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

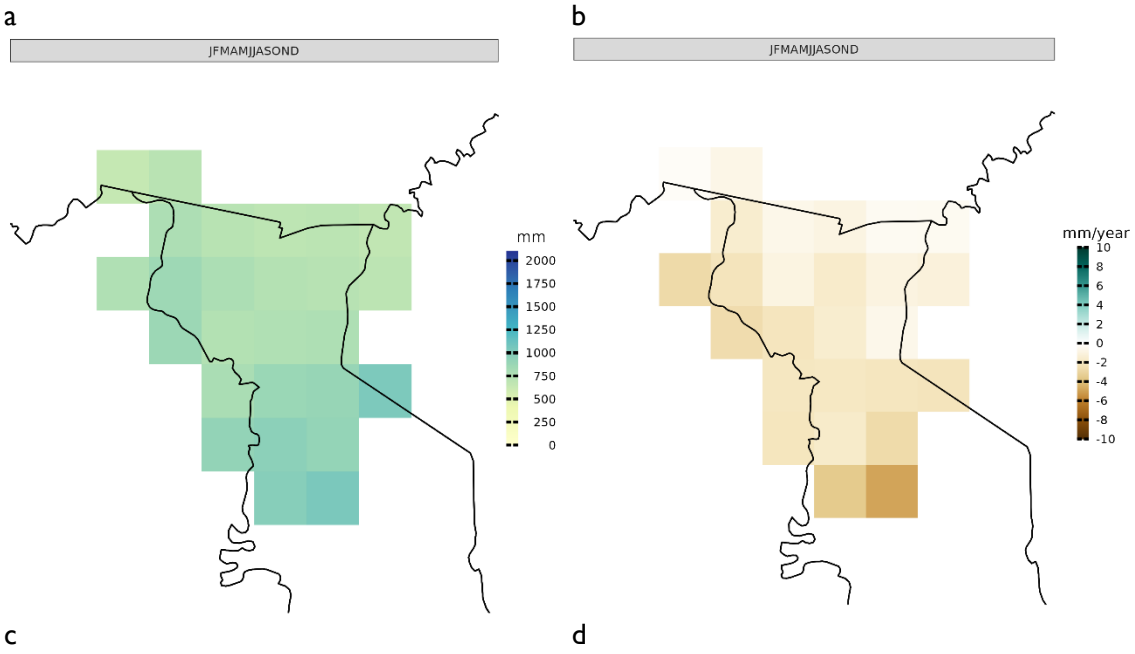
Evaluation de l'impact climatique potentiel (CIPA) de la région des Savanes

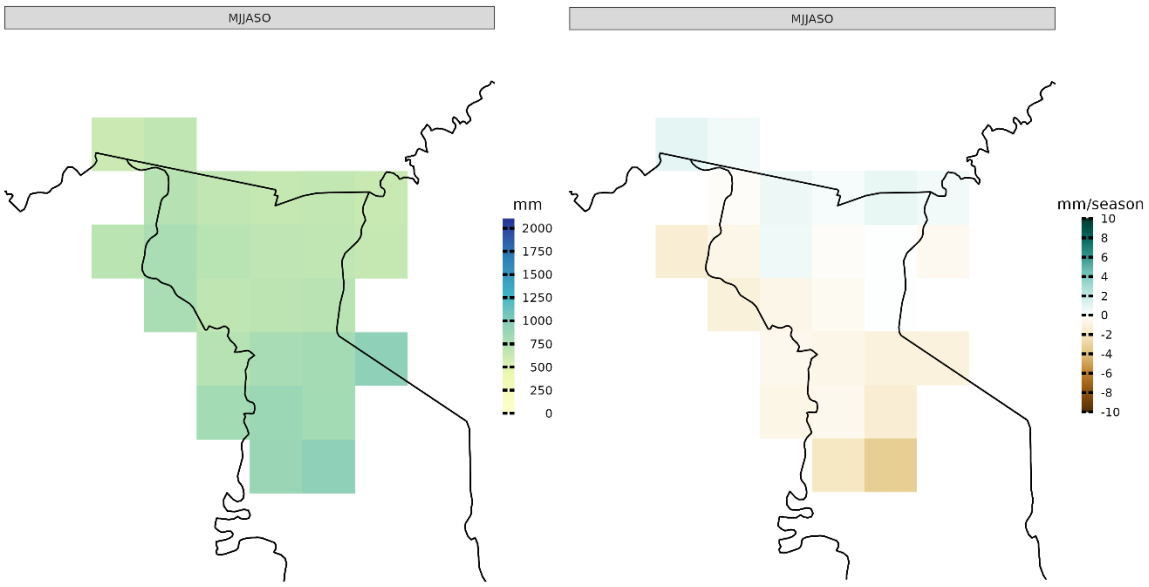
I. MOYENNE ET TENDANCES HISTORIQUES

Les précipitations moyennes annuelles totales sont plus élevées (750-1250mm) dans la préfecture de l'Oti et dans la partie ouest des préfectures Tône et de Tandjoaré, et moyennes (500-750mm) dans la préfecture de Kpendjal et dans la partie-ouest de la préfecture de Tône (Figure 1a). Les parties nord-est des préfectures de l'Oti et de Tône ont connu une anomalie de 2mm par an dans les précipitations annuelles moyennes totales de 1990 à 2019 (Figure 1b). Cependant, la partie sud de la préfecture de l'Oti a signalé une baisse moyennement prononcée (4-8 mm an-1) des précipitations annuelles totales au cours de la même période. Il faut noter que ces variations ne sont pas statistiquement significatives.

La désagrégation des précipitations annuelles moyennes totales par saison révèle des variations intra-annuelles des précipitations. Environ 25 à 50 % des précipitations annuelles moyennes totales sont enregistrées pendant la saison des pluies (mai-octobre) (Figure 1c), La majeure partie de l'anomalie des précipitations (2-4 mm saison-1) s'est produite pendant la saison des pluies (mai-octobre) (Figure 1d), avec des différences statistiquement non significatives dans toute la région des savanes sur la période 1990-2019. En revanche, une légère augmentation (2mm saison^{-1}) des précipitations est observée pendant la saison des pluies (mai-octobre) notamment dans les parties nord de Kpendjal et Est de Tône (Figure 1d).

Figure 1. **(a)** Total mean annual precipitation and **(b)** yearly change; **c)** total seasonal precipitation (May-October) and **(d)** seasonal change over 1990-2019.

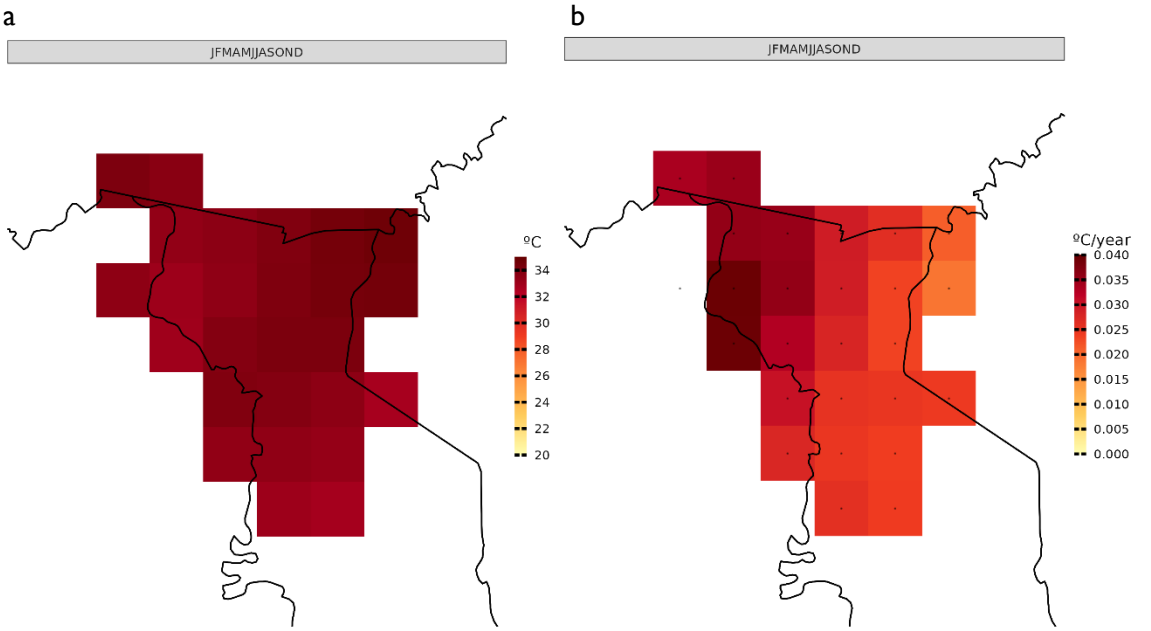


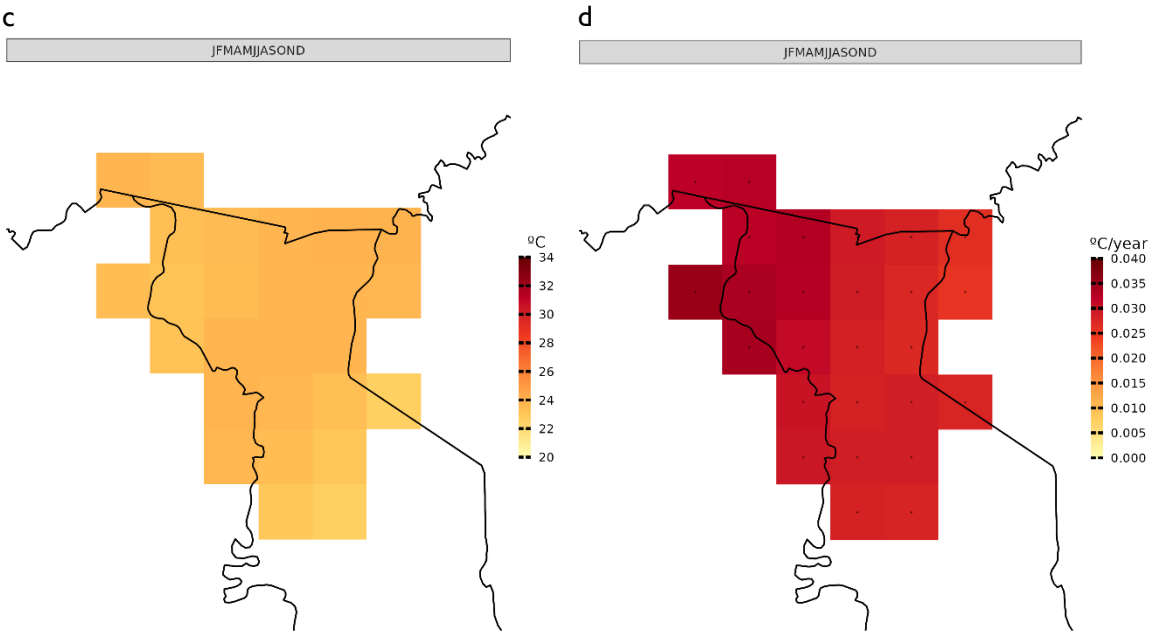


La température minimale journalière annuelle moyenne (TX) est la plus basse (28-30 °C) le long des parties sud de la préfecture de l'Oti et ouest de la préfecture de Tandjoaré ; elle est plus élevée (32-34 °C) dans les autres parties de la région des savanes dont l'extrême (sup ou égale à 34 °C) se situe dans la partie-est de la préfecture de Kpendjale (Figure 2a). Des différences statistiquement significatives ($p < 0,05$) pour la TX sont observées dans toute la région des savanes, en particulier le long des parties ouest de Tandjoaré et de Tône, où la TX a augmenté de 0,04 °C par an sur la période 1990-2019 (Figure 2b).

Par ailleurs, de faibles anomalies spatiales sont observées pour la température journalière maximale annuelle moyenne (TN) (Figure 2c). Dans l'ensemble, la TN est la plus basse (22-24°C) au sud de l'Oti et dans la partie ouest du Tône et de Tandjoaré. Cette TN est la plus élevée (24-26°C) dans toutes les autres parties de la région des savanes. Il existe des différences statistiquement significatives ($p<0,05$) sur l'augmentation de la TN dans la région des savanes au cours de la période 1990-2019 (Figure 2d).

Figure 2. **(a)** Mean annual daily TX and **(b)** yearly change; **(c)** mean annual daily TN and **(d)** yearly change over 1990-2019.

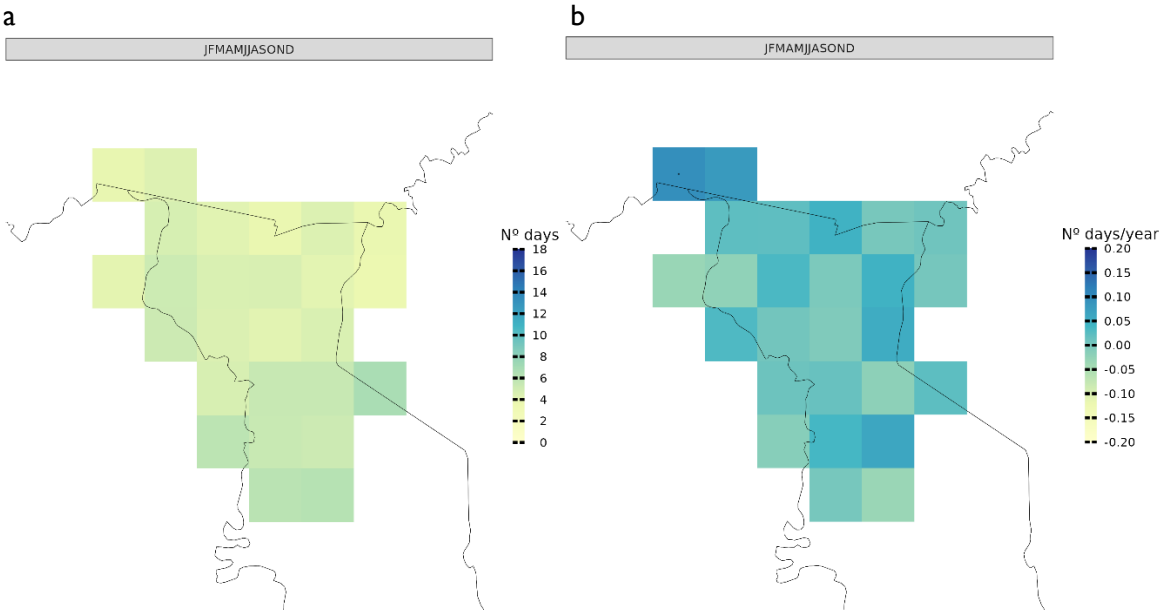




Le nombre total annuel de jours de fortes précipitations (R20) est plus élevé (> 8 jours) au Sud et à l'Est de la préfecture de l'Oti, et plus faible (< 6jours) le long des autres parties de la région des savanes (Figure 3a). Les zones enregistrant le plus grand nombre annuel de jours R20 ont connu une baisse (notamment le sud-est de l'oti) ; Les zones rapportant un nombre inférieur de jours R20 ont expérimenté une hausse (c'est-à-dire les parties Nord de Kpendjal, Nord-est de l'Oti, Ouest de Tandjoaré et Nord-ouest de Cinkassé), à l'exception de la partie sud-ouest de l'Oti qui a affiché une augmentation (Figure 3b)

II. EXTRÊMES ET TENDANCES HISTORIQUES

Figure 3. **(a)** Total annual number of heavy precipitation days and **(b)** yearly change over 1990-2019.

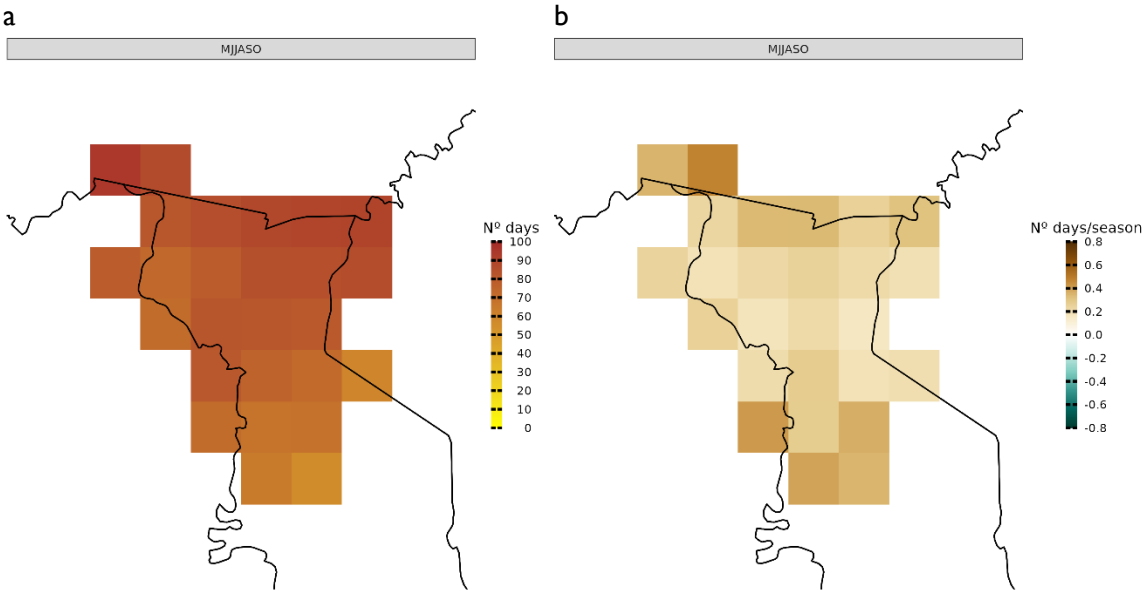


Heavy precipitation days (R20): annual count of days when precipitation > 20 mm day^{-1}

La partie nord de Kpendjal et une partie du nord-ouest de Cinkassé ont le plus grand nombre de jours secs (JS) pendant la saison des pluies (Mai-octobre) parmi toutes les préfectures de la région des savanes. Plus précisément, il y a environ 100 JS saison^{-1} sur 184 jours pendant la saison des pluies (Figure 4a). A l'inverse, la partie sud-est de l'Oti a connu le plus faible nombre de JS, avec moins de 50 JS pendant la saison des pluies sur la période 1990-2019.

Les tendances historiques indiquent un nombre croissant de JS plus élevé (0,6 JS saison^{-1}) dans le Sud-ouest de l'Oti (Figure 4b) ; ces tendances sont en revanche plus faibles (0,2 JS saison^{-1}) dans les parties nord-est et nord-ouest de l'oti et dans la partie nord-ouest de Tandjoaré par rapport à la période 1990-2019.

Figure 4. **(a)** Total number of dry days during the rainy season (May-October) and **(b)** seasonal change over 1990-2019.

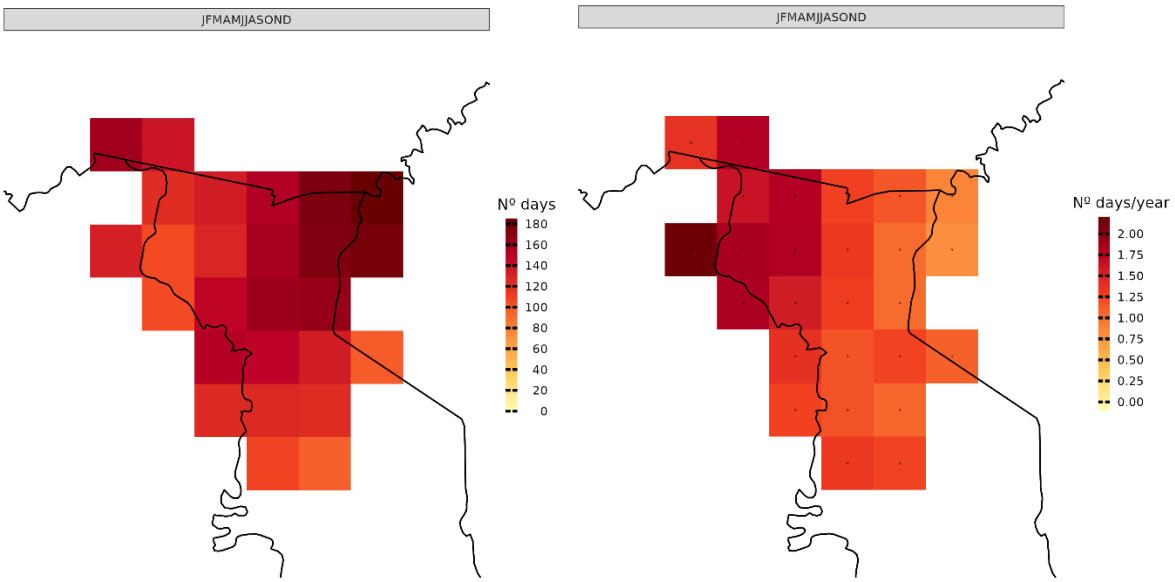


Dry days: seasonal count of days when precipitation <1mm day^{-1}

Le nombre total annuel de jours chauds est plus faible (< 100 jours) au Sud-est de la préfecture de l'Oti et à l'ouest de Tandjoaré ; Il est en revanche, plus élevé (160-180 jours) dans les parties nord-est Kpendjal et nord-ouest de Cinkassé (Figure 5a). La tendance du taux d'augmentation du nombre total annuel de jours chauds le plus élevé ne suit pas la dynamique de celle du plus grand nombre de jours chauds sur la période 1990-2019 (Figure 5b). Par exemple, des différences statistiquement significatives ($p<0,05$) sont signalées dans toute la région et le taux d'augmentation du nombre total de jours chauds le plus élevé (1,75 jour) est observé dans les préfectures de Tône et Tandjoaré correspondant aux zones rapportant le plus faible nombre de jours chauds sur la période 1990-2019 (Figure 5b).

Figure 5. **(a)** Annual number of hot days and **(b)** yearly change over 1990-2019.

a b

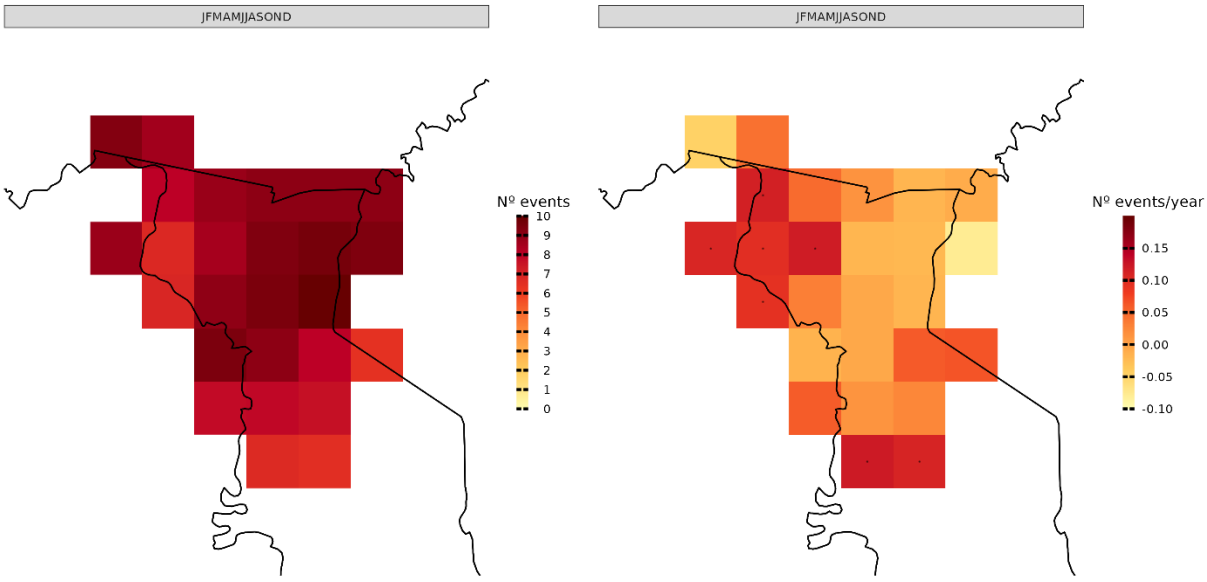


Hot days: annual count of days when TX (daily maximum) > 35°C

Au cours de la période historique, l'Oti Sud et les parties ouest de Tandjoaré ont un nombre annuel d'événements de canicule plus faible (< 7 événements) (Figure 6a). En revanche, le nord-est de l'Oti rapporte le nombre annuel le plus élevé d'événements de canicule, avec environ 9 à 10 événements sur la période 1990-2019. Les événements de canicule ont subi une augmentation statistiquement significative (p> 0,05) tout au long de la période historique dans la partie nord-ouest de la région des savanes (Figure 6b) ; Ainsi dans les parties ouest de Cinkassé, Tône et Tandjoaré, le nombre annuel total d'événements de canicule a augmenté de 0,15 événement par an, ce qui équivaut à 4 événements de canicule supplémentaires en moyenne annuelle depuis 1990.

Figure 6. (a) Annual number of heatwave events and **(b)** yearly change over 1990-2019.

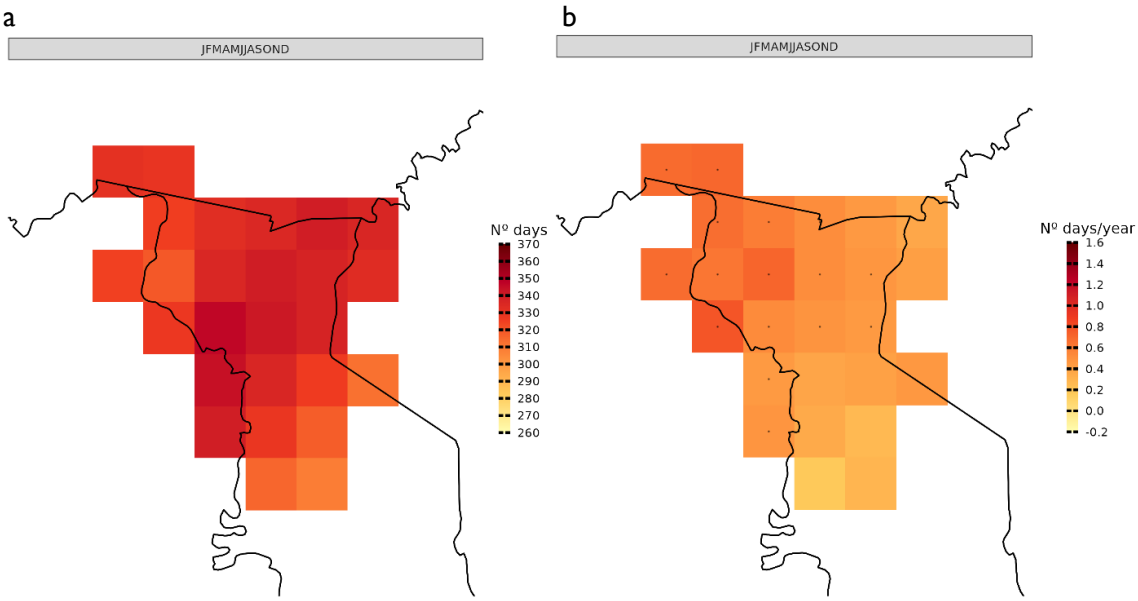
a b



Heatwave: annual count of events when TX (daily maximum) > 35°C for ≥ 3 consecutive days

Au cours de la période de référence (1990-2019), le nombre annuel total de nuits tropicales est le plus bas (300 à 320 jours) dans les parties sud de l'Oti et ouest de Tandjoaré, et le plus élevé dans les parties sud de Tandjoaré et nord-ouest de l'oti où le nombre annuel total de nuits tropicales signalé est de 365 jours (Figure 7a). En conséquence, des nuits tropicales sont signalées pratiquement toute l'année. La plupart des différences statistiquement significatives ($p<0,05$) sont signalées dans les préfectures de Cinkassé, Tône, Kpendjal, Tandjoaré et la part nord de l'Oti, où le nombre annuel total de nuits tropicales a augmenté de 0,4 à 0,8 jour par an (Figure 7b). Une augmentation légère à modérée (0,0-0,4 jour par an) du nombre total de nuits tropicales est signalée ailleurs dans la partie centrale et méridionale de l'Oti, mais sans différences statistiquement significatives ($p> 0,05$) au fil du temps.

Figure 7. **(a)** Annual number of tropical nights and **(b)** yearly change over 1990-2019.



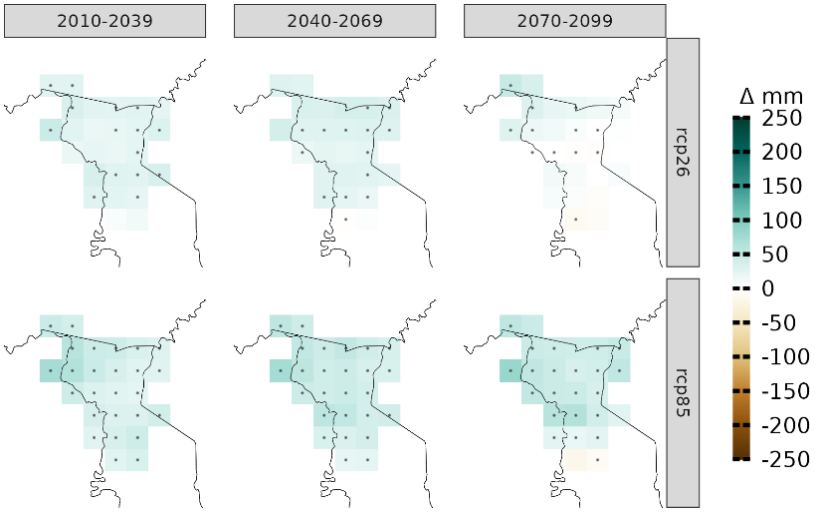
Tropical nights: annual count of days when TN (daily minimum) > 20ºC

III. TENDANCES MOYENNES FUTURES

Sur l'ensemble de la Région des Savanes, il est constaté un accord significatif des modèles de tendances de taux de changements des moyennes de précipitations à moyen (2040-2069) et long (2070-2099) terme par rapport à la projection alarmiste (RCP8.5).
Quelques soient le scénario, il sera observé une baisse considérable (0 à -50 mm par an) à long terme (2070-2099) dans les parties sud-ouest de la région, particulièrement dans la préfecture de l'Oti-Sud. Cette baisse dans les taux de changement de précipitation totale moyenne s'observe du nord vers le sud de la région quelques soit l'horizon temporel et la projection.
D'apres le scenario optimiste la région connaitra des tendances régressives (nord-ouest vers le sud) de 100 à 0 mm par an et de 100 à – 50 mm par an respectivement à moyen (2040-2069) et long (2070-2099) terme. A long terme (2070-2099) sous le scenario optimiste (RCP2.6) les préfectures de Oti-sud, Oti, et Kpendjal connaitront des baisses dans les taux de changement de précipitations compris entre 0 et -50 mm par an.

Quant au scénario alarmiste (RCP8.5) la région connaitra également des tendances régressives (nord-ouest vers le sud) de 100 à 0 mm par an et de 100 à – 50 mm par an respectivement à moyen (2040-2069) et long (2070-2099) terme. A long terme (2070-2099) sous le meme scenario (RCP8.5) seule la préfecture de Oti-sud, connaitra des baisses dans les taux de changement de précipitations compris entre 0 et – 50 mm par an.

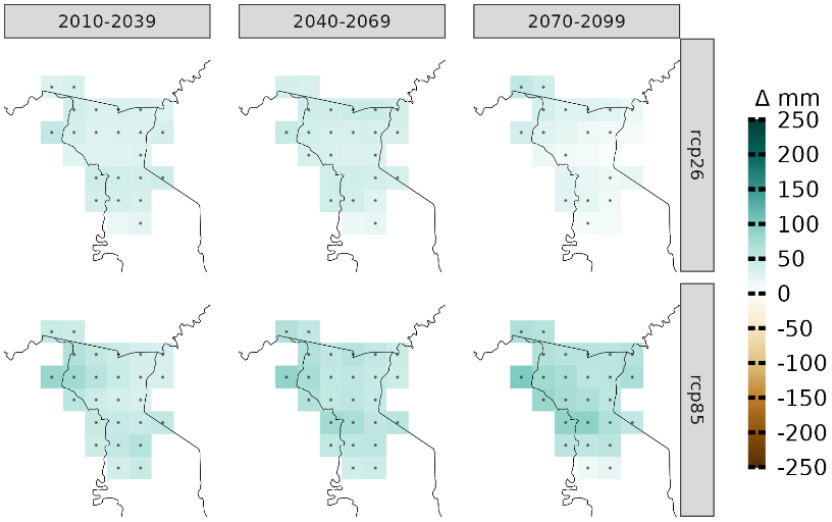
Figure 8. Change in total mean annual precipitation for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.



Sur l'ensemble de la Région des Savanes, il est constaté un accord significatif des modèles de tendances de taux de changements des moyennes de précipitations des mois pluvieux à moyen (2040-2069) terme pour le scénario optimiste (RCP2.6) et alarmiste (RCP8.5) et long (2070-2099) terme uniquement pour la projection alarmiste (RCP8.5).
Quelques soient le scénario, il est constaté des taux de changement positif allant de 0 à 100 mm par an) aussi bien moyens (2040-2069) qu'à long terme (2070-2099) à l'échelle de la région des Savanes.
Sous le scenario optimiste (RCP2.6) la région connaitra des tendances de taux de changement à la hausse allant de 50 à 100 mm par an (2040-2069) majoritairement dans la région des savanes. L'extrême sud-ouest de la préfecture de l'Oti-Sud connaitra un taux de changement positif (0 à 50 mm par an) de faible ampleur comparée au reste de la région. A long terme (2070-2099), au cours des mois pluvieux (Mai à Octobre) les préfectures de Oti-sud, Oti, et Kpendjal connaitront des tendances positives de faible ampleurs (0 à 50 mm par an).

Quant au scénario alarmiste (RCP8.5) la région connaitra également des tendances positive de 50 à 100 mm par an respectivement à moyen (2040-2069) et long (2070-2099) terme. A long terme (2070-2099) il est attendu plus de changement moyenne de précipitations dans la préfecture de Oti (100 mm par an).

Figure 9. Change in total precipitation during the rainy season (May-October) for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.

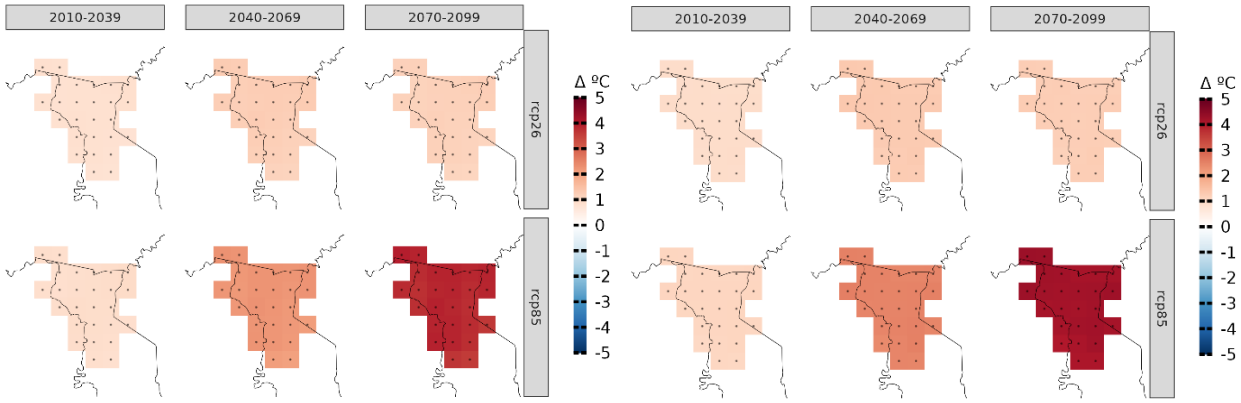


Pour les taux de changement dans les températures minimales moyennes, la majorité des modèles de projections sont en accord avec les tendances. Sous le scénario optimiste (RCP2.6) les changements (0 à 1 degré C par an) ne sont presque pas perceptibles à l'échelle de la région des savanes à moyen (2040-2069) et à la fin du siècle (2070-2100). En projection alarmiste (RCP8.5) il sera observé des changements à la hausse aussi bien spatiaux que temporels entre les deux horizons de temps. Les hausses de températures moyennes minimales projetées sont 2 à 3 degrés C par an et de 3,5 à 4,5 degrés C par an respectivement pour la période 2040-2069 et 2070-2100. Au milieu du siècle (2040-2069) une bande du nord au sud recoupant les préfectures de Tone, Kpendjal-ouest, Tandjouare, Oti et Oti-sud connaitra une légère hausse (1 à 1,5 degré C par an) de température minimale moyenne. Cette hausse très prononcée (4 à 4,5 degrés C par an) à la fin du siècle dans la même bande.

Pour les taux de changement dans les températures maximales moyennes, la majorité des modèles de projections sont également très en accord avec les tendances à prévoir. Sous le scénario optimiste (RCP2.6) les changements (1 à 2 degrés C par an) ne sont presque pas perceptibles à l'échelle de la région des savanes au milieu du siècle (2040-2069) et à la fin (2070-2100). Suivant le scénario alarmiste (RCP8.5), il sera observé des changements à la hausse dans l'espace et dans le temps entre les deux horizons de temps. Les hausses de températures moyennes maximales projetées sont 2,5 à 3,5 degrés C par an et de 4 à 5 degrés C par an respectivement pour la période 2040-2069 et 2070-2100 pour l'ensemble de la région des savanes.

Figure 10. Change in mean annual **(a)** daily TX and **(b)** daily TN for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.

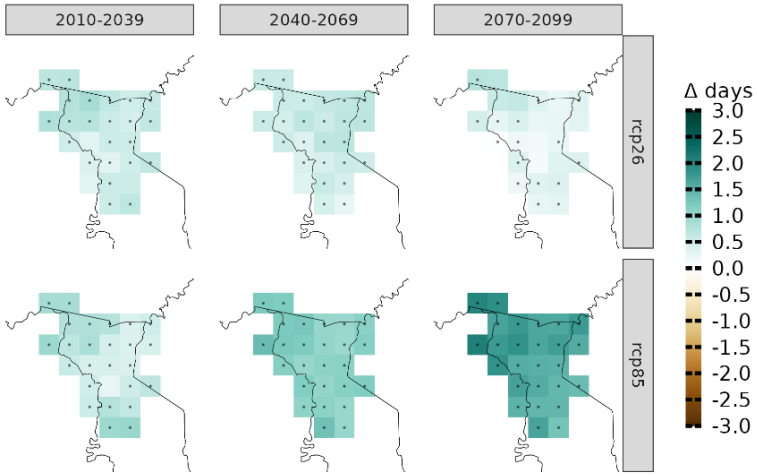
a b



IV. TENDANCES EXTRÊMES FUTURES

Sur l'ensemble de la Région des Savanes, à l'exception de la projection RCP2.6 de la fin du siècle (2070-2100) ; tous les modèles de tendances de taux de changements des moyens du nombre de jours de précipitations > 20 mm par jour sont d'accord sur la direction des anomalies à venir. Quelques soient le scénario, il sera observé une variation spatiale et temporelle à l'échelle de la région des savanes. Cette variation est à la baisse de 2040-2069 (0,5 à 1 jour) à 2070-2100 (0 à 1 jour) sous la projection RCP2.6. La tendance est à la hausse de 2040-2069 (1 à 1,5 jour) à 2070-2100 (1 à 2 jour) sous la projection RCP8.5. De façon générale, le nord-ouest de la région (préfectures de Cinkansé, Tone, et Tandjouare) connaitra plus d'évènements extrêmes liés aux fortes précipitations > 20 mm par jour au milieu du siècle (1 à 1,5 jour) et à la fin du siècle (1,5 à 2,5 jours) sous le scenario alarmiste (RCP8.5). Cependant, à la fin du siècle (2070-2100) sous la projection RCP2.6 la préfecture de l'Oti connaitra une forte baisse (0 à 0,5 jours) comparée à toute l'ensemble de la région.

Figure 11. Change in the total number of heavy precipitation days for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.

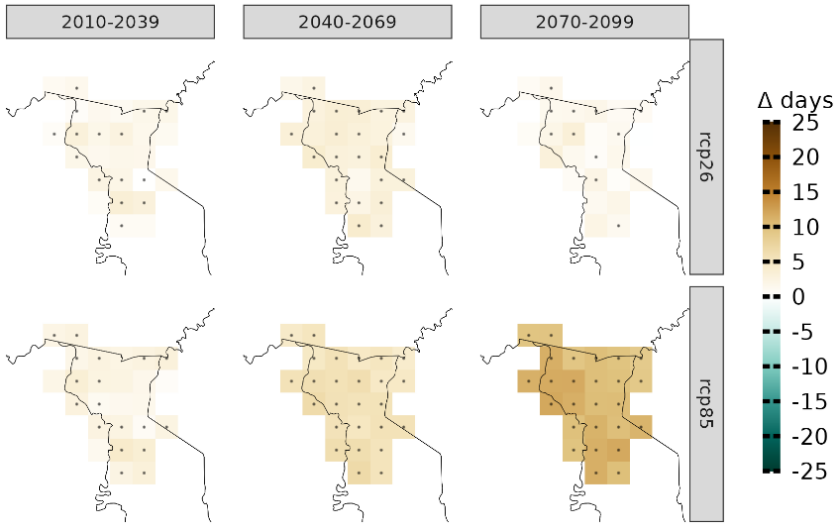


Heavy precipitation days (R20): when precipitation > 20 mm day-1

Sur l'ensemble de la Région des Savanes, tous les modèles de tendances de taux de changements du nombre de jours moyens de précipitations < 1 mm par jour (poches de sécheresses) sont d'accord sur la direction des anomalies à venir d'apres le scenario pessimiste (RCP8.5) aussi bien à moyen (2040-2069) qu'à long (2070-2100) terme. Quelques soient le scénario, il sera observé une variation spatiale et temporelle à l'échelle de la région des savanes.
Ces taux de changement du nombre moyen de jour sec durant la saison pluvieuse tendent à la baisse de l'horizon 2040-2069 (5 à 10 jour) à l'horizon 2070-2100 (0 à 5 jour) sous la projection RCP2.6. La partie

nord de la plaine de l'Oti (préfectures de Kpendjal et de l'Oti) connaitra des poches de sécheresses de faible ampleur à la fin du siècle comparée à la situation de la période 2040-2069 avec le scenario optimiste (RCP2.6).
La tendance sera à la hausse du nombre de jours moyens de poches de sécheresses ; de l'horizon temporel-2040-2069 (5 à 10 jours) à 2070-2100 (10 à 15 jours) sous la projection RCP8.5. La partie ouest des préfectures de Cinkansé, Tone, Tandjouare, Oti et Oti-sud connaitra plus d'évènements extrêmes liés aux nombres de jours de précipitations < 1 mm par jour au milieu du siècle (8 à 10 jours) et à la fin du siècle (13 à 15 jours) sous le scenario alarmiste (RCP8.5). Cependant, à la fin du siècle (2070-2100) sous la projection RCP8.5 ; les préfectures de Kpendjal, Kpendjal-ouest et de l'Oti connaitront des poches de sécheresses relativement faible (5 à 10 jours) comparée à toute l'ensemble de la région des savanes.

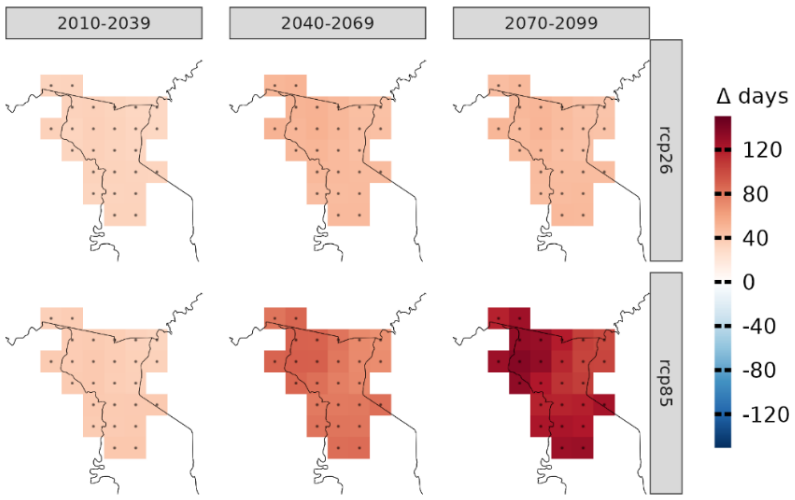
Figure 12. Change in the total number of dry days during the rainy season (May-October) for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.



Dry days: when precipitation <1mm day^{-1}

Par rapport au nombre moyen de jours chaud, tous les modèles de tendances de taux de changements sont d'accord sur la direction des anomalies à venir à moyen (2040-2069) et à long (2070-2100) terme sur l'ensemble de la Région des Savanes.
Sous le scenario optimiste (RCP2.6) les changements (0 à 40 jours par an) ne sont presque pas tres perceptibles à l'échelle de la région des savanes au milieu du siècle (2040-2069) et à la fin (2070-2100). Suivant le scénario alarmiste (RCP8.5), il sera observé des changements à la hausse des moyennes de jours chauds dans l'espace et dans le temps entre les deux horizons de temps. Les hausses de de nombre de jours chauds projetés sont de l'ordre de 40 à 80 jours par an et de 80 à 140 jours par an respectivement pour la période 2040-2069 et 2070-2100 pour l'ensemble de la région des savanes.
La partie nord-ouest de la région (les préfectures de Cinkansé, Tone, et Tandjouare) connaitront plus de jours de canicules (80 à 100 jours par an) au milieu du siècle (2040-2069) par rapport à l'ensemble de la région sous le scenario pessimiste. Cependant à la fin du siècle les zones à connaitre des seuils importants de jours de chaud (120 à 140 jours par an) sont le nord-ouest et en partie le sud-ouest (Préfectures de l'Oti et Oti-sud) de la région des Savanes.

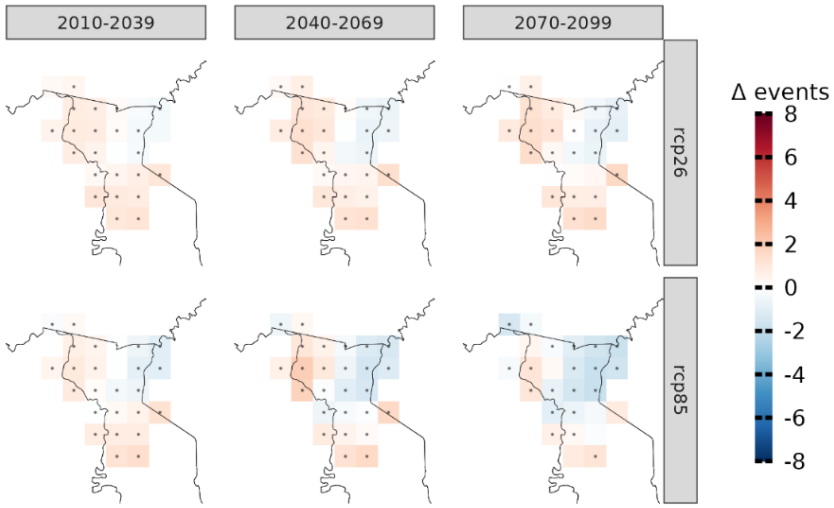
Figure 13. Change in the annual number of hot days for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.



Hot days: when TX (daily maximum) > 35°C

Quels que soient le scénario et l'horizon temporel, il sera observé une variation spatiale et temporelle à l'échelle de la région des savanes dans les taux de changement du nombre de jours moyens des vagues de chaleur. Les modèles sont plus en accord avec les tendances de changements à la fin du siècle (2070-2100) et au milieu du siècle (2040-2069) respectivement sous le scénario RCP2.6 et RCP8.5. De façon générale, la partie nord de la plaine l'Oti (Préfectures de Kpendjal et de l'Oti) ne connaitra presque pas de jours de vague de chaleur dans tous les cas. Cependant sous le scénario optimiste (RCP2.6) le nord-ouest (les préfectures de Cinkansé, Tone, et Tandjouare) et le sud-ouest (Préfectures de l'Oti et Oti-sud) de la région des Savanes expérimenteront des seuils de vague de chaleurs compris en 0 et 4 jours par an. L'ampleur spatiale sera plus importante au milieu du siècle (2040-2069). La situation est presque similaire sous le scénario pessimiste (RCP8.5) où l'extrême ouest (Préfecture de Tandjouaré) et sud (Préfecture de Oti-sud) de la région connaitront des vagues de chaleurs de 2 à 4 jours et de 0 à 2 jours respectivement au milieu du siècle (2040-2069) et à la fin du siècle (2070-2100).

Figure 14. Change in the annual number of heatwave events for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.

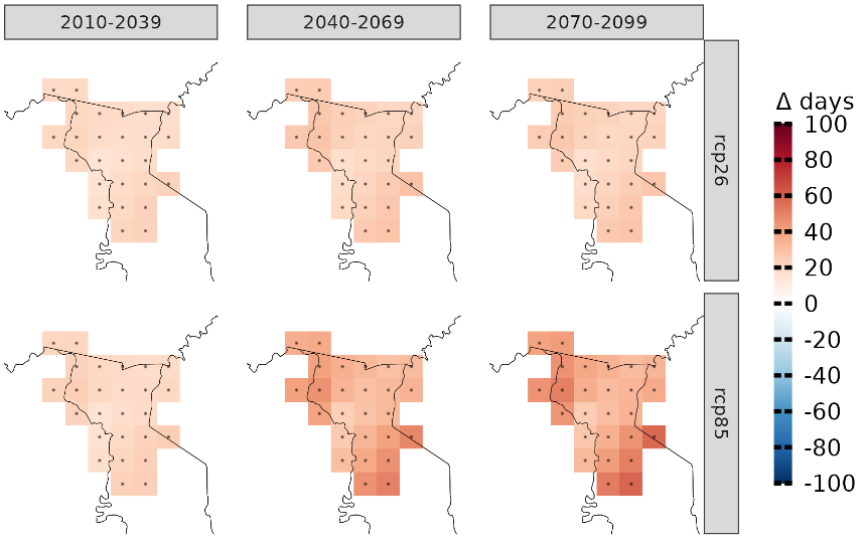


Heatwave: when TX (daily maximum) > 35°C for ≥ 3 consecutive days

Par rapport au nombre moyen de nuits tropicales, tous les modèles de tendances de taux de changements sont unanimes sur la direction des anomalies à venir à moyen (2040-2069) et à long (2070-2100) terme à l'échelle de la région des Savanes.

Sous le scénario optimiste (RCP2.6) les changements sont estimés entre 0 à 4 jours par an de nuits tropicaux à l'échelle de la région des savanes. L'extrême nord-ouest (Préfectures de Tandjouaré) et sud-est (Préfecture de Oti-sud) au milieu du siècle (2040-2069) et à la fin (2070-2100) connaitront des nuits tropicales de 2 à 4 jours par an. Suivant le scénario alarmiste (RCP8.5), il sera observé des changements à la hausse des moyennes des nuits tropicales dans l'espace et dans le temps entre les deux horizons de temps. Les hausses du nombre de jours nuits tropicales projetées sont de l'ordre de 2 à 6 jours par an et de 2 à 8 jours par an respectivement pour la période 2040-2069 et 2070-2100 pour l'ensemble de la région des savanes. L'extrême nord-ouest (Préfectures de Tandjouaré) et sud-est (Préfecture de Oti-sud) au milieu du siècle (2040-2069) et à la fin (2070-2100) connaitront des nuits tropicales de 2 à 4 jours par an de 4 à 6 jours respectivement.

Figure 15. Change in the annual number of tropical nights for RCPs 2.6 and 8.5 over the 21st century compared to 1976-2005.



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