

Changement climatique à La Réunion et dans le Sud-Ouest Océan Indien (projet BRIO)

Marie-Dominique LEROUX, François BONNARDOT, Emmanuel CLOPPET
Météo-France
Direction Interrégionale Océan Indien
Etudes et Climatologie
Mars 2023

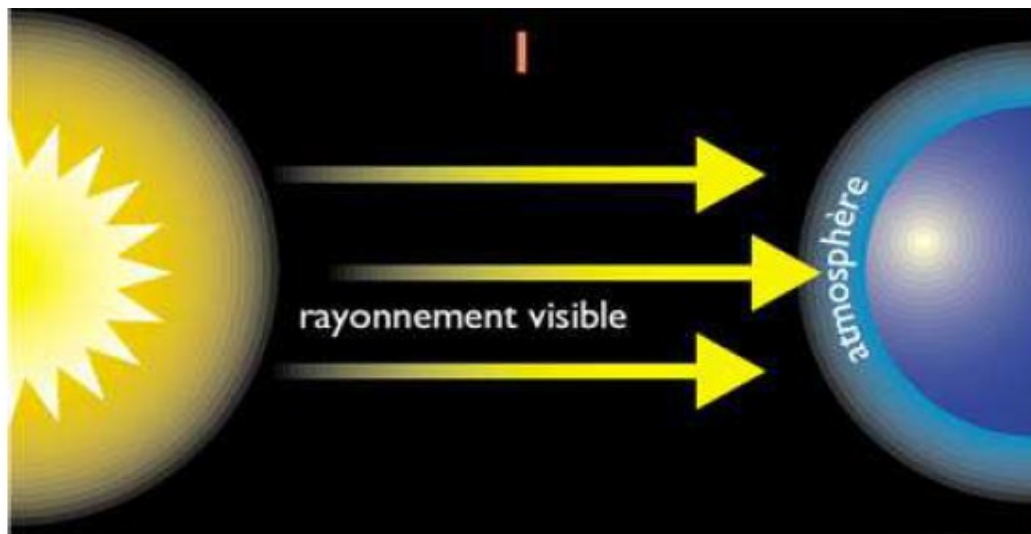
Sommaire

- LE CONSTAT : Changements climatiques observés (tendances passées)
 - **Températures**
 - **Précipitations**
 - **Cyclones**

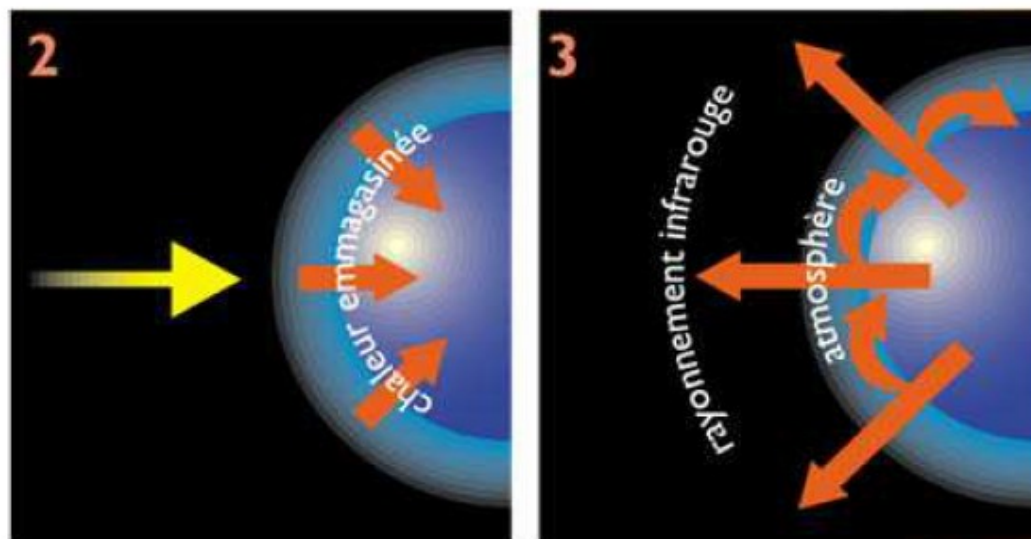
- LE FUTUR : LES PROJECTIONS
 - Projections climatiques **globales** : GIEC, scénarios, simulations CMIP6
 - **Zoom régional** pour affiner les projections sur la Réunion
 - Des **températures** moyennes futures plus chaudes
 - Des **alizés** plus vigoureux dans le futur
 - Une baisse des **précipitations** en saison sèche
 - Evolution future des **précipitations** sur La Réunion
 - Evolution future de l'**activité cyclonique** dans le bassin
 - Poursuite de l'élévation du **niveau de la mer**

- ENJEUX pour La Réunion
 - Des **risques climatiques** en augmentation
 - **Secteurs** les plus **vulnérables** & études d'impact

Le principe de l'effet de serre

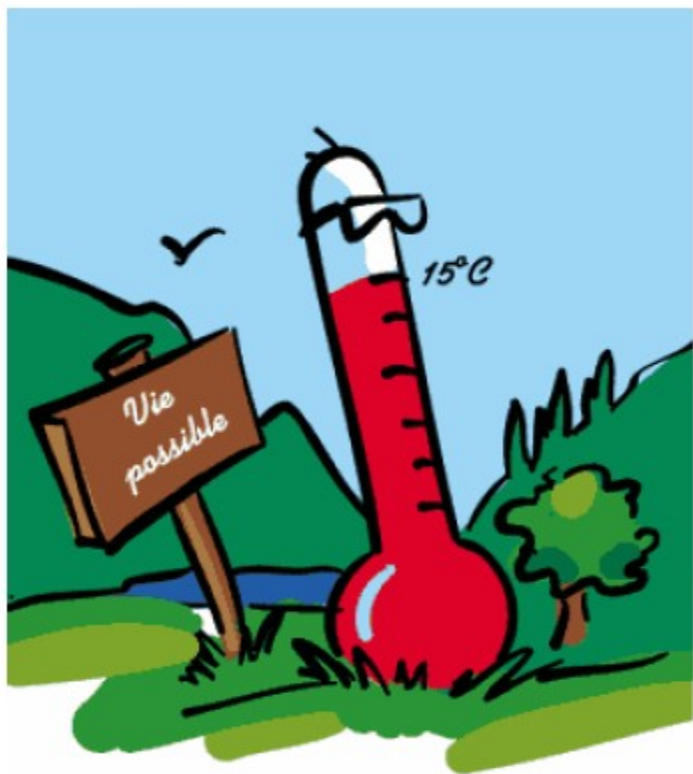


Le phénomène d'effet de serre est lié à la présence dans l'atmosphère de certains gaz qui piègent les rayonnements émis par la Terre (infrarouge)



Une partie de ces rayonnements est réémise en direction du sol, contribuant ainsi au réchauffement des basses couches de l'atmosphère.

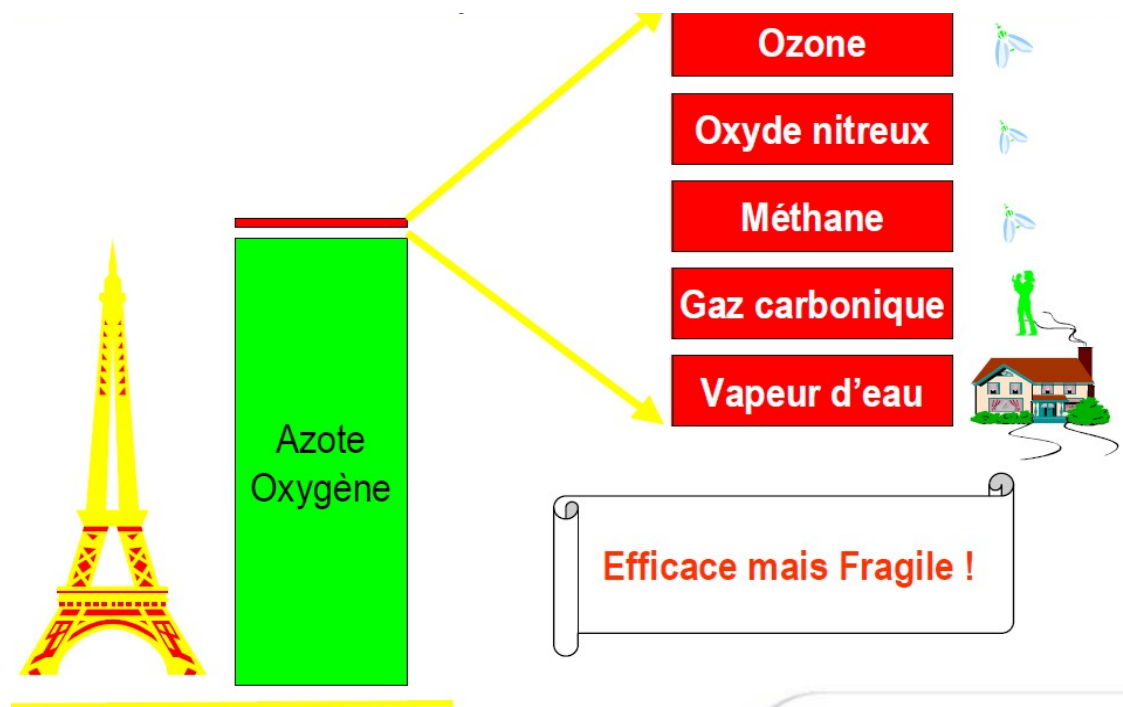
Un phénomène naturel



L'effet de serre est un phénomène naturel. Il permet à la température de se maintenir autour de 15°C en moyenne et conditionne le foisonnement de différentes formes de vie sur terre.

Sans lui, la température moyenne de la surface de la terre avoisinerait -18°C, interdisant toute forme de vie

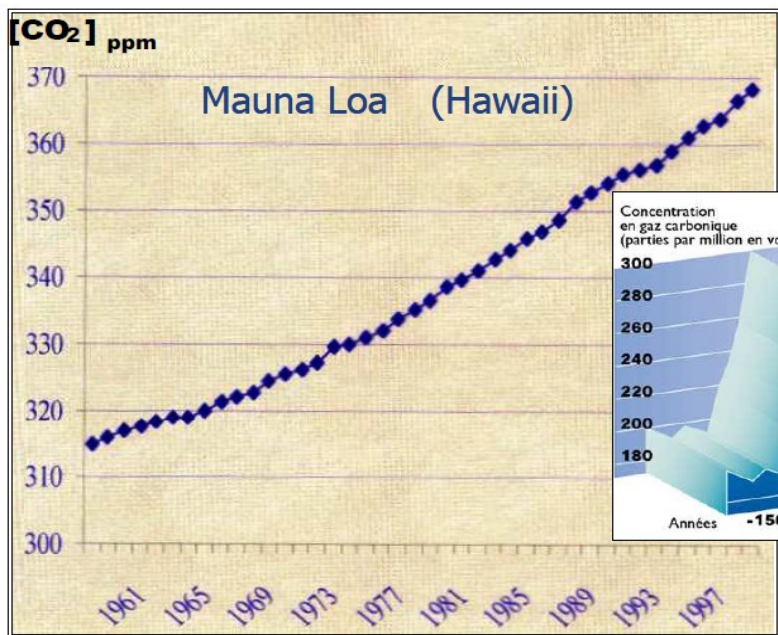
Un phénomène naturel



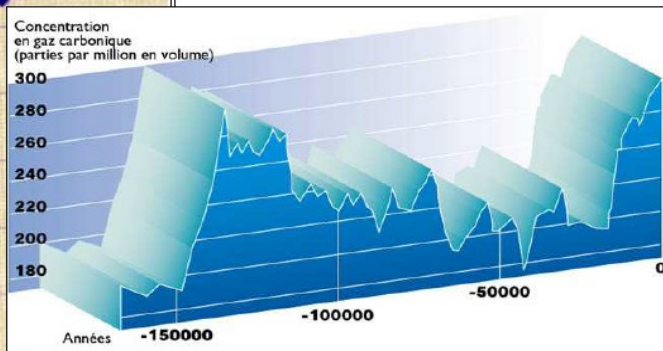
L'effet de serre : un mécanisme efficace mais fragile !

Les rejets de carbone dans l'atmosphère étant excédentaires par rapport aux absorptions, la situation se dégrade d'année en année.

Plusieurs scénarios correspondant à différentes hypothèses plus ou moins pessimistes d'évolution des gaz à effet de serre au 21ème siècle ont été définis par le GIEC

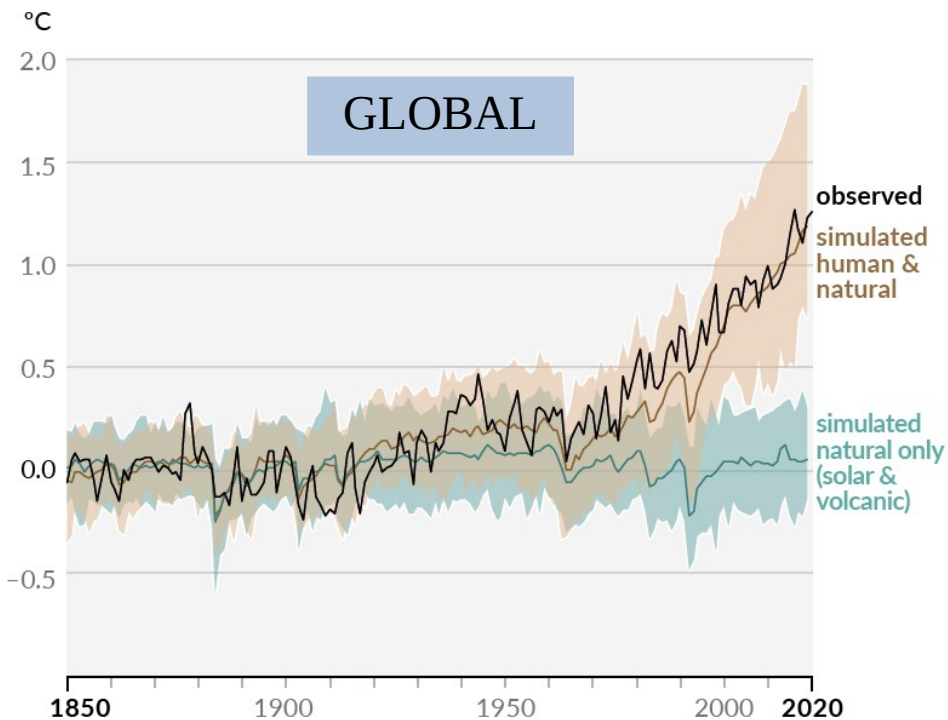


Scénario moyen :
700 ppm en 2100



Changements climatiques observés : températures

(b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850–2020)



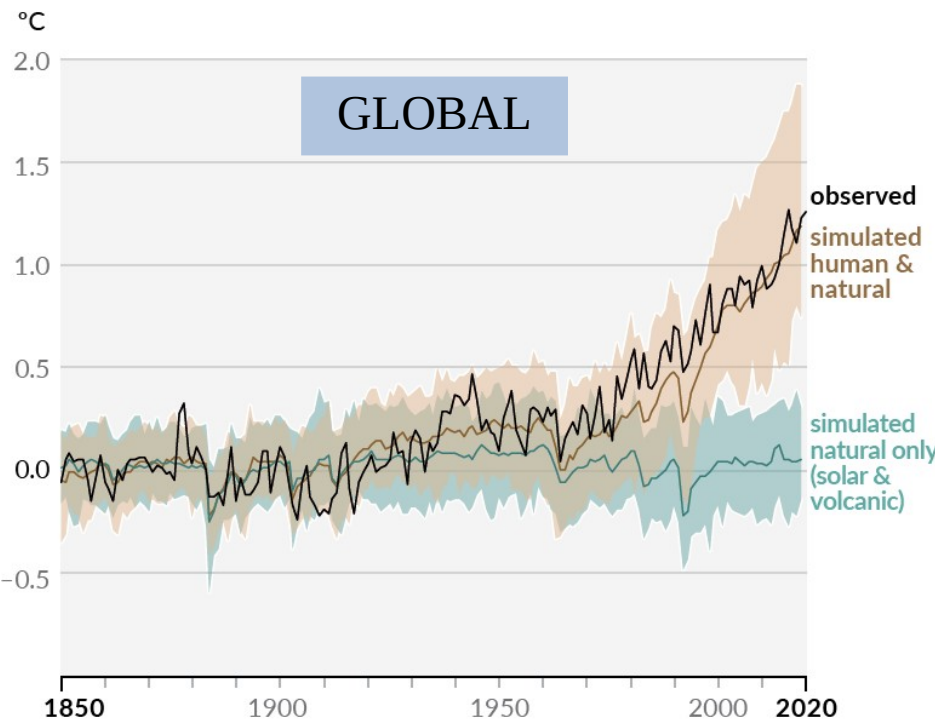
← La **température moyenne** de surface sur le **globe** s'est réchauffée de **+1,1°C** en **2011-2020** par rapport à **1850-1900**.

Ce réchauffement est sans précédent et peut être attribué sans équivoque aux **forçages anthropiques**.

Ce réchauffement est plus élevé sur les continents (+1,6°C).

Changements climatiques observés : températures

(b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850–2020)



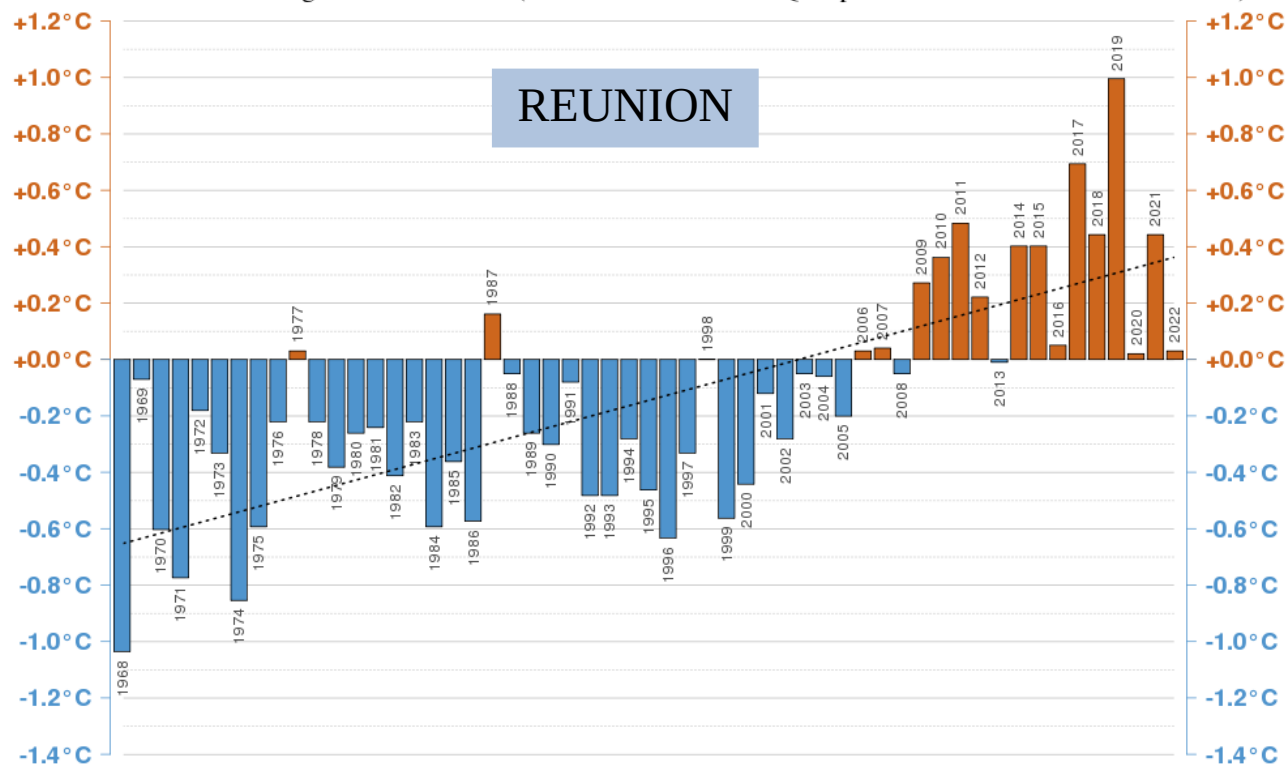
← La **température moyenne** de surface sur le **globe** s'est réchauffée de **+1,1°C en 2011-2020 par rapport à 1850-1900**, avec un réchauffement plus élevé sur les continents (+1,6°C). Ce réchauffement est sans précédent et peut être attribué sans équivoque aux **forçages anthropiques**.

→ Sur la Réunion on observe une **hausse significative des températures moyennes** de l'ordre de **+ 0,17°C par décennie** (soit près de **+ 1°C en un demi-siècle**).



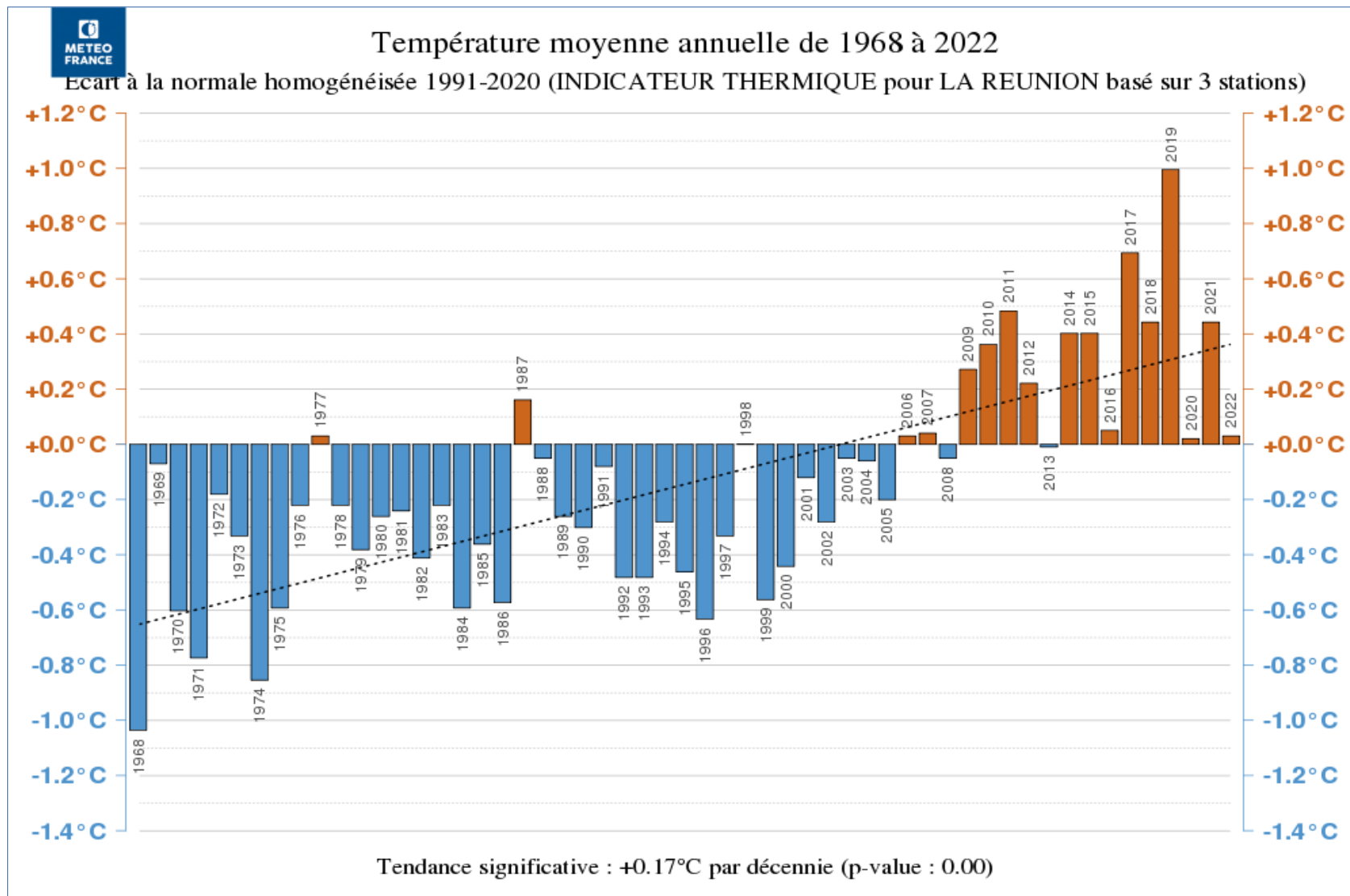
Température moyenne annuelle de 1968 à 2022

Écart à la normale homogénéisée 1991-2020 (INDICATEUR THERMIQUE pour LA REUNION basé sur 3 stations)



Tendance significative : **+0.17°C par décennie** (p-value : 0.00)

Changements climatiques observés : températures

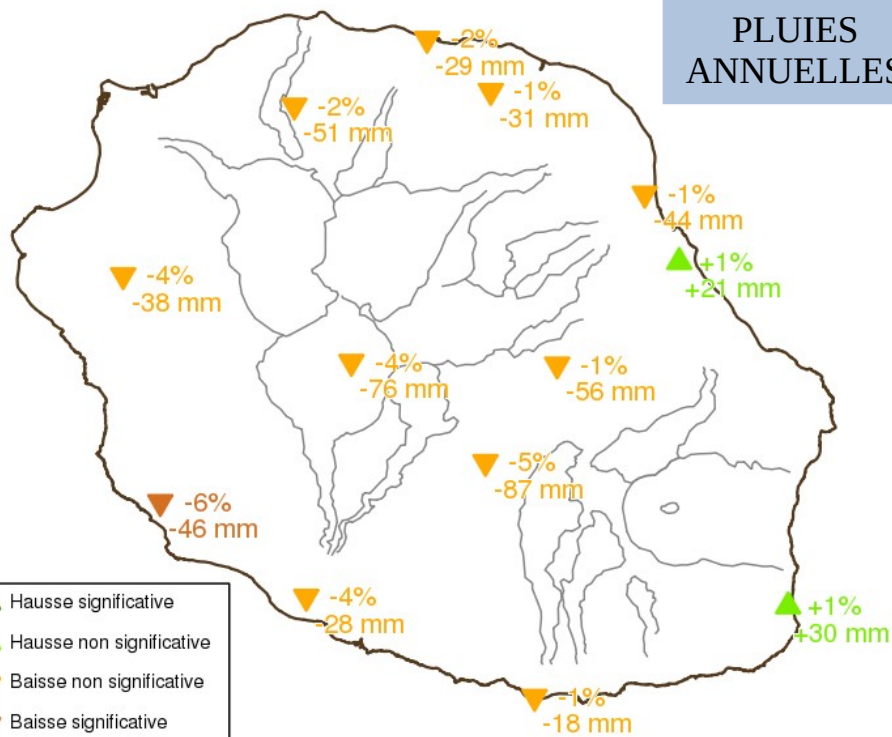


Tendance à la hausse mesurée : $+0,17^{\circ}\text{C}$ par décennie entre 1968 et 2022
Une hausse de $0,9^{\circ}\text{C}$ sur les 50 dernières années

Changements climatiques observés : précipitations

Tendance du cumul annuel de pluie
par décennie entre 1961 et 2022

PLUIES
ANNUELLES



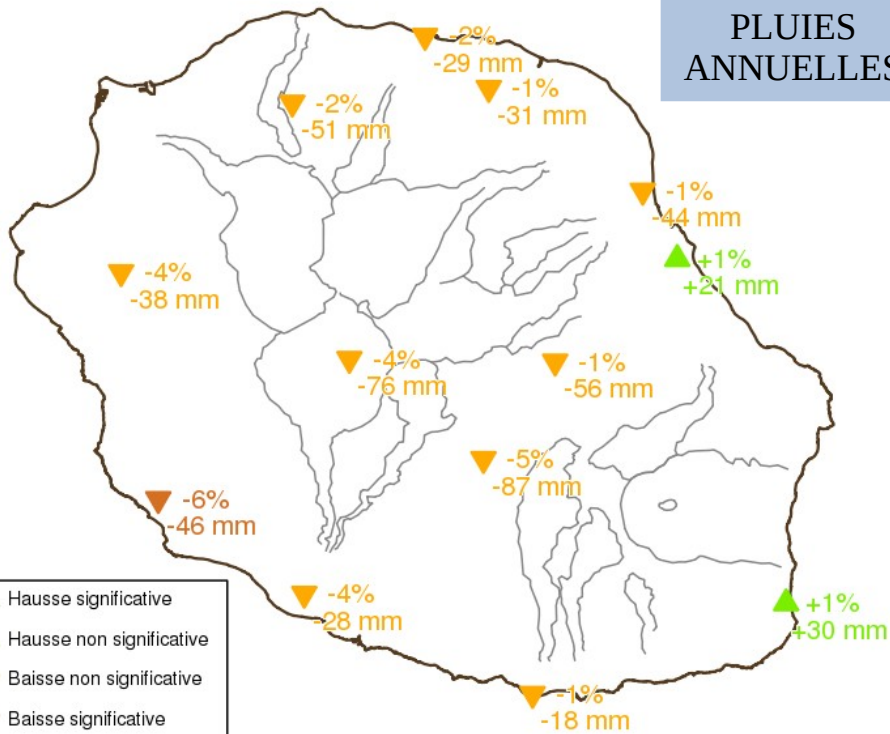
← **Seule la région sud-ouest subit une baisse statistiquement significative de ses pluies depuis 60 ans (-36% en moyenne sur les précipitations annuelles).**

Sur les autres régions, on observe des tendances qui restent faibles et non significatives au regard de la forte variabilité des précipitations.

Changements climatiques observés : précipitations

Tendance du cumul annuel de pluie par décennie entre 1961 et 2022

PLUIES ANNUELLES



- ▲ Hausse significative
- ▲ Hausse non significative
- ▼ Baisse non significative
- ▼ Baisse significative

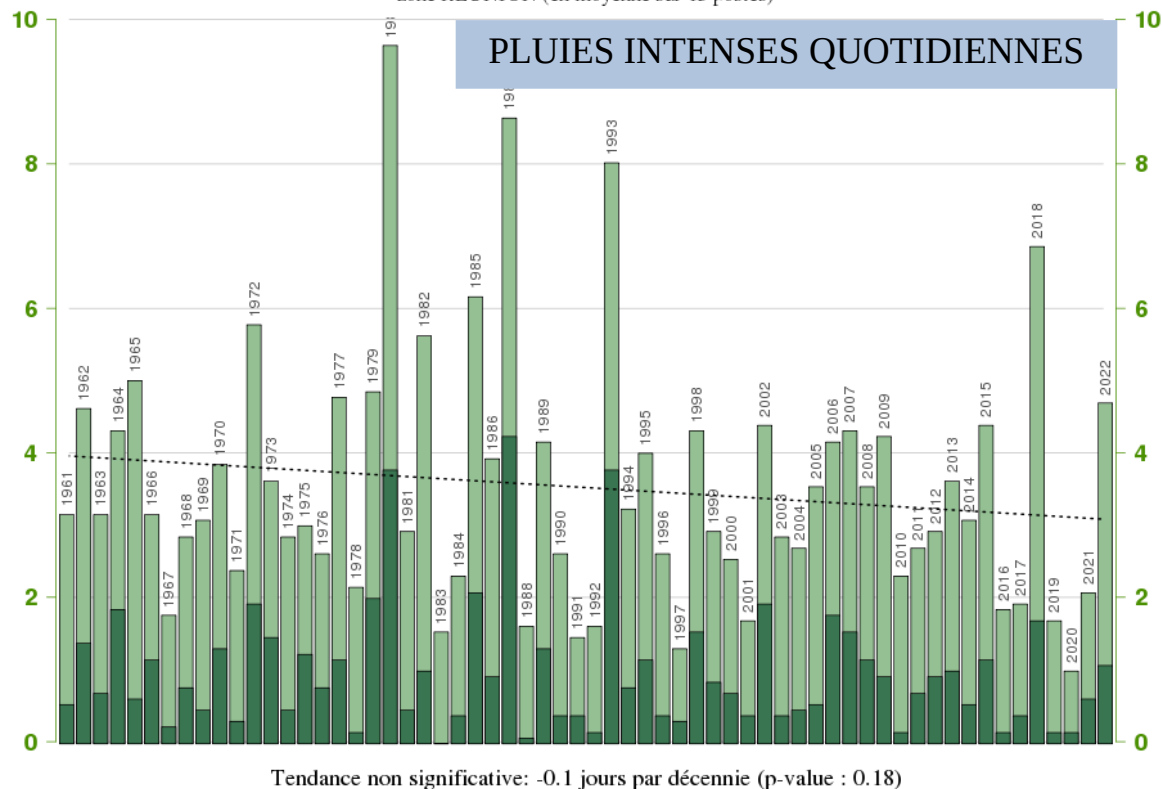
→ Les phénomènes extrêmes tels que les fortes pluies sont marqués par une forte variabilité interannuelle et inter décennale.

Il n'y a pas de tendance significative visible sur l'occurrence des épisodes de pluies intenses à la Réunion.

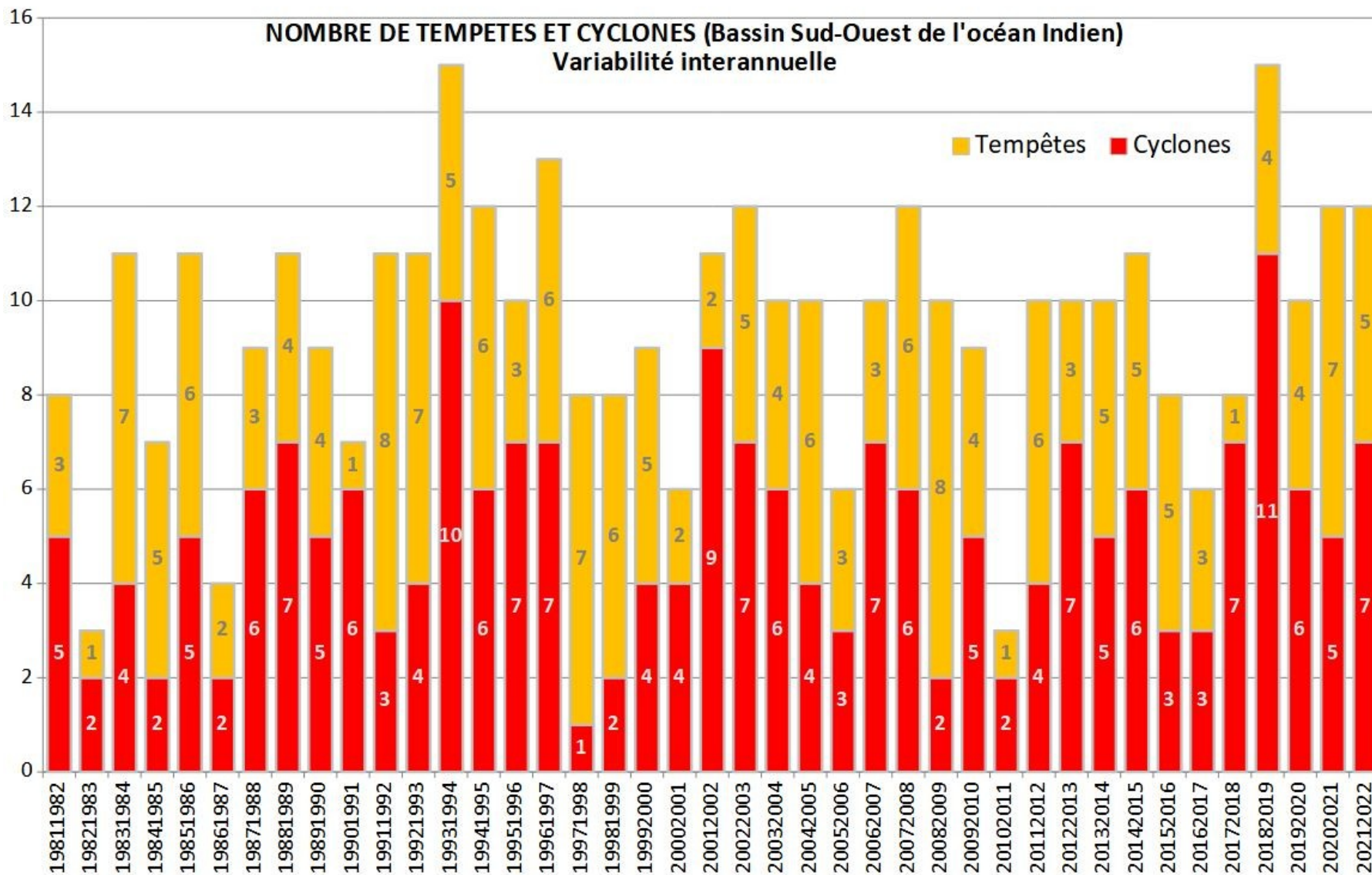
← Seule la région sud-ouest subit une baisse statistiquement significative de ses pluies depuis 60 ans (-36% en moyenne sur les précipitations annuelles).

Sur les autres régions, on observe des tendances qui restent faibles et non significatives au regard de la forte variabilité des précipitations.

Nombre de jours avec pluies intenses (1961-2022)
Dépassement des seuils quotidiens 100 et 200 mm
zone REUNION (en moyenne sur 13 postes)



Changements climatiques observés : les cyclones



L'activité cyclonique sur le bassin sud-ouest de l'océan Indien présente une **forte variabilité** interannuelle et inter décennale.
 Pas d'évolution à la hausse du nombre de cyclones tropicaux intenses
 Une légère augmentation de la proportion de tempêtes tropicales devenant cyclones constatées sur les 40 dernières années
 Un décalage vers le sud du maximum d'intensité

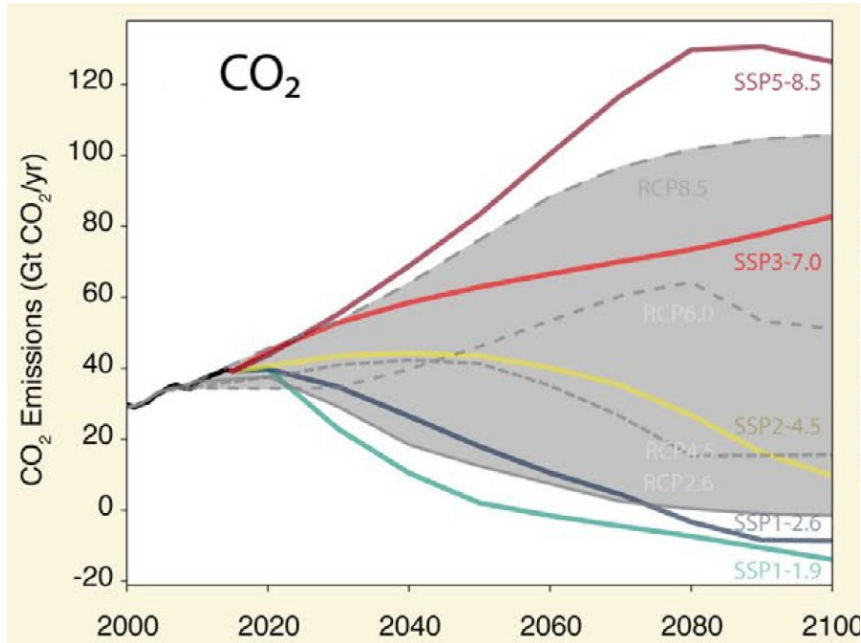
Sommaire

- LE CONSTAT : Changements climatiques observés (tendances passées)
 - **Températures**
 - **Précipitations**
 - **Cyclones**

- **LE FUTUR : LES PROJECTIONS**
 - Projections climatiques **globales** : GIEC, scénarios, simulations CMIP6
 - **Zoom régional** pour affiner les projections sur la Réunion
 - Des **températures** moyennes futures plus chaudes
 - Des **alizés** plus vigoureux dans le futur
 - Une baisse des **précipitations** en saison sèche
 - Evolution future des **précipitations** sur La Réunion
 - Evolution future de l'**activité cyclonique** dans le bassin
 - Poursuite de l'élévation du **niveau de la mer**

- ENJEUX pour La Réunion
 - Des **risques climatiques** en augmentation
 - **Secteurs** les plus **vulnérables** & études d'impact

Les Projections climatiques globales pour le futur



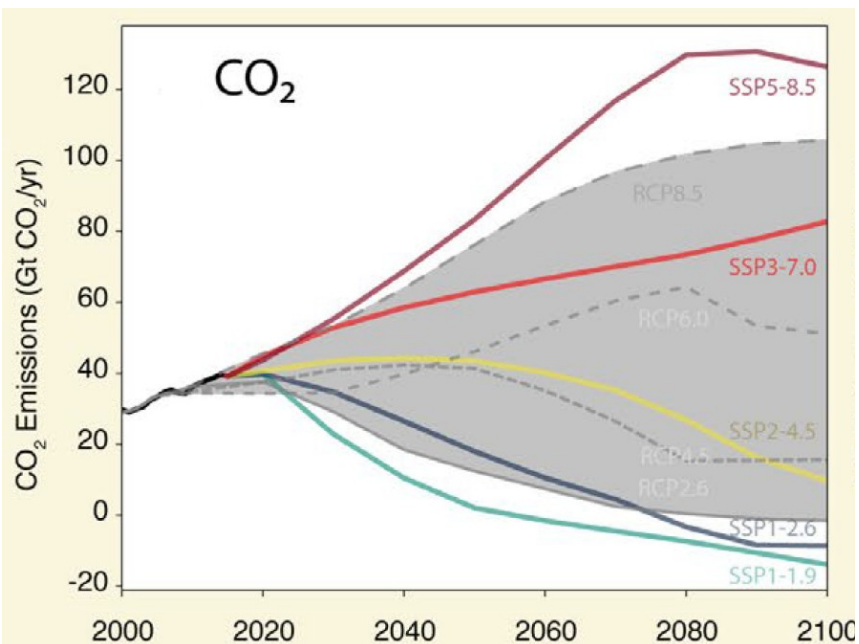
← Le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (**GIEC**) a défini 5 scénarios pour représenter l'évolution future possible des concentrations de Gaz à effet de serre (GES), comme le dioxyde de Carbone CO₂ illustré ici, mais aussi d'ozone et d'aérosols pour le 21^{ème} siècle et au-delà (Representative Concentration Pathways, RCP). Ces scénarios RCP correspondent à diverses stratégies d'adaptation et d'atténuation, classées en cinq familles (Shared Socioeconomic Pathways, SSP) parmi lesquelles :

- **SSP1-2.6** (RCP 2.6), scénario optimiste : fortes réductions d'émissions de GES (effort international) ; net zéro en 2050 (Accord de Paris COP21 visant à limiter le réchauffement planétaire en dessous de +2°C en 2100).
- **SSP2-4.5** (RCP 4.5), scénario intermédiaire : poursuite des émissions actuelles jusqu'à 2050 ; diminution ensuite.
- **SSP5-8.5** (RCP 8.5), scénario pessimiste : fortes émissions ; doublement en 2050 ; triplement en 2100 ; poursuite de la croissance démographique et économique ; forte dépendance aux énergies fossiles.

Les Projections climatiques globales pour le futur

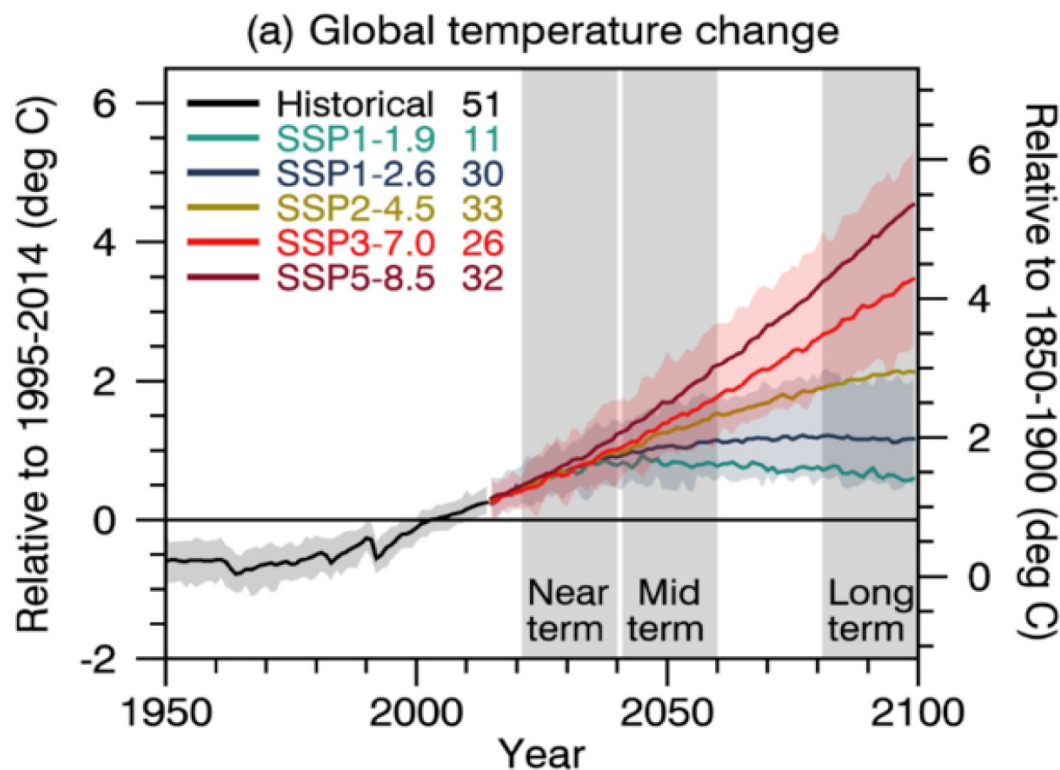
← Le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (**GIEC**) a défini 5 scénarios pour représenter l'évolution future possible des concentrations de Gaz à effet de serre (GES), comme le dioxyde de Carbone CO₂ illustré ici, mais aussi d'ozone et d'aérosols pour le 21^{ème} siècle et au-delà (Representative Concentration Pathways, RCP). Ces scénarios RCP correspondent à diverses stratégies d'adaptation et d'atténuation, classées en cinq familles (Shared Socioeconomic Pathways, SSP) parmi lesquelles :

- **SSP1-2.6 (RCP 2.6), scénario optimiste** : fortes réductions d'émissions de GES (effort international) ; net zéro en 2080 (Accord de Paris COP21 visant à limiter le réchauffement planétaire en dessous de +2°C en 2100).
- **SSP2-4.5 (RCP 4.5), scénario intermédiaire** : poursuite des émissions actuelles jusqu'à 2050 ; diminution ensuite.
- **SSP5-8.5 (RCP 8.5), scénario pessimiste** : fortes émissions ; doublement en 2050 ; triplement en 2100 ; poursuite de la croissance démographique et économique ; forte dépendance aux énergies fossiles.



→ Pour quantifier de quelle façon le climat pourrait évoluer dans de tels scénarios sociaux-économiques, les centres de modélisation du climat ont fait tourner leurs modèles numériques respectifs pour alimenter un jeu de données nommé **CMIP6** (Coupled Model Intercomparison Project – Phase 6). Le rapport AR6 du GIEC s'appuie sur ce jeu de **simulations climatiques globales** afin d'analyser les tendances climatiques passées et se projeter dans le futur.

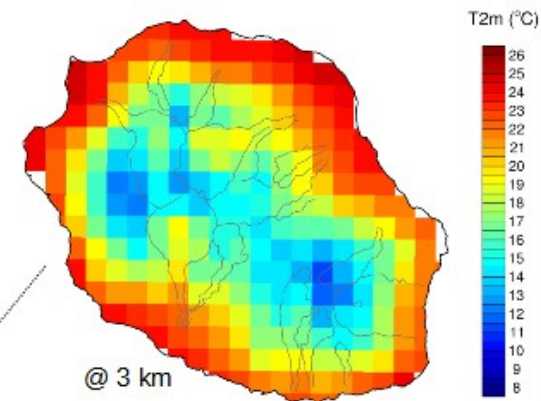
Par exemple : pour le scénario **SSP3-7.0** (en rouge sur le graphique de droite), la température moyenne à l'échelle du globe pourrait augmenter par rapport à la période de référence 1850-1900 de près de 4.5°C en moyenne en fin de siècle avec une fourchette d'incertitude de +/-1°C liée à la modélisation numérique.



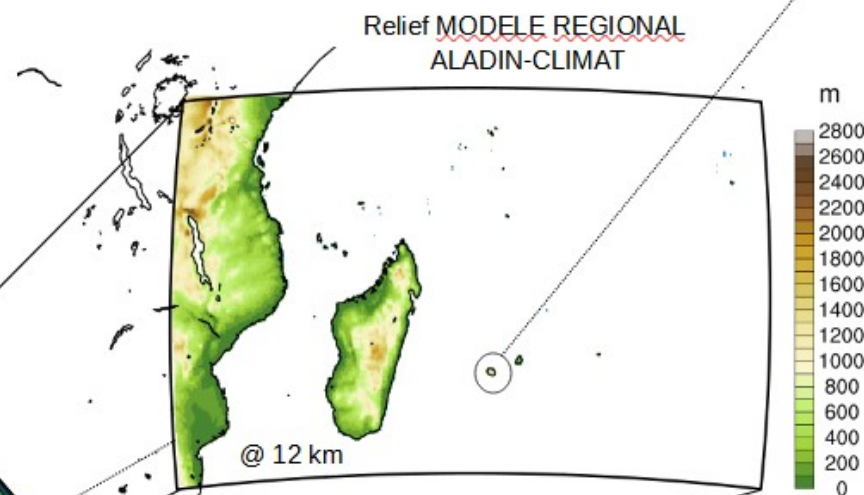
Zoom Régional pour affiner les projections sur La Réunion

Pour obtenir de l'information climatique à l'échelle régionale à partir des simulations CMIP6 sur le globe, on applique des techniques de « descente d'échelle », à la fois dynamique et statistique.

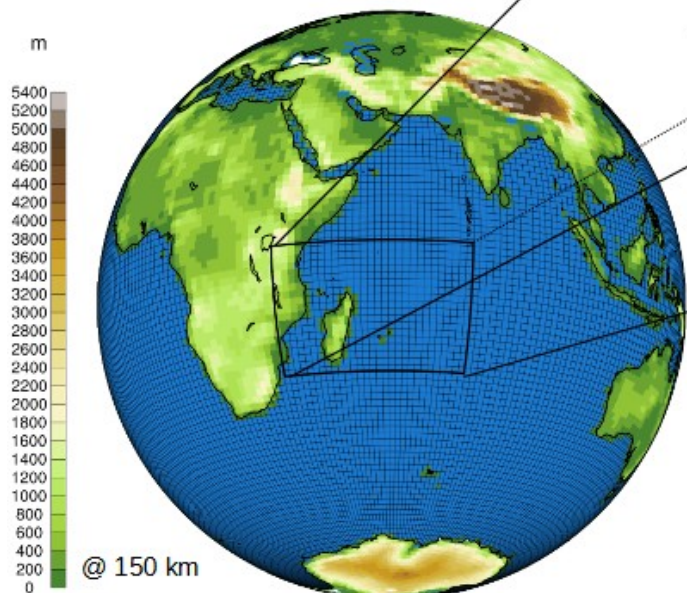
→ quantification plus précise de l'impact du réchauffement d'échelle planétaire sur les précipitations et températures de l'île de La Réunion d'ici la fin du siècle, ainsi que l'évolution de l'activité cyclonique dans notre bassin océanique.



Températures ALADIN corrigées



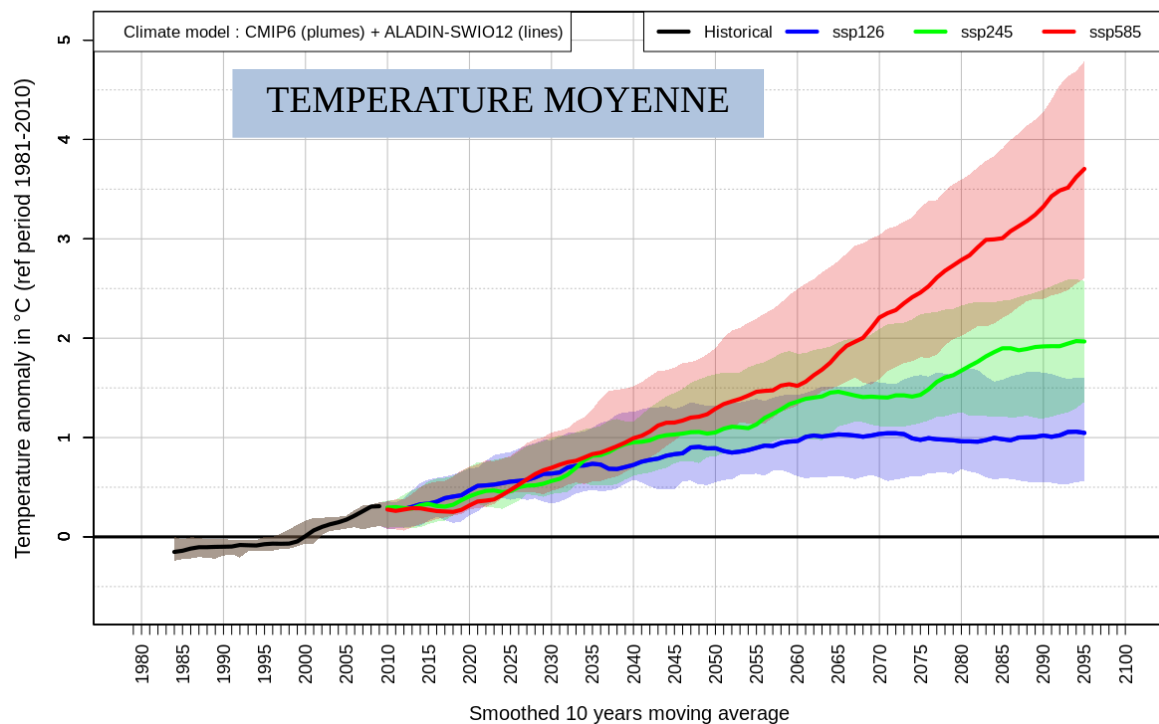
← Pour la **descente d'échelle dynamique**, le modèle régional de climat français ALADIN a tourné à 12 km de résolution sur une grande partie du sud-ouest de l'océan Indien. Le domaine couvre la plupart des territoires habités depuis les côtes du Mozambique (33°E) jusque 74°E ainsi que la zone principale de cyclogenèse tropicale [2°S – 28°S].



Ces descentes d'échelle permettent de préciser les impacts attendus à l'échelle des territoires de la région (ressource en eau, habitat, énergie, agriculture, utilisation des sols...).

Des températures moyennes futures plus chaudes

Mean temperature evolution : REUNION period ANN



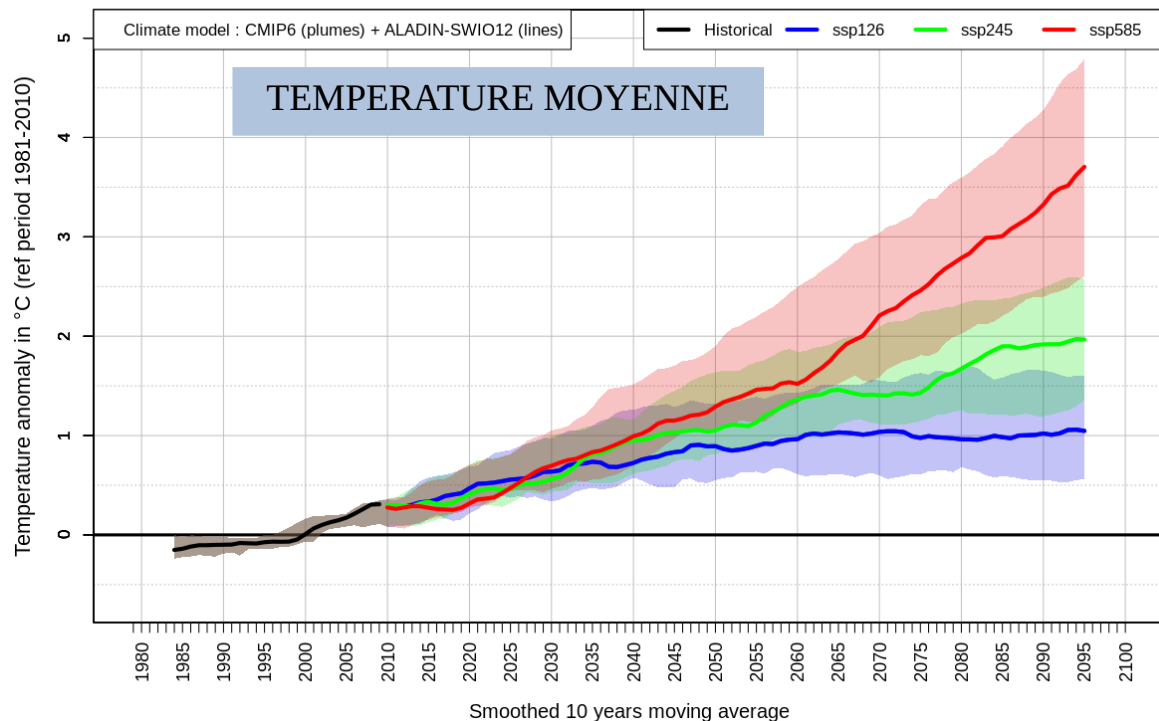
← **Sur La Réunion**, la hausse de la température moyenne annuelle en **fin du siècle** se situe **entre +1°C pour le scénario SSP1-2.6 et +3,5°C pour le scénario extrême SSP5-8.5.**

A cette **incertitude** sur le scénario futur s'ajoute une incertitude liée à la modélisation de l'ordre de +/- 0,5°C pour le scénario optimiste à +/-1°C pour le scénario extrême.

Ces estimations se situent dans la fourchette basse du **réchauffement global** projeté **entre + 1,5 °C et + 4,5 °C** pour les mêmes scénarios et la même période référence 1981-2010. D'ailleurs, le réchauffement sera plus important sur les grandes masses continentales comme le continent africain et Madagascar que sur les territoires insulaires.

Des températures moyennes futures plus chaudes

Mean temperature evolution : REUNION period ANN



← Sur La Réunion, la hausse de la température moyenne annuelle en fin de siècle se situe entre **+1°C pour le scénario SSP1-2.6** et **+3,5°C pour le scénario extrême SSP5-8.5**.

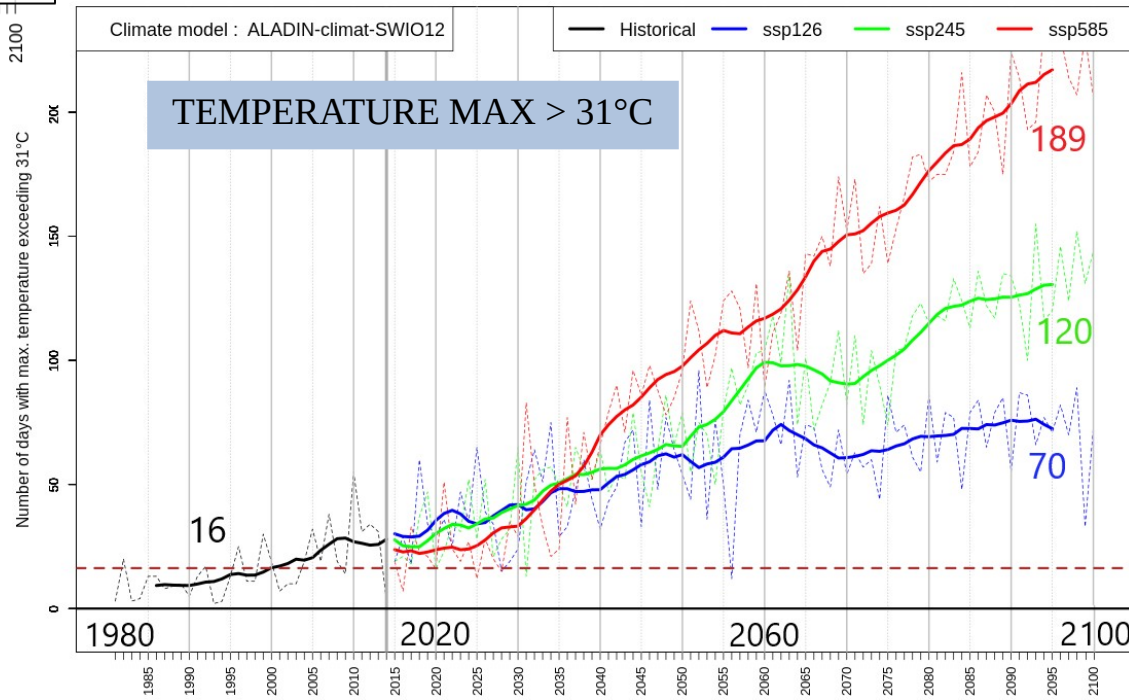
A cette **incertitude** sur le scénario futur s'ajoute une incertitude liée à la modélisation de l'ordre de **+/- 0,5°C** pour le scénario optimiste à **+/-1°C** pour le scénario extrême.

Ces estimations se situent dans la fourchette basse du réchauffement global projeté entre **+ 1,5 °C** et **+ 4,5 °C** pour les mêmes scénarios. D'ailleurs, le réchauffement sera plus important sur les grandes masses continentales comme le continent africain et Madagascar que sur les territoires insulaires.

→ C'est durant la saison chaude que la hausse des températures sera la plus élevée.

Le nombre de jours de forte chaleur sera en nette augmentation.

A Gillot par exemple, la température a dépassé les 31°C environ 16 jours par an sur la période historique 1981-2010. En fin de siècle, ceci pourrait se produire 70 jours par an en moyenne en scénario optimiste voire plus de la moitié de l'année dans le scénario extrême.



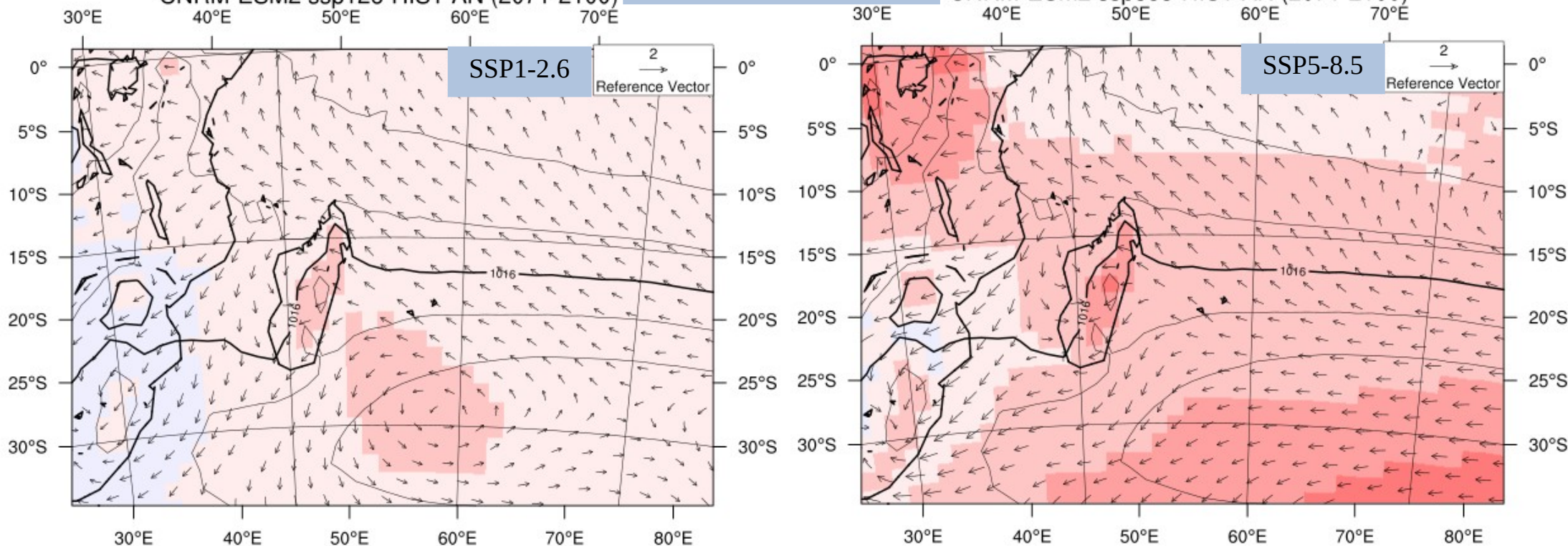
Des alizés plus vigoureux dans le futur

Renforcement vraisemblable de l'anticyclone des Mascareignes au Sud-Est de La Réunion en fin de siècle -> accélération des alizés notamment pendant les mois d'hiver (saison où les alizés soufflent déjà avec force).

Anomalies psl (couleurs) et de vent (fleches)
CNRM-ESM2 ssp126-HIST AN (2071-2100)

Pression mer
Anomalies Vents surface

Anomalies psl (couleurs) et de vent (fleches)
CNRM-ESM2 ssp585-HIST AN (2071-2100)

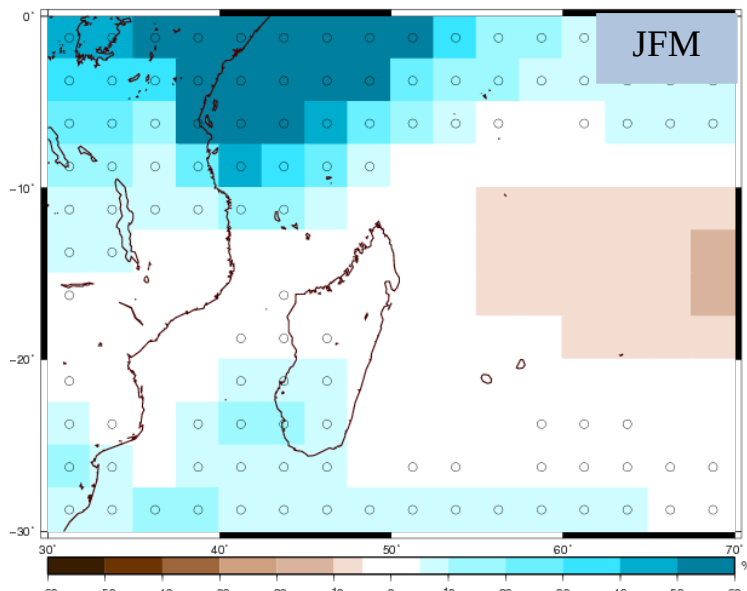


Amplitude de l'augmentation annuelle de la pression de surface (couleurs) et de la vitesse du vent (flèches) selon les deux scénarios extrêmes en moyenne à l'horizon 2071-2100. Le relief de l'île pourra venir modifier ces valeurs moyennes par effet d'accélération, en particulier sur les côtes Nord et Sud de l'île.

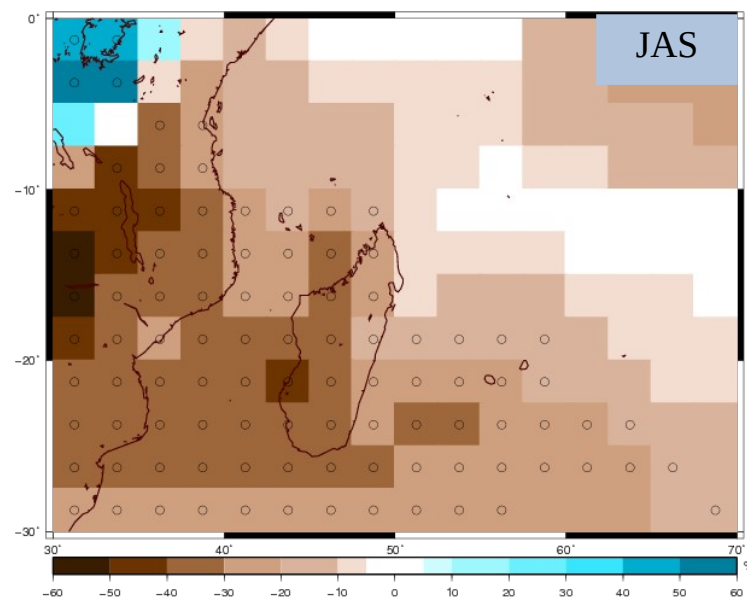
Il faut donc s'attendre pour le futur à des épisodes plus « soutenus » d'alizés en hiver, en particulier dans le scénario pessimiste.

Une baisse des précipitations en saison sèche

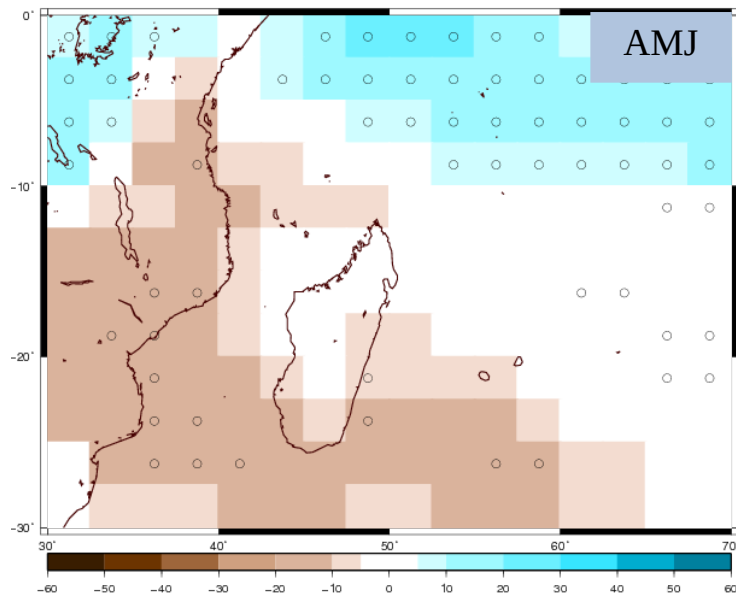
Anomalies de précipitations pour l'horizon 2080
période de référence 1981-2010
moyenne pour 19 modèles (CMIP6)
Trimestre JFM - SSP585



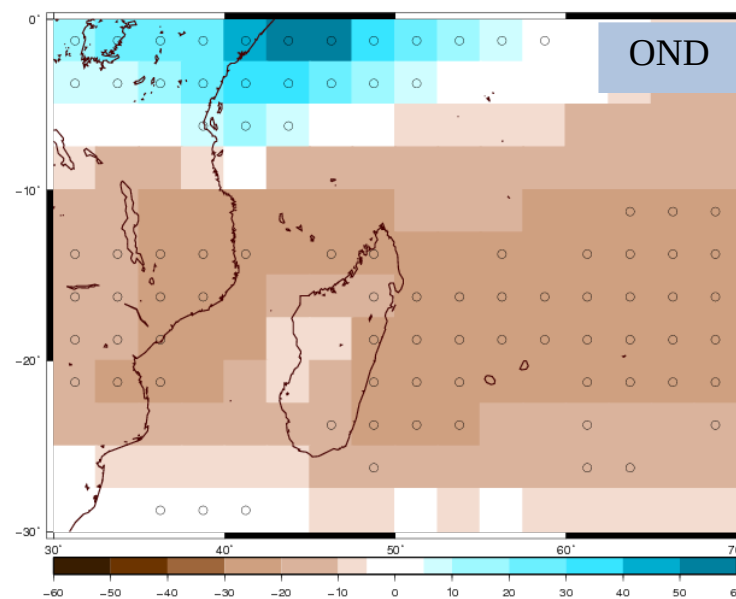
Anomalies de précipitations pour l'horizon 2080
période de référence 1981-2010
moyenne pour 19 modèles (CMIP6)
Trimestre JAS - SSP585



Anomalies de précipitations pour l'horizon 2080
période de référence 1981-2010
moyenne pour 19 modèles (CMIP6)
Trimestre AMJ - SSP585



Anomalies de précipitations pour l'horizon 2080
période de référence 1981-2010
moyenne pour 19 modèles (CMIP6)
Trimestre OND - SSP585



SSP5-8.5

← A l'horizon 2080

Sur l'année :

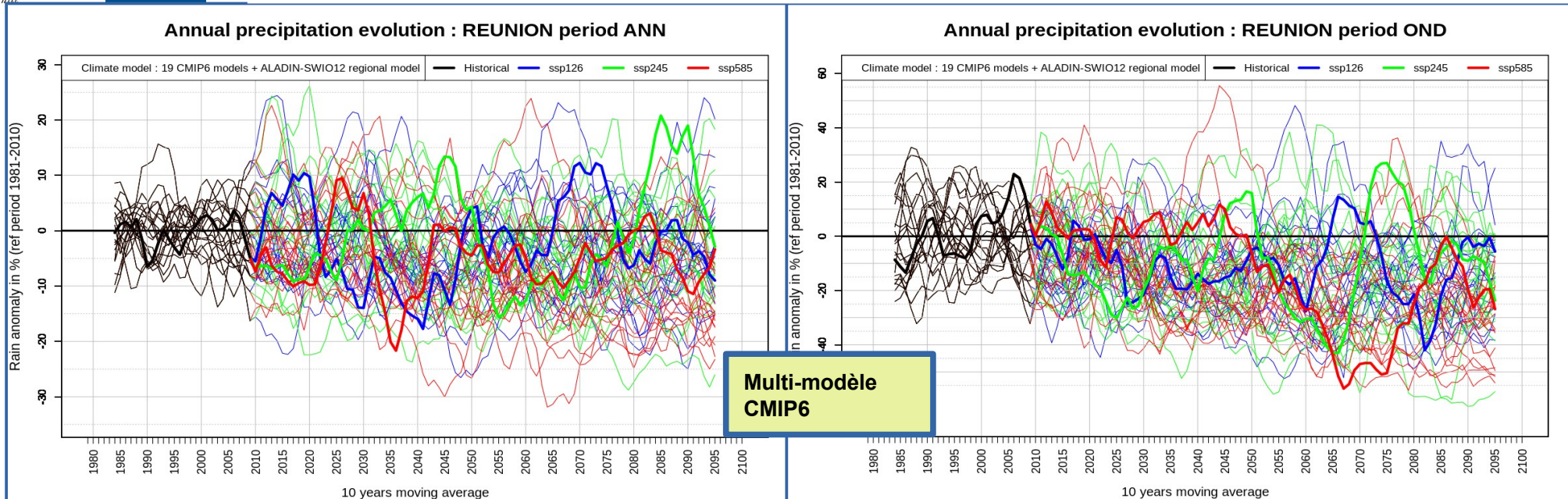
En moyenne, les modèles globaux montrent un **possible assèchement de l'ordre de 5 à 10 % des pluies annuelles** suivant le scénario et l'endroit de l'île. Ce signal relativement faible masque d'importants contrastes saisonniers comme illustré ci-contre pour le scénario pessimiste.

En saison sèche (juin à décembre), on observera très probablement :

1 – Une baisse des précipitations sur une vaste zone géographique incluant les latitudes subtropicales et les Mascareignes, en scénario optimiste et pessimiste.

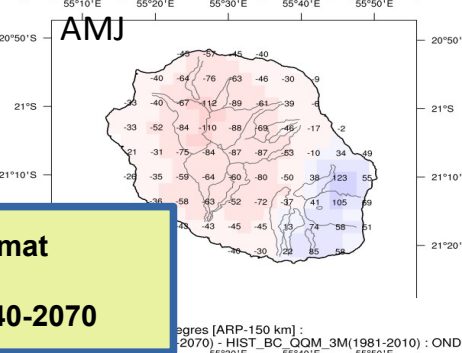
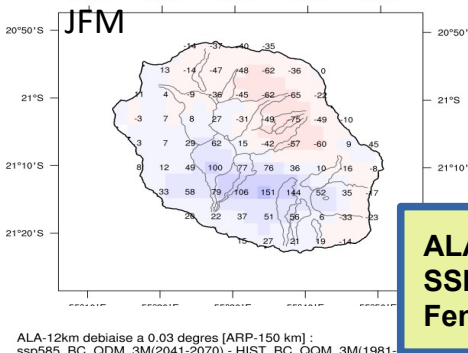
2 – Un allongement de la saison sèche vers le dernier trimestre de l'année, lié à un probable retard de démarrage de la saison des pluies.

Evolution future des précipitations sur La Réunion



ALA-12km debiaise a 0.03 degrees [ARP-150 km] : ssp585_BC_QDM_3M(2041-2070) - HIST_BC_QQM_3M(1981-2010) : JFM

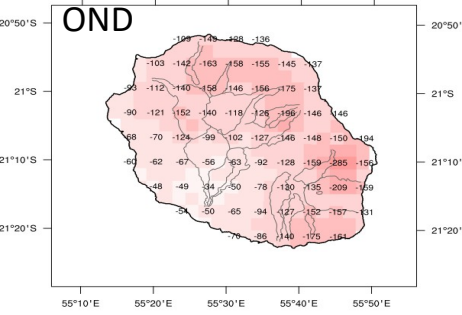
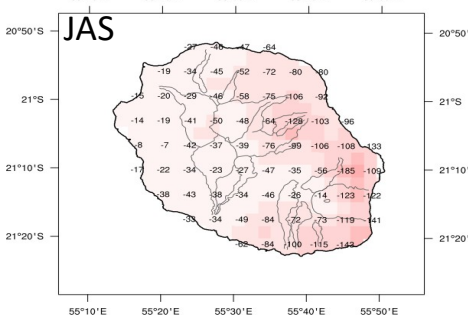
ALA-12km debiaise a 0.03 degrees [ARP-150 km] : ssp585_BC_QDM_3M(2041-2070) - HIST_BC_QQM_3M(1981-2010) : AMJ



**ALADIN-climat
SSP585
Fenêtre 2040-2070**

ALA-12km debiaise a 0.03 degrees [ARP-150 km] : ssp585_BC_QDM_3M(2041-2070) - HIST_BC_QQM_3M(1981-2010) : JAS

ALA-12km debiaise a 0.03 degrees [ARP-150 km] : ssp585_BC_QDM_3M(2041-2070) - HIST_BC_QQM_3M(1981-2010) : OND

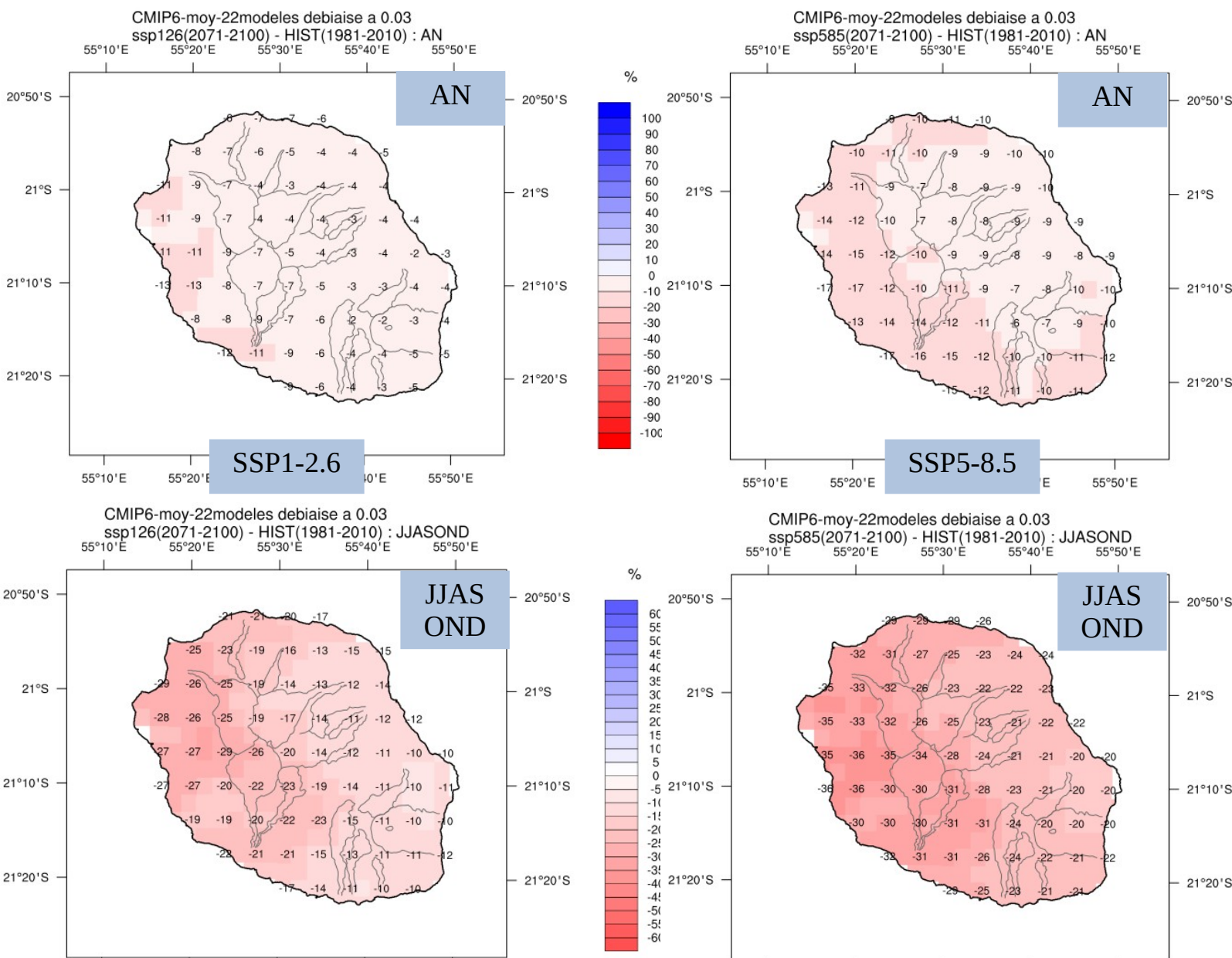


- Au pas de temps annuel, légère tendance à la baisse (<10%) mais bcp de dispersion dans les modélisations → incertitude importante (contribution des événements extrêmes)

- Baisse sensible des précipitations sur le deuxième semestre de l'année (-10 à -35%)

- Augmentation des contrastes saisonniers

Evolution future des précipitations sur La Réunion



← **A l'horizon 2080, en moyenne :**

- un possible assèchement de l'ordre de 5 à 10 % des pluies annuelles selon le scénario et l'endroit de l'île.
- une **augmentation des contrastes saisonniers** ainsi que de l'amplitude et de la **fréquence des phénomènes extrêmes** (sécheresse, inondations).

Au second semestre : des déficits de pluie de 10 à 25 % sur l'île en scénario optimiste (SSP1-2.6) ou 20 à 35 % en scénario pessimiste (SSP5-8.5) comme illustré ci-contre.

Le renforcement des alizés pourrait **accroître le contraste de pluviométrie entre les zones au vent et les zones sous le vent**. Les micro-régions du Sud-Ouest de l'île seront les plus impactées par les déficits de pluie à une période de l'année déjà très peu arrosée.

Evolution future de l'activité cyclonique dans le bassin

Comme le rappellent les scientifiques du GIEC, l'évolution des cyclones, à la fois en fréquence et en intensité, est incertaine. Les simulations climatiques sur le bassin sud-ouest de l'océan Indien s'accordent toutefois avec les résultats des autres bassins océaniques.

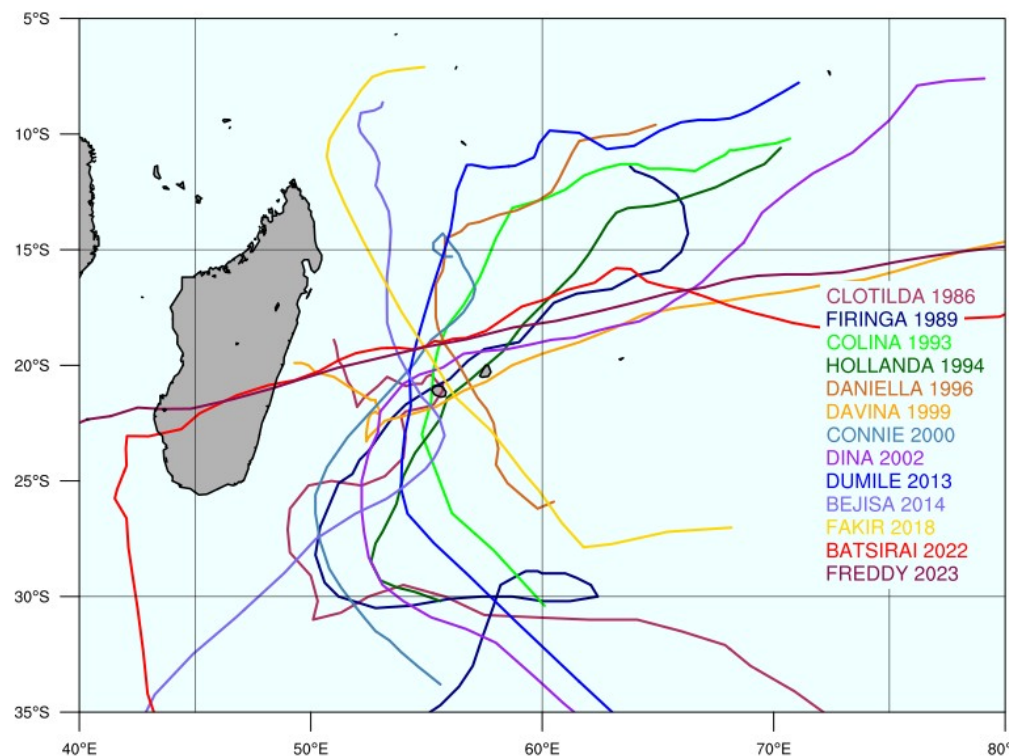
Messages clés

- Augmentation des précipitations au sein des systèmes dépressionnaires tropicaux
- Renforcement de l'intensité des systèmes les plus intenses
- Augmentation de la proportion des cyclones les plus intenses relativement à la totalité des systèmes dépressionnaires.
- Une élévation du niveau de la mer qui contribue à exacerber leurs effets et renforcer la vulnérabilité des zones côtières.

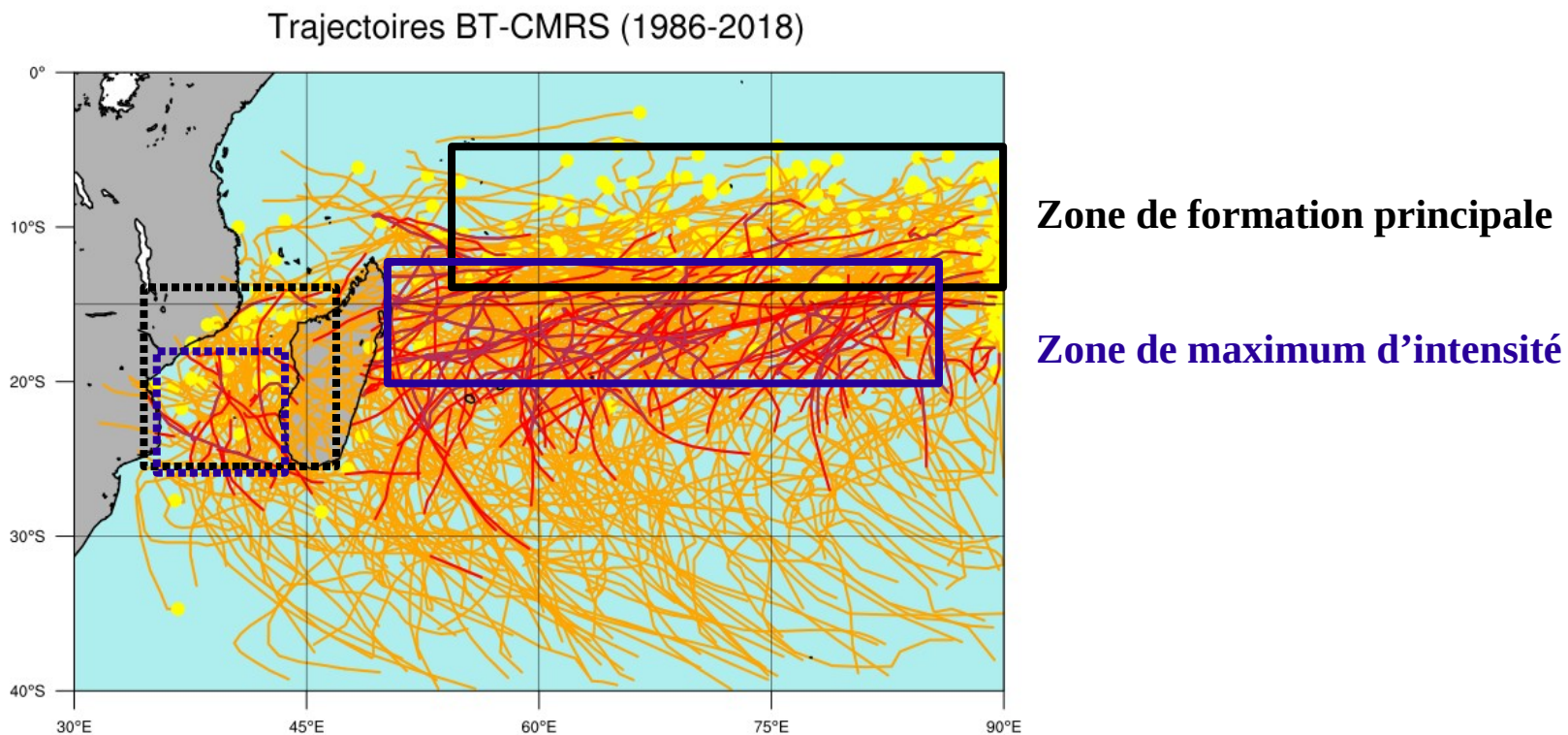
13 passages à moins de 200 km des côtes de La Réunion de systèmes dépressionnaires alors au stade de cyclone tropical mature en 40 ans

5 occurrences depuis 2013

Une majorité de trajectoires paraboliques



Evolution future de l'activité cyclonique dans le bassin



Messages clés

- Une extension des zones exposées aux phénomènes cycloniques (extension des tropiques)
- Probable poursuite de la migration vers les pôles du maximum d'intensité cyclonique
- La Réunion en première ligne demain ?

Exposition de La Réunion au risque cyclonique

Le risque cyclonique à La Réunion

- La Réunion, **un territoire fortement exposé** aux aléas associés aux cyclones tropicaux, de par sa position géographique et sa topographie.
- Une exposition *particulière* aux vents cycloniques (> 150 km/h) et aux fortes précipitations et glissements de terrain, même en cas de systèmes dépressionnaires de faible intensité.
- 13 passages d'un système dépressionnaire au stade de cyclone à moins de 200 km depuis 1984
- Mais des systèmes **passant à plus grande distance ou de plus faible intensité** (ex : BERGUITTA en 2018) peuvent générer **des vents cycloniques et/ou des pluies diluviennes**
- Les derniers épisodes majeurs : FIRINGA (1989), COLINA (1993) et DINA (2002)
- et à une échelle moindre GAMEDE (2007), DUMILE (2013), BEJISA (2014), FAKIR (2018) et BATSIRAI (2022)
- BATSIRAI a succédé en 2022 à GAMEDE et DINA, les deux cyclones les plus marquants depuis le début du 21ème siècle.



L'église de Grand Ilet après le passage du cyclone HOLLANDA en 1994



Cyclone tropical DINA (janvier 2002)

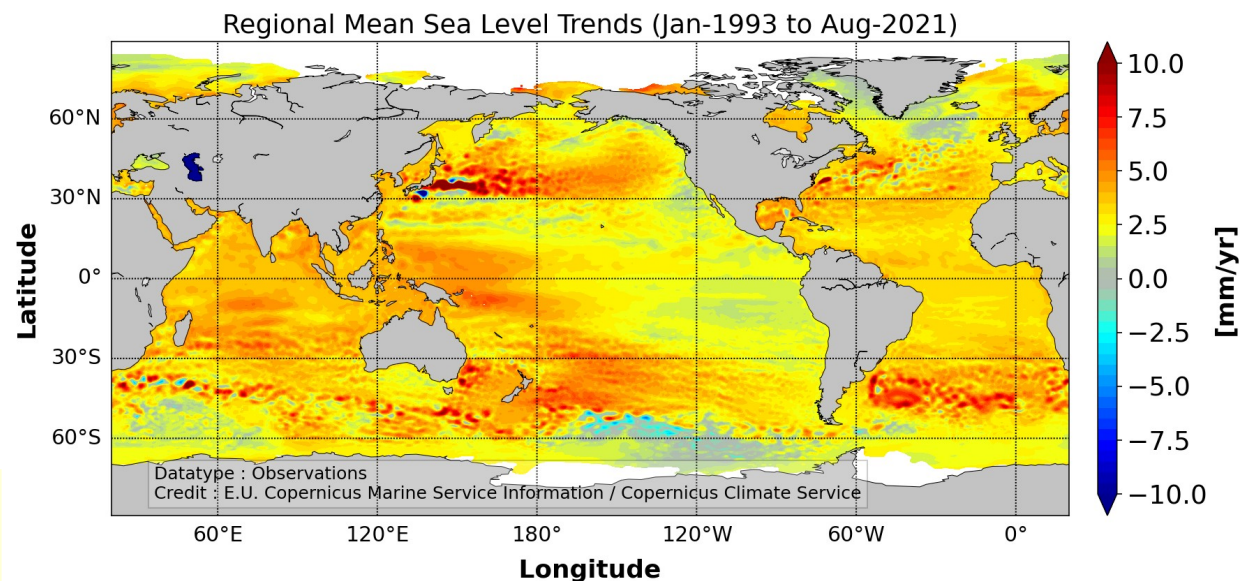
Poursuite de l'élévation du niveau de la mer

OBSERVATIONS

Le niveau moyen de la mer à l'échelle du globe s'est élevé de 3.7mm/an, selon le dernier rapport du GIEC.

→ Les mesures réalisées par les satellites altimétriques depuis le début des années 1990 permettent de dresser une carte globale de la vitesse de hausse du niveau des mers, révélant ainsi que ce niveau n'augmente pas uniformément sur le globe. Dans certaines régions, le niveau de la mer a augmenté 3 à 4 fois plus vite entre 1993 et 2021 que la moyenne globale.

Dans le sud-ouest de l'océan Indien l'élévation moyenne est de 5mm/an environ, soit +14 cm depuis 1993.



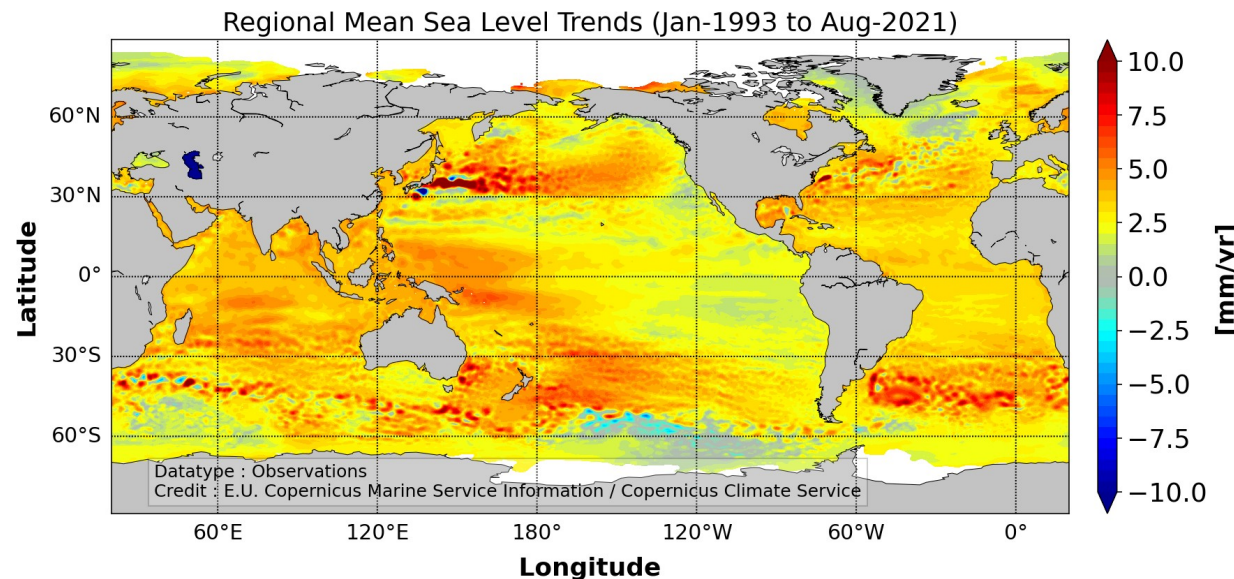
Poursuite de l'élévation du niveau de la mer

OBSERVATIONS

Le niveau moyen de la mer à l'échelle du globe s'est élevé de 3.7mm/an, selon le dernier rapport du GIEC.

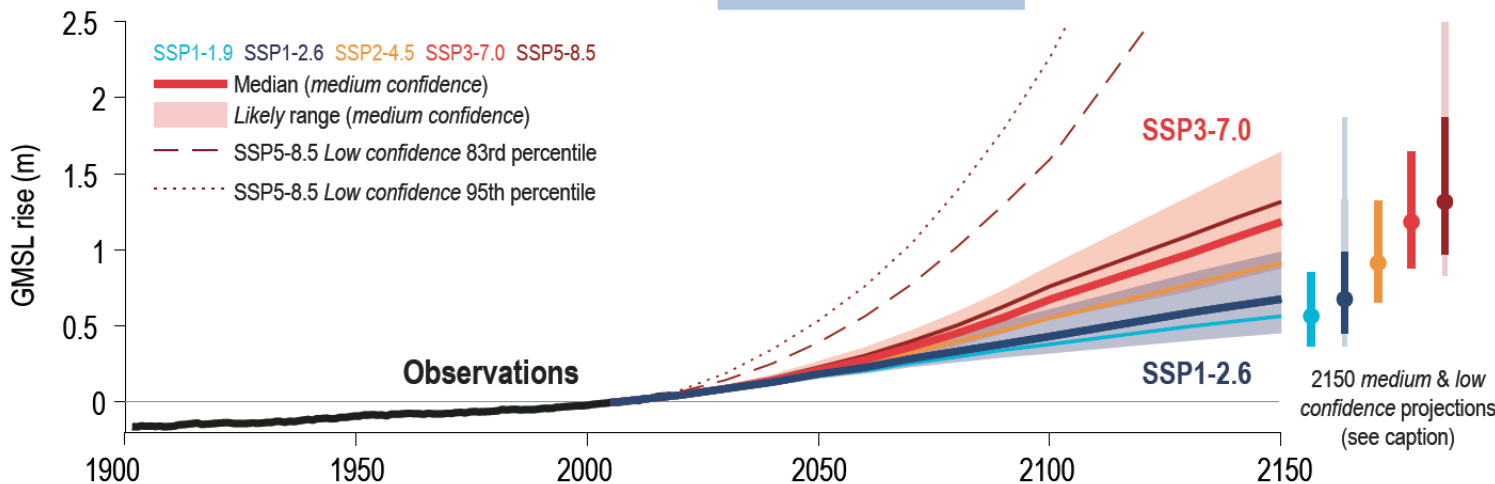
→ Les mesures réalisées par les satellites altimétriques depuis le début des années 1990 permettent de dresser une carte globale de la vitesse de hausse du niveau des mers, révélant ainsi que ce niveau n'augmente pas uniformément sur le globe. Dans certaines régions, le niveau de la mer a augmenté 3 à 4 fois plus vite entre 1993 et 2021 que la moyenne globale.

Dans le sud-ouest de l'océan Indien l'élévation moyenne est de 5mm/an environ, soit +14 cm depuis 1993.



(a) Global mean sea level rise from 1900–2150

PROJECTIONS



Le niveau moyen mondial des mers continuera à s'élever au cours du XXIe siècle.

← Selon le dernier rapport du GIEC, l'élévation moyenne du niveau des mers pour 2100 sera probablement comprise entre 30 cm et 1,5 m selon le scénario retenu.

Sommaire

- LE CONSTAT : Changements climatiques observés (tendances passées)
 - **Températures**
 - **Précipitations**
 - **Cyclones**

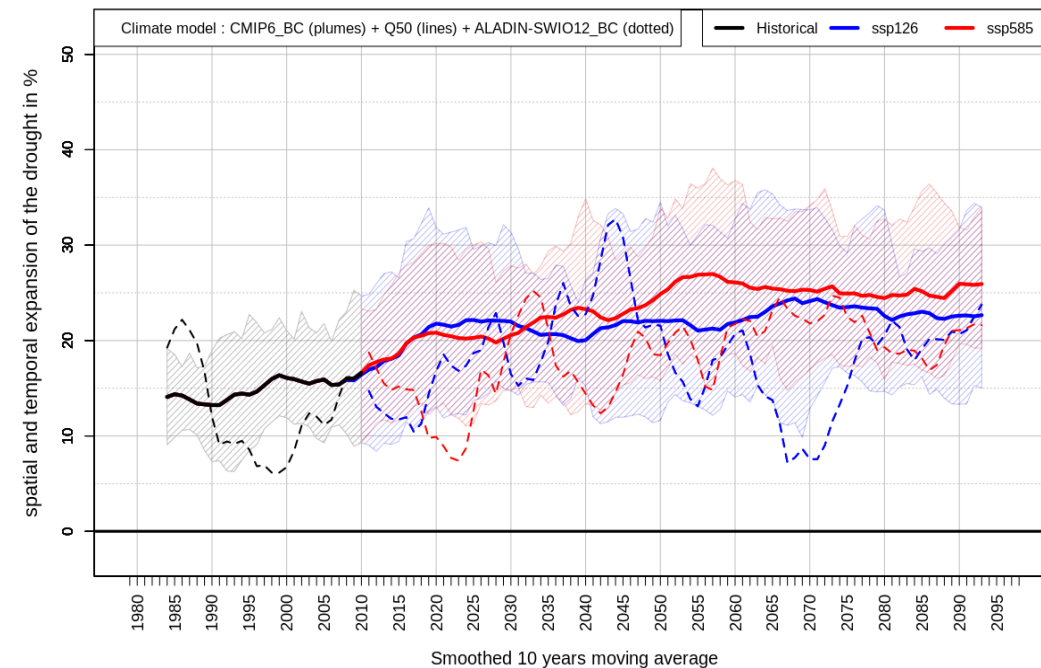
- LE FUTUR : LES PROJECTIONS
 - Projections climatiques **globales** : GIEC, scénarios, simulations CMIP6
 - **Zoom régional** pour affiner les projections sur la Réunion
 - Des **températures** moyennes futures plus chaudes
 - Des **alizés** plus vigoureux dans le futur
 - Une baisse des **précipitations** en saison sèche
 - Evolution future des **précipitations** sur La Réunion
 - Evolution future de l'**activité cyclonique** dans le bassin
 - Poursuite de l'élévation du **niveau de la mer**

- **ENJEUX pour La Réunion**
 - Des **risques climatiques** en augmentation
 - **Secteurs** les plus **vulnérables** & études d'impact

Des risques climatiques en augmentation

- Risque **inondation** : littoral et ravines, risque **mouvement de terrain** dans les cirques
- Risque **littoral** : érosion côtière et submersion marine (élévation niveau mer), houle australe
- Risque **cyclonique** (intensité croissante, plus de précipitations, migration vers le pôle du maximum d'intensité) : vents forts, houle, surcote, et précipitations en augmentation
→ Enjeu : Aménagement du territoire (zone côtière où forte population et activité économique) et des infrastructures (bâtiment)
- Risque **sécheresses** (plus sévères, plus fréquentes) au 2nd semestre
- Risque **feux de forêt** (assèchement sols, alizés renforcés) au 2nd semestre
→ Enjeu : La ressource en eau, les pratiques agricoles, la sécurité alimentaire
- Risque **canicule** : vagues de chaleur et températures en hausse
→ Enjeu : Confort des bâtiments, îlot de chaleur urbain, Santé humaine (hyperthermie en chaleur humide, maladies vectorielles)

Yearly evolution of the drought index for Reunion (based on 6 months SPI)



Secteurs les plus vulnérables & études d'impact

➤ **Agriculture et élevage**

- Culture de la canne à sucre, en partenariat avec le CIRAD et TEREOS
ETP & bilan hydrique sur les bassins canniers de la Réunion jusqu'à l'horizon 2100
- Multiplication de ravageurs, parasites (espèces exotiques envahissantes), maladies des plantes

➤ **Santé publique**

- Maladies vectorielles comme la dengue ; pathogènes
Evolution des populations de moustique tigre (projet MACATIA, UMR LACy)
- Hyperthermie, définition d'indices de confort thermique

➤ **Gestion de la ressource en eau**

- Partenariat avec l'office de l'eau

➤ **Sécurité civile**

- Risque feux de forêt (indices IFM spatialisés sur La Réunion)

➤ **Aménagement du territoire et des infrastructures**

- Bâtiment : impact du CC sur l'efficacité énergétique des bâtiments en climat tropical, UMR PIMENT (Université Réunion)
- Energie renouvelable : projet Interreg "SWIO-Energy" sur le potentiel d'énergie solaire, UMR LE2P (Université Réunion)
- Gestion intégrée des zones côtières : morphodynamique des littoraux (BRGM, Réunion et Mayotte)

➤ **Biodiversité & préservation des milieux naturels**

- Adaptation des plantes au CC (coffea mauritiana, espèce forestière endémique de la Réunion, IRD)
- Projet de biosécurité "OUSNEXT" : surveillance des espèces exotiques envahissantes dans le contexte du CC, UMR PVBMT (CIRAD, Université Réunion)
- Blanchiment des récifs coralliens, impact sur les écosystèmes marins