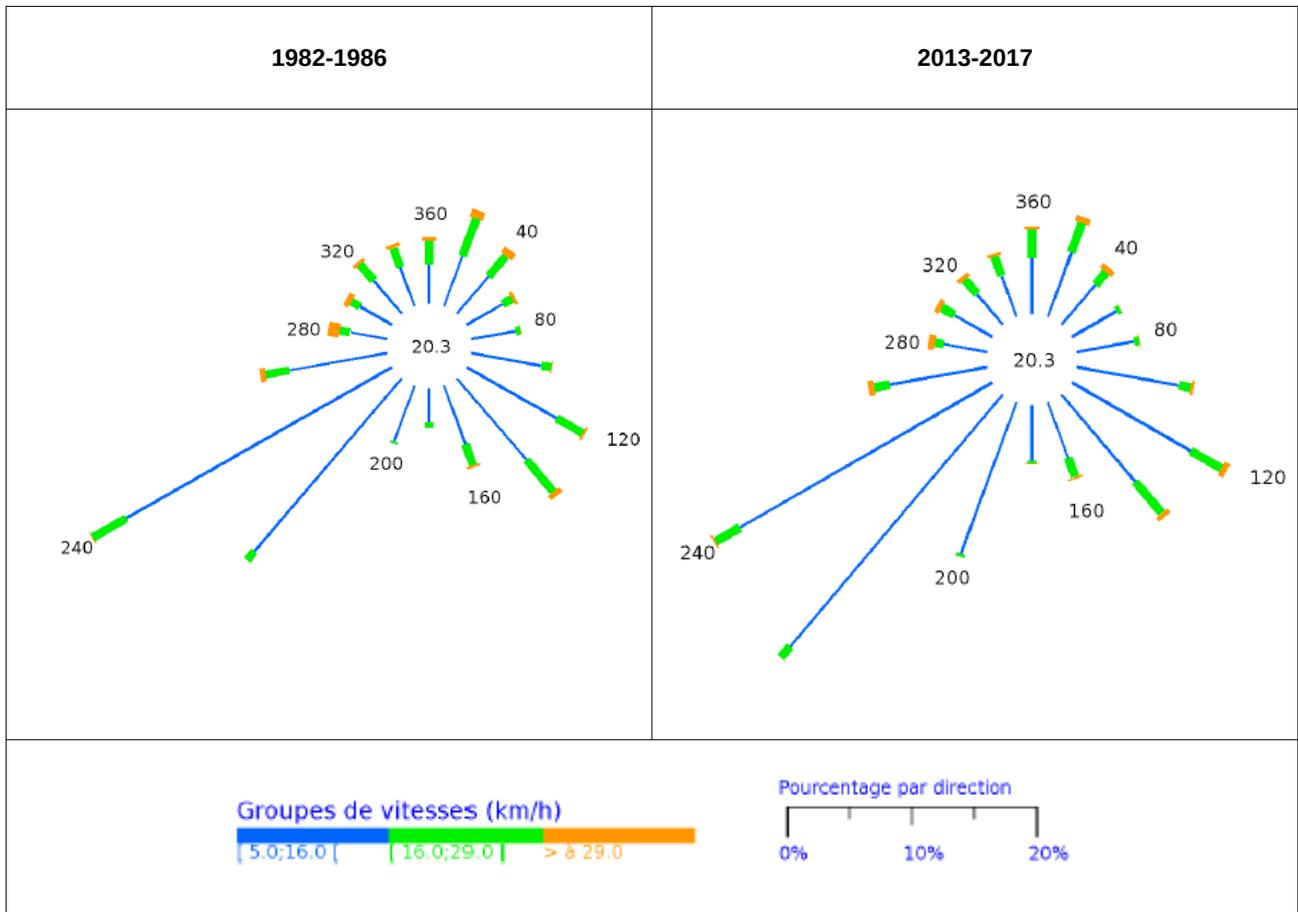


Illustration 12: Roses de vent à Bastia-Lucciana, sur la période 1982-1986 à gauche et 2013-2013 à droite

1982-1986					2013-2017				
Dir.	[5.0;16.0 [	[ 16.0; 29.0]	> 29.0 km/h	Total	Dir.	[5.0;16.0 [	[ 16.0; 29.0]	> 29.0 km/h	Total
20	2.3	1.7	0.4	4.3	20	2.5	1.1	0.2	3.9
40	2.1	1.1	0.3	3.5	40	1.9	0.6	0.2	2.7
60	1.8	0.4	0.1	2.4	60	1.9	0.2	+	2.0
80	1.9	0.2	+	2.1	80	2.1	0.2	+	2.3
100	3.0	0.4	+	3.5	100	3.7	0.4	+	4.3
120	4.4	1.2	0.1	5.8	120	5.0	1.3	0.2	6.5
140	4.6	1.8	0.2	6.6	140	4.2	1.5	0.2	5.8
160	2.7	0.9	0.1	3.7	160	2.2	0.7	+	3.0
180	1.5	0.2	+	1.7	180	2.0	0.1	+	2.2
200	2.5	0.1	0.0	2.6	200	5.9	0.1	+	6.0
220	9.6	0.5	0.0	10.1	220	12.0	0.5	+	12.5
240	12.9	1.6	+	14.6	240	10.6	1.0	+	11.7
260	4.2	1.0	0.3	5.4	260	3.6	0.6	0.2	4.4
280	1.6	0.5	0.5	2.5	280	1.6	0.3	0.2	2.2
300	1.5	0.4	0.2	2.2	300	1.6	0.5	0.2	2.3
320	1.8	0.9	0.2	2.9	320	1.5	0.7	0.2	2.3
340	1.8	0.9	0.2	2.8	340	1.6	0.7	0.1	2.4
360	1.6	1.0	0.2	2.8	360	2.0	1.0	0.1	3.2
Total	61.7	15.1	2.9	79.7	Total	65.8	11.7	2.2	79.7
[0;5.0 [				20.3	[0;5.0 [				20.3

Tableau 2: Tableaux des fréquences des vents en fonction de la direction, sur la période 1982-1986 à gauche et 2013-2017 à droite

Pour toutes forces confondues, les vents de direction 100 à 120°, 180 à 220° et 360° sont plus fréquents actuellement au détriment des autres directions.

La fréquence des vents de 5 à 16 km/h est plus élevée, la baisse des autres fréquences étant plus marquée avec les vents de 16 à 29 km/h.

On peut noter la baisse de la fréquence des vents de 5 à 16 km/h de direction 240 à 260° et la hausse de ceux de direction 200 à 220° bien visible sur le tableau 1.

Remarque : le signe + dans le tableau indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1 %

2.5 Les précipitations et les indices associés

Les graphiques présentés dans cette partie sont calculés à partir des données brutes de la station de Bastia-Lucciana en l'absence de série homogénéisée pour cette station.

Les données ont été exploitées après la rupture détectée en 1966, donc à partir de 1967. Malgré cette première précaution indispensable, cette série brute est sujette à caution, et elle n'est fournie que sur demande du Comité Scientifique du projet.

Les anomalies sont calculées par rapport à la normale 1981-2010, la normale 1961-1990 n'étant pas disponible pour une série brute débutant en 1967.

2.5.1 Rapport à la normale des cumuls de pluie

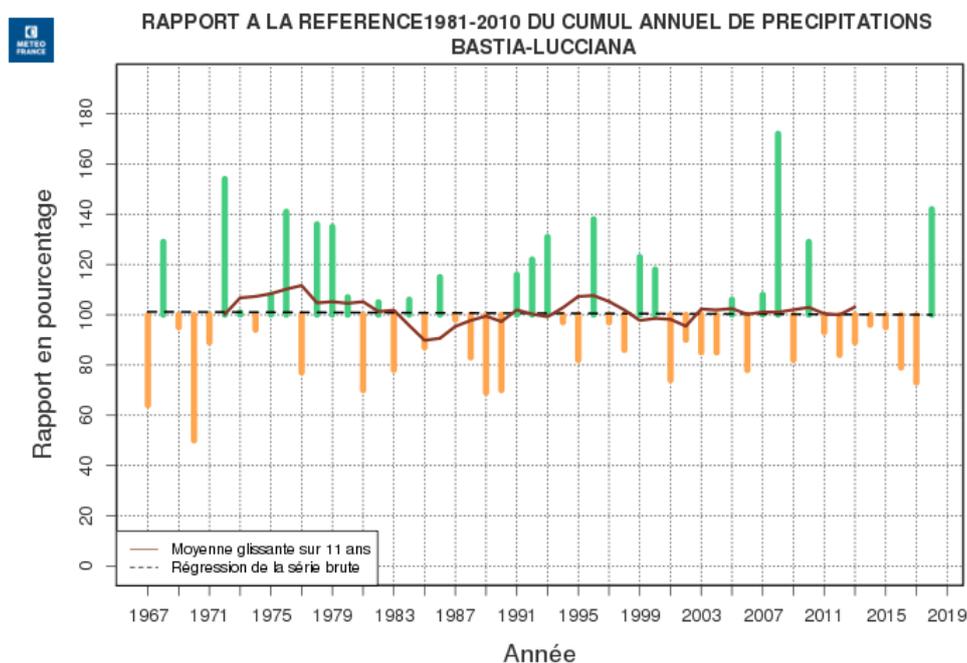


Illustration 13: Rapport des cumuls annuels de précipitations à Bastia-Lucciana calculé à partir de la série brute des précipitations quotidiennes depuis 1967 (référence 1981-2010)

Dans ce graphique, et pour chaque année entre 1967 et 2018, est indiqué le rapport en % entre le cumul de l'année et la normale du cumul sur la période 1981-2010. Ce rapport est matérialisé par une barre verticale verte si ce rapport est supérieur à 100 % (excédent) et orange si ce rapport est inférieur à 100 % (déficit).

La courbe en trait plein brune représente une moyenne glissante sur 11 ans (5 ans précédents, année en cours et 5 ans suivants). Cette moyenne glissante ne peut être calculée qu'à partir de la sixième année (donc 1972) et elle ne peut pas être calculée moins de 5 ans avant la dernière année, elle s'arrête donc en 2013.

La droite en pointillé représente la tendance des précipitations annuelles. Un test de significativité de la tendance est appliqué à chaque série brute pour savoir si la tendance est significative ou pas.

Ici, nous remarquons une importante variabilité interannuelle de ce rapport à la normale, variabilité à mettre en relation avec la variabilité naturelle du climat. Cette forte variabilité masque toute tendance de fond.

La moyenne glissante sur 11 ans ne permet pas de voir une hausse ou une baisse des précipitations. Quant à la tendance, la droite pointillée est pratiquement horizontale. **Les données brutes de cumuls annuels de précipitations ne permettent pas de mettre en évidence une évolution depuis 1967.**

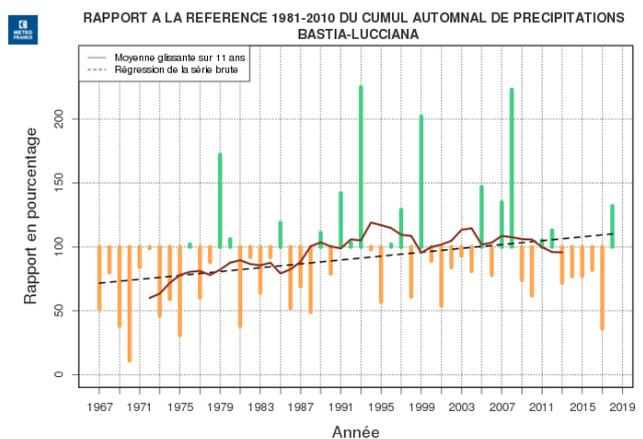
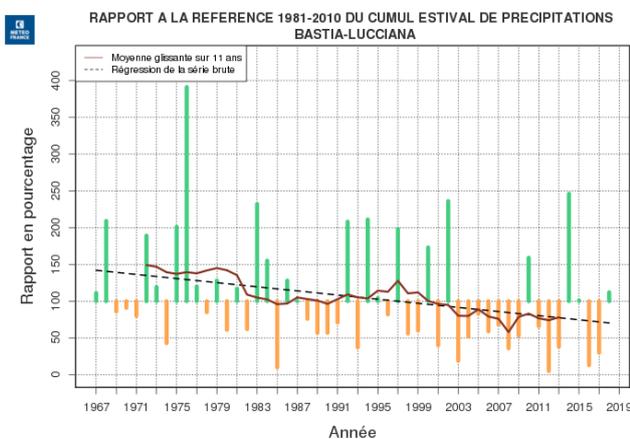
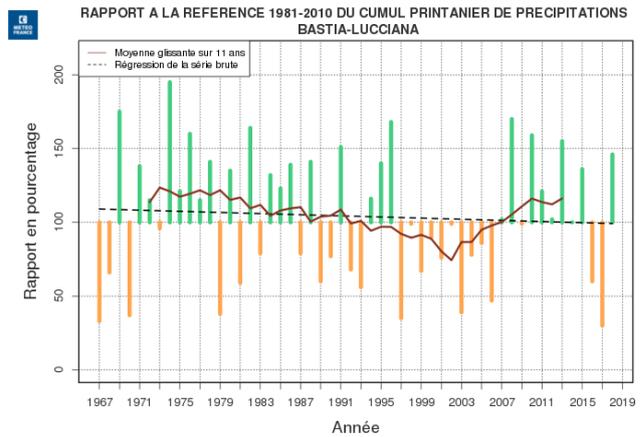
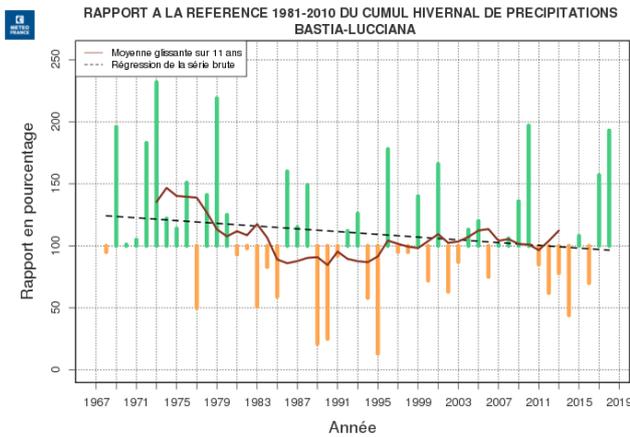


Illustration 14: Rapport à la normale 1981-2010 des cumuls saisonniers de précipitations calculé à partir des séries brutes du poste de Bastia-Lucciana. De gauche à droite puis de haut en bas : l'hiver, le printemps, l'été et l'automne.

Les cumuls saisonniers montrent une tendance à la baisse pour l'hiver, le printemps et l'été et une tendance à la hausse pour l'automne. Mais quand on regarde la significativité de la tendance, seule la tendance estivale à la baisse est statistiquement significative, et ceci malgré un très faible coefficient de corrélation entre les valeurs et le temps.

D'ailleurs, pour montrer le caractère peu robuste de certaines tendances, nous avons élaboré les graphiques et calculé les tendances pour 3 périodes différentes, 1950-2018 (référence 1961-1991), 1967-2018 et 1972-2018 (référence 1981-2010). Voici le résultat que nous obtenons pour le printemps :

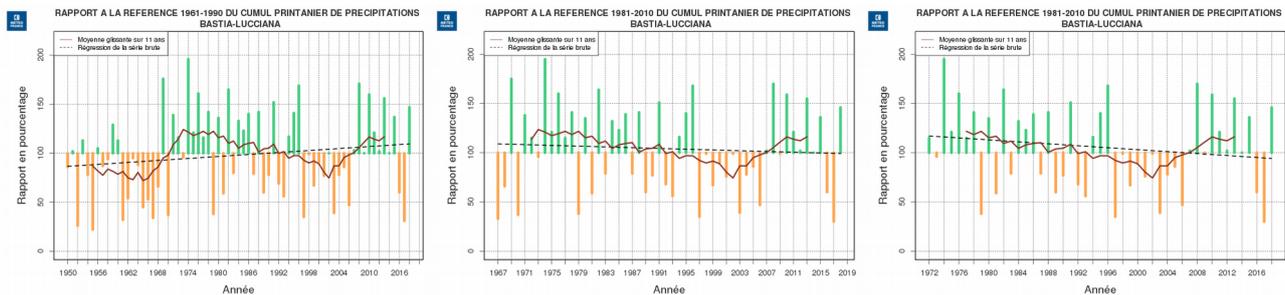


Illustration 15: Robustesse de la tendance, ici au printemps : hausse des cumuls sur la période 1950-2018, mais baisse de ces mêmes cumuls en prenant une période plus courte

Les graphiques ne sont pas fournis dans le rapport, mais le signe de la tendance est bien le même pour toutes les périodes pour chacune des trois autres saisons : l'hiver, l'été et l'automne.

Pour les quatre saisons et l'année, et pour l'ensemble des 3 périodes, les tendances qui ont été jugées comme statistiquement significatives sont celles d'été pour les graphiques depuis 1972 et depuis 1967, et celle d'automne dans le graphique depuis 1950.

Les séries utilisées sont brutes et donc sujettes à caution. C'est quelque chose qu'il convient de ne pas perdre de vue lorsqu'on veut interpréter les graphiques.

1. Il semble que pour le printemps, pour l'hiver et l'année complète, aucune tendance ne se dégage.
2. Pour l'automne, l'éventuelle hausse du cumul est plausible, tout comme la baisse des précipitations estivales. Cette baisse des cumuls estivales est compatible avec les projections des modèles climatiques qui voient majoritairement une baisse des précipitations estivales dans la zone méditerranéenne (plus nette en fin de siècle et avec le scénario RCP8.5).

2.5.2 Nombre de jours de pluie, nombre de jours secs

Le nombre de jours où le cumul quotidien dépasse 1 mm, celui où le cumul dépasse 20 mm et le nombre annuel maximal de jours consécutifs où le cumul quotidien reste inférieur à 1 mm sont des grandeurs qui sont calculées à partir des données brutes. Comme nous savons que l'année 1966 a été une année de rupture dans la série des précipitations pour Bastia, les graphiques et scores divers ont été calculés entre 1967 et 2018. Nous ferons quand même référence à d'autres calculs effectués sur les périodes 1950-2018 et 1972-2018 dans cette partie.

Nous rappelons que l'homogénéisation de la série n'a pas été possible en raison de la rupture de 1966 et surtout parce que les postes de mesure voisins étaient très mal corrélés à celui de Bastia. Donc, même si nous évitons la rupture en partant de l'année 1967, rien ne nous permet d'affirmer que les données entre 1967 et 2018 ne présentent pas d'autres ruptures importantes (dont l'amplitude peut aller jusqu'à 22 % du cumul annuel moyen en valeur absolue).

Il convient là-encore de prendre les graphiques et les résultats qui en découlent avec beaucoup de circonspection.

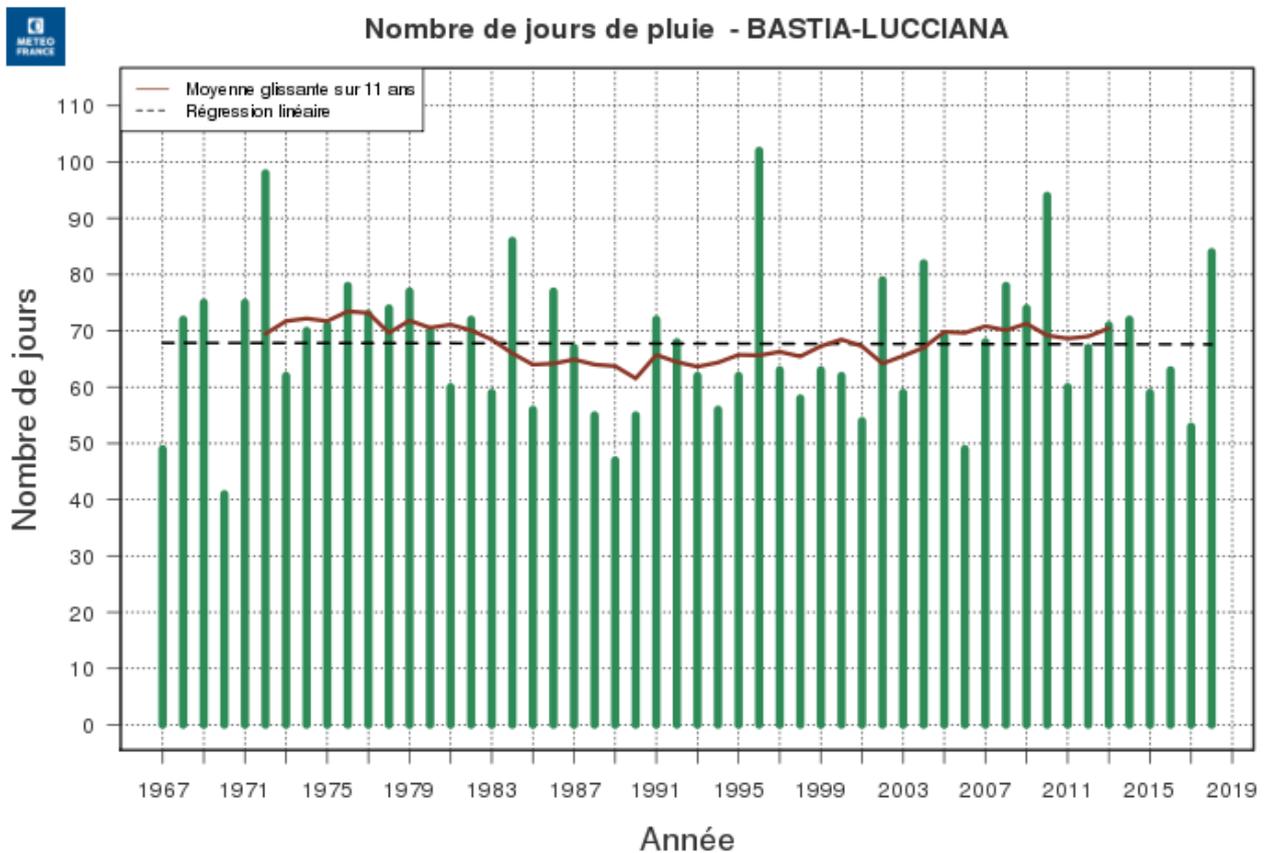


Illustration 16: Nombre annuel de jours de pluie quotidienne supérieure à 1 mm

Le nombre de jours annuel où le cumul de pluie quotidienne dépasse 1 mm est de l'ordre de 67 en moyenne sur la période 1981-2010. Il reste relativement stable. Sur l'ensemble des différentes fenêtres temporelles, aucune tendance n'est significative.

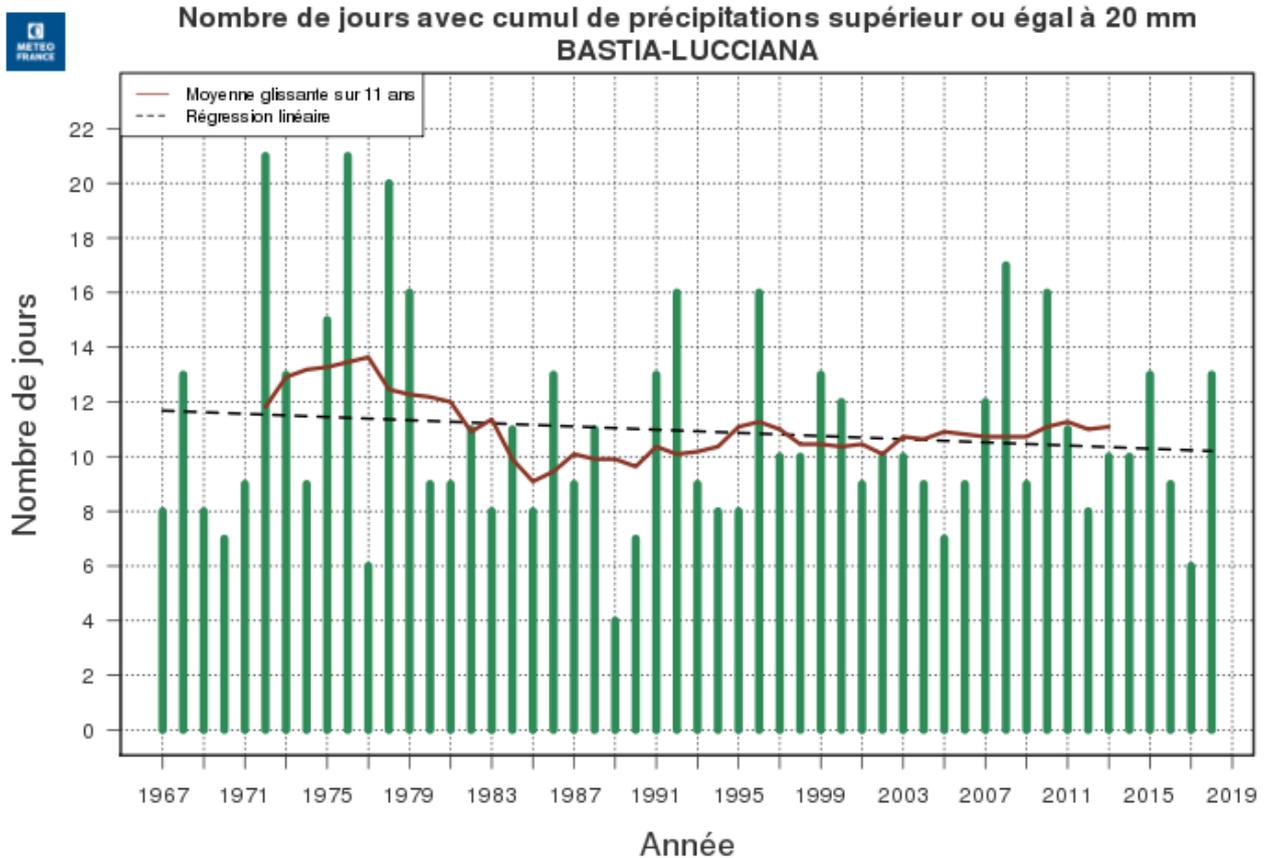


Illustration 17: Nombre annuel de jours de pluie quotidienne supérieure à 20 mm

Le nombre de jours annuel où le cumul de pluie quotidien dépasse 20 mm est de l'ordre de 10,5 en moyenne sur la période 1981-2010. La tendance sur la période 1967-2018 montre une baisse du nombre de jours, mais très faible, de l'ordre de 0,2 à 0,3 jour par décennie. Pour l'ensemble des différentes fenêtres temporelles, aucune tendance n'est significative, cette tendance est même à la hausse sur la période 1950-2018.



Nombre maximal de jours avec un cumul quotidien de pluie inférieur à 1 mm BASTIA-LUCCIANA

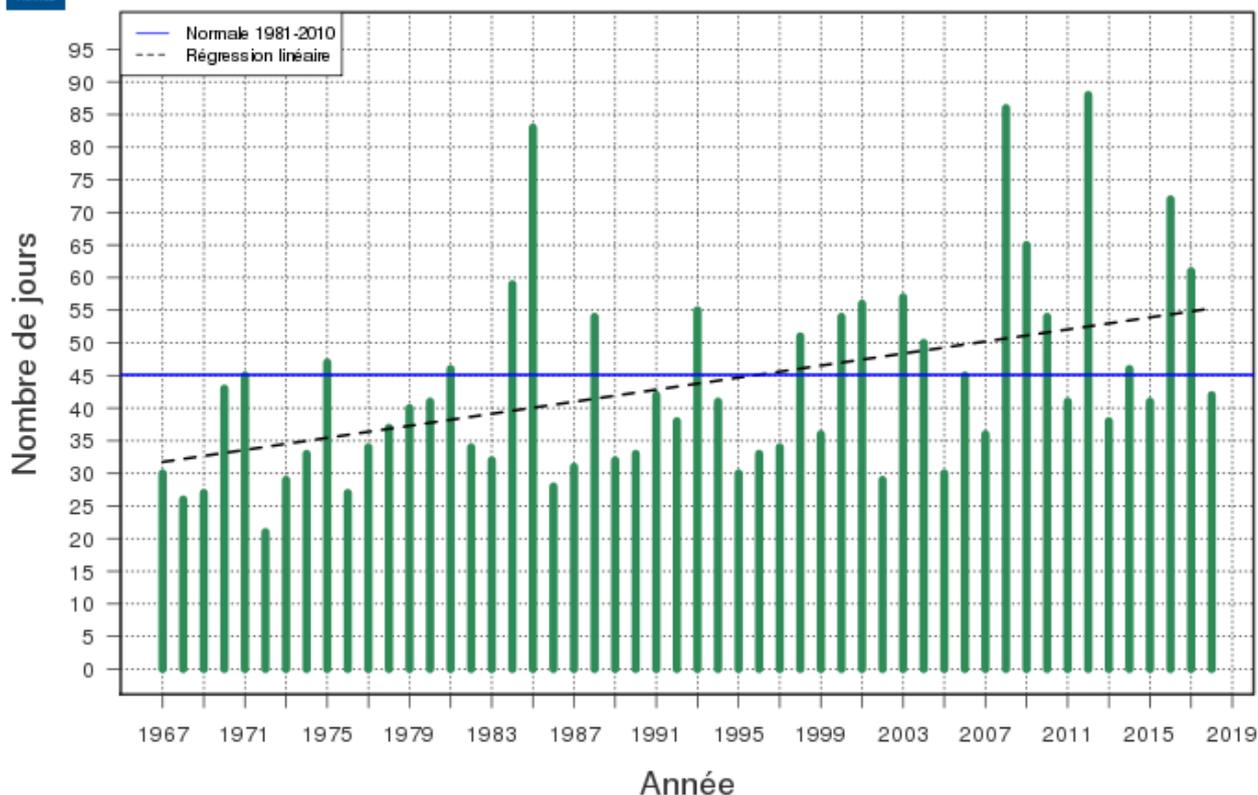


Illustration 18: Nombre maximal annuel de jours secs consécutifs

Le nombre de jours secs consécutifs augmente et la tendance est en moyenne de 4,5 jours par décennie. Cette tendance est statistiquement significative.

Quand on s'intéresse aux autres fenêtres temporelles, la tendance est identique mais par contre, pour la période 1950-2018 elle n'est pas considérée comme significative à 95 ou 90 %.

3 Le climat du XXI^e siècle

La partie sur les projections climatiques contient des cartes zoomées sur la Haute-Corse pour un certain nombre de paramètres et d'indicateurs ou d'anomalies de paramètres et d'indicateurs parmi ceux disponibles sur le portail DRIAS – Espace découverte, parcours expert. Cette partie contient aussi des graphiques d'évolution des années 1970 à 2100 pour des points de grille DRIAS inclus dans l'Agglomération de Bastia ou qui en sont proches, et ceci, pour des paramètres et indicateurs de températures ou de

précipitations, pour les scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5. L'ensemble des modèles EURO-CORDEX est représenté dans ce type de graphique d'évolution.

3.1 Le portail DRIAS utilisé dans cette étude

Ces indicateurs sont fournis sous forme de graphiques ou de cartes. Ces dernières sont issues du site DRIAS qui a pour vocation de mettre à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM-GAME).

- **La modélisation climatique**

Ces projections (ou simulations) climatiques sont réalisées à partir de modèles de circulation générale, qui prennent en compte différents scénarios de référence de l'évolution du forçage radiatif liée à la concentration de gaz à effet de serre. Ces scénarios sont appelés RCP pour « Representative Concentration Pathway ». Par rapport aux modèles de prévision classiques utilisés pour la prévision du temps, une spécificité essentielle des modèles climatiques est de ne pas être du tout rappelé vers des observations. Le système climatique évolue totalement librement ; il reçoit de l'énergie sous forme de rayonnement solaire et en perd sous forme de rayonnement infrarouge émis vers l'espace. Le climat simulé (température, précipitations, etc.) est le résultat de cet ajustement entre énergie reçue et énergie perdue. La conservation de l'énergie, et de façon plus générale les échanges d'énergie, sont donc fondamentaux pour un modèle climatique, et leur modélisation est la première préoccupation des climatologues.

Ces modèles permettent d'élaborer des projections climatiques représentatives de différents scénarios socio-économiques possibles d'évolution du climat (scénarios RCP)

- **Les scénarios RCP (« Representative Concentration Pathway »)**

2 scénarios d'émission RCP sont considérés dans ce rapport :

- le RCP 8.5, correspondant à un scénario sans politique climatique (ou scénario « laisser faire », « business as usual » en anglais)
- le RCP 4.5, correspondant à un scénario avec politiques climatiques visant à stabiliser les concentrations en CO₂ (ou scénario « médian »).

- **Les projections climatiques utilisées**

1. L'ensemble multi-modèle Euro-Cordex

Le principal livrable du projet [Euro-Cordex](#) est la mise à disposition sur l'Europe d'un ensemble de simulations climatiques basé sur différents modèles utilisant des descentes d'échelle statistiques et dynamiques, forcés par les modèles globaux utilisés dans le dernier rapport du GIEC (2013).

Ce jeu de données a ensuite été retraité pour le territoire français en appliquant une méthode de correction statistique utilisant la [ré-analyse SAFRAN](#) (cette ré-analyse 1959-2013 constitue la référence pour le climat observé). L'ensemble multi-modèle résultant est constitué de 8 à 10 modèles pour les projections climatiques utilisant les RCP4.5 et RCP8.5, et de 10 à 11 modèles pour les simulations du climat passé. Tous les résultats du modèle sont projetés sur la même grille d'environ **8 kilomètres de côté**. En chaque

point de la grille (points « DRIAS »), nous disposons ainsi de l'ensemble des résultats des modèles de l'ensemble Euro-Cordex.

2. Les produits statistiques élaborés : les centiles

L'approche multi-modèle permet de représenter la dispersion des modèles, c'est-à-dire l'ensemble des valeurs que peut prendre un paramètre donné, et ainsi prendre en compte l'incertitude liée à la modélisation. Le centile est chacune des 99 valeurs qui divisent les données triées en 100 parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/100 de l'échantillon de population. Par exemple, la médiane, qui correspond au centile 50 %, est la valeur seuil pour laquelle 50 % des valeurs de la distribution sont plus élevées.

3.1.1 Les cartes

Ce sont les centiles 25 %, 50 % (médiane) et 75 % qui ont été retenus pour le traitement par carte avec un domaine défini sur le département de la Haute-Corse.

3.1.1.1 Indicateurs de températures

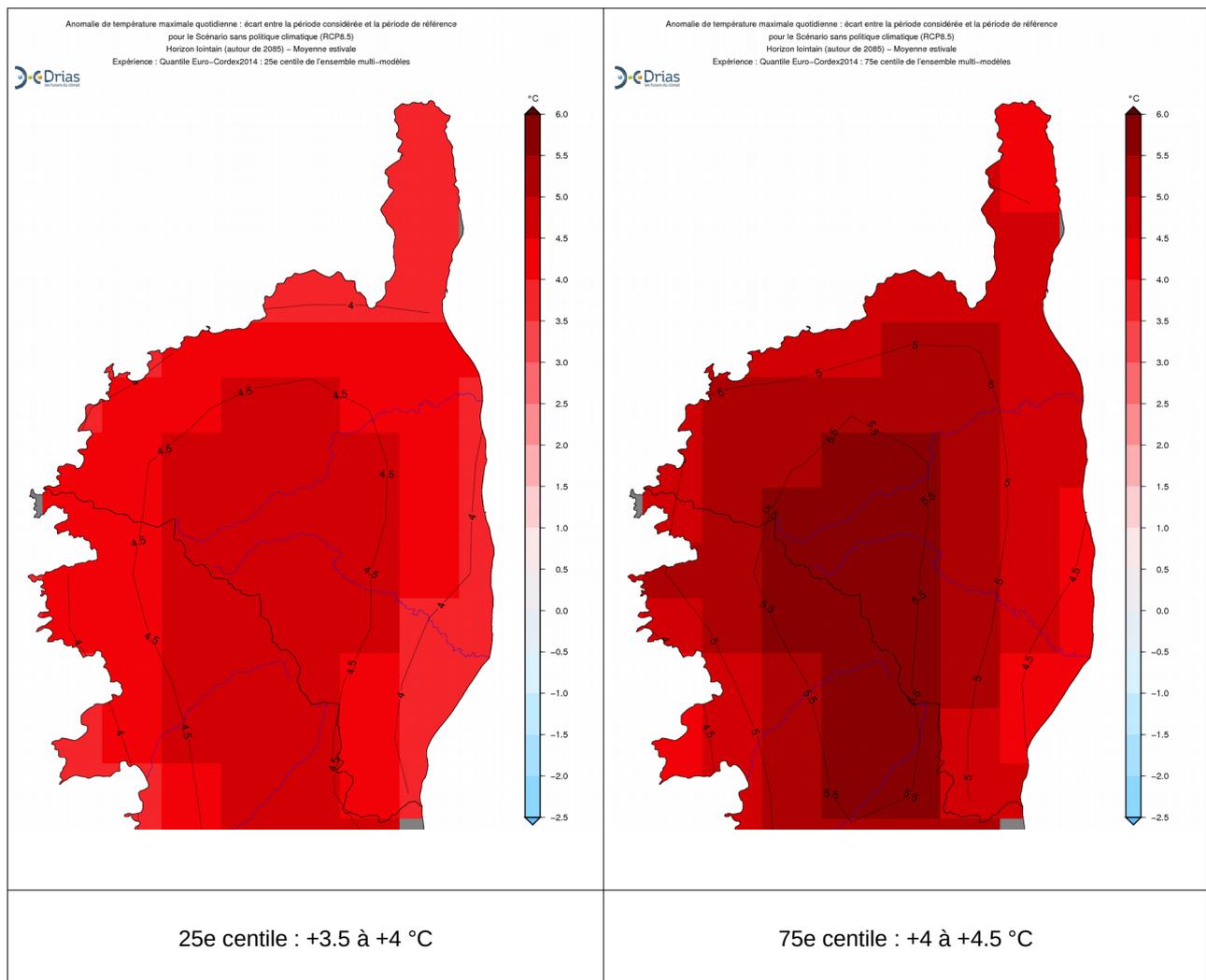


Illustration 19: Anomalie de température maximale l'été RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100)

Explicitons pour l'exemple les résultats obtenus avec ces deux cartes :

Le paramètre représenté est l'anomalie de température maximale l'été sur la période 2071-2100 par rapport à la période 1976-2005, et pour le scénario socio-économique le plus « pessimiste », le RCP 8.5.

Du côté de Bastia, nous avons des valeurs de 4° C sur la carte de gauche (25^e centile) et de 4 à 4,5° C sur la carte de droite (75^e centile). Cela signifie que la moitié des modèles projette des anomalies de température comprises entre 4 et 5° C, un quart des modèles projette des anomalies supérieures à 5° C et un quart d'entre eux des anomalies inférieures à 4° C.

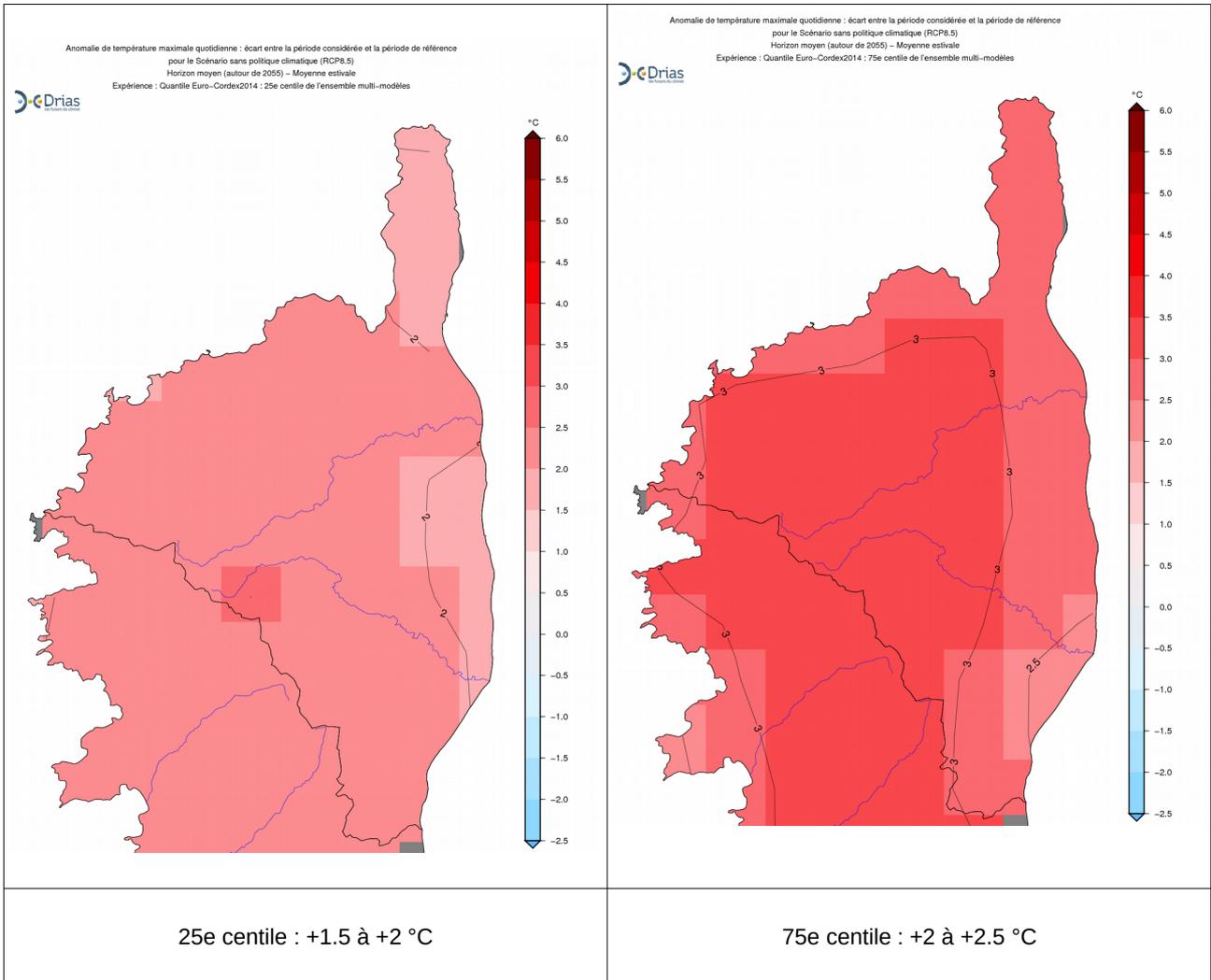


Illustration 20: Anomalie de température maximale l'été RCP 8.5 – Horizon moyen (2041-2070)

À l'horizon moyen, l'anomalie est plus faible, puisque la moitié des modèles projette une hausse de 1.5 à 2,5° C contre 3.5 à 4.5° C à l'horizon lointain.

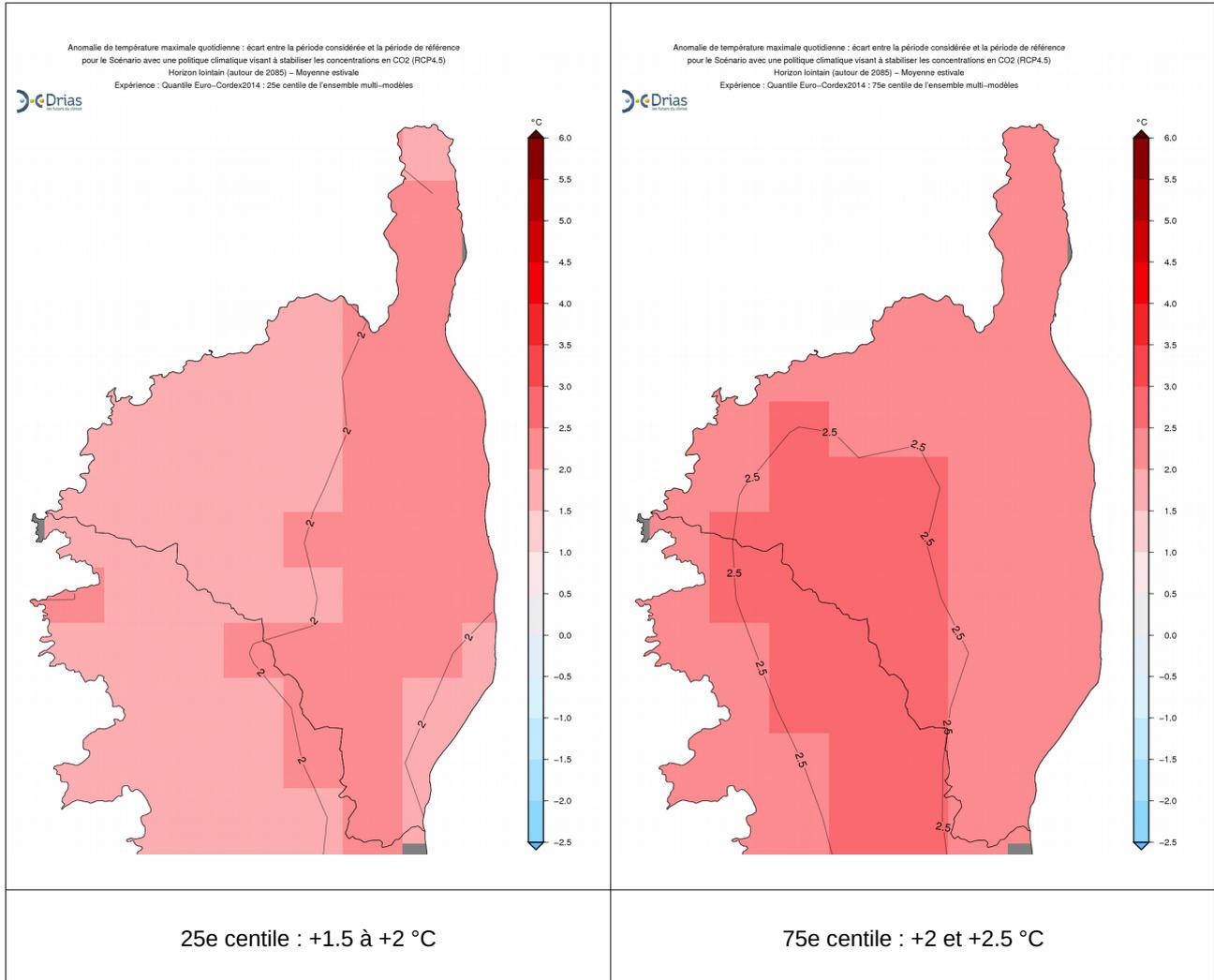


Illustration 21: Anomalie de température maximale l'été RCP4.5 – Horizon lointain (2071-2100)

À l'horizon lointain, mais pour le scénario RCP4.5 cette fois-ci, la hausse est d'environ 2 degrés donc du même ordre de grandeur qu'en 8.5 en milieu de siècle.

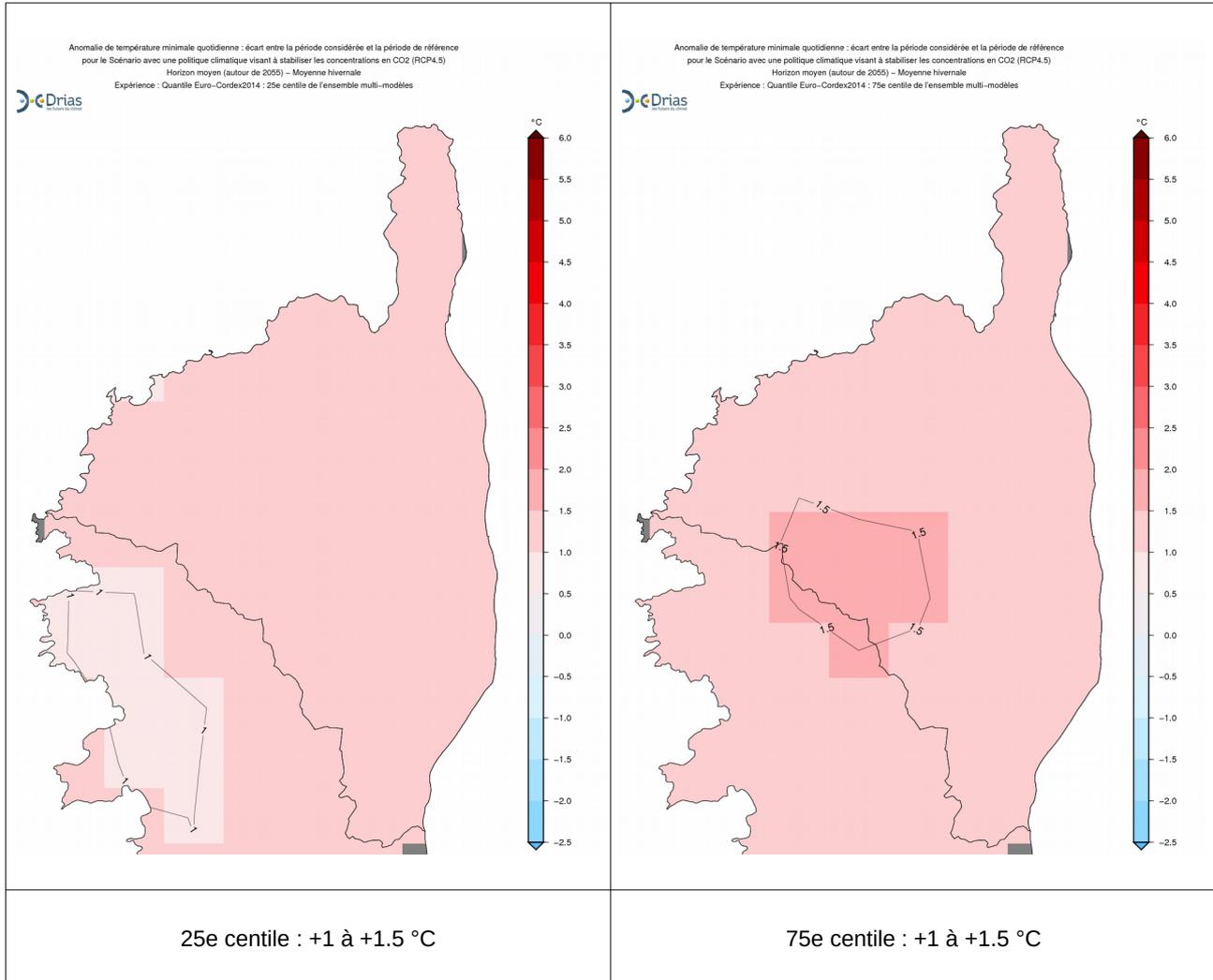


Illustration 22: Anomalie de température minimale l'hiver RCP 4.5 – Horizon moyen (2041-2070)

La hausse de températures minimales l'hiver (décembre, janvier, février) avec un scénario socio-économique plus modéré (RCP 4.5) et à l'horizon moyen est de l'ordre de 1 à 1.5° C.

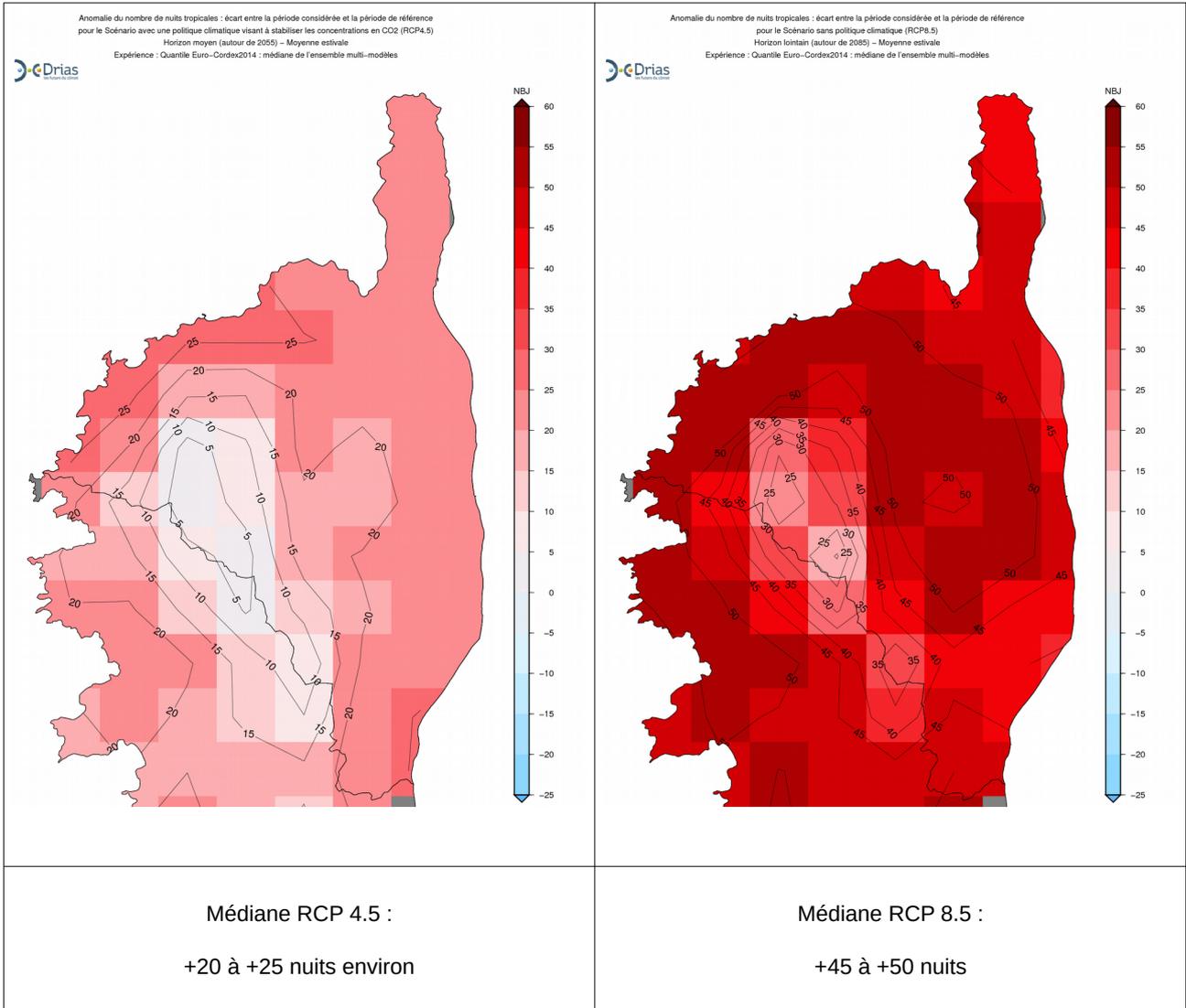


Illustration 23: Anomalie du nombre de nuits tropicales l'été – Horizon lointain (2071-2100)

Pour ces deux cartes, ce sont les médianes des projections climatiques qui sont visualisées. À gauche dans le cas du scénario RCP 4.5 et à droite avec le scénario 8.5.

Dans la CA de Bastia, sur la période de référence 1976-2005, le nombre de nuits tropicales l'été est de l'ordre de 25.

Les modèles prévoient à l'horizon lointain une augmentation sensible de ce nombre de nuits tropicales (où la température minimale vaut 20° C ou plus). La médiane en RCP 4.5 est de 20 à 25 nuits supplémentaires. La moitié des modèles est au-dessus et l'autre moitié au-dessous de cette valeur.

En RCP 8.5, ce nombre monte à plus de 45 nuits supplémentaires, pour atteindre 70 à plus de 75 nuits tropicales, donc plus de 80 % des nuits l'été.

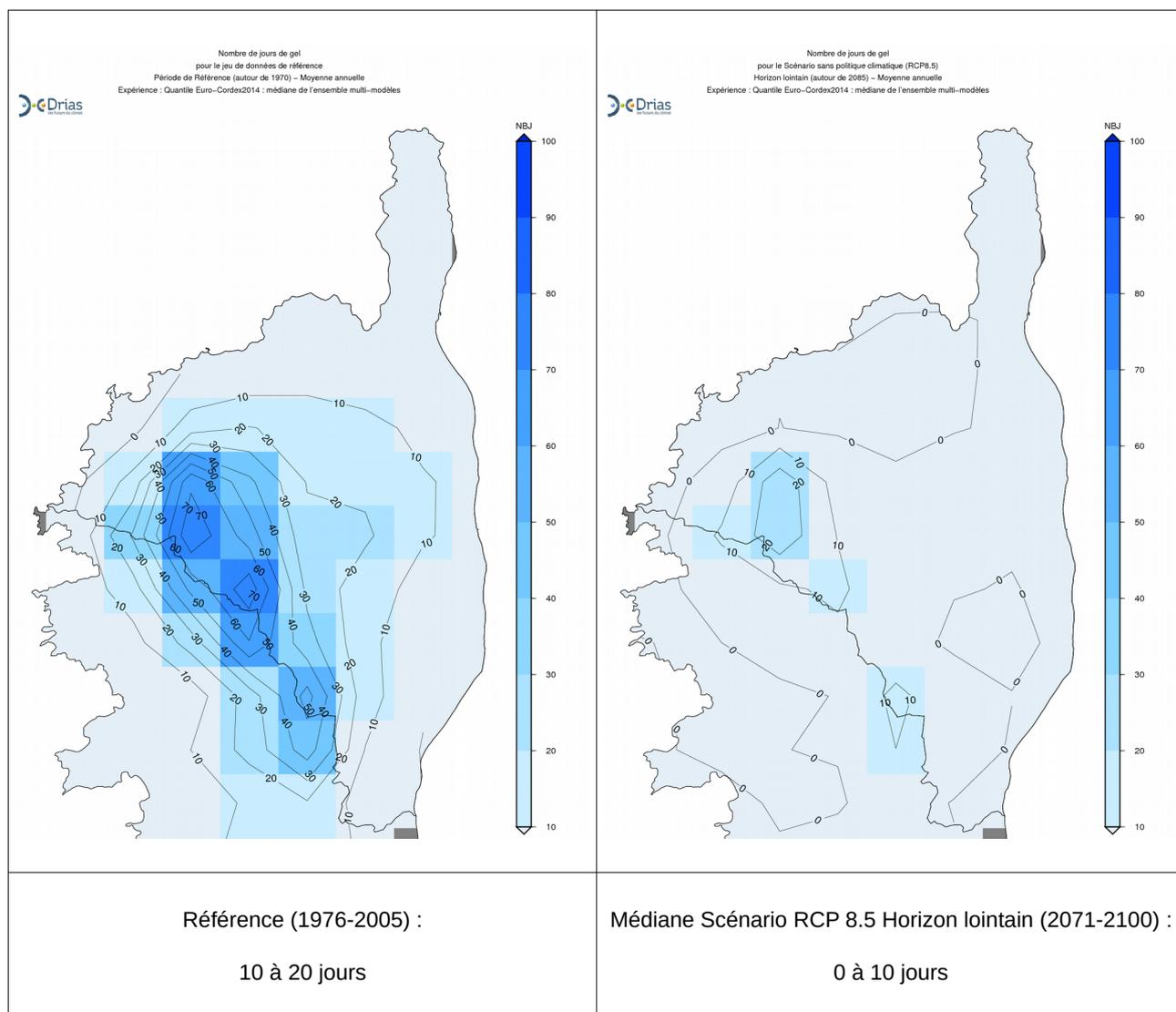


Illustration 24: Nombre annuel de jours de gel

Le nombre de jours de gels diminuera, mais cette diminution est plus sensible là où le nombre actuel de jours de gel est le plus élevé. Sur la partie proche du littoral, le nombre de jours pendant la référence 1976-2005 est déjà faible, voisin de 3 à 4, et la diminution est plus timide que sur le centre du département.

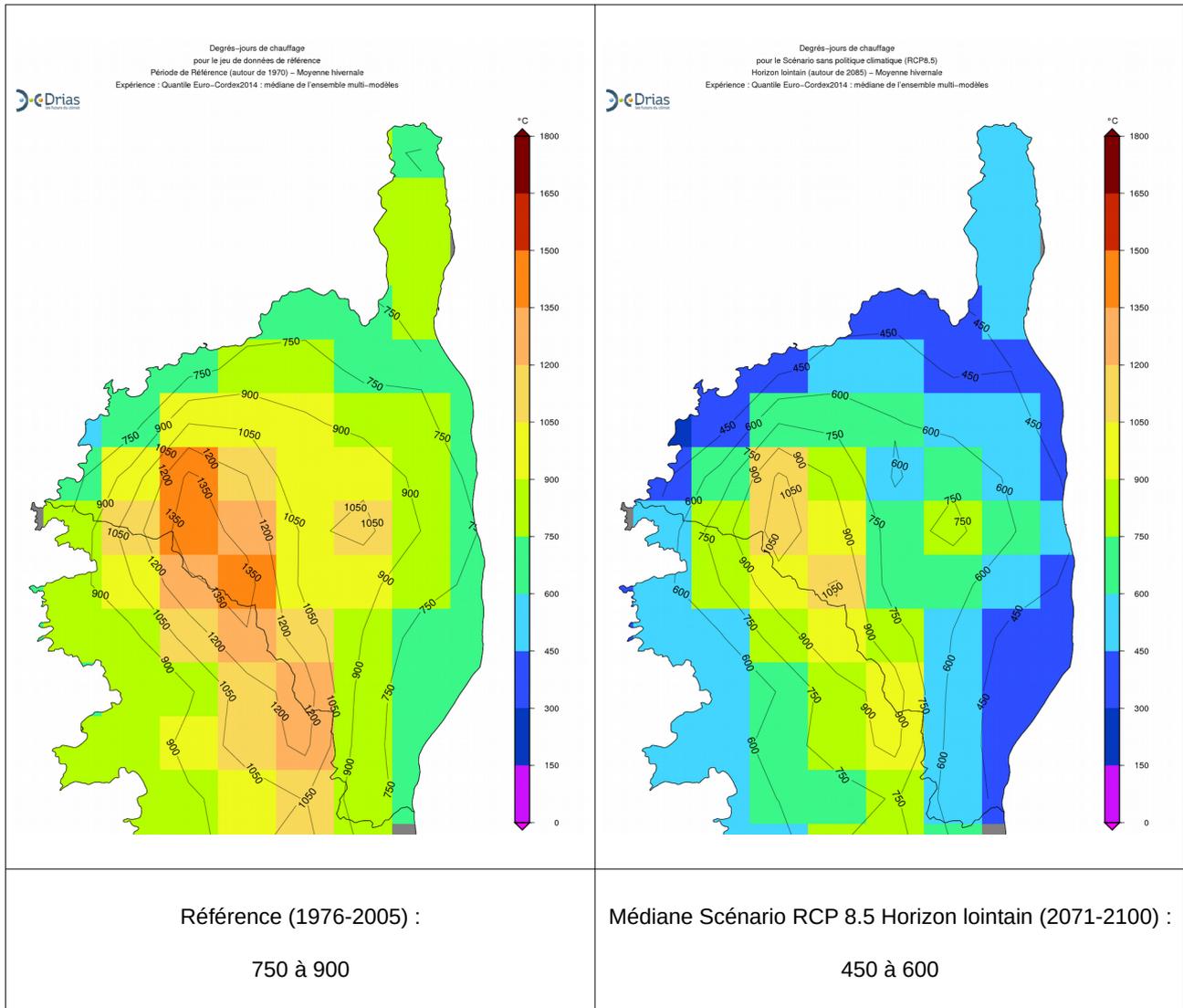


Illustration 25: DJU Chauffagiste l'hiver

Les DJU (degrés jours unifiés) chauffage sont calculés en faisant la somme des écarts entre 17° C et la température moyenne quotidienne, si cet écart est positif, c'est-à-dire si la température moyenne est inférieure à 17° C. **Le cumul de ces différences quotidiennes est directement corrélé à la consommation liée au chauffage dans une habitation.**

Les deux cartes ci-dessus montrent : à gauche la valeur de référence de ces DJU chauffage sur la période 1976-2005, de l'ordre de 750 à 900 ° C. À droite, en fin de siècle et dans l'hypothèse du scénario RCP 8.5, cette valeur est ramenée à 450-600 ° C, soit une baisse de l'ordre de 30 %.

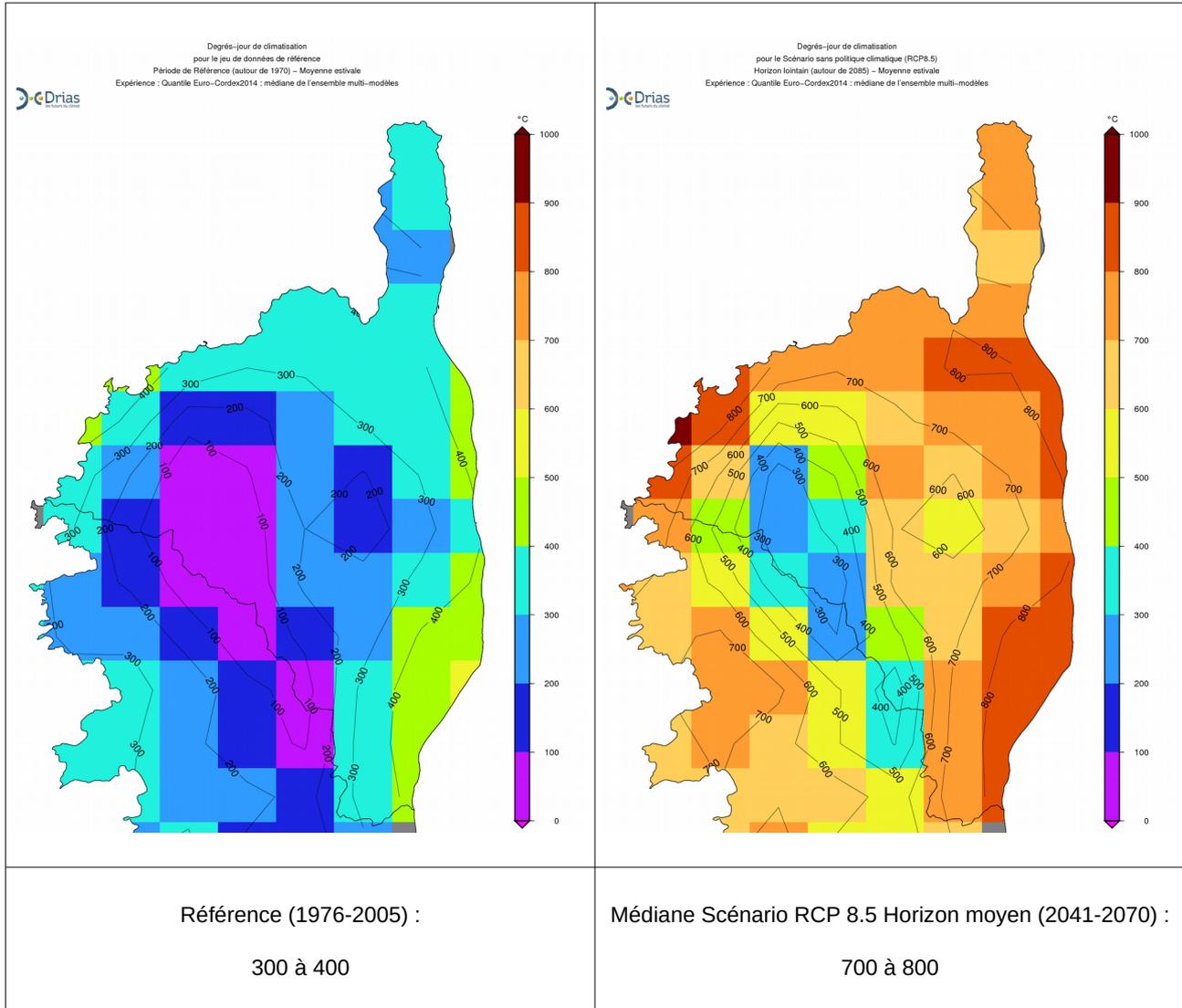


Illustration 26: DJU Climatisation l'été

Les DJU (degrés jours unifiés) climatisation sont calculés en faisant la somme des écarts entre la température moyenne quotidienne et 18° C, si cet écart est positif, c'est-à-dire si la température moyenne est supérieure à 18° C. **Le cumul de ces différences quotidiennes est directement corrélé à la consommation liée à la climatisation dans une habitation.**

Comme nous pouvions nous en douter, nous observons le phénomène inverse avec une augmentation sensible des besoins en climatisation dans le scénario RCP 8.5 à la fin du siècle. Nous passons des valeurs de référence de l'ordre de 350 ° C à des valeurs de l'ordre de 750, soit une augmentation très forte des besoins en climatisation.

3.1.1.2 Indicateurs de précipitations

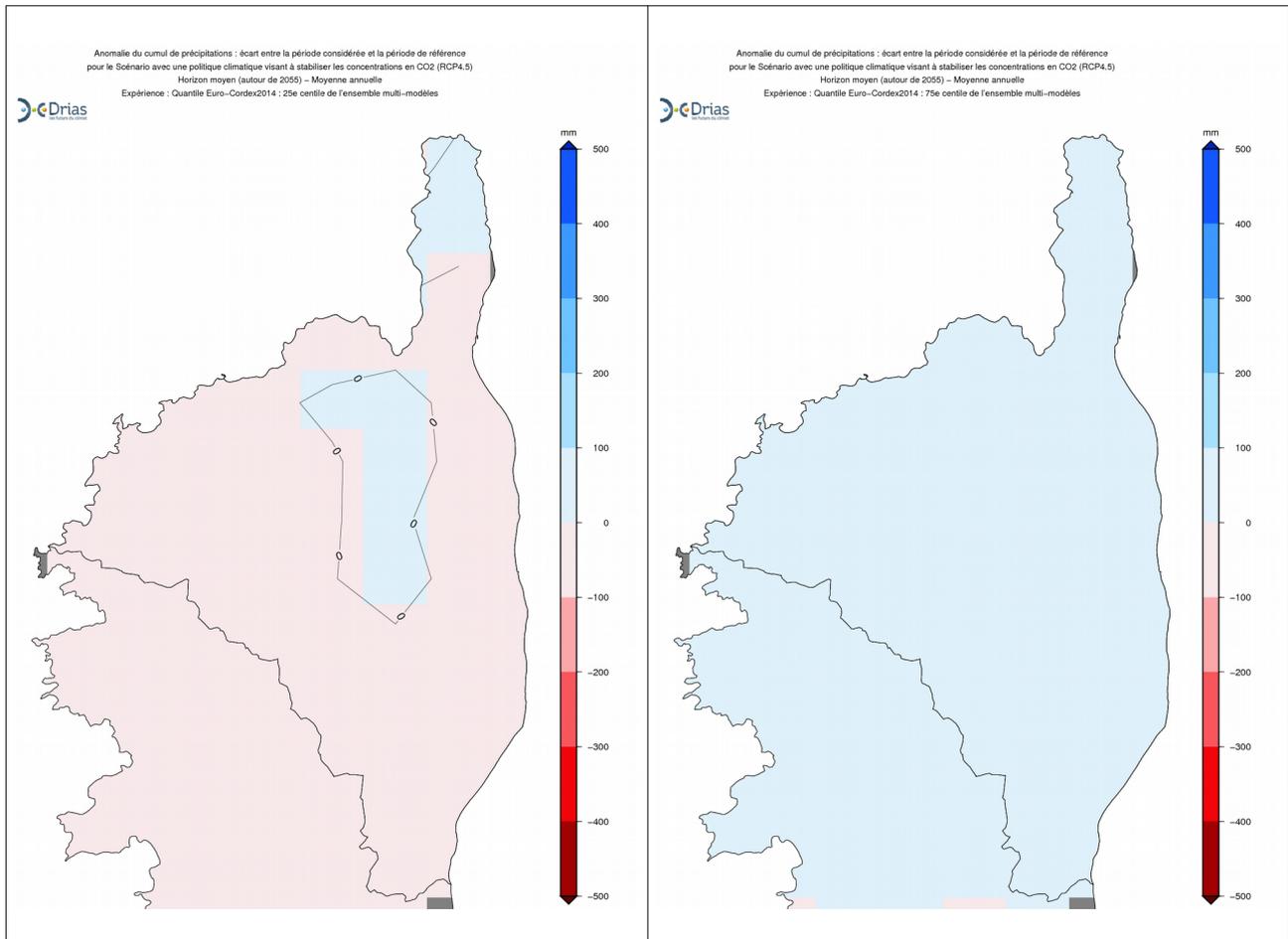


Illustration 27: Anomalies du cumul annuel de précipitation en RCP4.5, horizon moyen, quantiles 25 % et 75 % par rapport à la période de référence 1976-2005

À l'horizon moyen 2041-2070, et avec le scénario socio-économique intermédiaire RCP4.5, la tendance est faible et ambiguë, les modèles ne sont pas tous d'accord entre eux puisque la moitié des résultats des modèles sont compris entre de faibles baisses (environ -10 mm) et des hausses modérées de précipitations (+50 mm).

À l'horizon lointain 2071-2100, les quantiles 25 % et 75 % sont de l'ordre de -100 mm et +100 mm d'anomalie de cumul annuel, ce qui veut dire qu'un quart des modèles pronostiquent une baisse de précipitations supérieure à 100 mm par an et un autre quart pronostiquent une hausse de plus de 100 mm.

Avec le scénario RCP8.5 et toujours à l'horizon lointain, la tendance semble plutôt s'orienter vers une légère baisse de cumuls en tous cas pour plus d'un modèle sur deux avec des valeurs de quantiles d'environ -100 mm pour le 25^e centile, -20 mm pour le 50^e et +30 mm pour le 75^e.

Quand nous regardons les cumuls d'hiver et d'été, en RCP8.5 et pour l'horizon lointain, les résultats sont très proches des résultats annuels, avec plutôt pour ces deux saisons une baisse des cumuls. C'est aussi le cas dans une moindre mesure pour la saison printanière. À l'automne, les modèles sont en désaccord sur le sens de variation du cumul de précipitations.

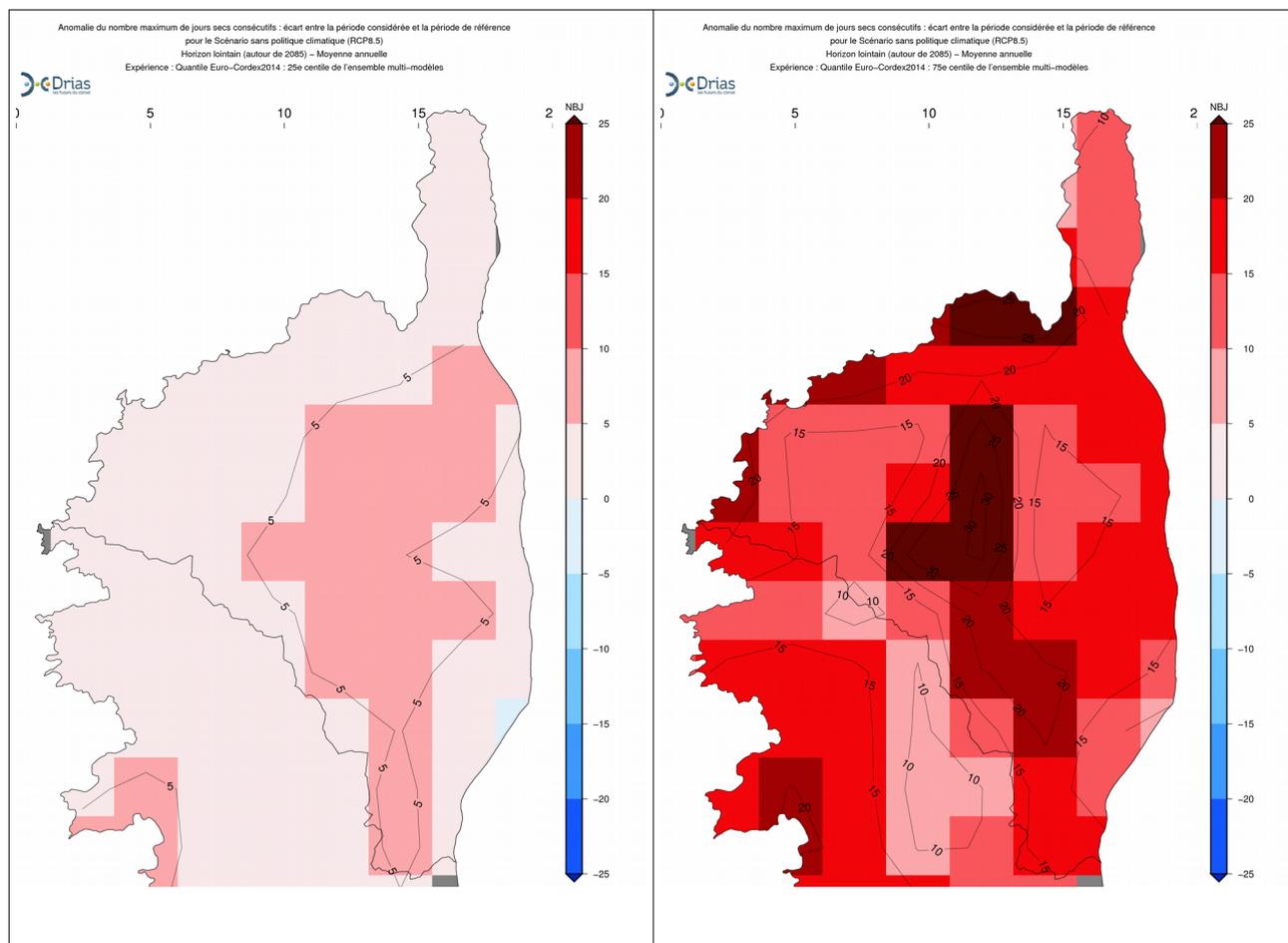


Illustration 28: Anomalies du nombre maximal de jours secs consécutifs en moyenne annuelle avec le scénario RCP8.5, horizon lointain, quantiles 25 % et 75 % par rapport à la période de référence 1976-2005

Les cartes ci-dessus mettent en évidence pour le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et pour l'horizon lointain 2071-2100, une augmentation du nombre annuel de jours secs. Si l'ensemble des modèles sont en accord pour donner une augmentation annuelle du nombre de jours secs, la carte de gauche montre que 25 % des modèles donnent une augmentation de moins de 4 jours et 25 % des modèles donnent une hausse de plus de 11 jours (carte de droite).

C'est la saison estivale qui est responsable de cette augmentation, le signal restant faible pour les autres saisons.

Cette tendance, bien que beaucoup moins marquée, apparaît aussi avec le scénario RCP4.5 à horizon lointain. Par contre, pour les deux scénarios, aucune tendance ne se dégage à l'horizon moyen (2041-2070).

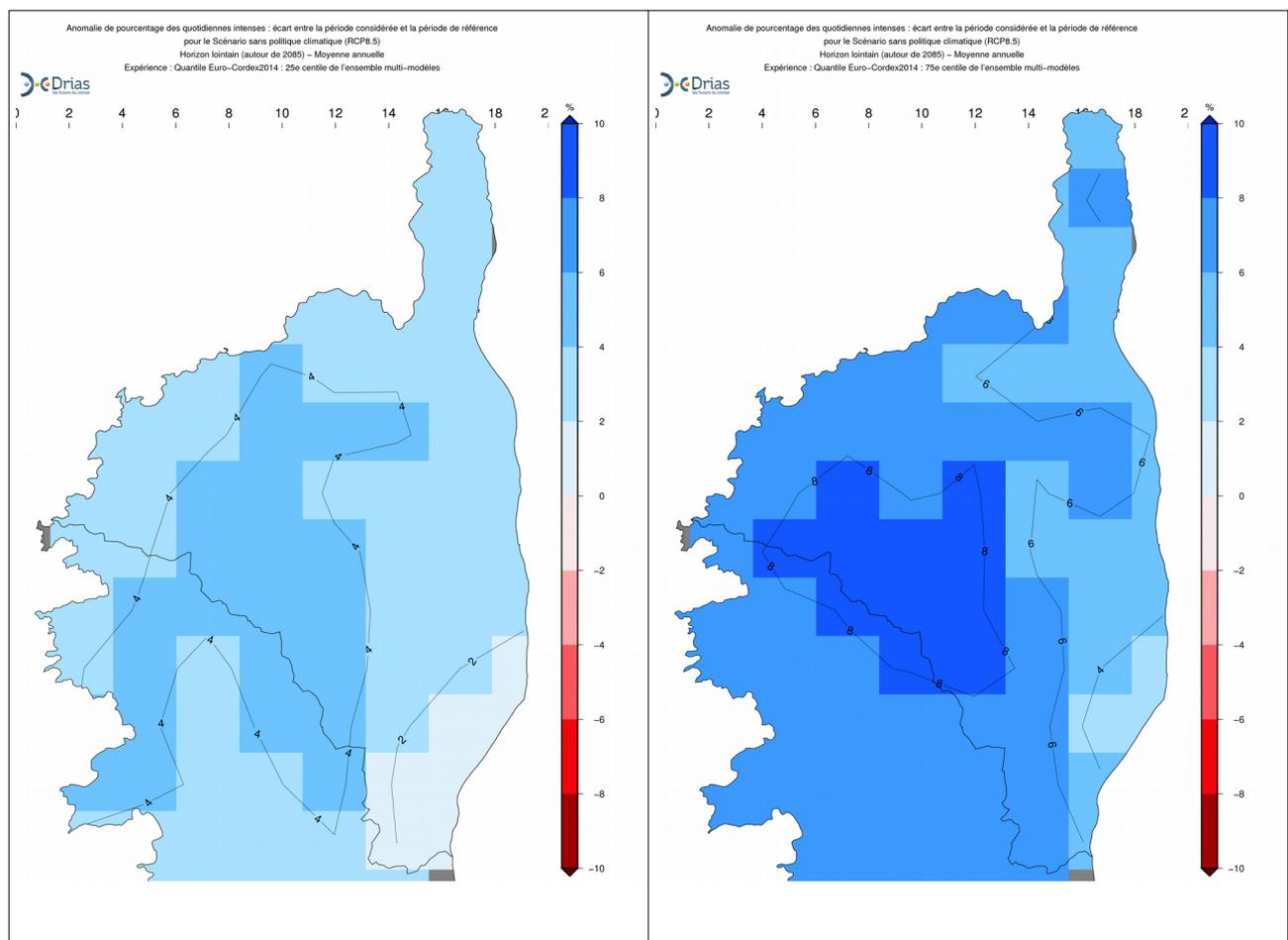


Illustration 29: Anomalie du pourcentage des précipitations intenses (précipitations au-dessus du 90e centile annuel) avec le scénario RCP8.5, horizon lointain, quantiles 25 % et 75 % par rapport à la période de référence 1976-2005

Les cartes d'anomalies de précipitations intenses, exprimées en pourcentage, mettent en évidence une augmentation de 4 à 6 % pour la moitié des modèles EURO-CORDEX, d'ici la fin du XXI siècle, pour le scénario RCP8.5.

Là encore, les simulations pour un scénario RCP4.5 sont en accord avec ce résultat d'augmentation du pourcentage des précipitations intenses, mais l'augmentation est plus faible (inférieure à 3 % pour 50 % des modèles).

3.1.2 Les graphiques

Il est possible d'utiliser les données du portail DRIAS pour élaborer des graphiques d'évolution des divers paramètres ou indicateurs liés aux températures ou aux précipitations.

Les projections climatiques sur DRIAS sont accessibles sur des points de grille distants de 8 km les uns des autres. L'illustration 30: Points de grille DRIAS situés dans l'Agglomération de Bastia et près de la station météorologique de Lucciana – Le nombre en rouge est l'altitude du point ci-dessous montre les points DRIAS disponibles sur l'Agglomération de Bastia, et nous avons produits de nombreux graphiques pour chacun de ces deux points. Nous avons d'autre part produit les mêmes types de graphiques pour le point le plus proche de la station météorologique de Bastia, sur la commune de Lucciana, puisque c'est sur cette station que nous avons pu étudier l'évolution de la température et le vent durant les dernières décennies.

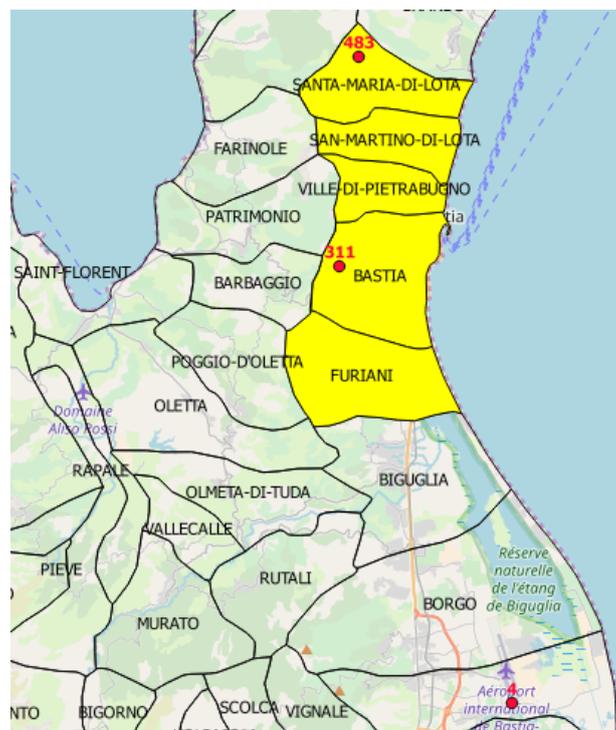


Illustration 30: Points de grille DRIAS situés dans l'Agglomération de Bastia et près de la station météorologique de Lucciana – Le nombre en rouge est l'altitude du point

Le principe du tracé d'un graphique d'évolution est expliqué sur un exemple ci-dessous. Tous les graphiques qui suivent seront tracés selon le même principe, les mêmes éléments ayant la même signification d'un graphique à l'autre.

3.1.2.1 Les températures et indicateurs associés

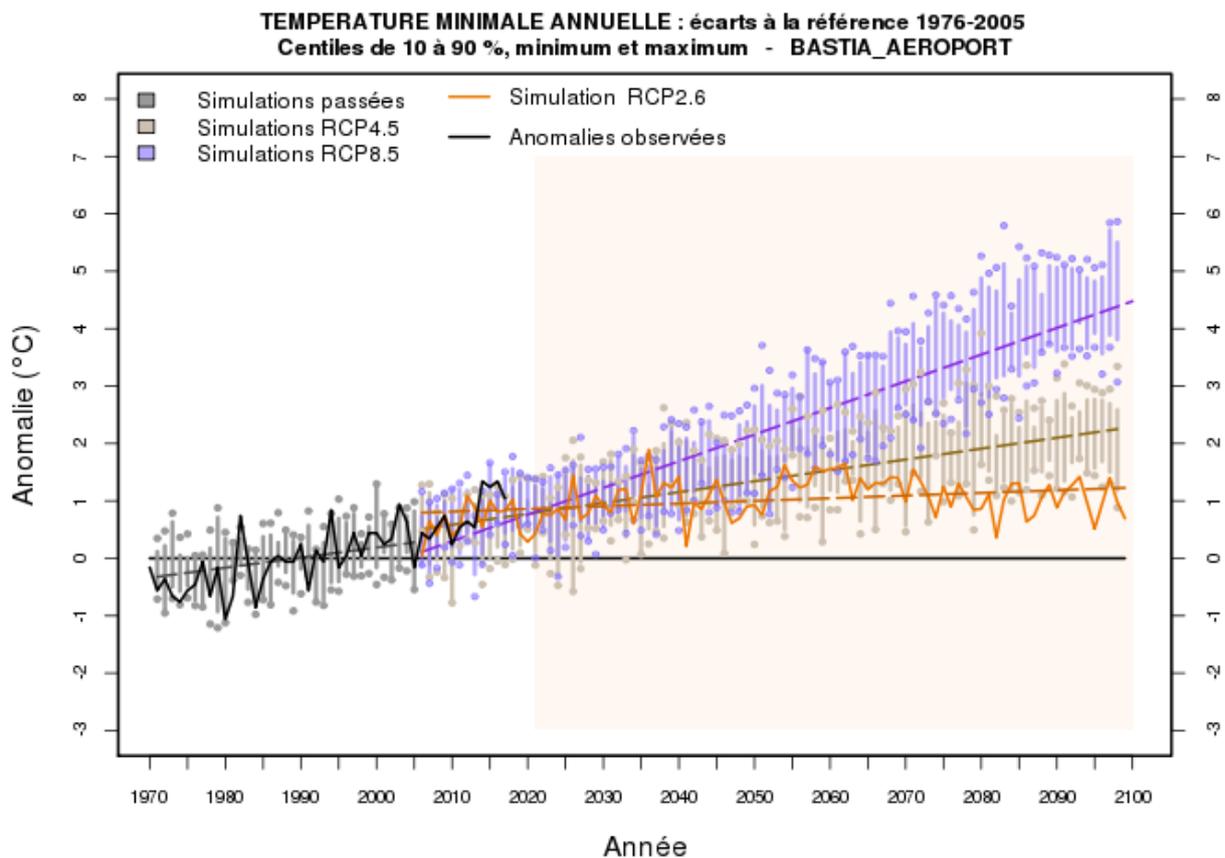


Illustration 31: Graphique d'évolution de l'anomalie de température minimale annuelle entre 1970 et 2100 Aéroport de Bastia – (écarts à la référence 1976-2005)

Dans le graphe ci-dessus, les années de 1970 à 2100 sont représentées en abscisse, alors que l'ordonnée du graphique représente ici l'anomalie de température minimale annuelle. Le graphe représente donc une évolution entre 1970 et 2100 des anomalies de température moyenne annuelle. Ce paramètre est celui qui variera d'un graphique à l'autre.

La ligne brisée noire représente l'évolution de cette température minimale moyenne observée à la station météorologique de Bastia-Lucciana.

La plage de couleur gris foncé entre 1976 et 2005 représente les simulations du passé par une dizaine de modèles climatiques de l'ensemble EURO-CORDEX. Chaque année est matérialisée par un trait vertical, un point au-dessus et un point au-dessous. Le trait vertical représente l'intervalle de valeurs pour 80 % des modèles, le point au-dessus indique la valeur du modèle qui donne la valeur la plus élevée et le point au-dessous indique la valeur du modèle qui donne la valeur la plus basse.

La courbe orange, ainsi que les plages mauve et gris-clair concernent les projections climatiques elles-mêmes.

La courbe orange représente l'évolution de cette anomalie de température avec le scénario « vertueux » RCP2.6. Parmi la dizaine de modèles d'EURO-CORDEX considérés, un seul modèle simule ce scénario, c'est pourquoi ce scénario n'est pas associé à une « enveloppe » mais il est représenté par une seule courbe.

La plage mauve représente les projections de la dizaine de modèles climatiques pour le scénario RCP8.5, toujours avec la même représentation que pour les simulations passées.

La plage gris-clair représente les projections de la dizaine de modèles climatiques pour le scénario RCP4.5.

Les lignes droites en tiretés de couleur représentent la tendance. La ligne orange représente la tendance des anomalies pour le scénario RCP2.6, la ligne gris clair la tendance pour le scénario RCP4.5 et la ligne mauve la tendance pour le scénario RCP8.5.

Comme attendu, la hausse la plus importante se produit dans le cas du scénario « business as usual », le RCP8.5, le RCP2.6, le seul compatible avec les accords de Paris (COP21), étant à l'origine d'une quasi-stabilisation de l'anomalie. En fin de siècle, avec le RCP8.5, l'anomalie par rapport à la période 1976-2005 atteindrait autour de 5 degrés Celsius (disons entre 4 et 6 degrés). Le RCP4.5 entraînerait une hausse d'à peu près 2 degrés. Et cette hausse serait limitée à 1 degré dans le cas du scénario RCP2.6

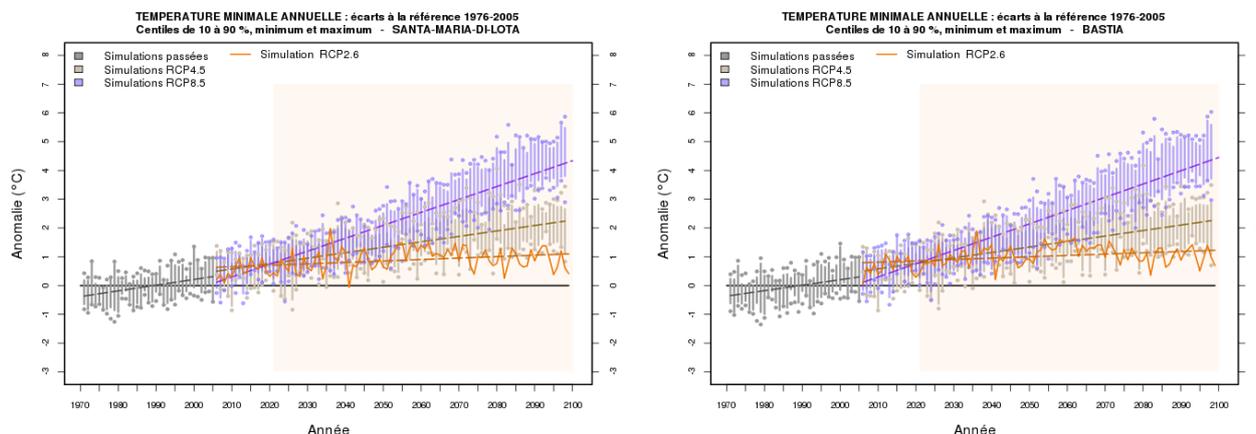


Illustration 32: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température minimale annuelle pour les points de grille de Santa Maria di Lota à gauche et de Bastia à droite

Dans l'illustration 32: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température minimale annuelle pour les points de grille de Santa Maria di Lota à gauche et de Bastia à droite, les deux graphiques représentent le même type d'évolution mais pour les deux points de grille situés dans l'Agglomération, le premier à gauche, situé sur la commune de Santa Maria di Lota et le second, à droite sur la commune de Bastia. Les évolutions sont comparables avec celle du point de grille proche de l'aéroport de Bastia, à savoir des différences importantes selon le scénario RCP suivi.

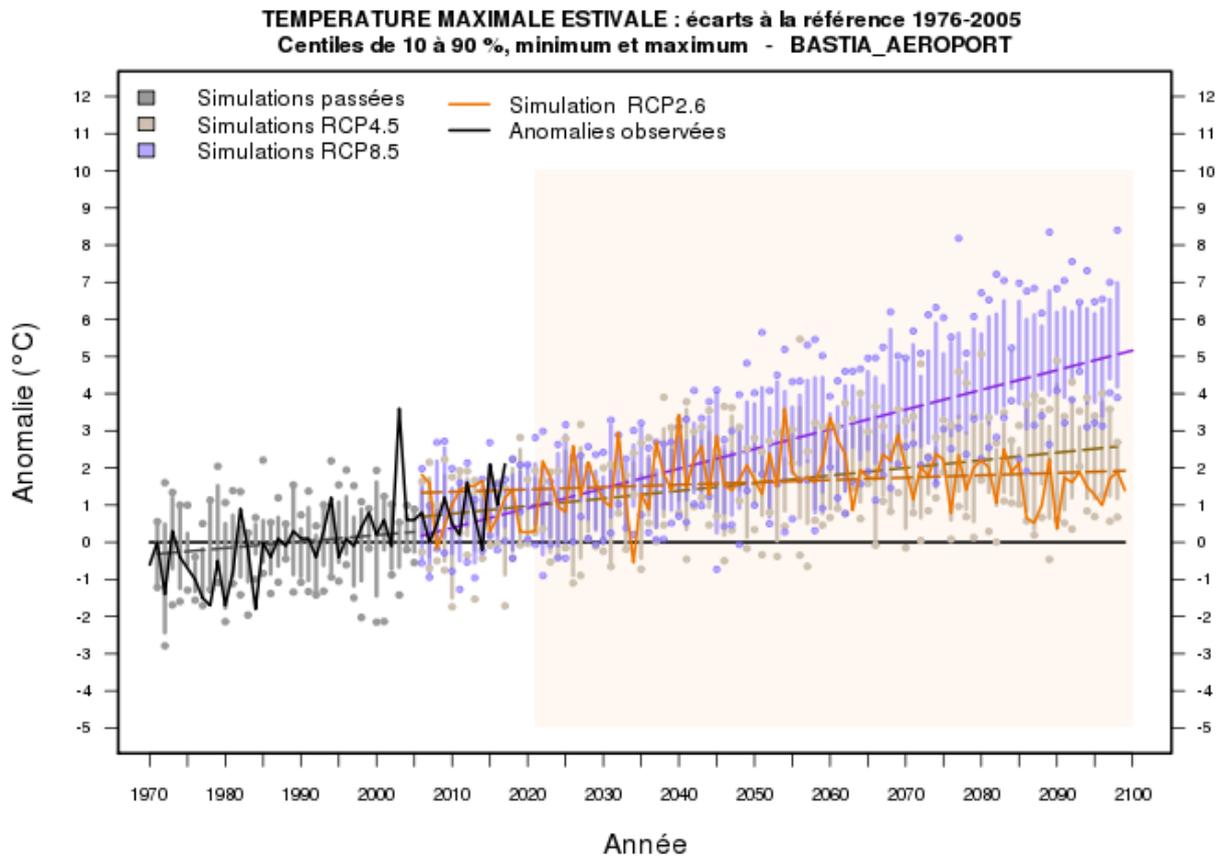


Illustration 33: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température maximale l'été (juin, juillet et août) sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia Aéroport

Le graphique ci-dessus représente l'évolution passée (simulée et observée) et projetée des températures maximales moyennes sur le point de grille le plus proche de l'aéroport de Bastia. Les graphiques pour les points de grille de Bastia-ville et Santa Maria di Lota sont proches de celui de Luciana, ils ne sont pas fournis dans ce rapport, car ils ont l'inconvénient de ne pas visualiser les données observées.

Le pic entre 2000 et 2005 sur la courbe noire, donc les valeurs observées, correspond à la valeur de l'été 2003 où nous avons connu une canicule importante. C'est une année record, en tous cas avec le climat actuel. Parce que si nous nous projetons en fin de siècle avec le scénario RCP8.5, cette anomalie de +3 degrés Celsius se retrouve dans le nuage de points mauves, voire dans sa partie basse, avec une probabilité non négligeable d'avoir des anomalies dépassant 6 à 7 degrés : l'été 2003 serait alors un été normal voire plus frais que la moyenne. C'est le cas avec le scénario RCP8.5, mais beaucoup moins le cas avec le scénario RCP4.5 et sans grand changement avec par rapport aux anomalies actuelles dans le cas du scénario RCP2.6 pour le modèle ARPEGE-ALADIN Climat, le seul à simuler ce scénario parmi les modèles de l'ensemble EURO-CORDEX.

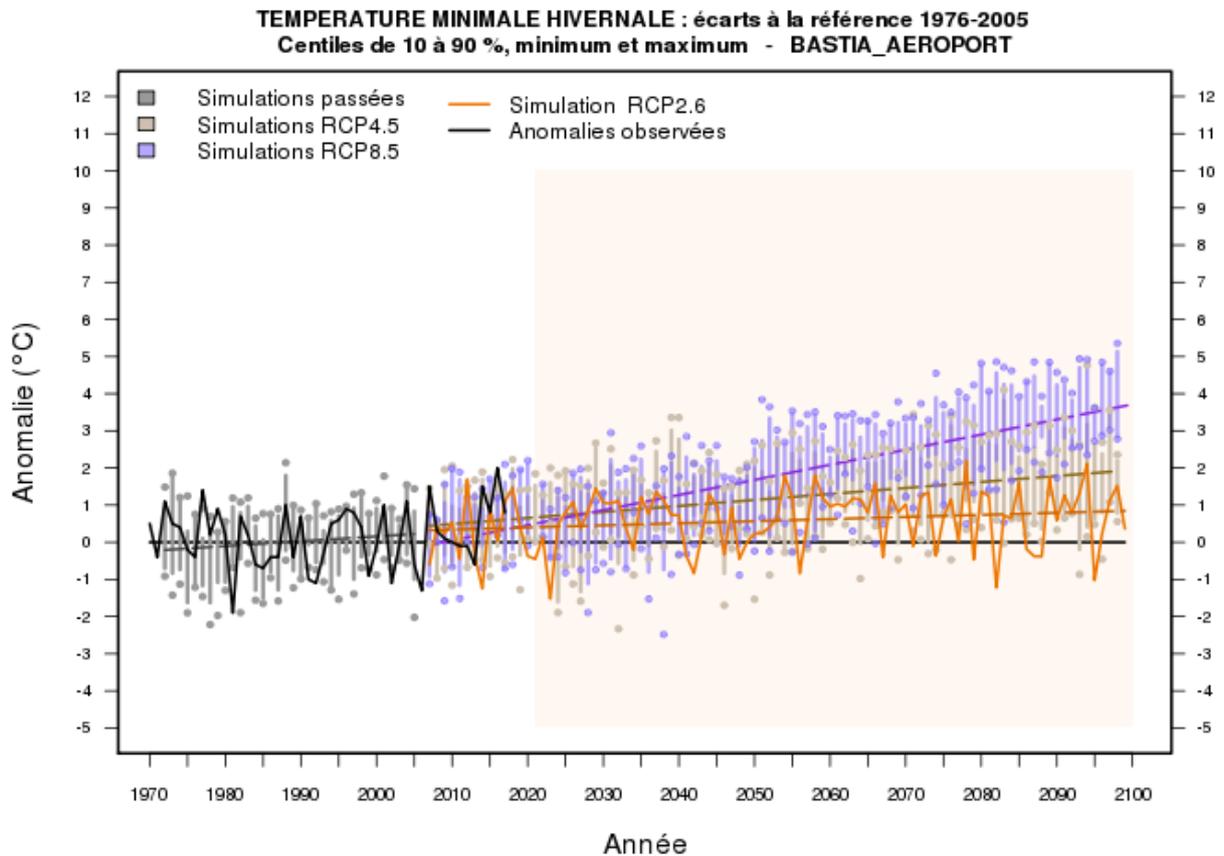


Illustration 34: Graphiques d'évolution de l'anomalie de température minimale l'hiver (décembre, janvier et février) sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia Aéroport

Pour la température minimale hivernale, la hausse est un peu moins importante que pour la température maximale estivale, avec une valeur de l'anomalie de l'ordre de 3 à 5 degrés pour le RCP8.5, 1 à 2 degrés pour le RCP4.5 et un peu moins de 1 degré pour le scénario RCP2.6 simulé par un seul modèle de l'ensemble EURO-CORDEX.

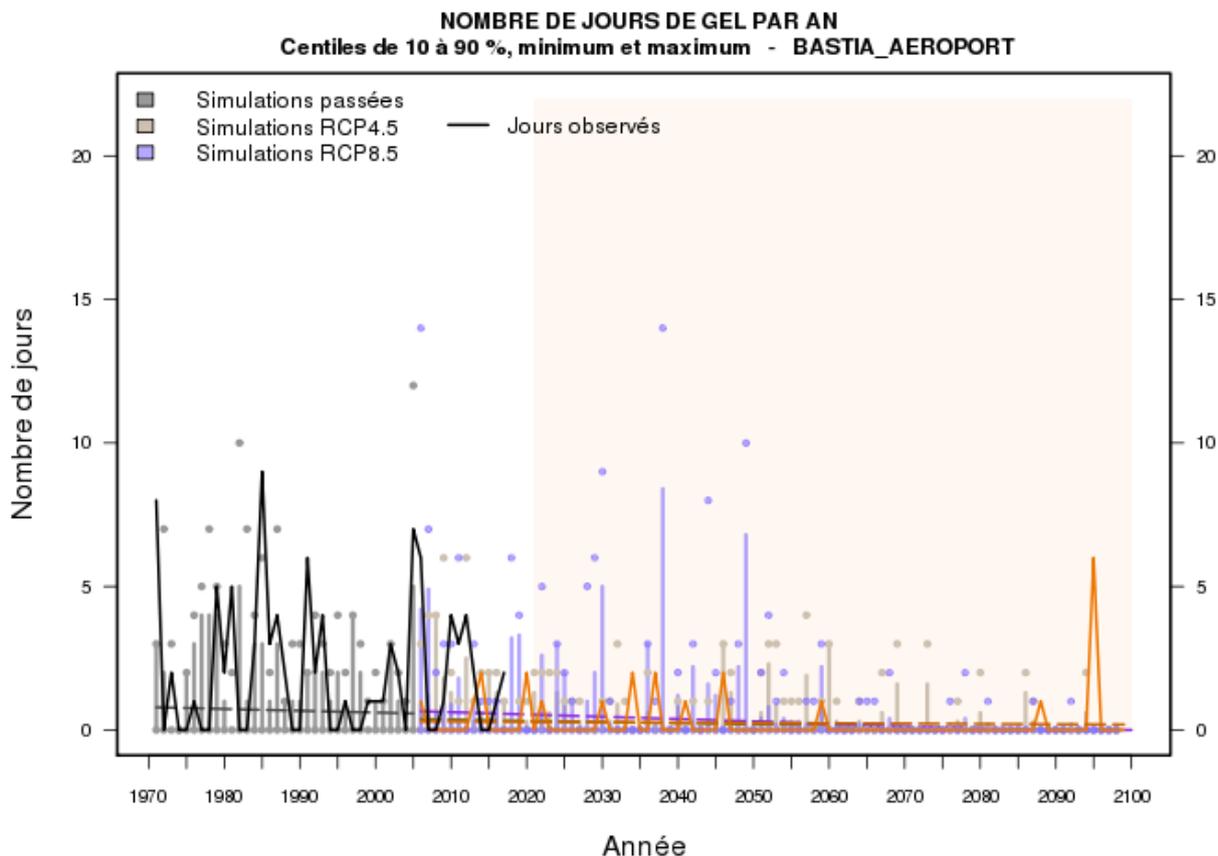


Illustration 35: Graphiques d'évolution du nombre de jours de gel par an sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia Aéroport

Ici, nous remarquons que ce nombre de jours varie beaucoup d'une année à l'autre, mais que ce nombre de jours devrait baisser en moyenne. Le nombre de jours de gelée est déjà faible, mais les années sans gelées seront plus probables avec le scénario RCP8.5.

3.1.2.2 Précipitations

Pour les précipitations, nous avons à notre disposition 2 points de grille sur l'Agglomération, comme avec les températures. Nous avons également produit tous les graphes sur le point de grille le plus proche de l'aéroport de Lucciana, mais puisque nous n'avons pas de série homogénéisée de précipitations sur cette station, les graphiques ne contiennent pas la courbe noire des observations de précipitations ou d'indicateurs calculés à partir des observations. Nous nous contenterons donc d'alimenter ce rapport avec les données du point de grille le plus proche de Bastia, sachant qu'il y a très peu d'écart entre ces graphiques et ceux qui ont été réalisés pour Santa-Maria-di-Lota et Lucciana.

D'autre part, pour le paramètre « précipitations » et les indicateurs qui y sont liés, nous n'avons pas de scénario RCP2.6 parmi la dizaine de modèles du jeu EURO-CORDEX. Les graphiques présentés ne contiennent ni courbe orange (RCP2.6) ni courbe noire (données observées).

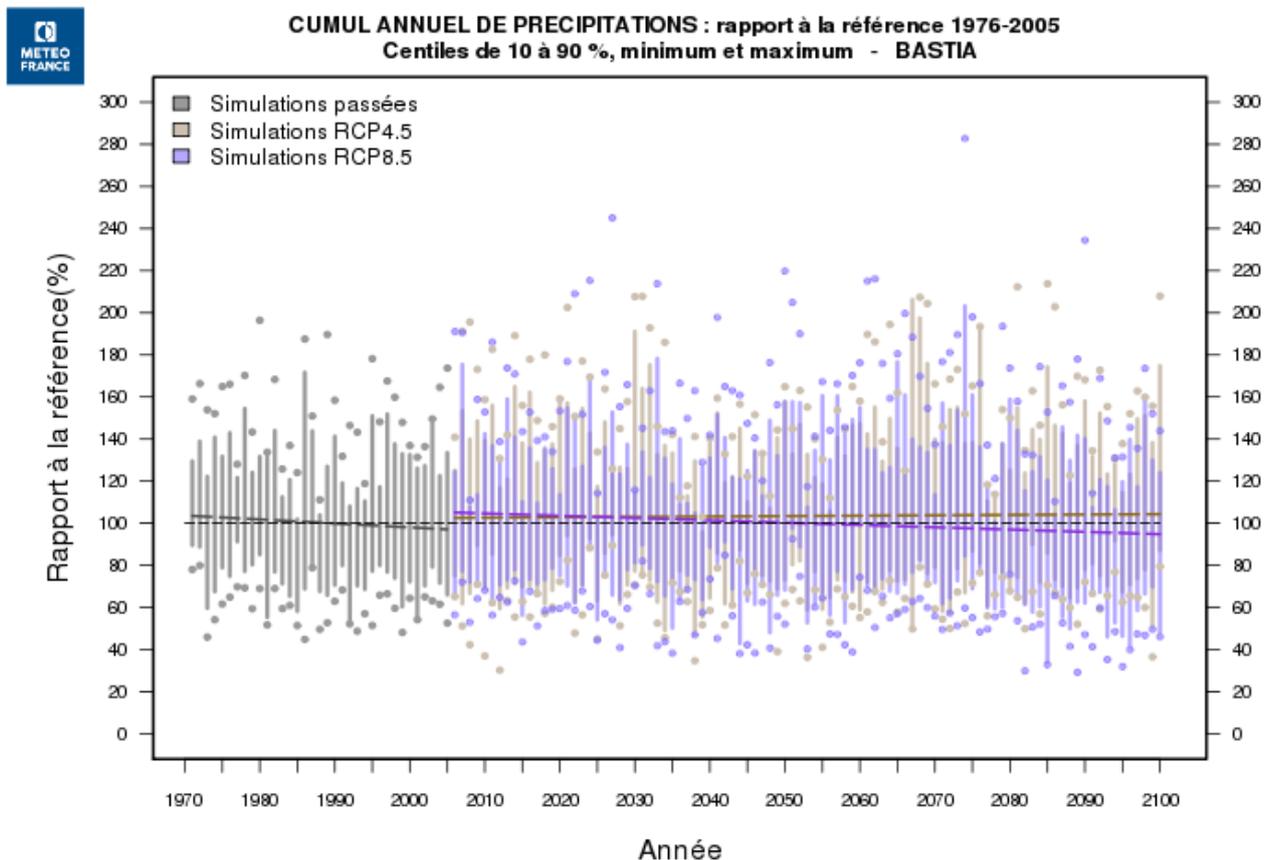


Illustration 36: Evolution du rapport à la normale 1976-2005 du cumul de précipitation annuel sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia

Ce graphique illustre parfaitement l'indétermination sur les projections climatiques : quel que soit le scénario, nous retrouvons une variabilité interannuelle importante ainsi qu'une assez forte dispersion de la dizaine de modèles du jeu EURO-CORDEX. Aucune tendance générale ne se dégage concernant l'évolution des cumuls annuels de précipitations.

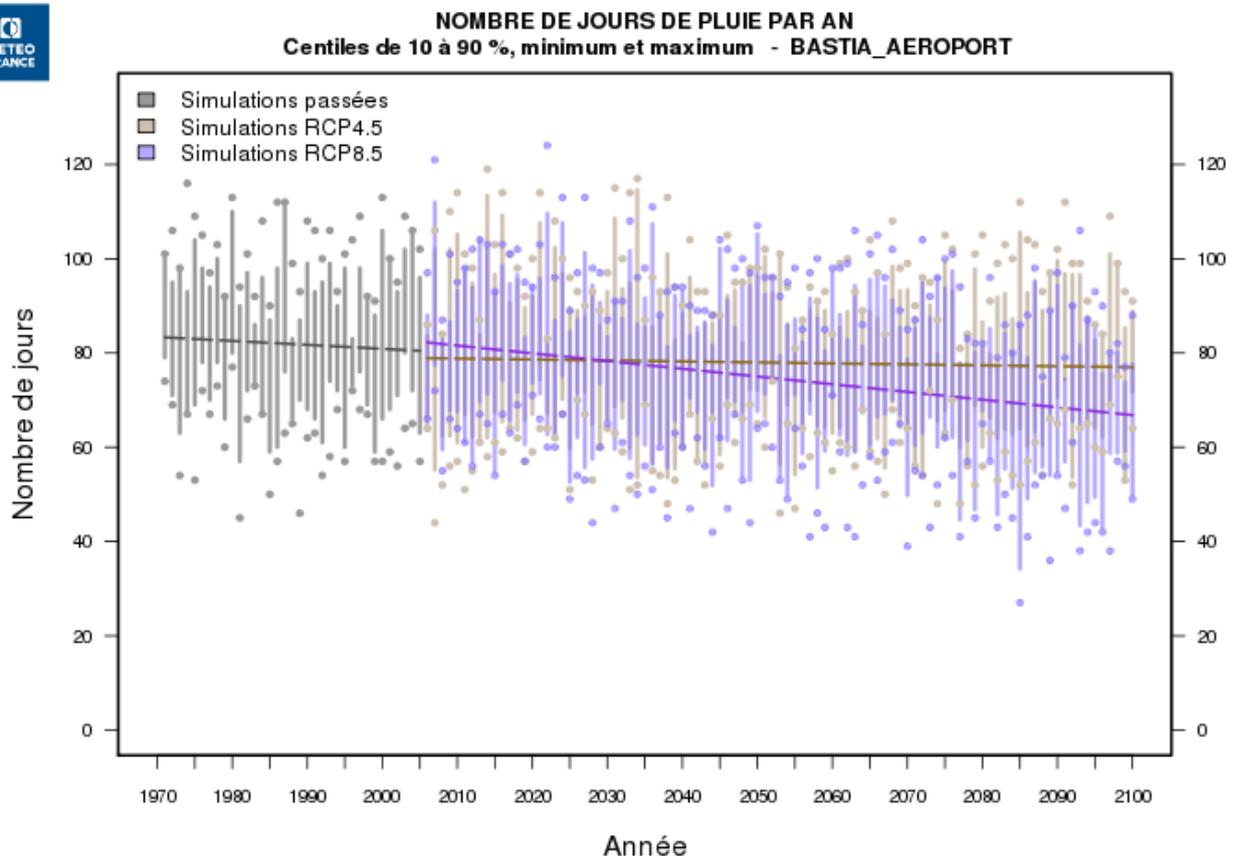


Illustration 37: Evolution du nombre de jours annuels avec des précipitations supérieures à 1 mm sur le point de grille DRIAS le plus proche de Bastia

Cet exemple est intéressant car c'est un des rares graphiques à montrer une tendance dans les projections. Ici, dans ce type de graphique, on décompte le nombre de jours par an où les cumuls de pluies dépassent 1 mm. Ce nombre de jour évolue légèrement à la baisse dans les simulations passées, il reste relativement stable dans les projections RCP4.5, mais ce nombre semble orienté clairement à la baisse dans les projections RCP8.5, sans qu'on puisse dire à ce stade si cette baisse est significative. Nous perdrons d'ici la fin du siècle une quinzaine de jours par rapport aux années 70.

En dehors de ce graphe ci-dessus, de façon générale, peu de graphes montrent une évolution dans un sens ou dans l'autre et ce :

- quel que soit le point de grille considéré : Bastia, Bastia aéroport ou Santa Maria di Lota
- quelle que soit la période temporelle : l'année ou la saison et dans ce cas quelle que soit la saison

Au niveau du paramètre, les cumuls de pluie ne montrent pas d'évolution particulière. Quant aux nombres de jours avec des pluies supérieures à 1 mm et de jours avec des pluies supérieures à 10 mm ils ne montrent pas d'évolution ou bien une faible baisse du nombre de jours avec le scénario RCP8.5.

3.2 Tableaux récapitulatifs

Cette partie a été ajoutée dans la version 4 du document. En effet, le Comité Scientifique du projet ADAPT souhaitait voir apparaître quelque part des « tableaux récapitulatifs (mensuels et saisonniers) des données météorologiques moyennes à long terme à Bastia (températures minimales moyennes en janvier, températures maximales moyennes en janvier, cumul des précipitations moyennes en janvier, et ainsi de suite pour tous les mois et toutes les saisons) ».

Les tableaux ont été élaborés par M. Filippi de la Communauté d'Agglomération de Bastia à partir de la partie « Données et Produits » du portail DRIAS.

Le point DRIAS sur lequel ces données ont été récupérées est celui le plus proche de la ville de Bastia.

Pour ce point DRIAS, sont fournis des tableaux d'anomalies de températures minimales et maximales, et de précipitations, ainsi que les valeurs des températures et précipitations elles-mêmes pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, pour la fin du XXIème siècle, au pas de temps saisonnier et mensuel. Nous fournissons les 25^e et 75^e centiles des projections climatiques.

3.2.1 Températures

3.2.1.1 Pas saisonnier

Données de Température, pas saisonnier en RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100)								
Référence : 1976-2005	Hiver		Printemps		Été		Automne	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de T° mini (en °C)	3,0	3,2	2,7	3,0	4,1	4,5	3,8	4,2
Anomalie de T° max (en °C)	3,1	3,3	2,7	3,1	3,9	4,9	3,7	4,0
T° mini journalière (en °C)	8,5	8,6	11,8	12,1	22,3	22,5	16,3	16,6
T° maxi journalière (en °C)	14,0	14,2	17,9	18,2	29,1	29,9	22,3	22,7

Tableau 3: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas saisonnier.

Ce tableau se lit de la façon suivante : pour les températures minimales et en hiver, la hausse des températures est majoritairement comprise entre 3 et 3,2 °C par rapport à la période 1976-2005. La moitié des modèles EURO-CORDEX projettent une hausse comprise entre ces deux valeurs. Un quart voit une hausse supérieure à 3,2 et un quart une hausse inférieure à 3.

De même la température minimale moyenne en hiver est comprise entre 8,5 et 8,6 degrés pour 50 % des modèles.

Nous donnons ensuite le tableau pour le RCP 4.5 :

Données de Température, pas saisonnier en RCP 4.5 – Horizon lointain (2071-2100)								
Référence : 1976-2005	Hiver		Printemps		Été		Automne	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de T° mini (en °C)	1,5	1,8	1,3	1,6	2,1	2,3	2,0	2,2
Anomalie de T° max (en °C)	1,4	1,9	1,4	1,7	2,1	2,3	1,8	2,0
T° mini journalière (en °C)	6,9	7,1	10,4	10,8	20,2	20,3	14,4	14,6
T° maxi journalière (en °C)	12,3	12,7	16,6	16,8	27,1	27,4	20,4	20,7

Tableau 4: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas saisonnier.

3.2.1.2 Pas mensuel

Données de Température, pas mensuel en RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100) mois janvier à juin												
Référence : 1976-2005	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de T° mini	3,0	3,2	2,9	3,3	2,7	3,0	2,6	3,0	2,7	3,2	3,2	4,1
Anomalie de T° max	3,0	3,3	2,8	3,3	2,6	2,9	2,6	3,1	2,8	3,4	3,6	4,3
T° mini journalière	7,9	8,1	8,1	8,4	9,1	9,4	11,4	11,9	14,9	15,3	19,5	20,0
T° maxi journalière	13,3	13,6	13,7	14,1	15,0	15,4	17,5	17,9	21,1	21,6	26,0	27,1

Tableau 5: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Janvier à juin.

Données de Température, pas mensuel en RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100) mois juillet à décembre												
Référence : 1976-2005	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de T° mini	4,3	4,6	4,5	5,4	4,4	4,8	3,5	4,0	3,4	3,9	3,1	3,3
Anomalie de T° max	4,2	5,2	4,4	5,5	4,4	5,2	3,0	3,7	3,3	3,5	3,3	3,4
T° mini journalière	23,3	23,8	23,7	24,2	20,4	21,0	15,9	16,5	12,1	12,4	9,3	9,5
T° maxi journalière	30,4	31,4	30,7	31,5	27,2	28,1	21,9	22,4	17,6	17,7	14,7	15,0

Tableau 6: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Juillet à décembre.

Données de Température, pas mensuel en RCP 4.5 – Horizon lointain (2071-2100) mois janvier à juin												
Référence : 1976-2005	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de T° mini	1,5	2,0	1,5	1,8	1,2	1,8	1,3	1,4	1,4	1,6	1,6	2,2
Anomalie de T° max	1,6	2,1	1,6	1,9	1,2	1,8	1,3	1,8	1,3	1,6	1,6	2,2
T° mini journalière	6,4	6,6	6,6	6,9	7,7	8,2	10,0	10,4	13,5	13,8	17,8	18,1
T° maxi journalière	12,2	12,3	12,3	12,7	13,8	14,0	16,2	16,5	19,7	19,8	24,1	24,6

Tableau 7: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Janvier à juin

Données de Température, pas mensuel en RCP 4.5 – Horizon lointain (2071-2100)
mois juillet à décembre

Référence : 1976-2005	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de T° mini	2,1	2,5	2,0	2,7	2,4	2,5	1,6	2,1	1,7	2,3	1,3	1,7
Anomalie de T° max	2,1	2,6	1,8	2,8	2,4	2,7	1,4	2,0	1,6	1,9	1,2	1,6
T° mini journalière	21,2	21,7	21,2	21,8	18,4	18,7	14,1	14,5	10,4	10,8	7,5	7,9
T° maxi journalière	28,5	28,6	28,2	28,9	25,1	25,6	20,1	20,7	15,9	16,0	12,7	13,2

Tableau 8: Bilan des évolutions de températures minimales et maximales et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Juillet à décembre.

Les modèles s'accordent pour prévoir une hausse des températures. Cette hausse est plus sensible avec le scénario RCP 8.5. qu'avec le RCP 4.5 et c'est en été que cette hausse est la plus forte.

Elle est de l'ordre de 2 à 2,5 °C pour les mois d'été en 4.5, mais peut atteindre 4,5 à 5,5 °C en été avec le scénario 8.5.

3.2.2 Précipitations

3.2.2.1 Pas saisonnier

Les tableaux présentés ici concernent en fait 2 paramètres : les précipitations quotidiennes moyennes et le cumul moyen de précipitations. Les anomalies sont exprimées en mm, car ce sont des écarts et non des rapports à la normale. Les valeurs sont arrondies au 1/10 de mm pour les pluies quotidiennes et au mm le plus proche pour les cumuls de pluie.

Données de Précipitations – pas saisonnier – RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100)								
Référence : 1976-2005	Hiver		Printemps		Été		Automne	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de précipitation quotidiennes (mm/jour)	0,0	0,0	-0,4	0,1	-0,3	0,0	-0,3	0,3
Anomalie du cumul de précipitations (mm)	-31	0	-35	12	-28	2	-22	25
Précipitations quotidiennes (mm/jour)	3,0	3,0	2,0	2,7	0,5	0,9	3,4	3,9
Cumul de précipitations (mm)	238	269	179	247	47	87	310	357

Tableau 9: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas saisonnier.

Données de Précipitations – pas saisonnier – RCP 4.5 – Horizon lointain (2071-2100)								
Référence : 1976-2005	Hiver		Printemps		Été		Automne	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de précipitation quotidiennes (mm/jour)	0,0	0,3	-0,3	0,1	0,0	0,3	-0,3	0,6
Anomalie du cumul de précipitations (mm)	1	30	-24	6	0	30	-23	56
Précipitations quotidiennes (mm/jour)	3,0	3,2	2,3	2,7	0,9	1,3	3,6	4,1
Cumul de précipitations (mm)	268	289	210	248	86	123	325	376

Tableau 10: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas saisonnier.

3.2.2.2 Pas mensuel

Données de Précipitations – Pas mensuel – RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100)												
mois de janvier à juin												
Référence : 1976-2005	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de précipitation quotidiennes (mm)	-0,2	0,5	-0,1	0,1	-0,4	0,3	-0,3	0,0	-1,0	-0,2	-0,2	0,0
Anomalie du cumul de précipitations (mm)	-5	15	-3	3	-12	8	-10	-1	-32	-7	-6	0
Précipitations quotidiennes (mm)	2,7	3,2	2,2	2,9	2,6	3,2	1,8	2,6	1,6	2,0	0,6	0,9
Cumul de précipitations (mm)	85	99	63	83	80	98	54	77	51	63	18	26

Tableau 11: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Mois janvier à juin.

Données de Précipitations – Pas mensuel – RCP 8.5 – Horizon lointain (2071-2100)
mois de juillet à décembre

Référence : 1976-2005	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de précipitation quotidiennes (mm)	-0,3	0,0	-0,4	0,2	-0,8	0,3	-0,5	-0,1	-0,3	0,7	-0,6	-0,2
Anomalie du cumul de précipitations (mm)	-8	-1	-12	6	-23	9	-16	-2	-9	20	-19	-7
Précipitations quotidiennes (mm)	0,3	0,7	0,7	1,4	2,0	2,8	3,8	4,4	3,9	4,4	2,7	3,0
Cumul de précipitations (mm)	9	20	20	43	59	83	118	135	117	132	84	94

Tableau 12: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 8.5 et au pas mensuel. Mois de juillet à décembre.

Données de Précipitations – Pas mensuel – RCP 4.5 – Horizon lointain (2071-2100)												
mois de janvier à juin												
Référence : 1976-2005	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
Centiles de la distribution	25 ^e	75 ^e	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}
Anomalie de précipitation quotidiennes (mm)	-0,1	0,2	0,1	0,6	-0,6	0,0	-0,4	0,0	-0,2	0,2	0,1	0,5
Anomalie du cumul de précipitations (mm)	-4	7	2	17	-18	1	-11	-1	-8	5	3	16
Précipitations quotidiennes (mm)	2,6	3,2	2,6	3,1	2,5	3,0	2,0	2,6	2,1	2,6	1,1	1,3
Cumul de précipitations (mm)	80	98	74	86	79	92	61	77	66	80	33	37

Tableau 13: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Mois janvier à juin.

Données de Précipitations – Pas mensuel – RCP 4.5 – Horizon lointain (2071-2100)												
mois de juillet à décembre												
Référence : 1976-2005	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre	
Centiles de la distribution	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25^{e}	75^{e}	25 ^e	75 ^e
Anomalie de précipitation quotidiennes (mm)	-0,1	0,2	-0,3	0,6	-0,6	-0,3	0,1	0,5	0,0	0,6	-0,2	1,1
Anomalie du cumul de précipitations (mm)	-3	6	-8	18	-19	-9	4	16	0	17	-5	33
Précipitations quotidiennes (mm)	0,4	0,9	1,1	1,9	2,1	3,0	4,1	4,8	4,1	4,8	3,4	4,0
Cumul de précipitations (mm)	13	26	33	58	62	91	128	148	123	144	105	124

Tableau 14: Bilan des évolutions de cumuls de précipitations quotidiens moyens et de cumuls mensuels et de leurs anomalies entre l'horizon lointain et la référence 1976-2005. Pour le RCP 4.5 et au pas mensuel. Mois de juillet à décembre.

Dans les tableaux précédents, nous avons indiqué en vert les cellules des quantiles Q25 et Q75 lorsque les deux anomalies correspondantes étaient de même signe **positif** et montraient donc une augmentation des précipitations par rapport à la période de référence. Et nous avons indiqué en marron les cellules des quantiles Q25 et Q75 lorsque les deux anomalies correspondantes étaient de même signe **néгатif** et montraient donc une diminution des précipitations.

Nous constatons de façon générale que le signal est nettement moins consensuel qu'il ne l'est pour les températures. Il est en effet très fréquent d'avoir un Q25 et un Q75 de signe opposé et proches en valeur absolue, montrant une incertitude importante des modèles de projection climatique.

L'indication de la normale du cumul de pluie dans la dernière ligne de chaque tableau permet de relativiser la magnitude de la hausse ou de la baisse et de ramener la variation en un pourcentage si besoin.

Les signaux sont parfois contradictoires entre le RCP4.5 et le RCP8.5. Ainsi, avec le RCP8.5, les précipitations sont plutôt projetées en baisse en hiver et en été par rapport à la période de référence 1976-2005, alors qu'avec le RCP4.5, les modèles voient majoritairement une hausse. Pour les autres saisons, aucune tendance ne se dégage, les modèles sont visiblement très divergents.

Au pas mensuel, les chiffres montrent, avec le RCP8.5, une baisse pour les mois d'avril, mai, juin, juillet, octobre et décembre et pas de signal pour les autres mois. Et avec le RCP4.5 une hausse en février et juin et une baisse en mars et avril. Ici, il est difficile de dire si ces variations ont un sens. Certes ce sont bien les valeurs que nous retrouvons dans les cartes du site DRIAS, mais ce comportement est parfois très localisé sur Bastia et la résolution relativement faible de la descente d'échelle (grille SAFRAN, 8 km) ne permet pas de prendre en compte la finesse de la variabilité des précipitations. L'illustration 38 montre bien qu'à quelques kilomètres près, nous n'aurions pas tiré les mêmes conclusions sur la baisse des précipitations en hiver avec le RCP8.5.

Les incertitudes sur la qualité du résultat sont encore plus fortes quand, à l'incertitude spatiale se rajoute une incertitude temporelle. Avec un nombre de données prises en compte plus petit, les résultats à l'échelle du mois sont encore plus difficiles à interpréter.

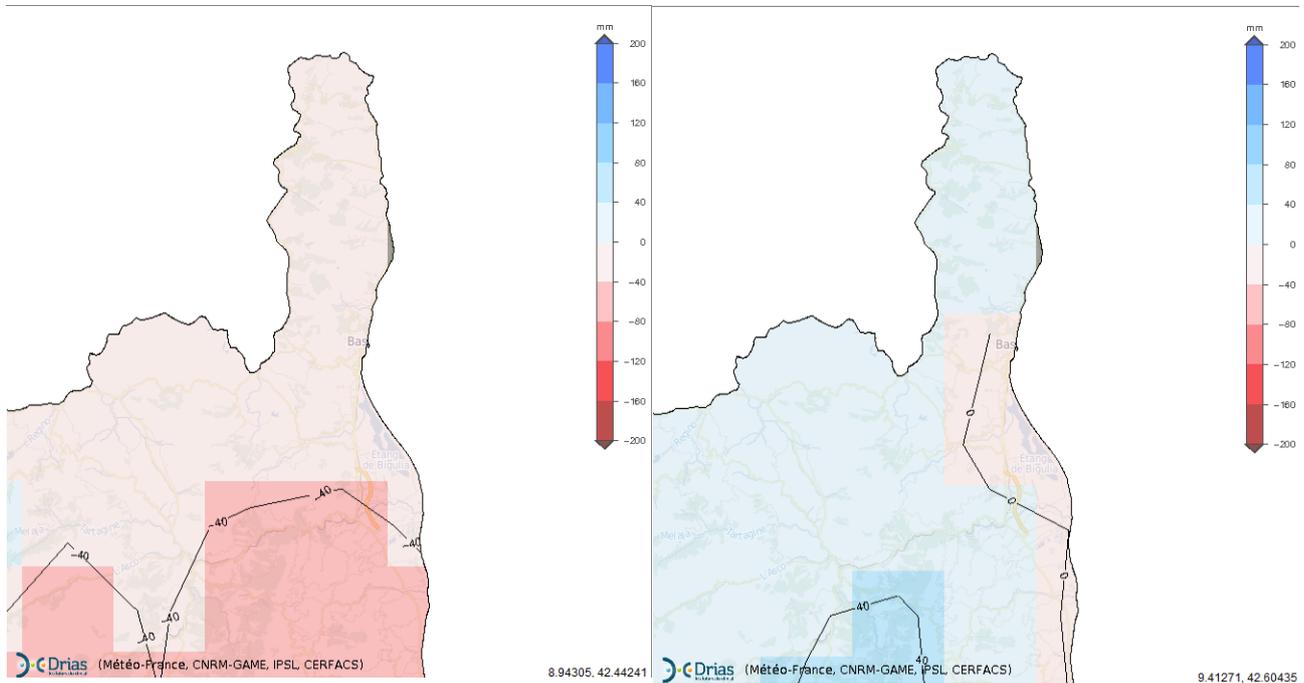


Illustration 38: Anomalie du cumul de précipitations hivernal, RCP8.5, horizon 2071-2100
A gauche, 25^e centile et à droite 75^e centile

Dans cet exemple, sur la région bastiaise, l'anomalie du cumul des précipitations est négative dès le 25^e centile, c'est-à-dire qu'au moins 75 % des modèles projettent une baisse des précipitations dans le secteur de Bastia et au sud le long de la frange littorale. Mais si on considère un point situé au milieu du Cap Corse, la valeur approximative de l'anomalie est +21 mm pour le 75^e centile et -7 mm pour le 25^e. Dans une telle configuration, pour le Cap Corse nous aurions conclu que les modèles étaient en désaccord et qu'il n'était pas possible de conclure dans un sens ou dans l'autre sur l'évolution des précipitations hivernales. Et pourtant Bastia et le centre du Cap Corse sont à quelques kilomètres l'un de l'autre.

4 Conclusion de l'étude

L'étude des séries mensuelles et annuelles de températures minimales et maximales **passées** sur l'aéroport de Bastia montre une hausse significative des températures entre 1960 et 2012, avec par exemple une hausse d'environ +1,2° pour les températures moyennes annuelles, et +1,9° pour les températures maximales estivales. Si sur la même période la hausse des températures minimales estivales est nettement moins préoccupante, il faut souligner que l'hiver 2016 (décembre 2015 à février 2016) est le plus doux depuis 1960 avec un écart de presque 2 degrés par rapport à la normale 1971-2000.

Le nombre de jours de gel varie sensiblement d'une année à l'autre. Dans tous les cas il est faible en moyenne, mais ce nombre de jours diminue encore un peu entre 1960 et 2012 avec environ 3 jours par an en moyenne dans les années 60 et entre 1,5 et 2 jours par an ces dernières années.

Le nombre de jours où la température dépasse 25 degrés est lui aussi en augmentation assez régulière entre les années 60 et ces dernières années, passant d'environ 85 jours en 1960 à près de 120 jours par an ces dernières années. Pour les jours où la température dépasse 30 degrés, nous passons pour la même période de 5 jours à plus de 30 jours par an en moyenne. Quant au nombre de nuits tropicales par an, il croît de 5 par an en 1960 jusqu'à 30 à 35 par an en moyenne ces dernières années.

Les statistiques d'évolution du nombre de jours par an où le vent dépasse 60 ou 100 km/h à Lucciana montrent une tendance orientée à la baisse sur la période relativement courte comprise entre 1982 et 2017, tendance un peu plus marquée et significative pour les rafales de plus de 100 km/h. Il convient quand même d'être prudent ici, la période couverte est vraiment courte.

En l'absence de séries de précipitations homogénéisées, et à la demande du Comité Scientifique, nous avons travaillé à partir des séries brutes de cumul quotidien entre 1967 et 2018, après une grosse rupture dans les données détectée en 1966. L'étude de ces séries brutes montre que la tendance sur les précipitations est beaucoup moins nette que pour les températures et généralement insignifiante, que ce soit pour les cumuls annuels ou saisonniers, le nombre de jours de pluie supérieure à 1 mm ou à 20 mm. Sauf peut-être dans le cas des cumuls estivaux où la tendance à la baisse est statistiquement significative sur 1967-2018. Nous ne détectons pas de tendance significative pour le nombre de jours de pluie, mais par contre les graphiques montrent une hausse du nombre annuel maximal de jours secs consécutifs et cette hausse est significative sur la période 1967-2018.

Du côté des **projections** jusqu'en 2100, les cartes et les graphiques d'évolution contenus dans ce rapport nous renseignent sur plusieurs points :

le signal concernant les précipitations est contrasté et parfois incertain : selon que l'on regarde le scénario RCP4.5 ou 8.5, les projections en milieu de siècle ou en fin de siècle, et selon la saison, nous pouvons avoir une tendance différente selon les modèles.

En cumul annuel, il n'y a pas de signal net avec le scénario RCP4.5, que ce soit en milieu de siècle ou en fin de siècle. Nous décelons une faible baisse en fin de siècle avec le scénario RCP8.5 pour ce cumul annuel. Cette faible baisse se retrouve l'hiver et l'été, un peu au printemps mais pas du tout à l'automne.

Avec le RCP8.5 et en fin de siècle, le nombre de jours secs consécutifs augmente, mais avec une dispersion importante selon les modèles (entre 4 et 11 jours pour 80 % d'entre eux). Cette augmentation est particulièrement vraie pour la période estivale, le signal étant moins net pour les autres saisons.

L'anomalie du pourcentage de précipitations intenses augmente de 4 à 6 % pour le RCP8.5 en fin de siècle, mais de moins de 3 % pour la moitié des modèles en fin de siècle avec le scénario RCP4.5.

Concernant les températures et tous les indicateurs liés, le signal est clair et relativement consensuel parmi les modèles du jeu EURO-CORDEX. Les températures continueront d'augmenter, et cette hausse sera plus sensible en fin de siècle et avec le scénario du « laisser-faire » RCP8.5. Les modèles ne sont pas tous en accord sur la magnitude de cette hausse de température, mais ils permettent d'avoir une bonne idée de son ordre de grandeur. Corrélativement à cette hausse des températures nous retrouvons une augmentation du

nombre de journées chaudes ou très chaudes et une baisse du nombre de jours de gel, pourtant déjà faible aujourd'hui.

Ainsi, avec le scénario RCP8.5, les températures maximales l'été sont en hausse de 4 à 5 degrés en fin de siècle et de 2 à 2,5 degrés en milieu de siècle. Avec le scénario RCP4.5, cette hausse serait d'environ 2 degrés en fin de siècle.

Le nombre de nuits tropicales est de l'ordre de 25 par an en moyenne dans les simulations, ce nombre est plus faible sur la station de l'aéroport de Bastia. En fin de siècle, nous en aurions en « moyenne » 20 à 25 nuits tropicales de plus avec le scénario RCP4.5 mais 45 de plus avec le scénario RCP8.5.

Le nombre de jours de gel est de l'ordre de 3 à 4 dans les simulations des modèles sur la période 1976-2005, il serait proche de 0 en fin de siècle avec le RCP8.5.

Les DJU Chauffage qui quantifient les besoins en chauffage domestique subissent une baisse qui atteint 30 % en fin de siècle avec le RCP8.5, alors qu'à l'inverse les DJU Climatisation qui quantifient les besoins en climatisation seraient multipliés par deux fin de siècle avec le RCP8.5.

Bibliographie

IPCC, 2013 : Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G. – K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)].

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp,
doi :10.1017/CBO9781107415324.

Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, T. C. and Wieringa, J. (2003). Guidelines on Climate Metadata and Homogenization, World Meteorological Organisation, (1186), https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo-td_1186_en.pdf

Mestre O., Domonkos P., Picard F., Auer I., Robin S., Lebarbier E., Böhm R., Aguilar E., Guijarro J., Vertachnik G., Klancar M., Dubuisson B., Stepanek P., 2013. HOMER : A homogenization software – Methods and applications. *Idrojárás*, 117, 47-67
https://www.researchgate.net/publication/281471961_HOMER_A_homogenization_software_-_methods_and_applications

Noone, S., Murphy, C., Coll, J., Matthews, T., Mullan, D., Wilby, R.L., Walsh, S. (2015). Homogenization and analysis of an expanded long-term monthly rainfall network for the Island of Ireland (1850-2010). *International Journal of Climatology* 36(8) : 2837-2853

FIN DE DOCUMENT
