Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

RÉPUBLIQUE TOGOLAISE

GREEN CLIMATE FUND

# Renforcement des capacités nationales et régionales pour une gestion efficace des risques climatiques au Togo : « GCP/TOG/022/GCR »

## Rapport

## Evaluation de l'impact climatique potentiel (CIPA) de la région de la Kara

## I. MOYENNE HISTORIQUE ET TENDANCES

Les précipitations annuelles moyennes totales les plus élevées (1000-1250 mm) s'observent au sud de la préfecture de Bassar, et les plus faibles (750 mm) au nord de la région de la Kara de 1990 à 2019 (**Figure 1a**). Au cours de la même période, les anomalies observées sont statistiquement significatives dans les préfectures de Assoli, Kozah, Binah et le sud de Doufelgou qui connaissent une baisse de 6 mm de précipitations annuelles moyennes totales soit une diminution totale 180mm (**Figure 1b**).
Dans la région de la Kara, la période d'avril à octobre est la période durant laquelle la majorité des précipitations annuelles se produisent. De ce fait les totaux saisonniers représentant environ 90 % de précipitations annuelles moyennes totales entre 1990 et 2019 **(Figure 1c**). Aussi, les précipitations saisonnières totales ont-elles signalé les mêmes les anomalies négatives que les précipitations annuelles moyennes totales dans les mêmes préfectures sauf au sud de Doufelgou entre 1990 et 2019.

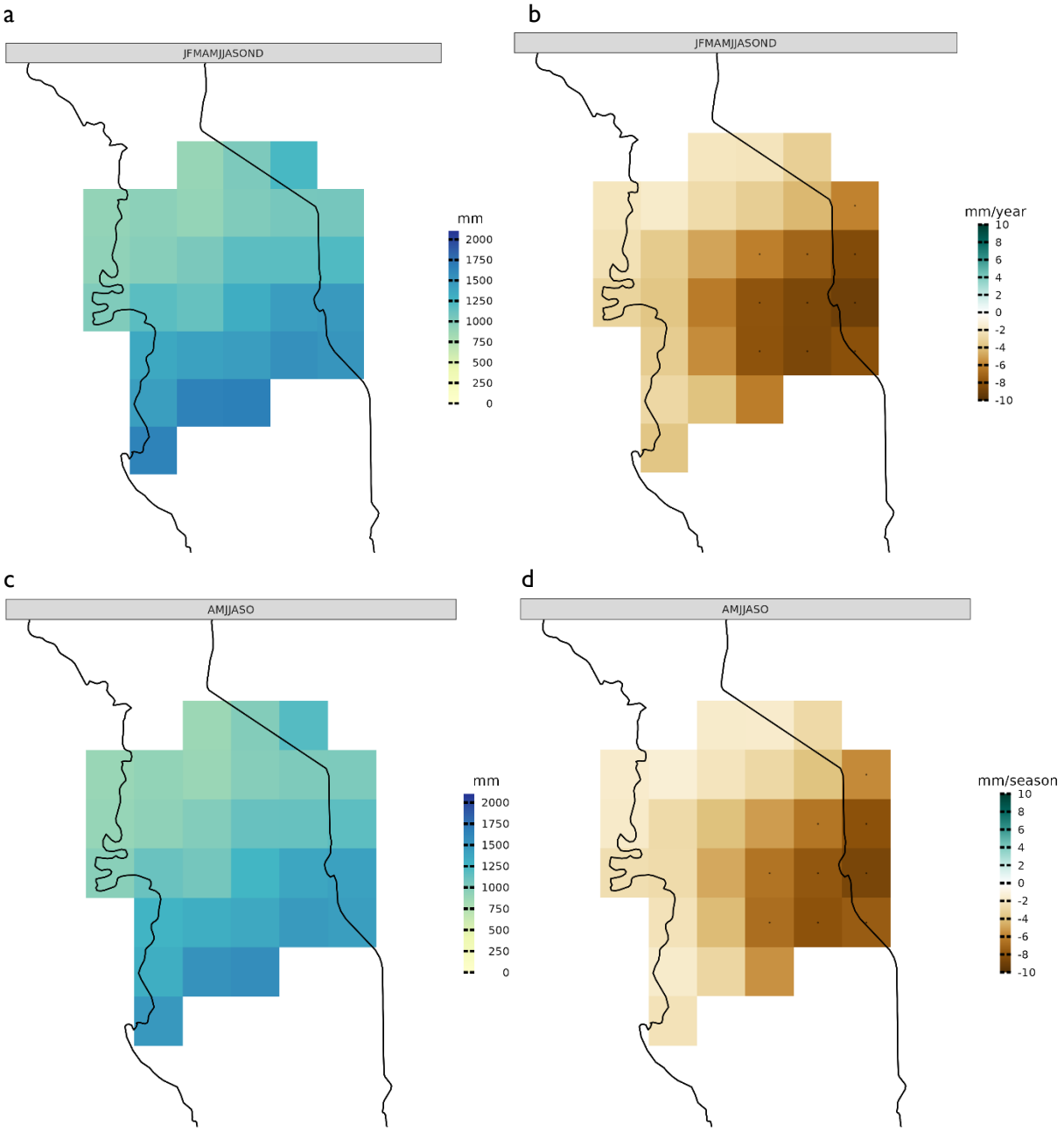


**Figure 1**. (**a**) Précipitations annuelles moyennes totales et (**b**) variation annuelle ; (**c**) précipitations saisonnières totales (avril-octobre) et (**d**) variation saisonnière sur la période 1990-2019.

La température quotidienne maximale annuelle moyenne (TX) dans la région de la Kara varie de 30°C à 34°C du sud vers le nord sur la période 1990-2019 (Figure 2a). Des différences statistiquement significatives pour la TX sont observées dans toutes les préfectures de la région de la Kara, où la TX a augmenté de 0,03°C par an soit 0,9°C sur la même période (**Figure 2b**).

De même, la température minimale journalière moyenne annuelle (TN) de la région de la Kara varie entre 20°C et 22°C au cours de la période 1990 – 2019. (**Figure 2c**). Dans l'ensemble, il existe des différences statistiquement significatives ($p < 0,05$) concernant l'augmentation de la température moyenne annuelle dans la région de la Kara au cours de la période 1990-2019 (Figure 2d). Comme la TX, la TN a évolué dans les mêmes proportions c'est-à-dire une augmentation de 0,03°C par an soit 0,9°C depuis 1990 jusqu'en 2019.

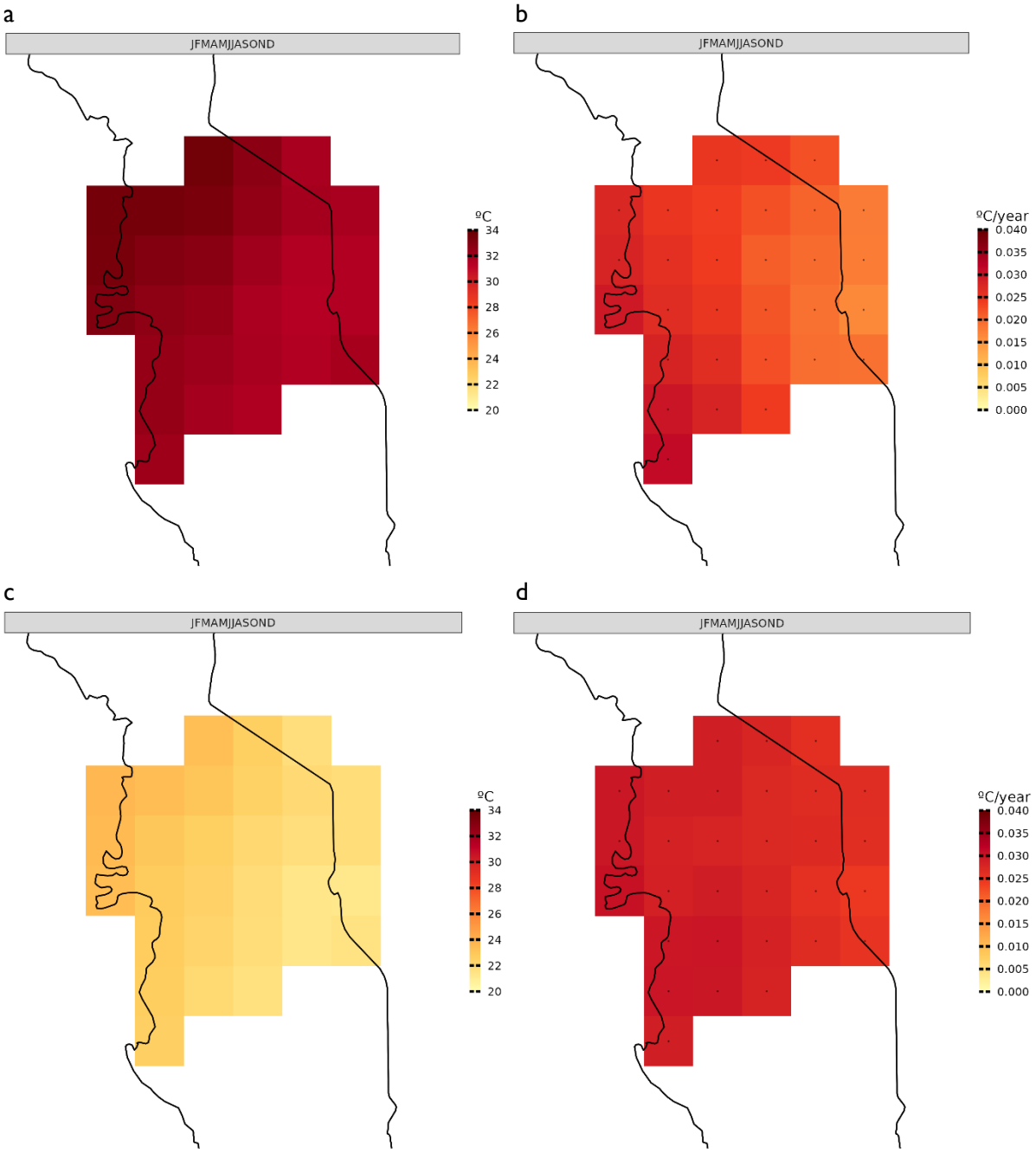
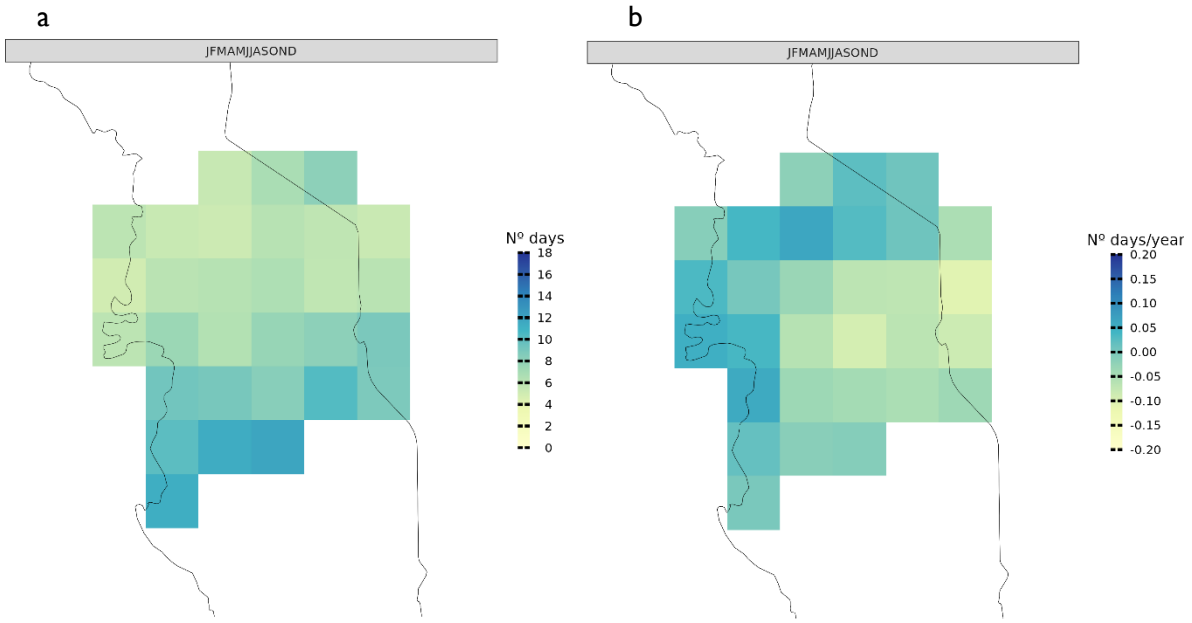


**Figure 2**. (**a**) TX journalier annuel moyen et (**b**) variation annuelle ; (**c**) TN journalier annuel moyen et (**d**) variation annuelle sur la période 1990-2019.

## II. EXTRÊMES ET TENDANCES HISTORIQUES

Le nombre annuel total de jours de fortes précipitations (R20) dans la région de la Kara varie de 10 jours au sud de la préfecture de de Bassar à 4 jours dans les préfectures de Dankpen, Kéran, Doufelgou et au nord de la préfecture de la Binah entre 1990 et 2019 (**figure 3a**).

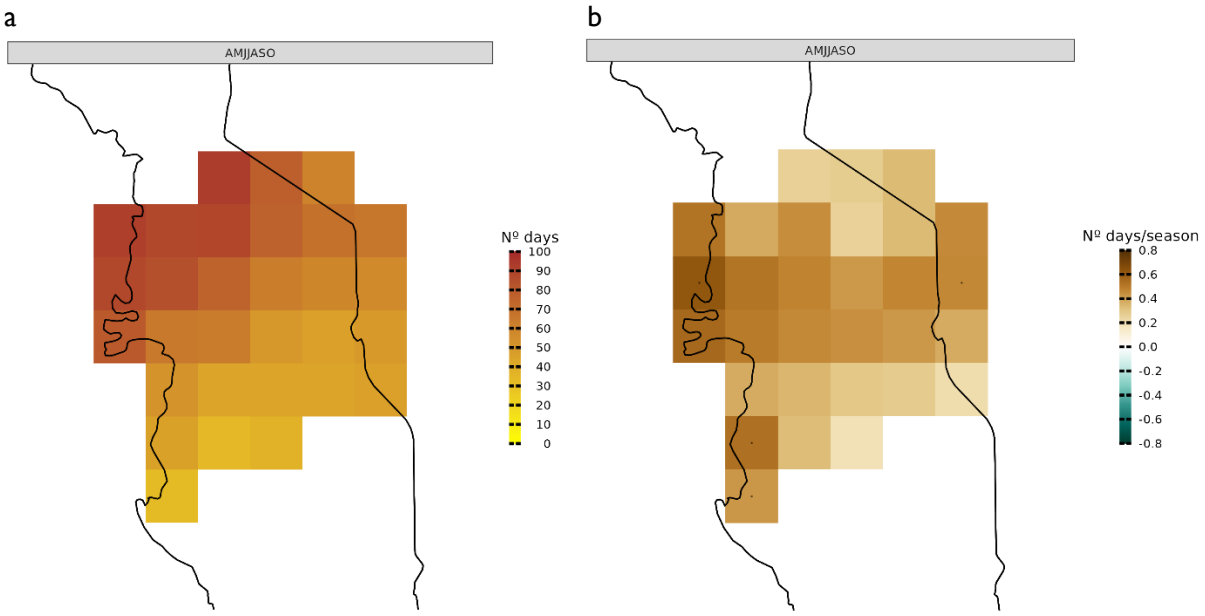
Au cours de la même période, les zones enregistrant le plus grand nombre annuel de jours R20 n'ont pas varié (sud de Bassar), à l'inverse, dans les zones signalant un nombre inférieur de jours R20 on observe une hausse de 0,05 jour par an soit 2 jours dans les préfectures de Dankpen et de Kéran au cours de la période 1990 -2019 (**figure 3b**). Par contre dans les préfectures de la Kozah, Assoli et au sud de Doufelgou et Binah, on note une tendance à la baisse de 0,05 à 0,10 soit 2 à 3 jours. Ces différences ne sont pas statistiquement significatives dans toute la région de la Kara entre 1990 et 2019.




*Jours de fortes précipitations (R20) : nombre annuel de jours où les précipitations > 20 mm* $^{jour\text{-}1}$

**Figure 3**. **(a)** le nombre annuel total de jours de fortes précipitations et **(b)** la variation annuelle de 1990 à 2019.

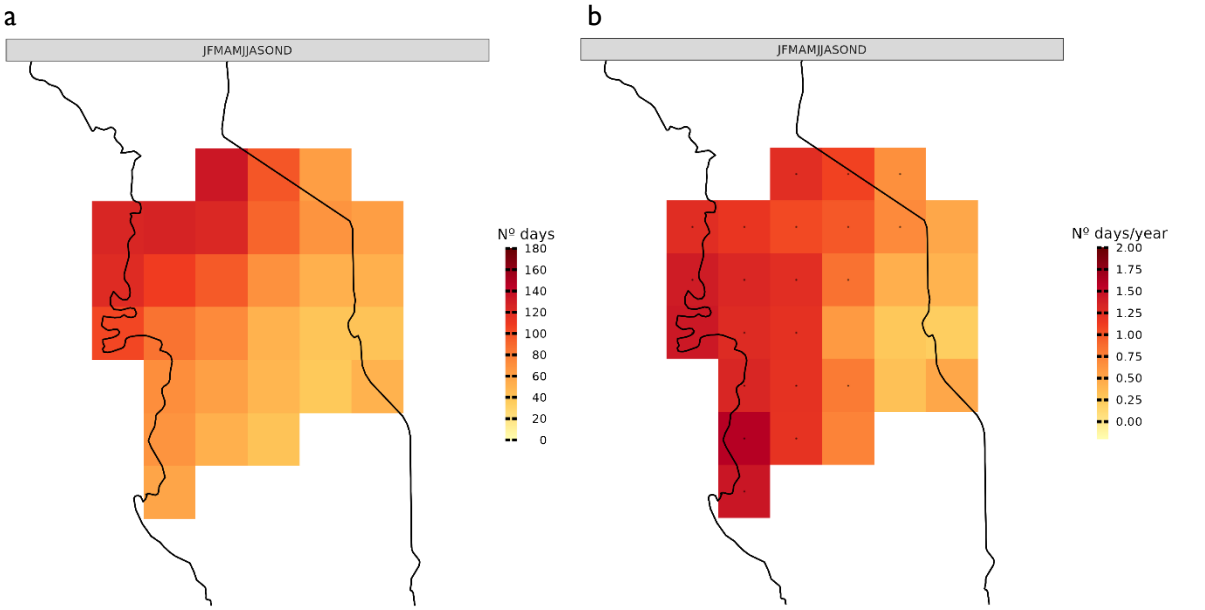
Le nombre de jours secs moyens pendant la saison des pluies (avril-octobre) dans la région de la Kara varie d'une préfecture à l'autre au cours de la période 1990 et 2019. (**Figure 4a**). Pendant qu'il est plus élevé, entre 70 et 80 jours, au nord des préfectures de Dankpen et de la Kéran, on observe qu'il diminue jusqu'à 20 jours dans le reste de de la région plus précisément dans les préfectures de Bassar, Assoli, Kozah et le sud de la Binah.
Sur la base des données de 1990 à 2019 (**figure 4b**), les anomalies ne sont statistiquement significatives qu'au sud-ouest de la préfecture de Bassar. Les tendances historiques indiquent une augmentation hétérogène du nombre de JS dans chaque préfecture de la région allant de 0,2 à 0,4 JS par saison.




*Jours secs (JS) : nombre saisonnier de jours où les précipitations <1mm* $^{jour-1}$

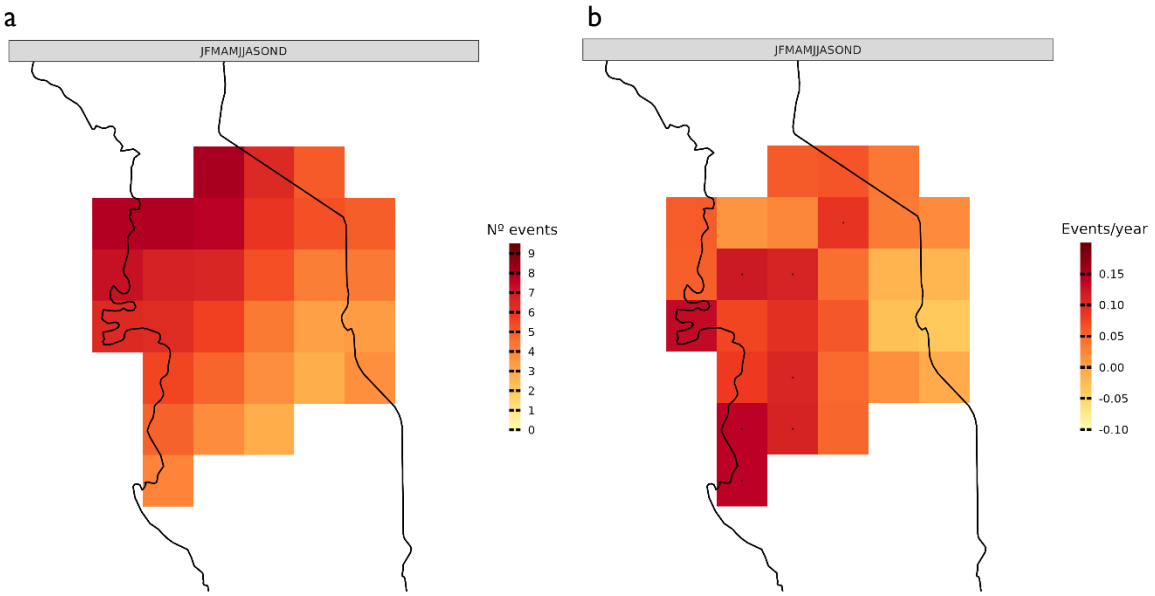
**Figure 4**. **a)** Nombre total de jours secs pendant la saison des pluies (avril-octobre) et **b)** variation saisonnière entre 1990 et 2019.

Le nombre annuel total de jours chauds où la température maximale journalière est > 35°C est inférieure à 40 jours est observé dans les préfectures de Bassar, Assoli, Binah, Kozah et Doufelgou. En revanche, Il est plus élevé et compris entre 40-60 jours dans Dankpen et Kéran sur la période de référence 1990 -2019 (**Figure 5a**).
La partie ouest de la région de la Kara enregistre un taux d'augmentation du nombre annuel total de jours chauds le plus élevé 1,25 à 1,5 pour an soit 37,5 à 45 jours sur la période de référence (**figure 5b**). Ces différences statistiquement significatives ($p<0,05$) sont signalées dans les parties ouest et nord de la région de la Kara. En revanche, aucun changement statistiquement significatif ($p>0,05$) n'est signalé à l'Est de la région, où le nombre de jours chauds est resté presque inchangé entre 1990 et 2019.




*Journées chaudes : nombre annuel de jours où le TX (maximum quotidien) > 35°C*
**Figure 5**. **(a)** le nombre annuel de jours chauds et **(b)** la variation annuelle sur la période 1990-2019.

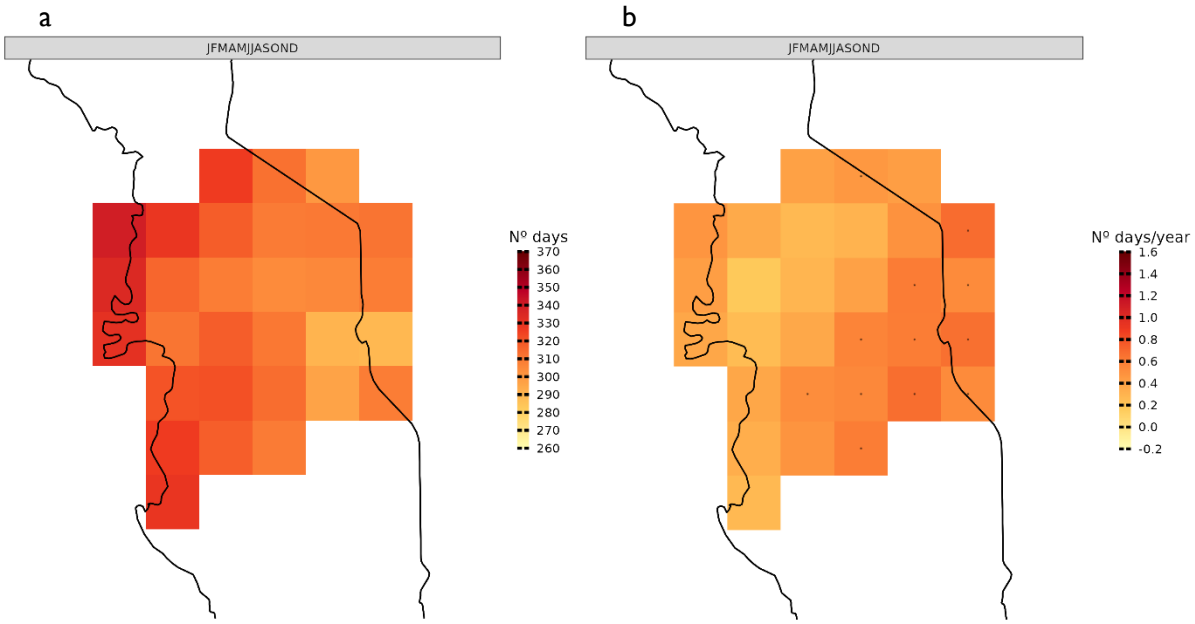
Les épisodes de canicule où les jours annuels au cours desquels la TX est >35°C consécutivement ≥ *3 jours* sont élevées au nord et à l'ouest de la région soit à Dankpen, Kéran et Bassar enregistrant entre 6 à 8 événements au cours de la période historique. Les autres parties de la région enregistrent un nombre annuel plus faible (<5 événements) sur la période 1990-2019. Ces événements sont plus élevés du fait de l'éloignement de la mer (**Figure 6a**).
Ces épisodes caniculaires ont légèrement augmenté 0,1 événement par an, équivalant à 3 épisodes de canicule supplémentaires en moyenne annuelle depuis 1990 et sur presque toute la région de la Kara (**Figure 6b**). Ces anomalies sont statistiquement significatives (*p>0,05*) dans les parties sud de Bassar, Dankpen et Doufelgou.




*Canicule : décompte annuel des événements lorsque le TX (maximum quotidien) > 35°C pendant ≥ 3 jours consécutifs*

**Figure 6. (a)** le nombre annuel d'épisodes de canicule et **(b)** l'évolution annuelle sur la période 1990-2019.

Au cours de la période de référence (1990-2019), le nombre annuel total de nuits tropicales varie de 310 à 330 jours à l'ouest de la région de la Kara et autour de 290 à 300 jours dans les autres préfectures (**Figure 7a**).
La plupart des différences statistiquement significatives (*p<0,05*) sont signalées à l'est de la région soit dans les préfectures de Assoli, Kozah, Est de Bassar et sud de la Binah, où le nombre annuel total de nuits tropicales a augmenté modérément de 0,4 à 0,6 jours par an (**figure 7b**). Ce dernier se traduit par 12 à 18 nuits tropicales supplémentaires en moyenne annuelle depuis 1990. Une augmentation légère de 0,2 jours par an du nombre total de nuits tropicales est signalée ailleurs dans les autres parties de la région, mais sans différences statistiquement significatives (*p>0,05*) au fil du temps.




*Nuits tropicales : nombre annuel de jours où TN (minimum quotidien) > 20˚C*

**Figure 7**. (**a**) le nombre annuel de nuits tropicales et (**b**) la variation annuelle sur la période 1990-2019.

## III. FUTURE MEAN TRENDS

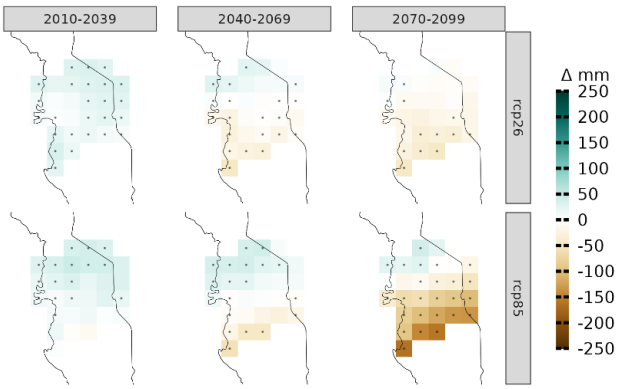



**Figure 8.** Changement des précipitations annuelles moyennes totales pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.

Il existe une concordance entre les modèles en ce qui concerne les changements des précipitations annuelles totales dans la région de la Kara, à la fois dans l'espace et dans le temps (**figure 8**). Selon le RCP 2.6, l'ensemble de la région de la Kara devrait connaître une baisse des précipitations annuelles totales de 25 mm à moyen terme (2040-2069) et 50 mm dans le futur lointain (2070-2099). Ces changements se produiront légèrement au sud ouest de la région plus tôt (2010-2039) dans le cadre du RCP 8.5 et s'intensifieront à moyen terme et dans un avenir lointain. Par exemple, dans les préfectures de Bassar et Assoli, les précipitations annuelles totales devraient diminuer de 150 à 200 mm par rapport à la période 1976-2005.

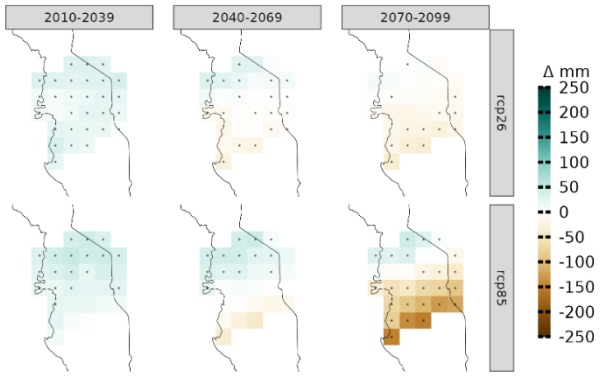



**Figure 9.** Changement des précipitations totales pendant la saison des pluies (avril-octobre) pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.

Les modèles s'accordent légèrement en ce qui concerne les régimes pluviométriques, pendant la saison des pluies (avril-octobre) (**figure 9**). Les précipitations saisonnières totales devraient diminuer de 50 mm saison$^{-1}$ selon le RCP 2.6 et de 100 à 150 mm saison$^{-1}$ selon le RCP 8.5 d'ici 2070-2099 par rapport à la période 1976-2005 **(figure 9).** Ces pertes de précipitations saisonnières sont plus prononcées sous RCP 8.5, particulièrement dans la partie sud de la région (Kozah, Assoli, Bassar).

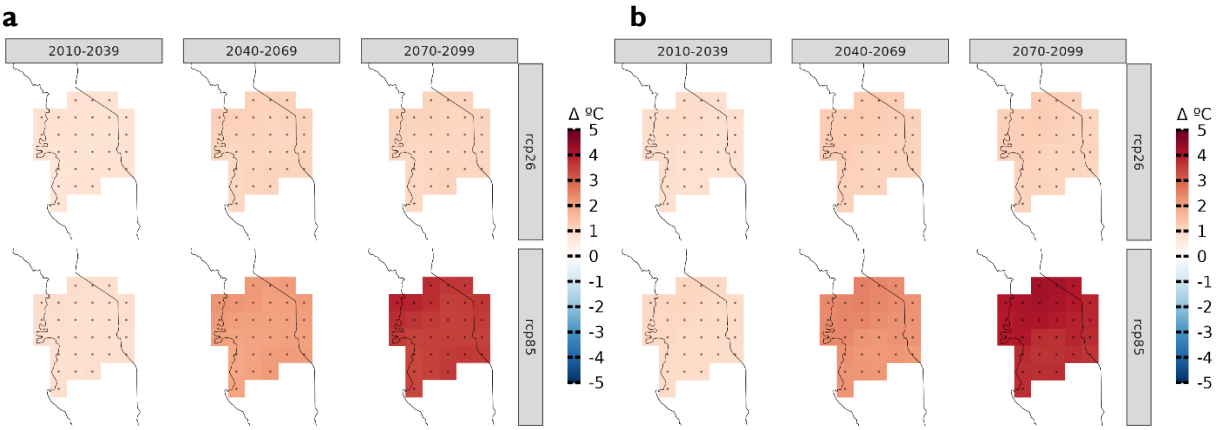



**Figure 10.** Changement de la moyenne annuelle (**a**) du TX journalier et (**b**) du TN journalier pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.

Les changements spatiaux dans le taux de changement projeté pour TX (**figure 10a**) et TN (**figure 10b**) sont minimes. On s'attend à ce que le TN et le TX augmentent tous deux de 1,0°C d'ici 2040-2069 jusqu'à 2070-2099 dans le cadre du RCP 2.6. Sous RCP 8.5, le taux de changement est plus prononcé, avec des augmentations d'environ 1,0°C d'ici 2010-2039, 2,5°C d'ici 2040-2069, et 4,0°C d'ici 2070-2099 par rapport à 1976-2005. Ces derniers résultats CORDEX-CORE concordent avec les simulations CMIP6 qui montrent une augmentation du TN (TX) de 2,2 °C (1,9 °C) dans le cadre du SSP2-4.5 et de 3,0 °C (2,4 °C) dans le cadre du SSP5-8.5 d'ici 2051-2080 par rapport à la période 1985-2014. Ainsi, le rythme d'augmentation au cours du 21e siècle est similaire sous différents forçages radiatifs et le taux d'augmentation de TN est plus élevé que celui de TX.

## IV. FUTURE EXTREMES AND TRENDS

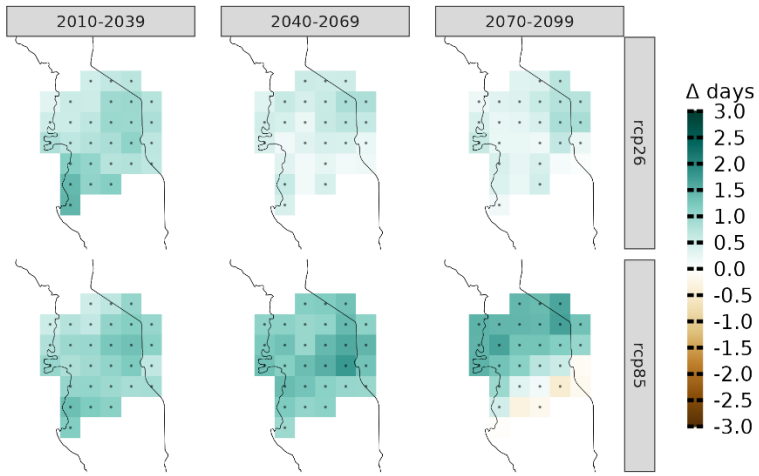



**Figure 11.** Évolution du nombre total de jours de fortes précipitations pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.
*Heavy precipitation days (R20): when precipitation > 20 mm day$^{-1}$*

Dans le cadre du RCP 2.6, les modèles s'accordent largement sur le taux de changement à court terme (2010-2039) (**figure 11**). Toutefois, ce consensus entre les modèles concernant le signal de changement climatique diminue progressivement tout au long du siècle, le taux de changement s'atténuant progressivement et s'approchant de zéro. Globalement, à court terme et dans le cadre du RCP 2.6, le nombre de jours de fortes précipitations devrait augmenter de 1,0 à 2,0 jours, bien que sans schéma spatial clair dans la région de la Kara. En outre, malgré l'accord entre les modèles sur le signal de changement climatique tout au long du siècle sous RCP 8.5, une augmentation de 1,5 à 2,0 jours de fortes précipitations est prévue d'ici 2040-2069. Cependant, d'ici 2070-2099 sous RCP 8.5, pendant que le nord de la région

connaitra une augmentation(1,0 à 2,0) jours de fortes précipitations, il est prévu une diminution (0.5 à 1.0) des jours de fortes précipitations dans la partie sud (Bassar, Assoli)

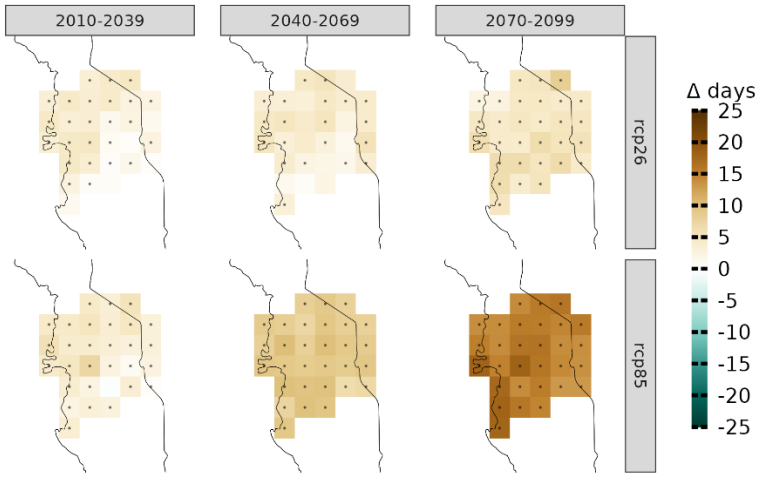



**Figure 12.** Variation du nombre total de jours secs pendant la saison des pluies (avril-octobre) RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.
*Dry days: when precipitation <1mm day$^{-1}$*

Les modèles s'accordent sur l'augmentation du nombre de jours secs (JS) pendant la saison des pluies (avril-octobre) dans la région de la Kara sous les deux RCP tout au long du siècle par rapport à la période 1976-2005 (**figure 12**). Ce changement est particulièrement prononcé sous le RCP 8.5 d'ici 2070-2099, avec une augmentation de 15 à 20 JS saison$^{-1}$ projetée pour les préfectures situées à l'ouest (Bassar, Dankpen) et une augmentation allant de 5 à 10 JS saison$^{-1}$ dans les autres parties de la Kara.

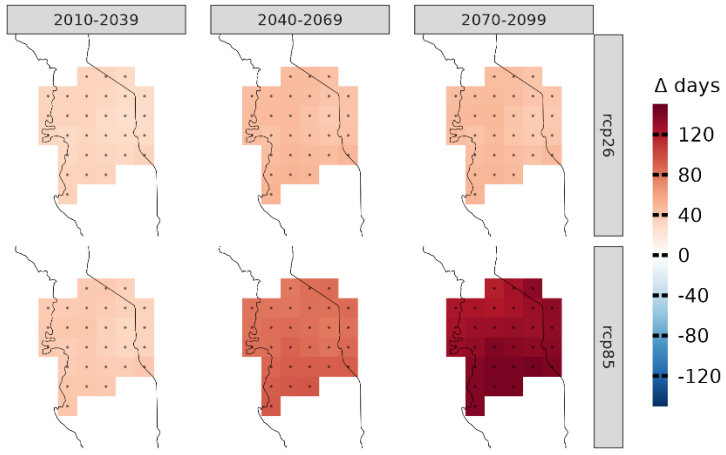



**Figure 13.** Évolution du nombre annuel de jours chauds pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.

*Hot days: when TX (daily maximum) > 35$^{o}$C*

D'importants changements futurs sont attendus dans le temps et dans l'espace au niveau de la région de la Kara concernant le nombre de jours chauds projetés, avec un taux d'augmentation plus élevé dans les parties sud et Est (Assoli, Bassar, Kozah et Binah) et un rythme d'augmentation plus lent au nord-ouest **(Figure 13)**. En considérant les préfectures de Bassar et Assoli, le nombre de jours chauds devrait augmenter de 40 jours sous RCP 2.6 et de 120 jours sous RCP 8.5 d'ici 2070-2099 par rapport à 1976-2005.

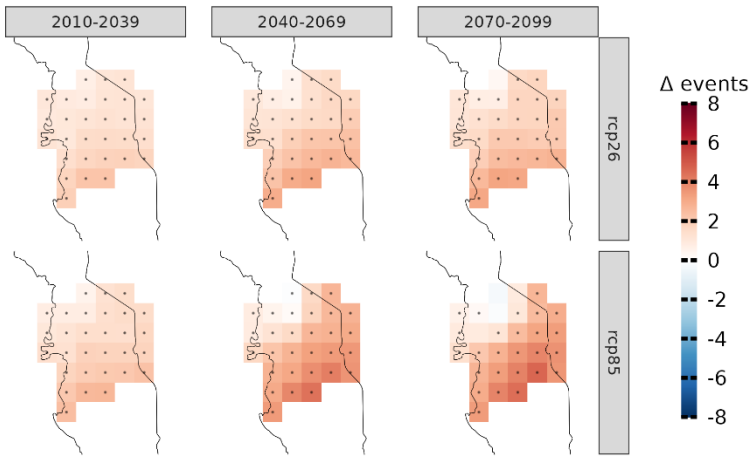



**Figure 14.** Évolution du nombre annuel de vagues de chaleur pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.

*Heatwave: when TX (daily maximum) > 35°C for ≥ 3 consecutive days*

La région de la Kara connaitrait de légères augmentation de nombre annuel total de vagues de chaleur sous les deux RCP à travers toutes les périodes **(Figure 14).** Sous le RCP 2.6, une augmentation plus importante (2-4 événements) est attendue dans les préfectures de Bassar et Assoli, au sud de la région d'ici 2070-2099, alors qu'aucun changement n'est attendu dans la partie nord. Cependant, dans le cadre du RCP 8.5. ces préfectures (Bassar et Assoli) devraient connaître une augmentation significative (4-6 événements), alors que les préfectures comme Kozah et Binah connaîtraient une faible augmentation significative (2-4 événements) du nombre annuel total de vagues de chaleur d'ici 2070-2099 par rapport à la période 1976-2005.

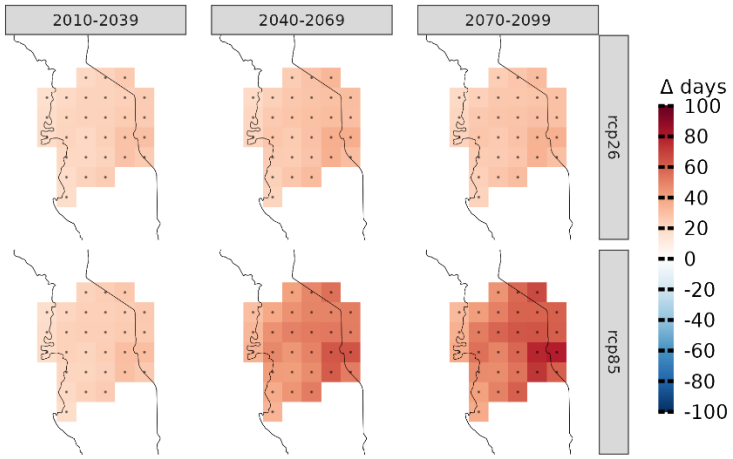



**Figure 15.** Évolution du nombre annuel de nuits tropicales pour les RCP 2.6 et 8.5 au cours du 21e siècle par rapport à la période 1976-2005.

*Tropical nights: when TN (daily minimum) > 20°C*

Les montagnes de l'Atakora enregistrent le plus grand changement dans le nombre annuel total de nuits tropicales, car ces zones ont connu moins nombre de nuits avec de telles conditions au cours de la période historique **(figure 15)**. Ainsi, les zones de haute altitude à l'Est de la région (Atakora) devraient connaître une augmentation de 30 jours dans le cadre du RCP 2.6 et de 40 à 60 jours dans le cadre du RCP 8.5 d'ici 2070-2099 par rapport à la période 1976-2005. Les changements futurs sont plus prononcés pour le scénario RCP 8.5 sur les périodes 2040-2069 et 2069-2099.