



CLIPSSA

QUEL FUTUR CLIMAT POUR LA NOUVELLE CALEDONIE ?

Alexandre PELTIER (Météo-France)
Christophe MENKES (IRD)

PARTIE I

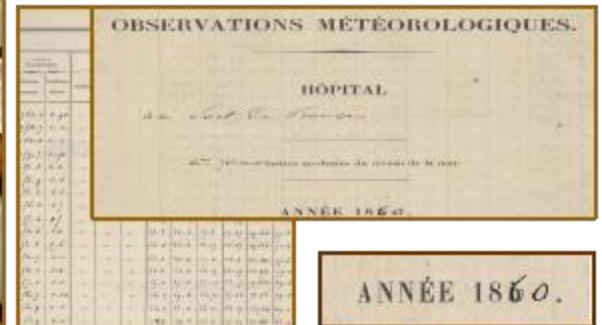
VOYAGE ←
DANS LE PASSÉ...

Comment sont mesurées les évolutions récentes ?

mesures *in situ* : 100 points
(pluies, températures, etc.)



documents anciens
(300 mètres linéaires à Nouméa)



ANNÉE 1860.



transmission en temps réel



contrôle quotidien des données



inventaire, numérisation et saisie

valorisation des données

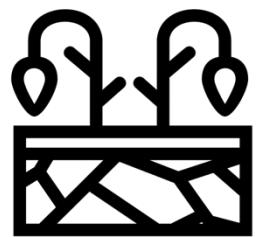
météorologue calédonien



Les **cyclones** sont-ils plus violents aujourd'hui qu'il y a 40 ans ?



Que nous révèle l'analyse des données passées?



Les **sécheresses** sont-elles plus fréquentes ? plus intenses ?



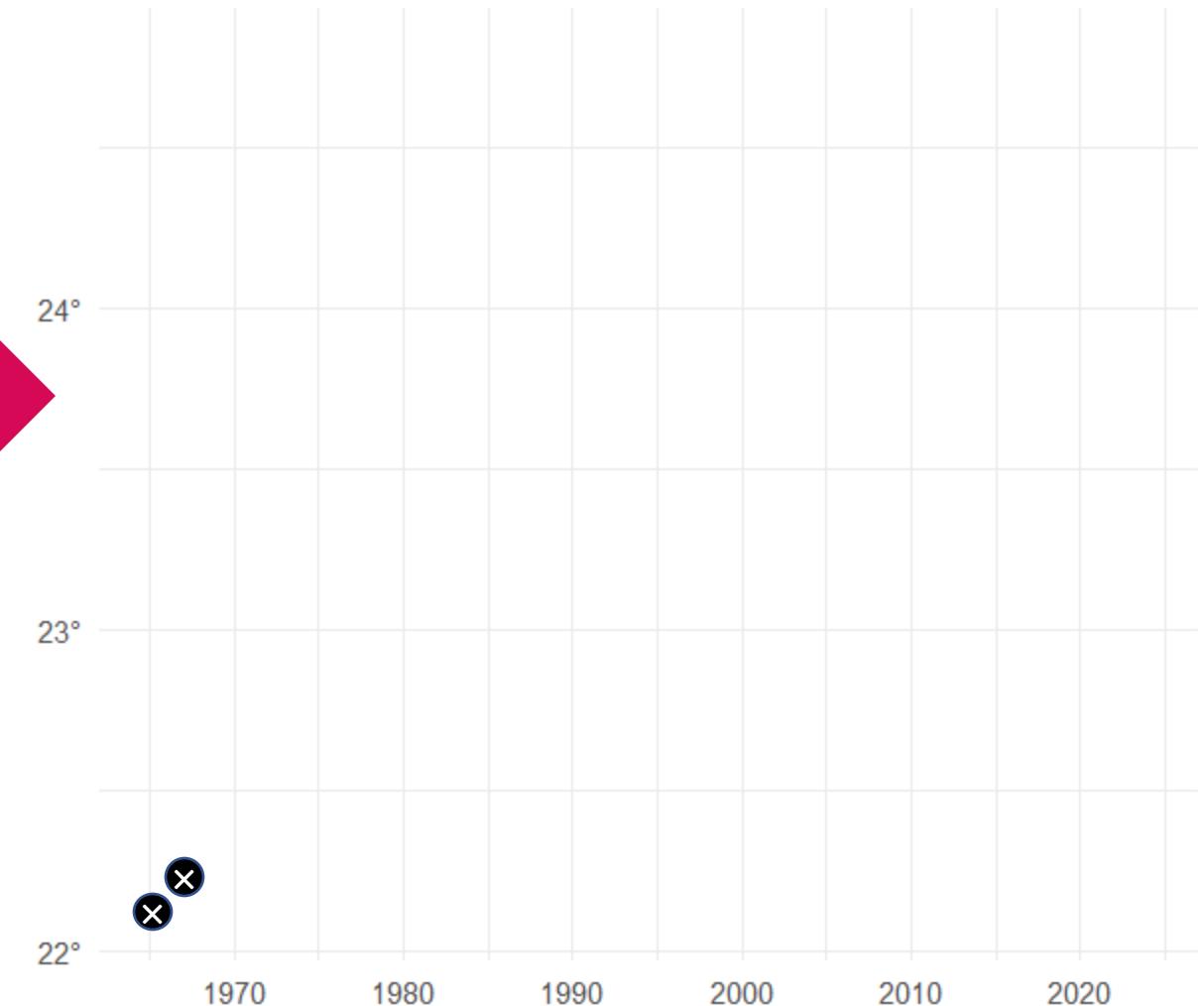
Le climat calédonien s'est-il réchauffé ?

La moyenne annuelle des températures

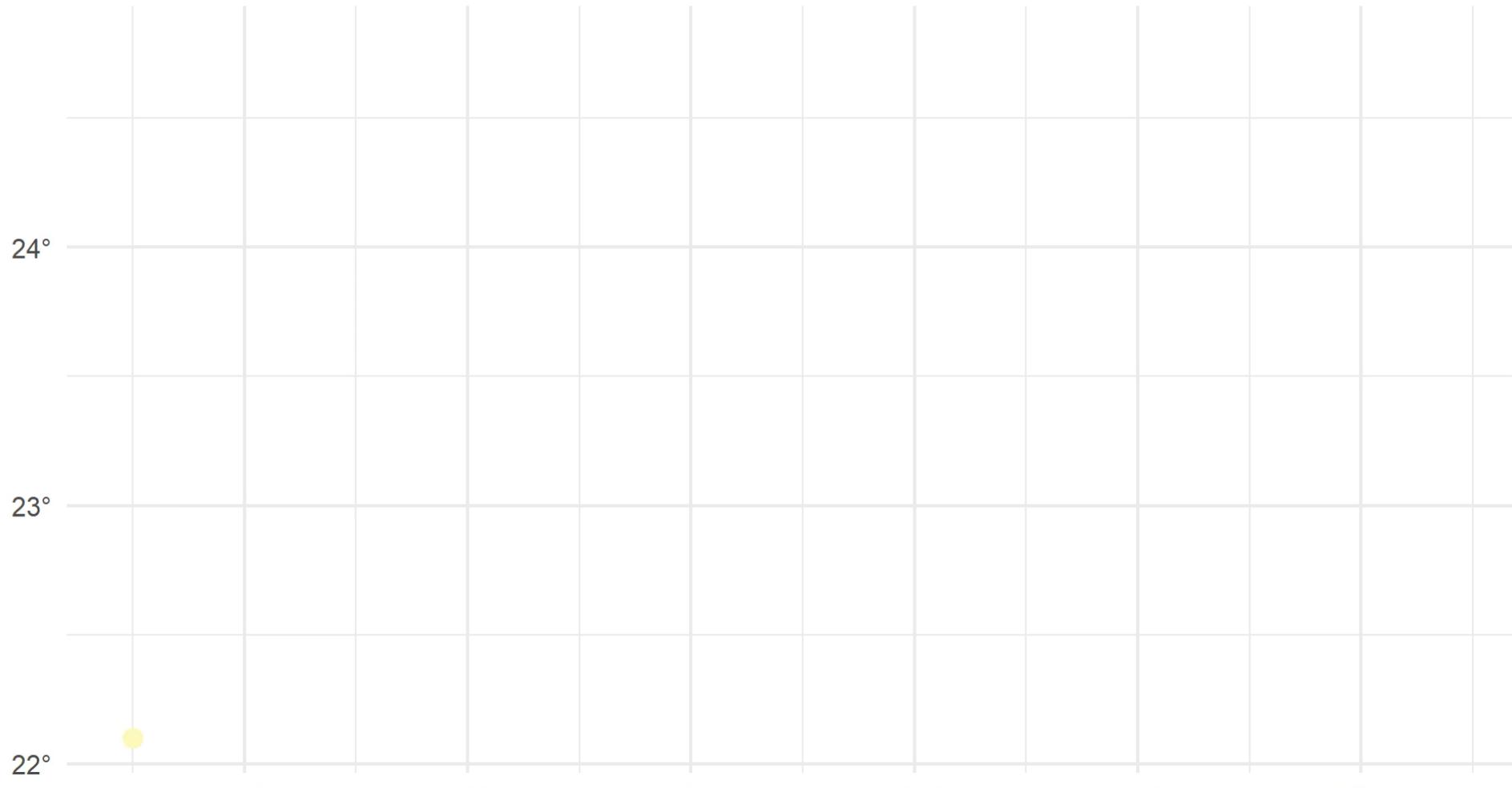
On rassemble les données de 10 stations de référence



On calcule la moyenne de toutes les températures mesurées en 1965, 1966, 2024.

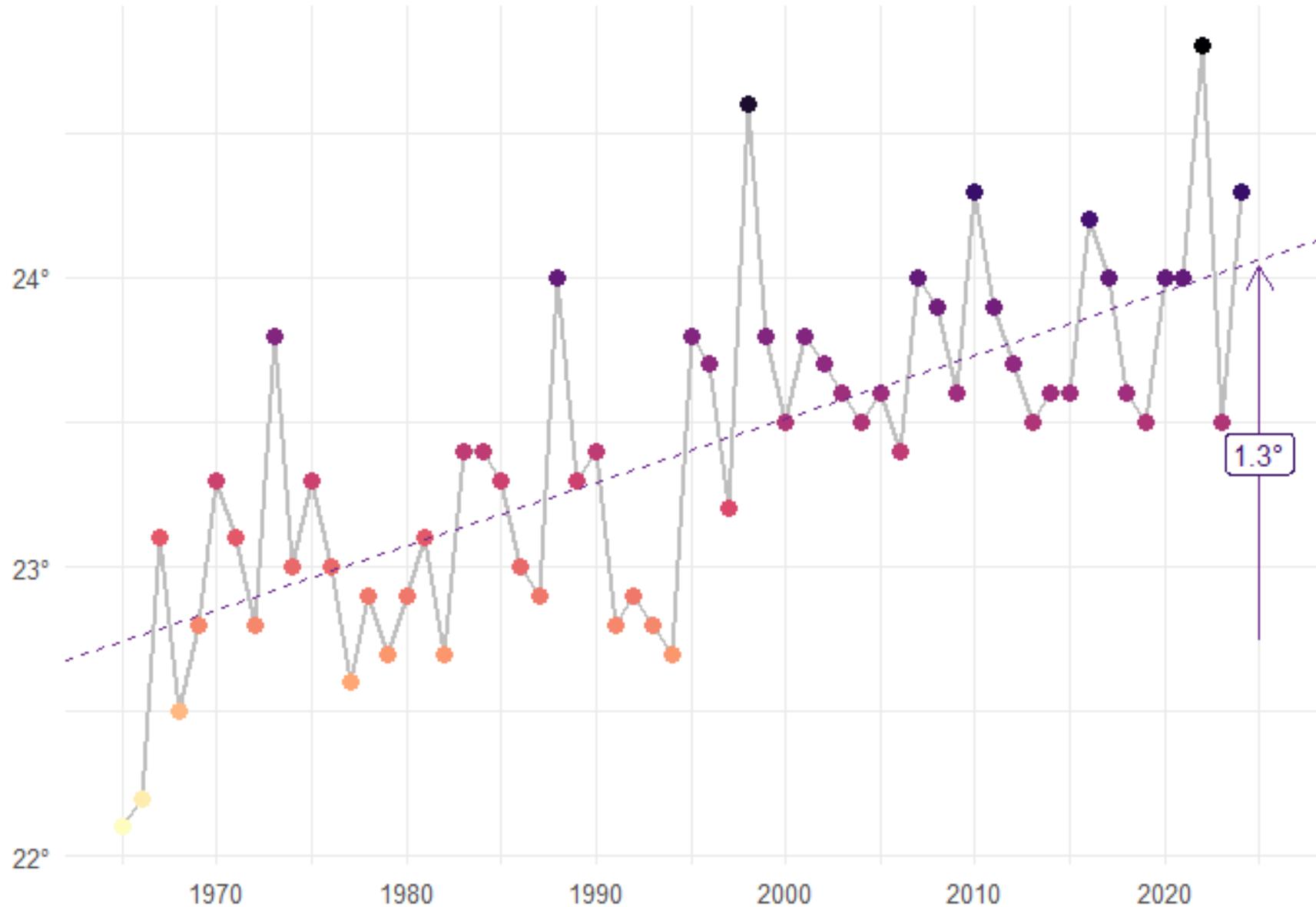


Moyennes annuelles des températures mesurées en NC (1965-2024)



Source: Météo-France NC

Moyennes annuelles des températures mesurées en NC (1965-2024)



Les vagues de chaleur estivale

22 épisodes recensés dans la presse entre 1980 et 2024

Une chaleur caniculaire

Qui n'a pas ressenti la canicule qui s'est abattue sur la Nouvelle-Calédonie, Ouest en particulier, depuis le milieu de la semaine dernière ? Nous étions nombreux à attendre l'été et nous voilà angoisis siôt les premières chaleurs arrivées.

Le weekend a été particulièrement rude, avec des températures proches de 35-36°C à Nouméa et à Nouméa dimanche. D'autres sommets ont été atteints à Pouembout (34°1 dimanche) ou à Bourail (34°1 lundi). La Côte Ouest, de manière générale, a été la plus touchée et la Météo prévoit encore quelques jours de grande chaleur.

Des personnes qui ne goûtent guère la moteur des climats torrides : l'en connais qui ont passé des nuits à même le carrelage sous leur brassière d'air. Difficile ensuite d'être enthousiastes au réveil. A peine debout, ils ruissellent de sueur, à peine sortis de leur chambre, une luminosité aveuglante. Heureusement la plupart des bureaux sont climatisés, et cela devient presque un plaisir de s'y engouffrer le matin et de quitter l'asphalte brûlant. Une étude sur les gains de productivité offerts par la climatisation sur les lieux de



La mer : une solution idéale pour fuir la chaleur.

Des précautions sont à prendre

Pour les vacanciers la solution de repli est la mer : heureux les plongeurs, heureux les baigneurs !

travail révélerait, n'en doutons pas, des chiffres surprenants. Comment voulez-vous accompler votre tâche quotidienne sous 35° ? Attention tout de même aux insolations. Car il nous faut parler santé : une canicule n'est pas sans effet sur l'organisme. Ce weekend, le Service de surveillance de l'air a une hospitalisation pour un début de coup de chaleur et constaté plusieurs insolations. Des précautions sont à prendre, en particulier pour les populations sensibles que sont les nourrissons et



Les Nouvelles calédoniennes
WWW.LNC.NC JEUDI 30 DÉCEMBRE 2010 - N°11958 150 FRANC

Trop chaud pour travailler
Avec des températures qui frôlent les 40 °C en plein soleil, il est de plus en plus difficile de travailler en extérieur.

NOUÉA
Le projet des Cinq îles entre deux eaux

NICEL
Donilambo grignote le fagon

FETES
Des menus trois étoiles pour le réveillon

REPORTAGE
Bienvenue au cabaret

La direction et les équipes de la SCET vous souhaitent de Joyeuses Fêtes de fin d'année.

DUOS - Tel. 24 26 26 - Fax : 28 54 19 - Km1 - Tel. 47 33 33 - Fax : 47 33 77 - Lifou - Tel. 45 06 14 - Fax : 45 06 15

Définition générale :

période de temps inhabituellement chaud qui dure au moins 3 jours et qui a un impact discernable sur les activités humaines et la santé.

Indice :

$T_{3\text{jours}}$ = moyenne des températures sur 3 jours

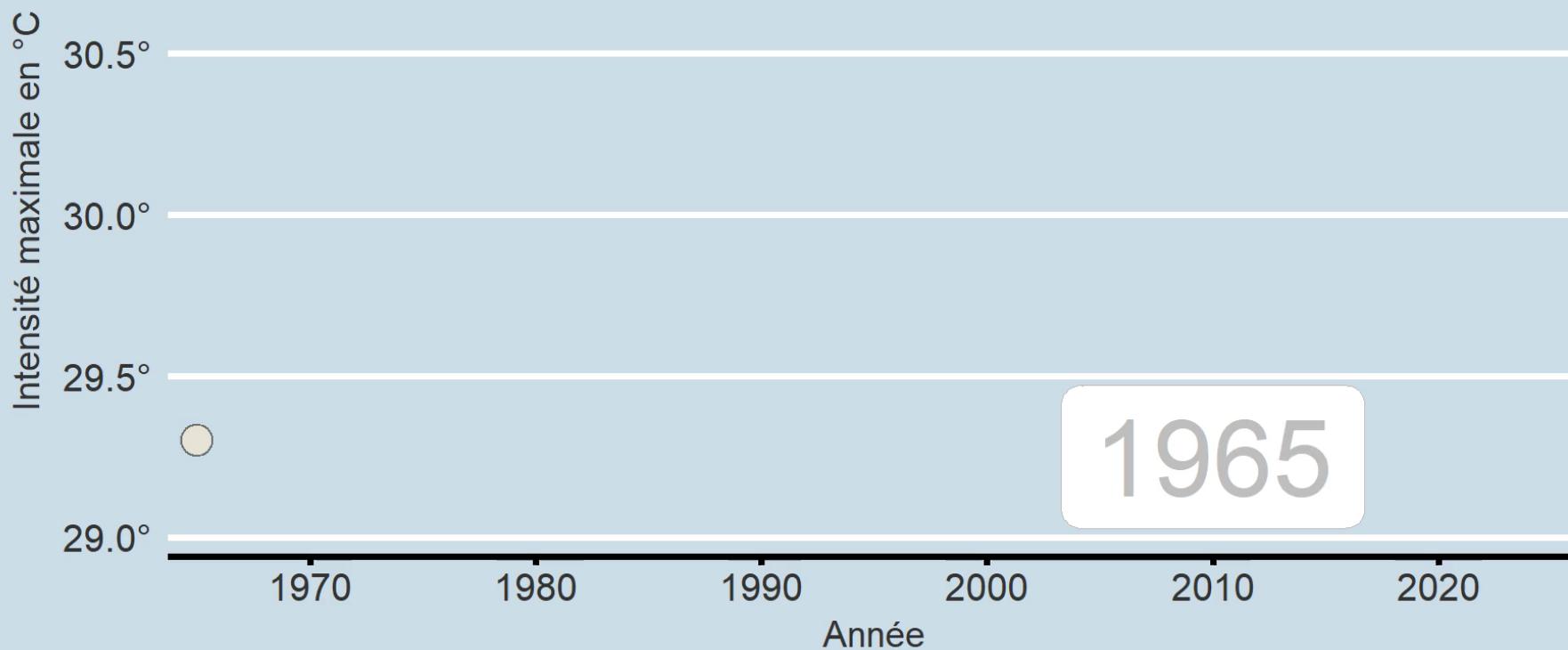
Seuil de déclenchement :

$T_{3\text{jours}} > 29^\circ\text{C}$ à Nouméa

source : plan forte chaleur de la DASS

Les vagues de chaleur estivale à Nouméa depuis 1965

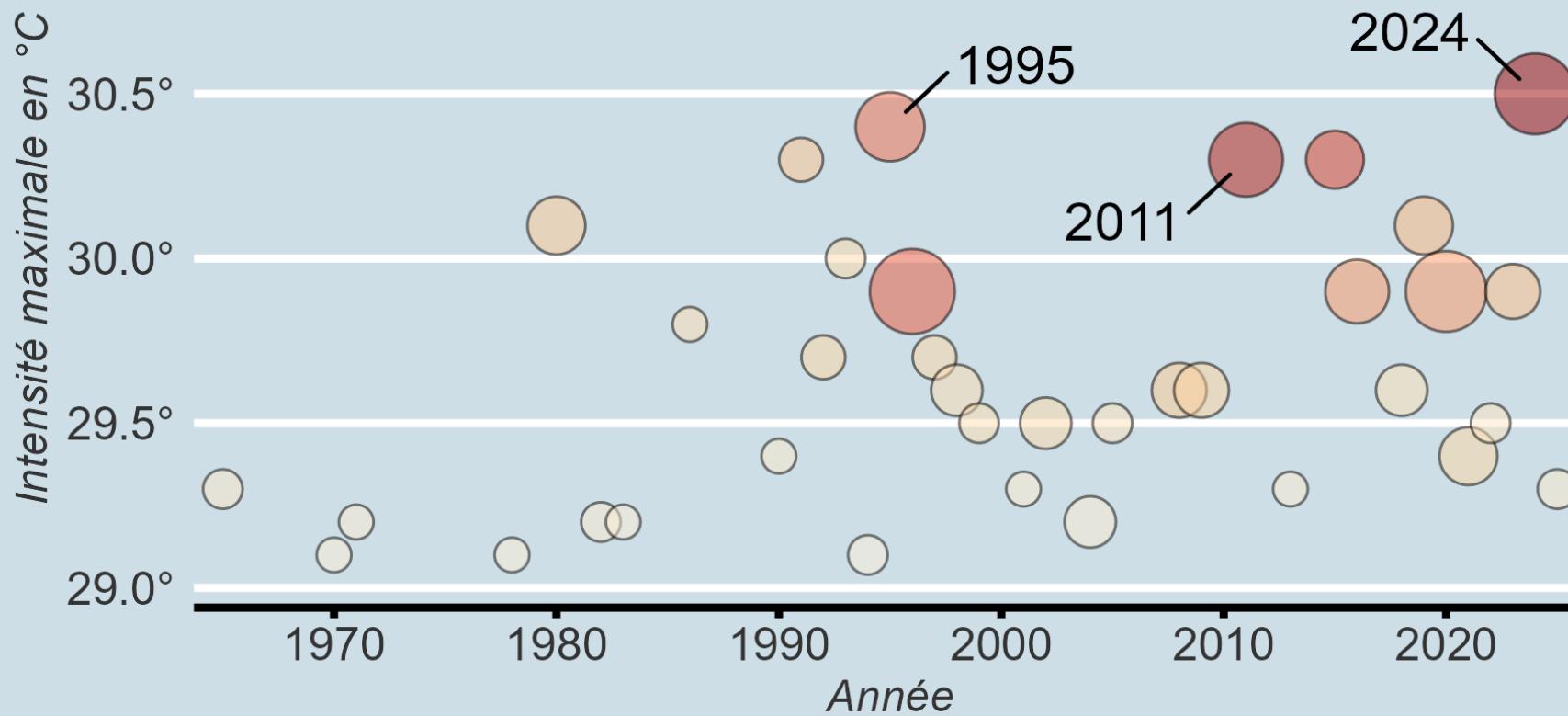
Fréquence, durée et sévérité des épisodes en augmentation



Source: gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Météo-France

Les vagues de chaleur estivale à Nouméa depuis 1965

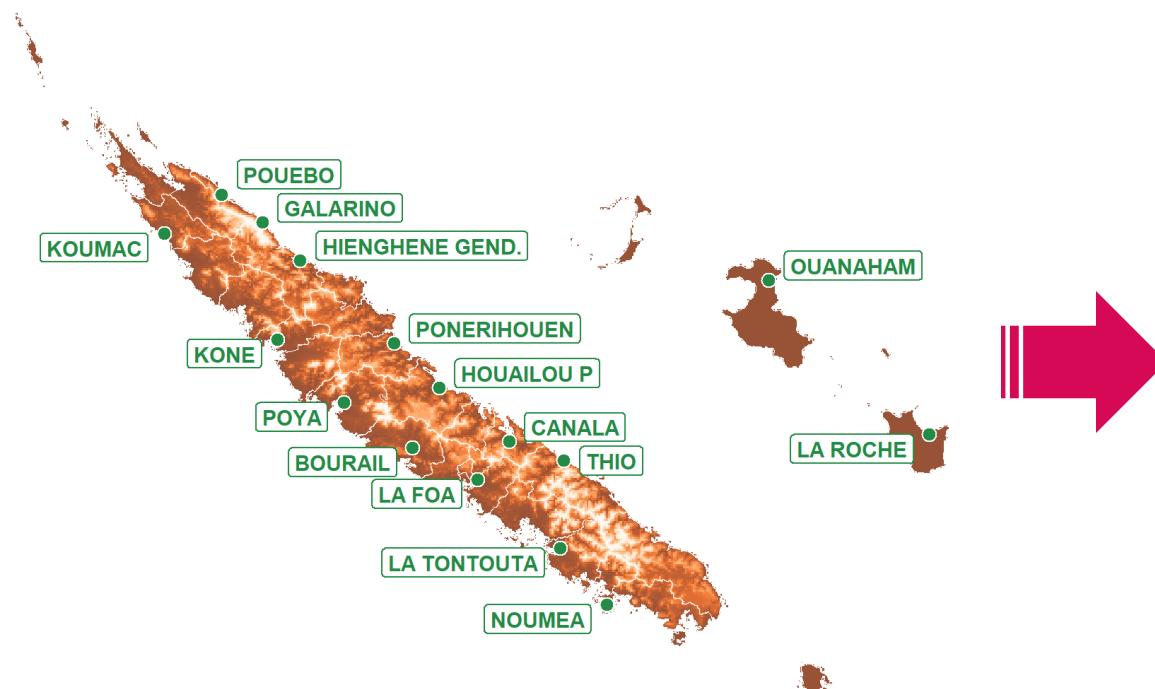
Fréquence, durée et sévérité des épisodes en augmentation



Source: gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Météo-France

Les pluies de décembre à mars

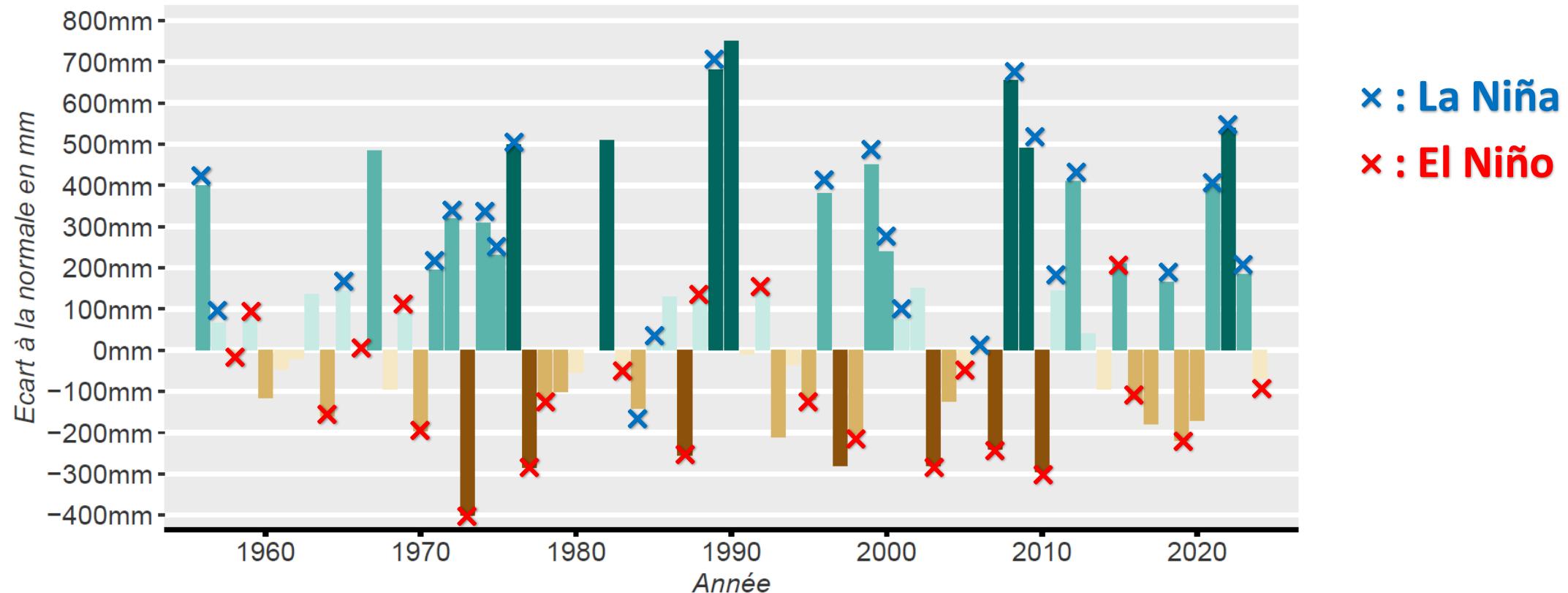
On rassemble les données de 16 stations de référence



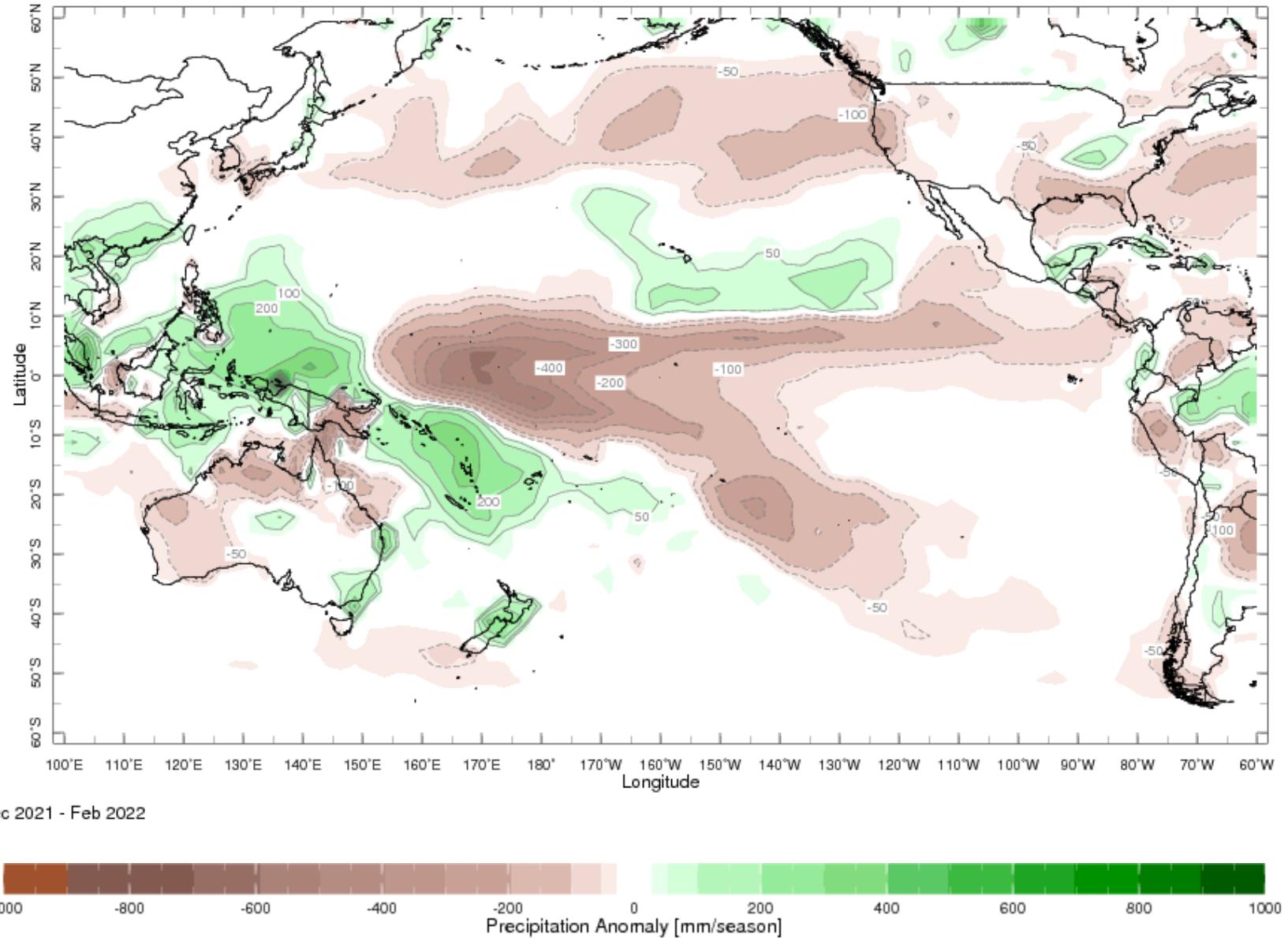
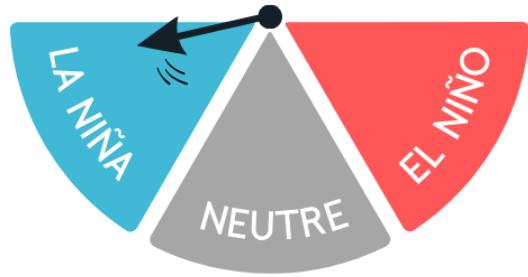
On calcule la moyenne des quantités de pluies tombées de décembre à mars en 1956, ..., 2024.

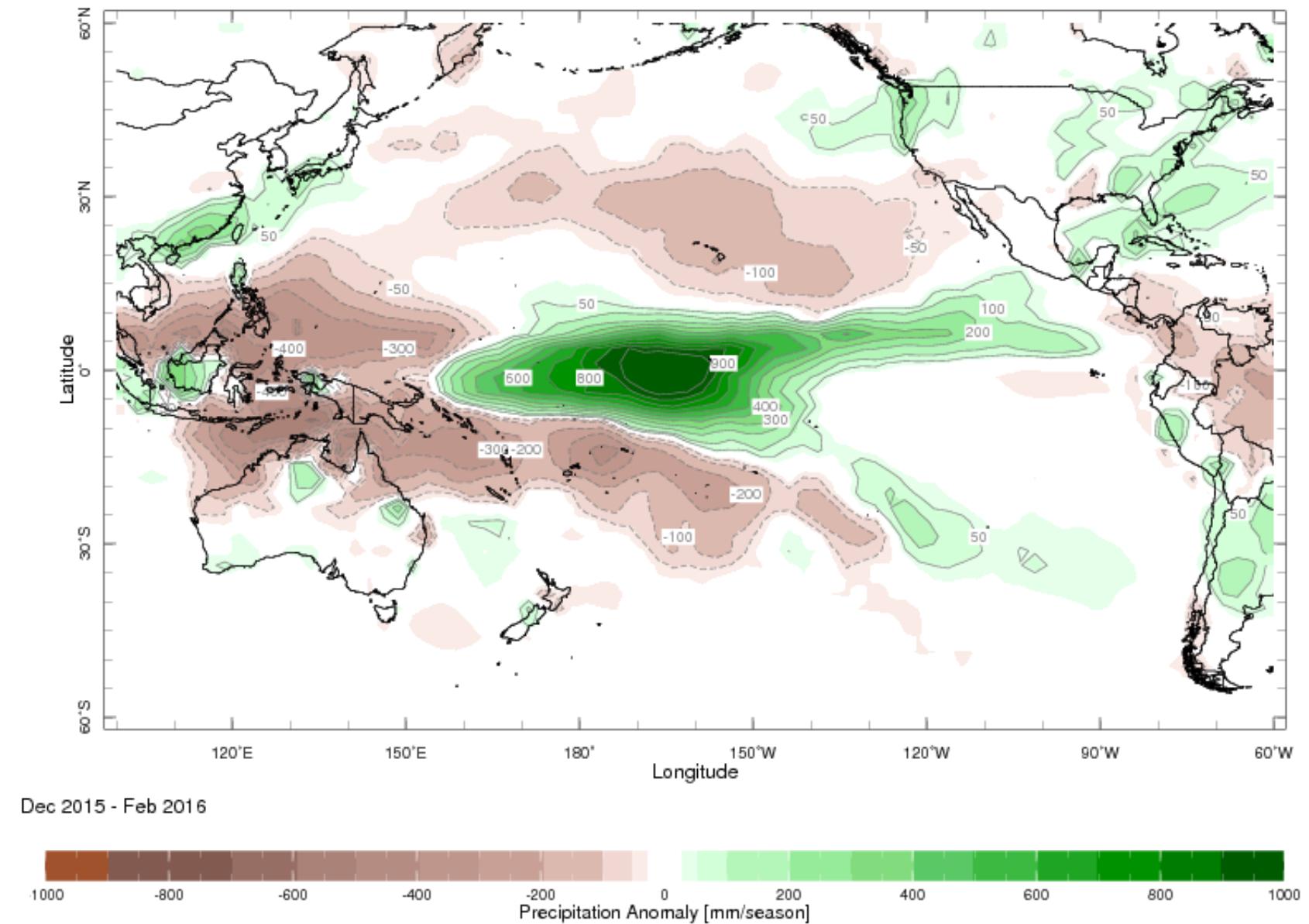
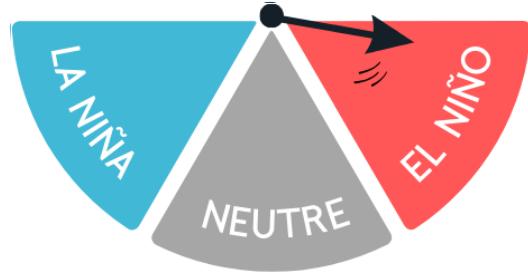
1956	1165 mm
1957	830 mm
...	
2024	695 mm

Les précipitations de décembre à mars en Nouvelle-Calédonie



Source: gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Météo-France

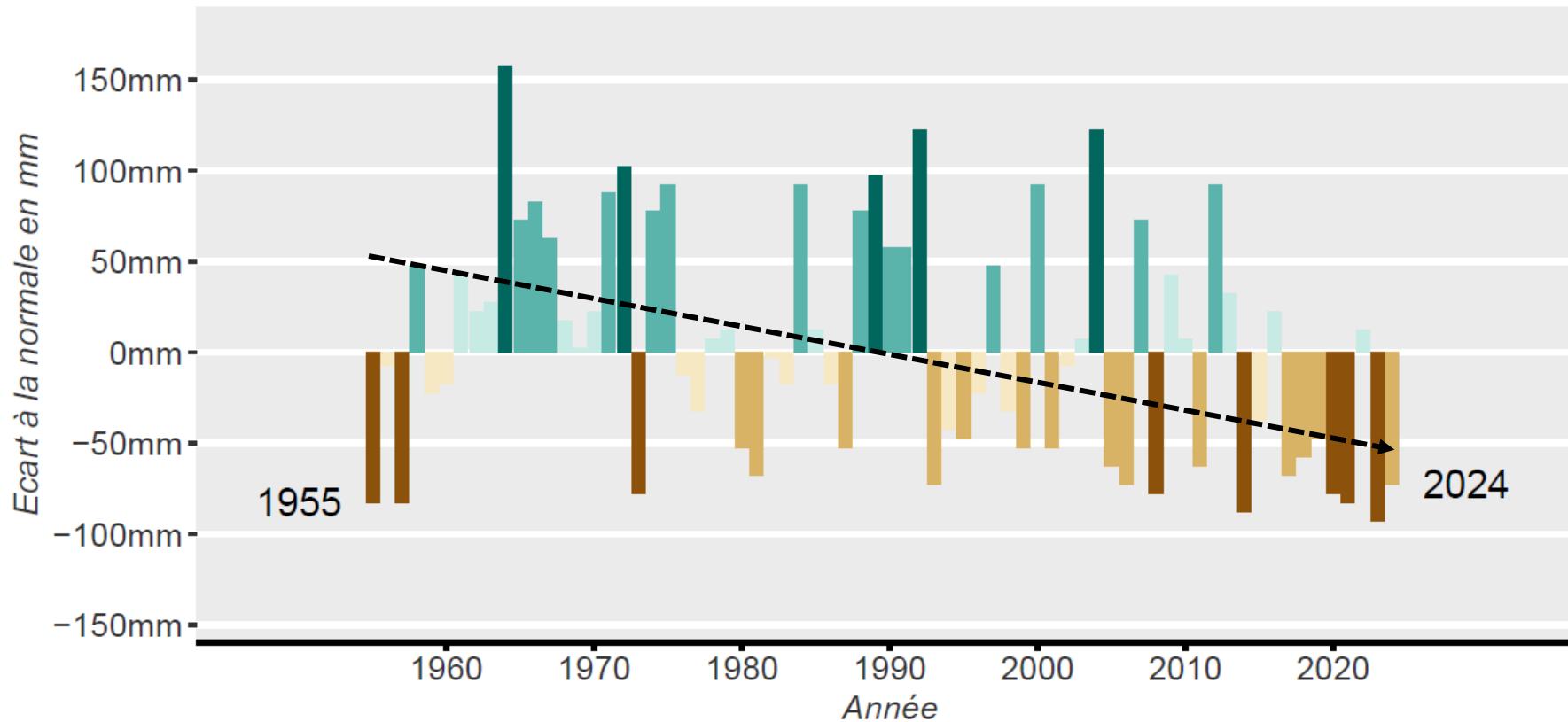




Les pluies de l'hiver austral

Les précipitations au mois de juin en Nouvelle-Calédonie

Les quantités de pluies sont de plus en plus faibles



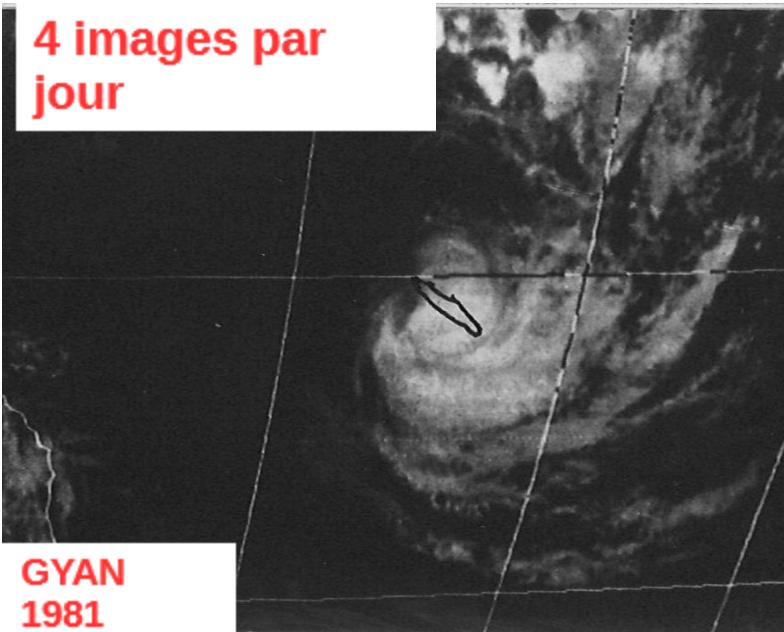
Diminution de 11 mm par décennie entre 1955 et 2024

Source: gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Météo-France

Les phénomènes cycloniques

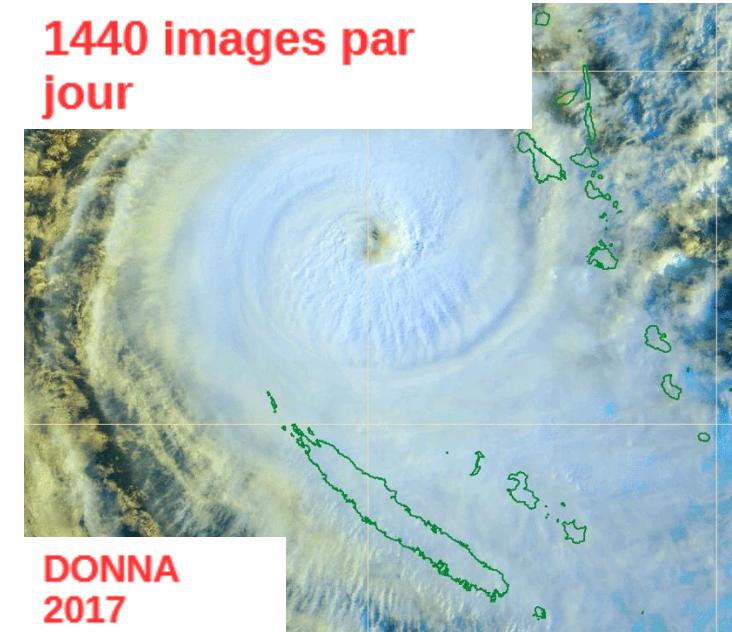


avant 1977



GYAN
1981

1977 : image satellite du pacifique sud-ouest

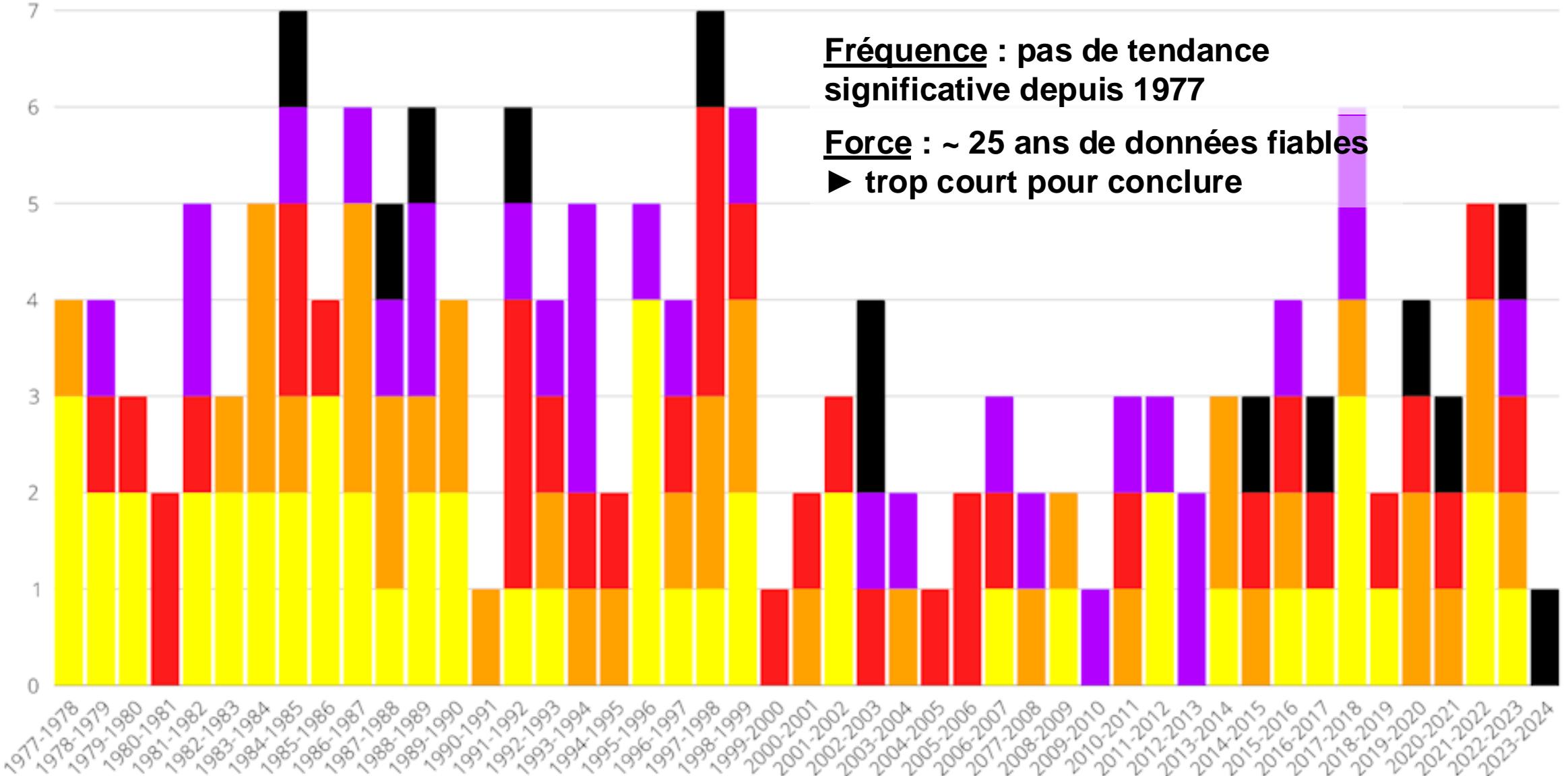


DONNA
2017

1990 : image micro-onde

2000 : vent satellite

Zone de pré-alerte



Les évolutions passées du climat calédonien



Le climat calédonien s'est réchauffé !



Pas de conclusion concernant l'activité cyclonique



Alternances marquées pluie/sécheresse d'un été à l'autre sous l'effet de l'oscillation El-Niño/La Niña



Des hivers moins pluvieux....

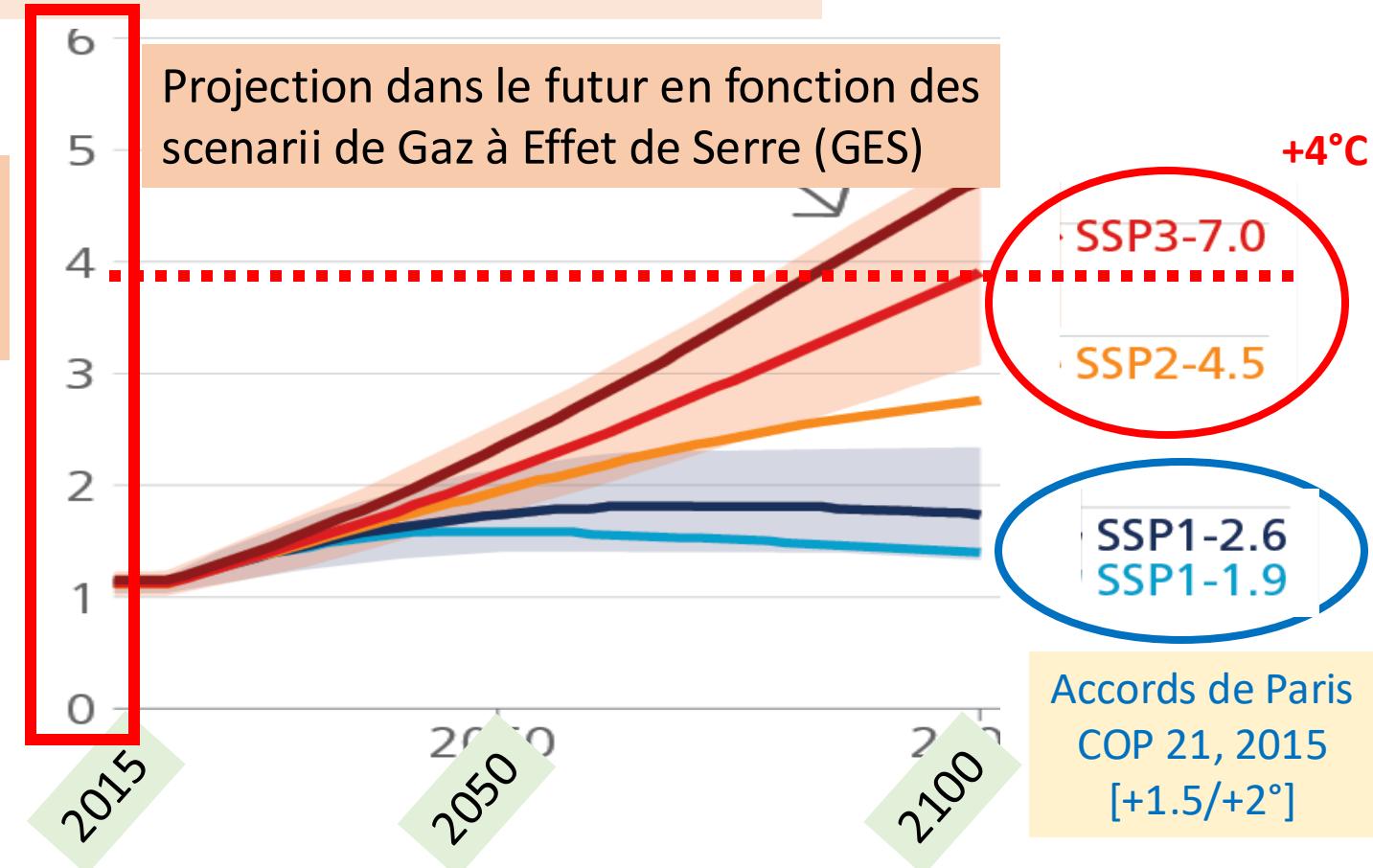
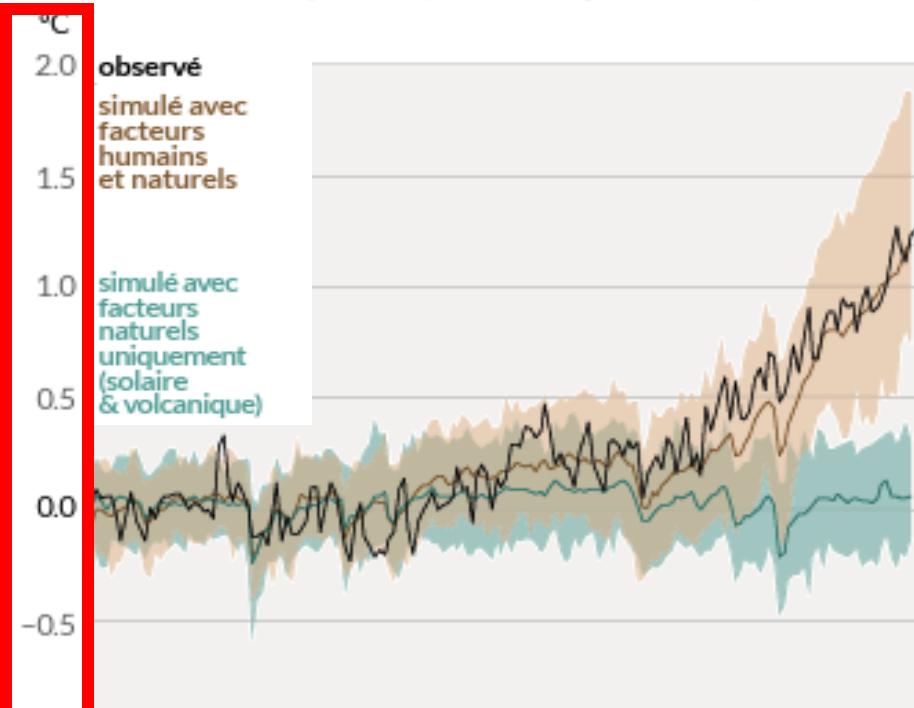
PARTIE II

RETOUR◀
VERS
LE **FUTUR...**

Pourquoi des « modèles » de climat ??

Rapport GIEC 2022

Changement de la température à la surface du globe par rapport à la période 1850–1900



Cette figure montre toute la force des modèles de climat: en annulant les gaz à effets de serre dans le modèle, on montre que la température de la planète n'aurait pas varié substantiellement depuis 1850

Dans cette partie simple, on va montrer comment on estime les vents, les températures, la pression l'humidité de l'atmosphère pour estimer le climat du futur

DONC RE

ONS:

Motion

$$\frac{D}{D}$$

Mass continuity

$$\frac{\partial}{\partial}$$

Thermodynamic

$$c$$

Or: $\frac{DS}{Dt} - g_w - \frac{1}{\rho} \frac{Dl}{Dt}$

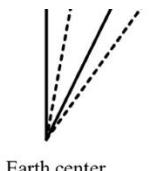
Vapour $\frac{Dq_v}{Dt} = \epsilon$

Condensed water $\frac{Dq_w}{Dt} = c - e - Pr$

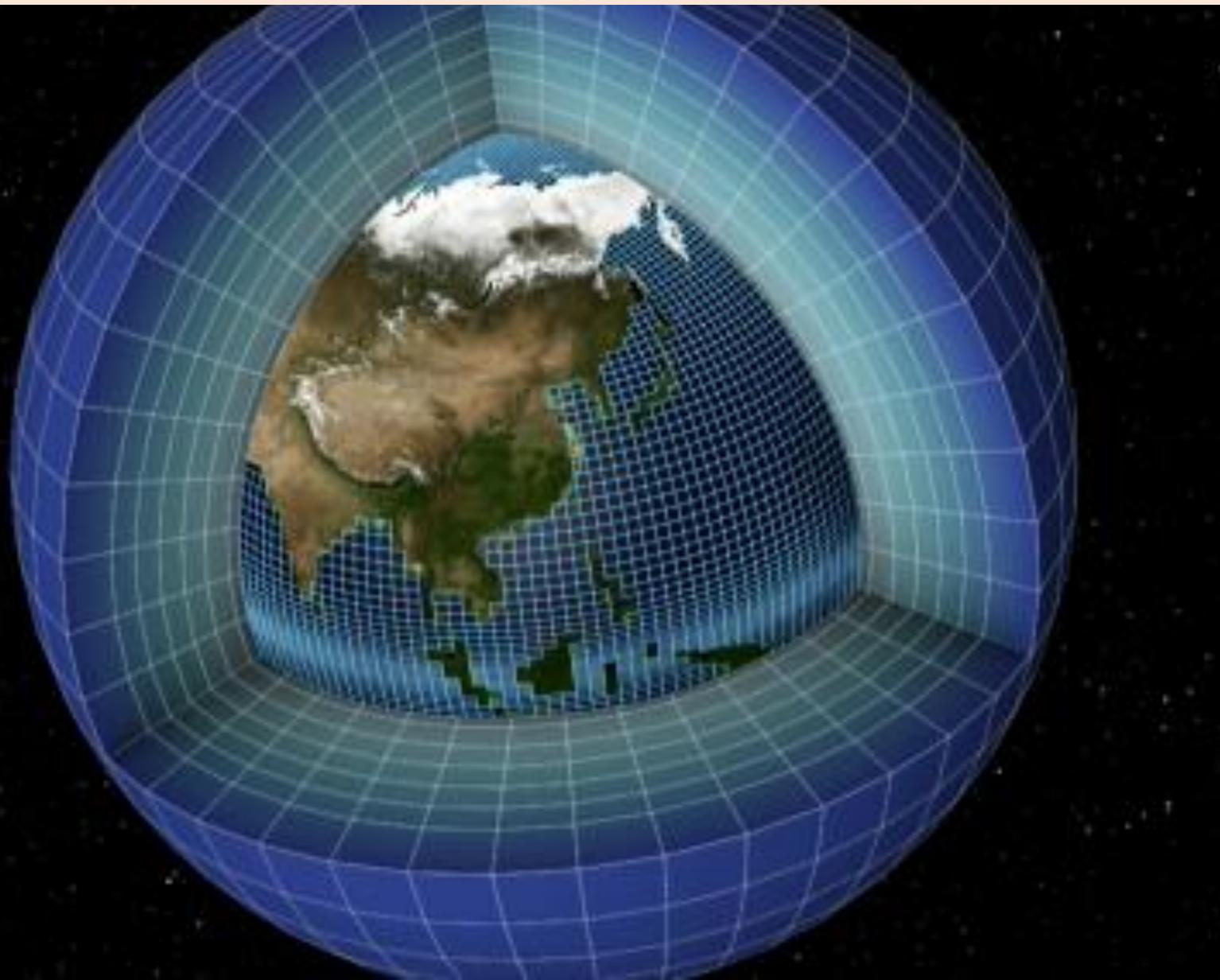
Equation of State (ideal gas)

$$P = \rho R T_v$$

$$T_v \cong T(1 + .61q_v - q_w)$$



Qu'est-ce qu'un modèle de climat **du GIEC**, comment ces projections « **GIEC** » sont-elles faites?



Ce que nous faisons: résoudre les lois qui gouvernent le mouvement de l'océan et de l'atmosphère qui communiquent entre eux, pas si simple !! On est quand même obligé de résoudre ces choses là:

Atmospheric Equations $\left[\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla \right]$

Motion $\frac{D\vec{V}}{Dt} - f\hat{k} \times \vec{V} = -\frac{1}{\rho} \nabla P - g\hat{k} + \nabla^2 \vec{V} \quad \vec{V} = \hat{i}u + \hat{j}v + \hat{k}w$

Mass continuity $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{V}) = 0$

Thermodynamic $c_p \frac{DT}{Dt} - \frac{1}{\rho} \frac{Dp}{Dt} = L(c-e) - \nabla \cdot \vec{F}_{rad} + k \nabla^2 c_p T + \mathcal{D}$

Or: $\frac{DS}{Dt} - gw - \frac{1}{\rho} \frac{Dp}{Dt} = L(c-e) + k \nabla^2 T + \mathcal{D} \quad S = c_p T + \Phi \quad \frac{D\Phi}{Dt} = gw$

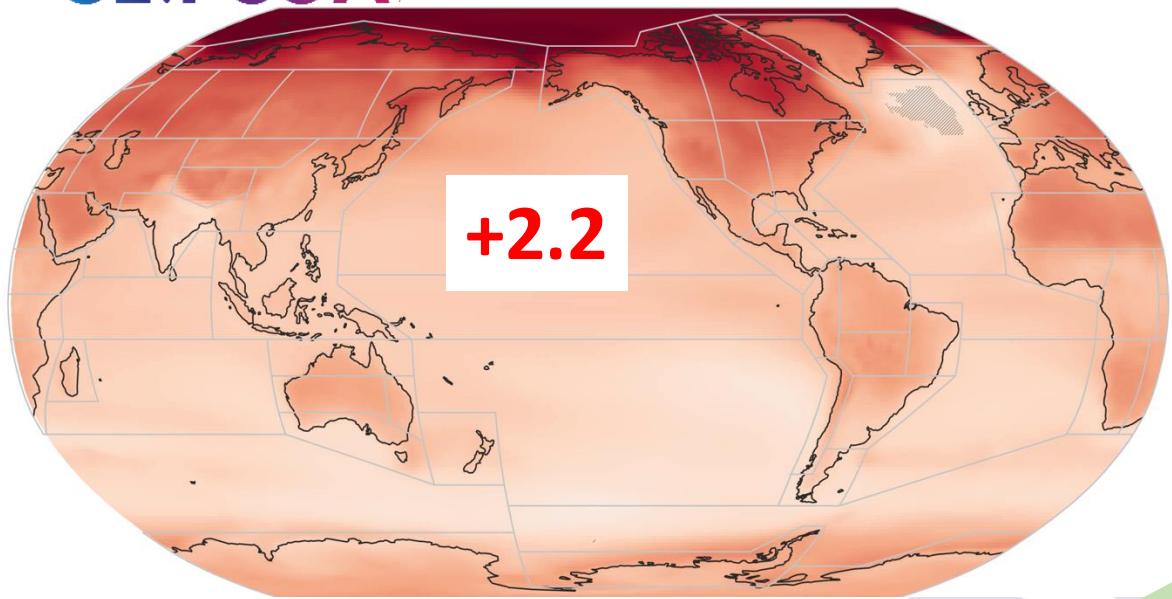
Vapour $\frac{Dq_v}{Dt} = e - c$

Condensed water $\frac{Dq_w}{Dt} = c - e - Pr$

Equation of State (ideal gas) $P = \rho RT_v \quad T_v \cong T(1 + 0.61q_v - q_w)$

CLIPPOSA

TEMPERATURE SURFACE EN 2040-2060



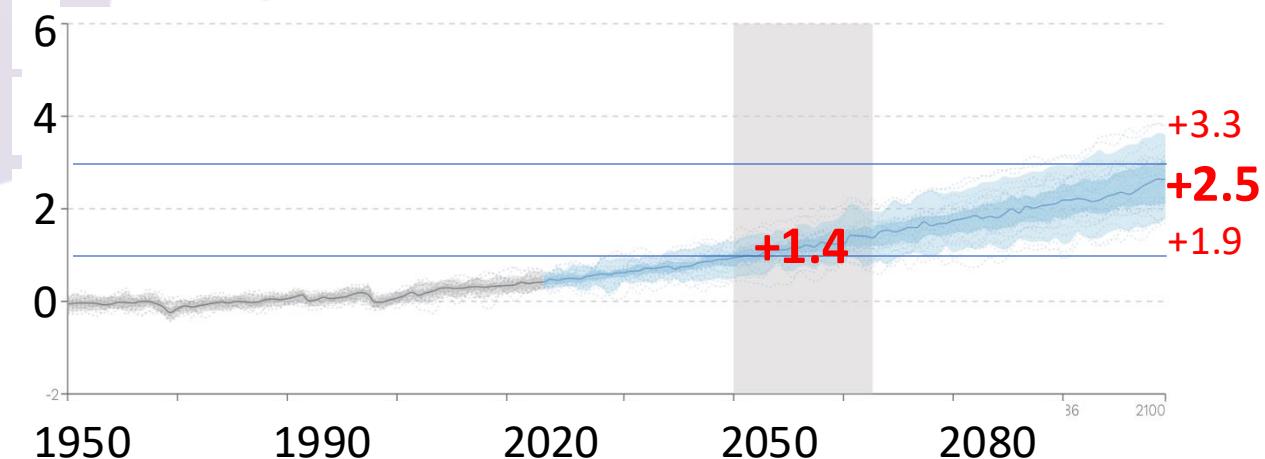
TEMPERATURE 2080-2100



EVOLUTION DES TEMPERATURES



IDEML POUR LE PACIFIQUE SUD



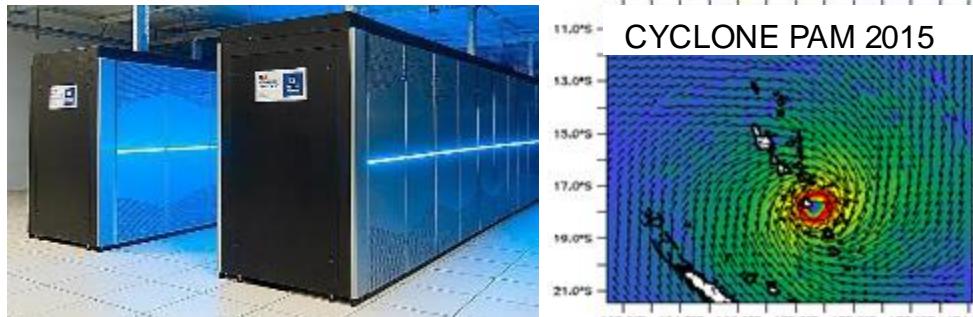
LES SIMULATIONS DU GIEC PAS ADAPTEES POUR LES PETITES ILES

CLIPSSA

- ❖ **Projet de recherche-action**
- ❖ **Combinant les sciences du climat et les sciences humaines et sociales**
- ❖ **Pour construire les capacités des territoires et pays du Pacifique pour l'adaptation au changement climatique**



4 territoires et pays
Vanuatu, Nouvelle-Calédonie,
Wallis-et-Futuna and Polynésie
française



Un projet mené par l’Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Météo-France et l’Agence Française de Développement (AFD), impliquant une équipe pluridisciplinaire venant de plusieurs institutions (CNRS/CRIODE, IAC, UPF, etc)



**4.1 millions
d’euros
2021-2026**

*Fin de projet courant
2026*

Objectifs du projet

Objectif 1 – Disposer de projections climatiques à l'échelle des îles pour connaître les aléas

Produire des simulations du climat futur d'ici 2100

Échelle 20 km Pacifique

1 post-doc



Échelle 2,5 km des îles

1 post-doc et 1 thèse



Objectif 3 – Caractériser les risques d'impact et les potentiels

Analyser l'impact futur sur l'agriculture et l'eau

Objectif 2 – Caractériser les enjeux et les vulnérabilités

Analyser les vulnérabilités et potentialités des ressources et des acteurs locaux sur le thème agriculture/eau

Vulnérabilités des enjeux

1 post-doc, 1 ingénieur et 1 thèse



Savoirs, pratiques locales et modes de transmission



Objectif 4 – Produire des réponses d'adaptation opérationnelles

Rendre accessible les résultats de recherche à tous

Portails



2 post-doc



Modélisations agriculture eau



Impulser ou consolider les stratégies d'adaptation

Plans d'adaptation

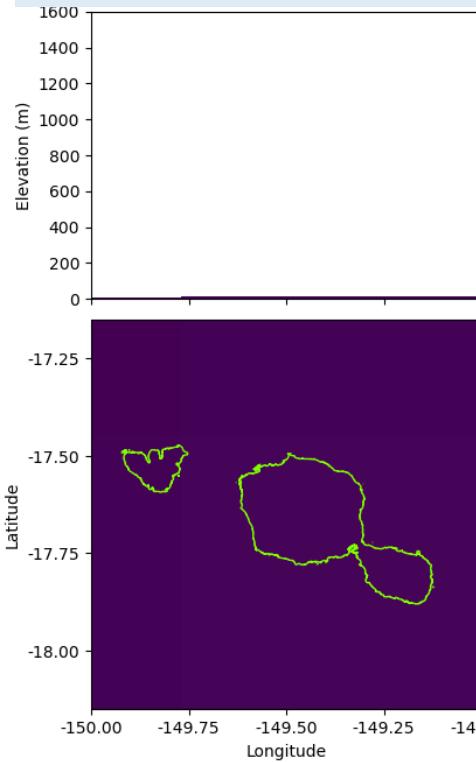


MESSAGE A RETENIR D'ABORD

LES MODELES DE CLIMAT DU GIEC NE SONT PAS ADAPTES POUR LES ILES DU PACIFIQUE:

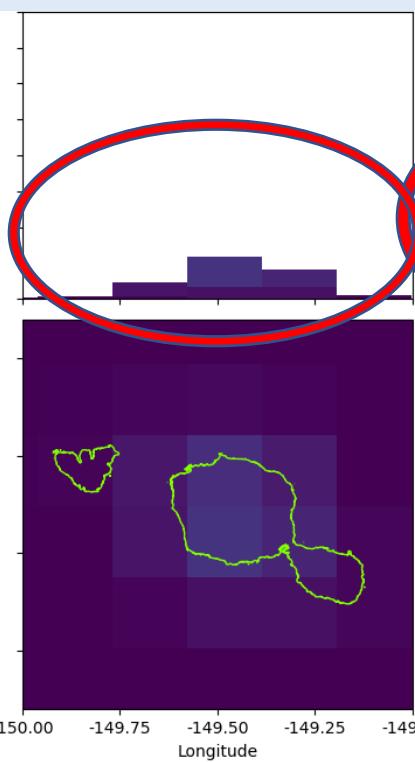
GIEC

~maille de 200km
Tahiti-Moorea n'existe pas



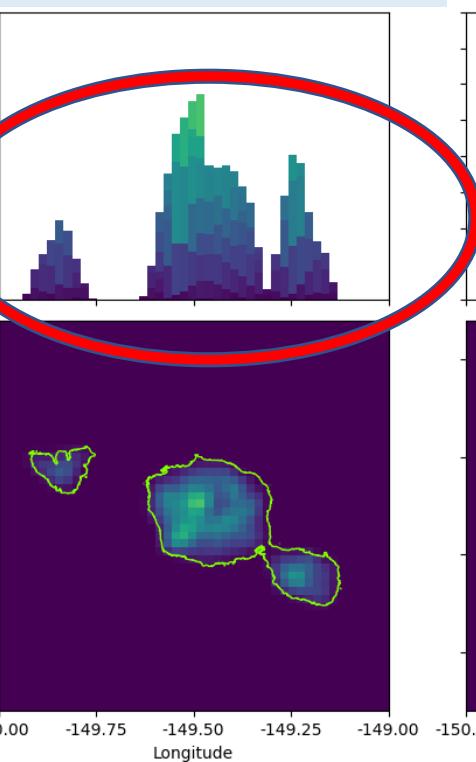
CLIPSSA maille à

20km
C'est mieux, mais pas encore assez !!



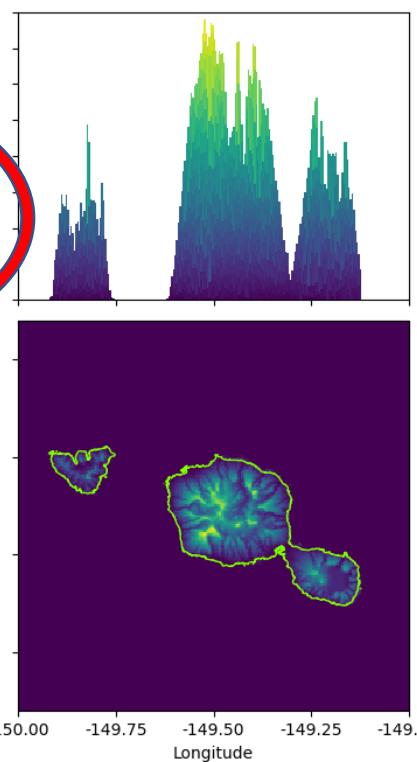
CLIPSSA maille à

2,5 km
Adapté mais pas parfait !!



OBSERVATION maille < 500m

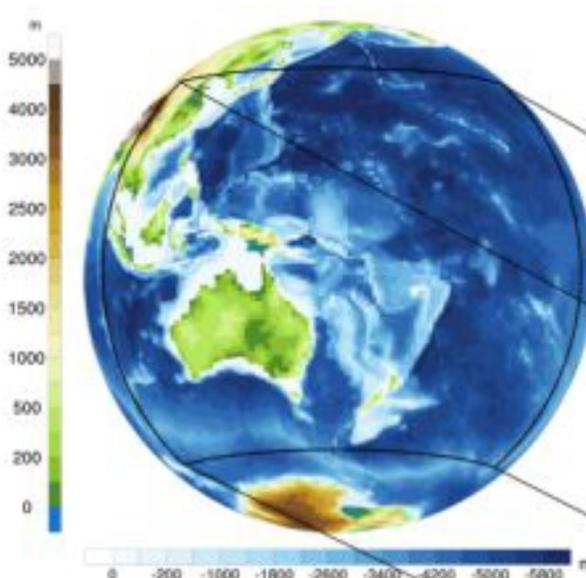
CLIPSSA+ ? Peu probable étant donné la géopolitique actuelle....



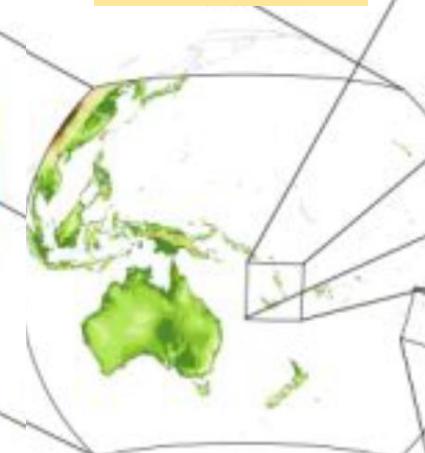
MAIS COMMENT FAIRE POUR PASSER D'UNE MAILLE DE 200 km à 20km, et à 2,5km ?

ON PARLE DE REGIONALISATION OU « DOWNSCALING »:

Modèles GIEC 200km



RCM
(ALADIN)
20 km grid



AUS20 (PAC20)
Nair V. & Le H.

VISHNU NAIR AND HANH LE



(AROME)

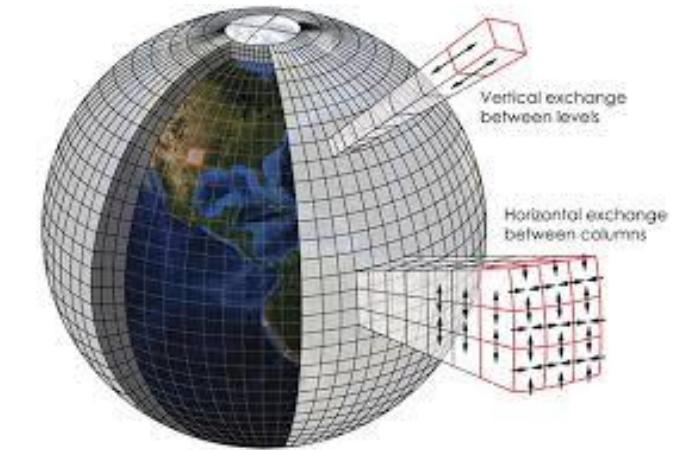
2.5 km grid

HANH LE

2.5 km grid



AMARYS



Dans toutes ces mailles, on calcule : température, pluie, vents, etc....toutes les heures jusqu'en 2100

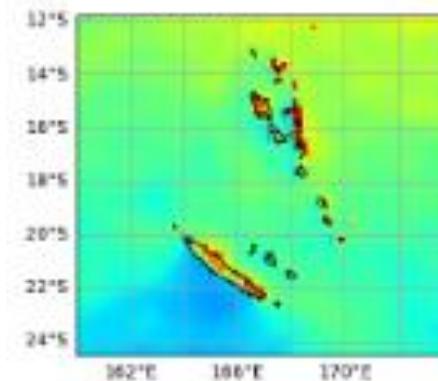
- > 800 To de données pour 1990-2100
- Une simulation prend ~ 8 mois sur les supercalculateurs de Météo-France à Toulouse
- Attention à ne pas se tromper donc....

Tout cela pour regarder des choses comme: le devenir des évènements El Niños/La Niñas, par exemple
avec le modèle à 20km (ALADIN) dans le futur

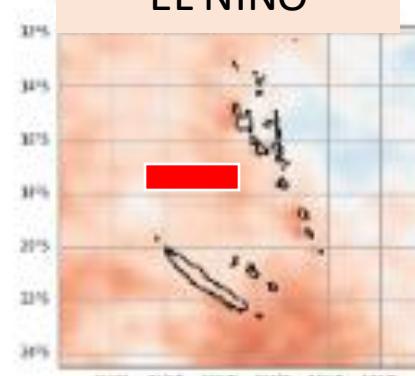


CLIMATE PRESENT

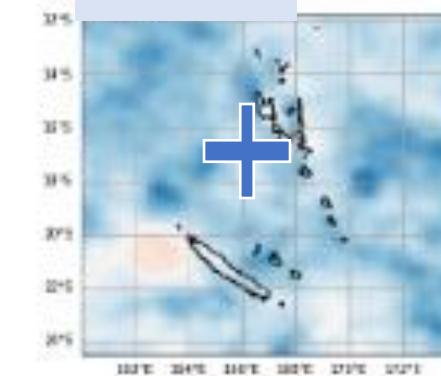
PLUIE



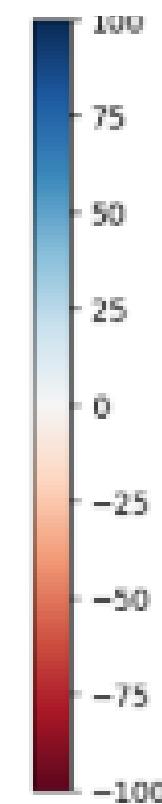
EL NINO



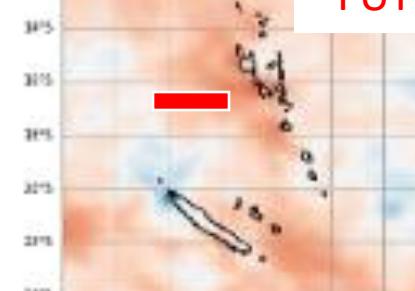
LA NINA



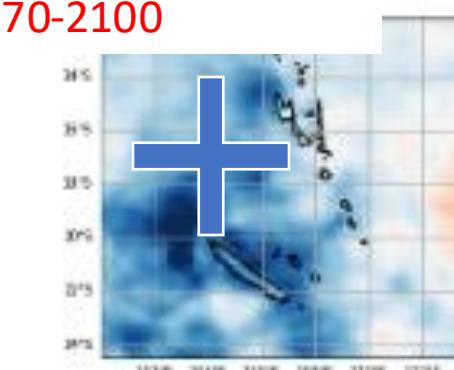
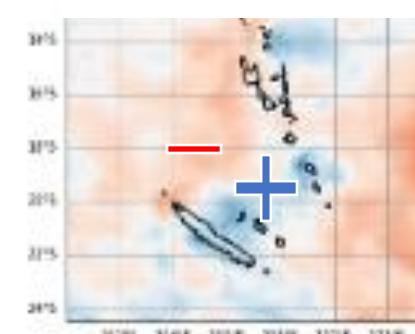
%



FUTUR- 2040-2070



FUTUR- 2070-2100



Conclusion, selon la période considérée, les impacts d'El Niño ou de La Niña peuvent varier c'est un peu embêtant....mais est-ce vrai dans d'autres modèles de climat ?

Hanh Le, postdoctorante

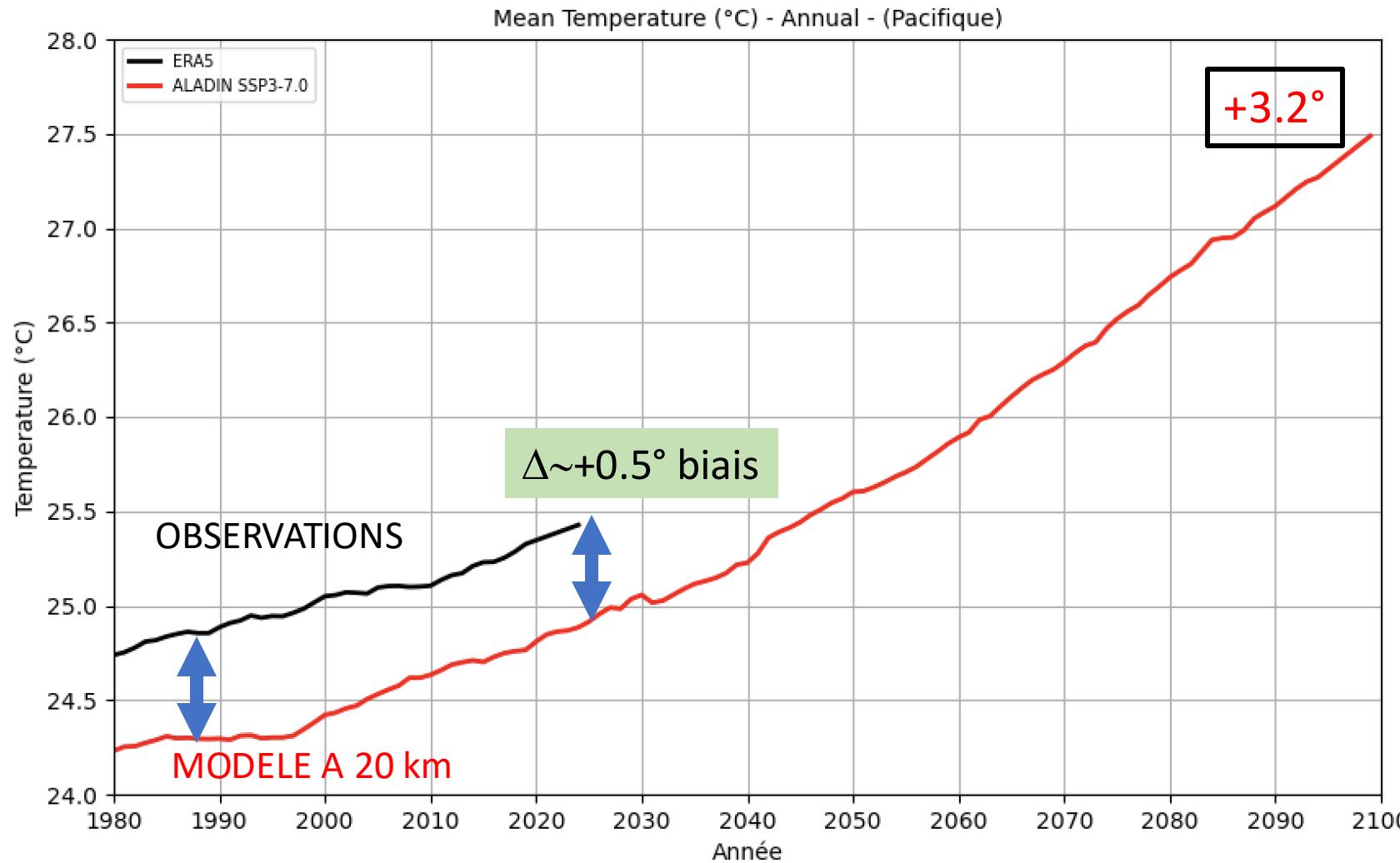
AU DELA D'EL NINO, L'EVOLUTION A LONG TERME DANS LE MODELE A 20km autour de la Calédonie.



Jeremy Guerbette

BONNE NOUVELLE !!! LA TEMPERATURE BAISSE DE 3 DEGRES DANS CE MODELE !!!! INCROYABLE !!!

Trêve de plaisanterie, L'EVOLUTION A LONG TERME DANS LE MODELE A 20km autour de la Calédonie



- LA TENDANCE A LA HAUSSE
EST BONNE DANS LE MODELE

- Mais il y a un décalage
systématique de 0.5° par rapport
aux observations

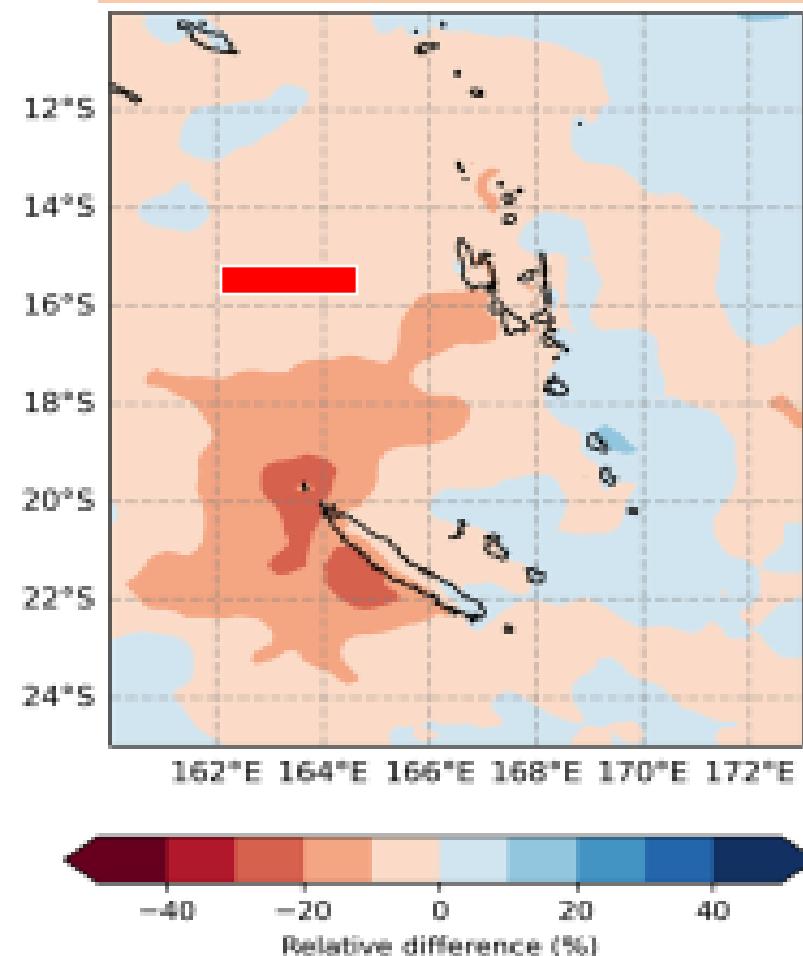
- Il existe des méthodes dites de
“débiaisage” pour ramener le
modèle vers les observations



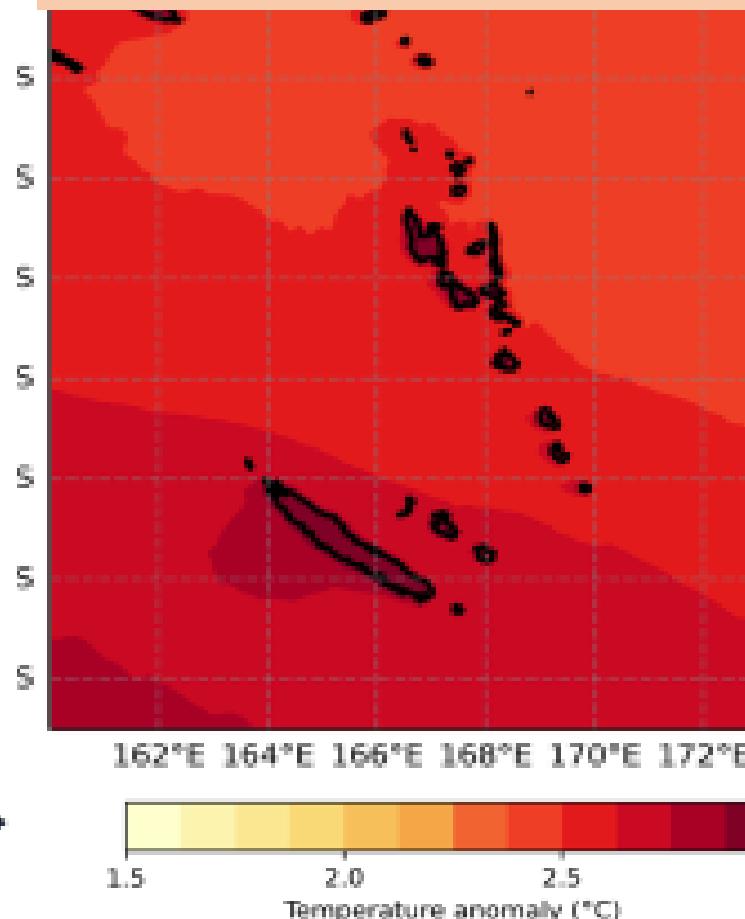
Jeremy Guerbette

ET DONC, AUX ALENTOURS DE 2070, ON POURRAIT AVOIR (Simulations à 20km ALADIN):

Precipitation en 2070 par rapport à maintenant



Température du future: la terre chauffera plus vite que les oceans > 3°C

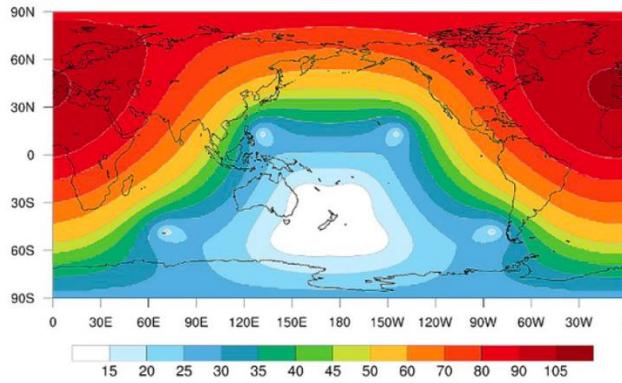


Mais tout ceci résulte d'une seule simulation à 20km or toute la force du GIEC réside dans le fait **qu'une incertitude est estimée** en même temps que l'évolution grâce aux ~60 modèles de climat

Jeremy Guerbette

D'autres modèles existent à ~20km de maille dans le Pacifique:

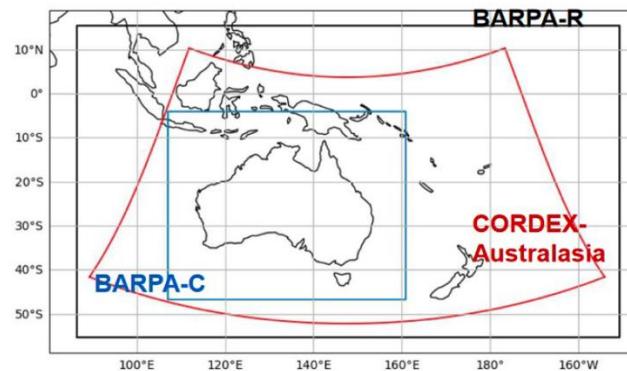
MODELES REGIONAUX NOUVELLE ZELANDE
~36 km de maille



6 simulations

Gibson et al. 2024

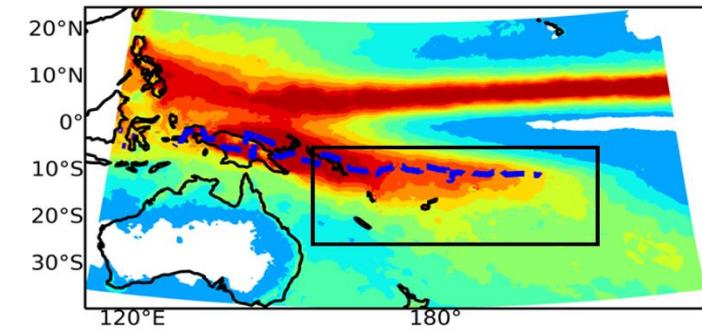
MODELES REGIONAUX AUSTRALIENS,
OK pour la NC mais limitée pour la
Polynésie et au delà



7 simulations

Howard et al. (2024)

Notre modèle ALADIN ~ 20km



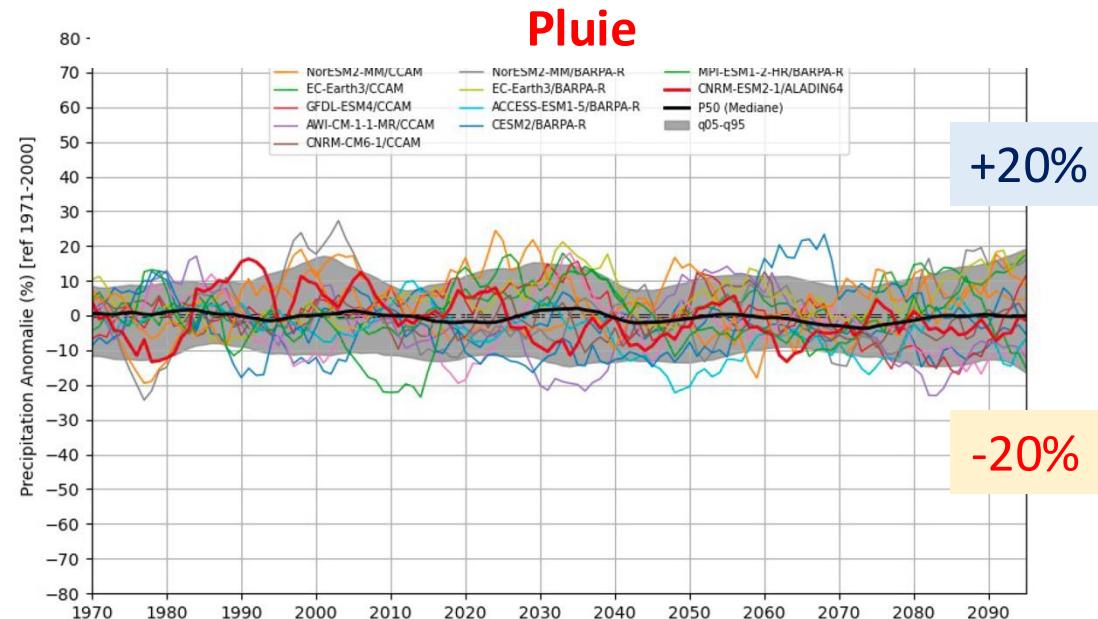
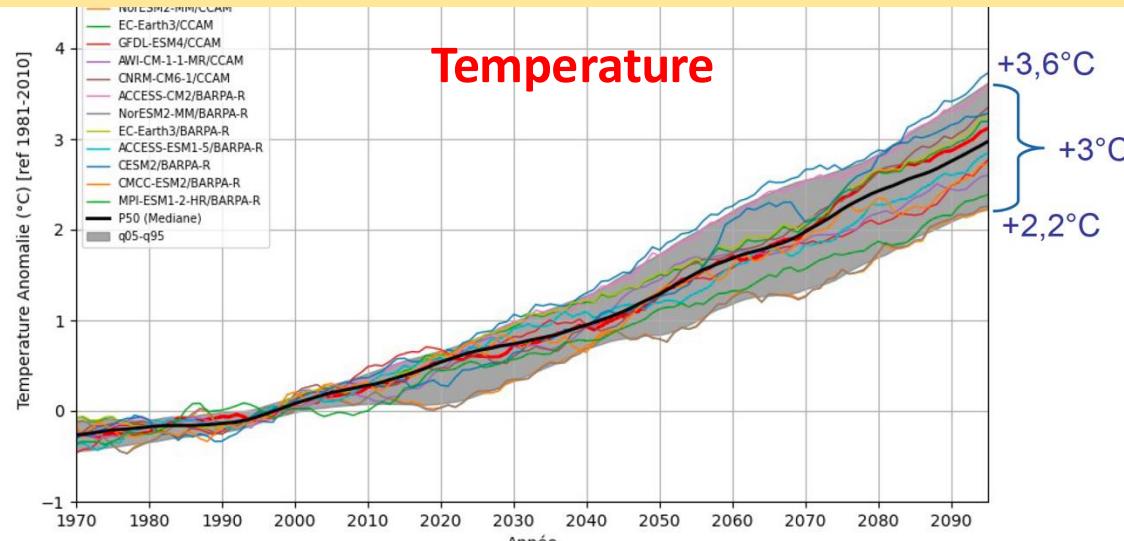
1 simulation

Hanh

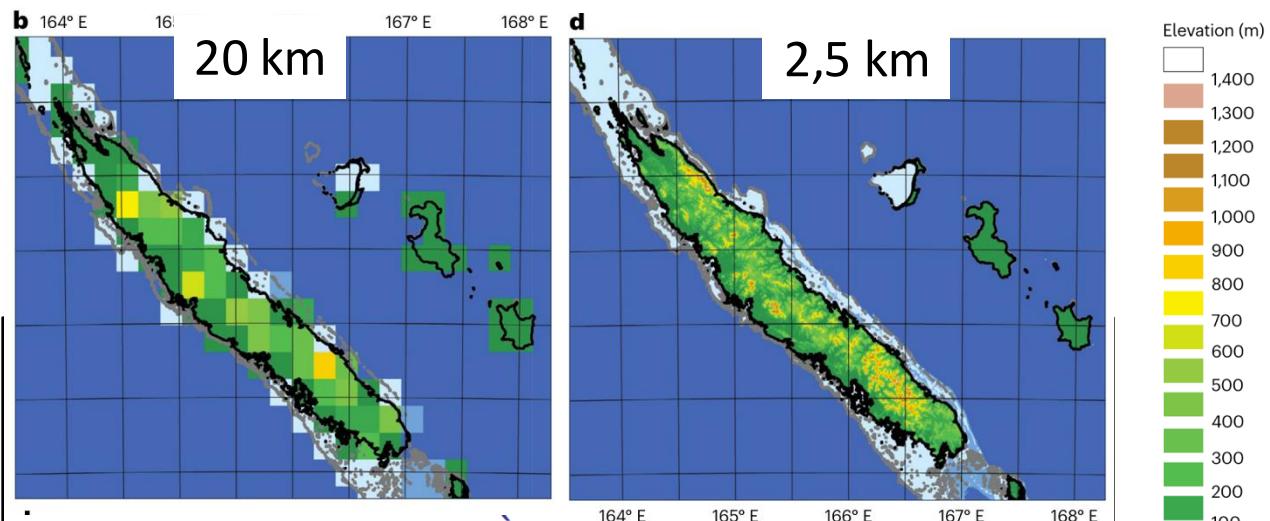
En tout, nous avons **14 modèles** dans la région, mais à ~ 20km de maille

Jérémie Guerbette, MF

Si on met tous ces modèles ensembles pour regarder le futur en Nouvelle-Calédonie dans ces mailles à ~20km

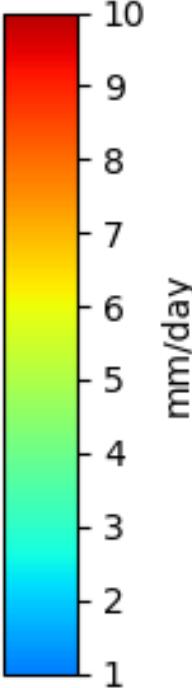


Tendance fiable sur température, par contre grande dispersion pour la pluie.....Mais 20km, ce n'est pas la bonne maille, il faut aller plus loin !!

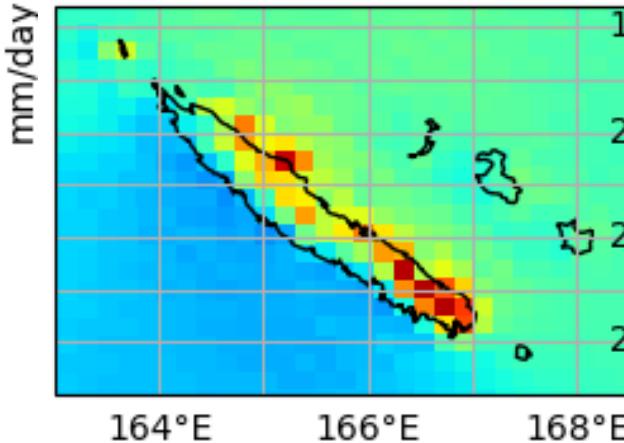


Regardons brièvement à 2,5 km !

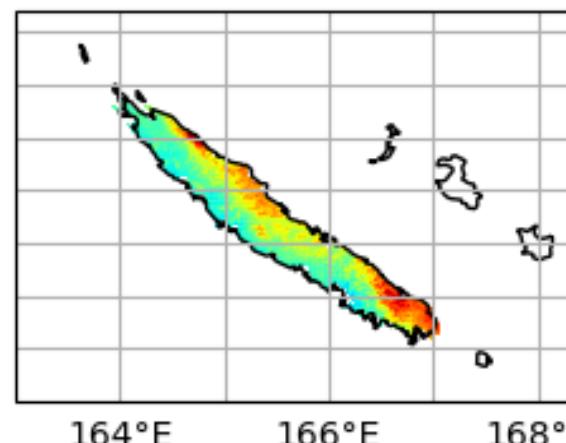
VERS 2,5 km de maille: le modèle AROME



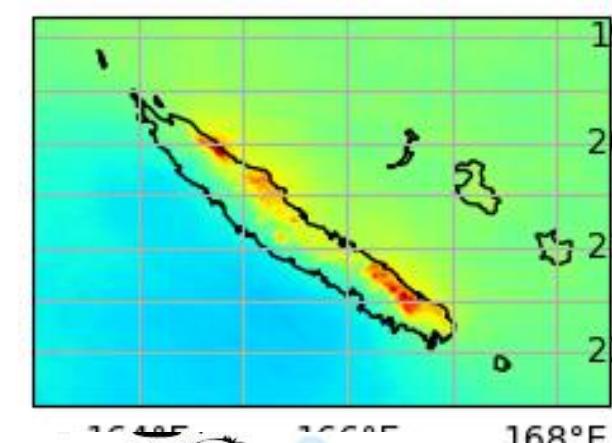
ALADIN 20 km



OBSERVATIONS



AROME 2,5 km



ET LE FU
Réponse
climat....



QUE FAIT LA RECHERCHE ??
Et monsieur Trump nous a effa



ar on parle de

NOUS N'AVONS PAS ENCORE LES RESULTATS QUE NOUS AURONS FIN 2025.

IL FAUDRA REVENIR DANS 8 MOIS ET NOUS PARLERONS ALORS DES CYCLONES ET DE LEUR EVOLUTION, DES VAGUES DE CHALEUR TERRESTRES, DU DEVENIR DU CLIMAT PROBABLE A 2,5 km et de son impact sur les futures agricultures.



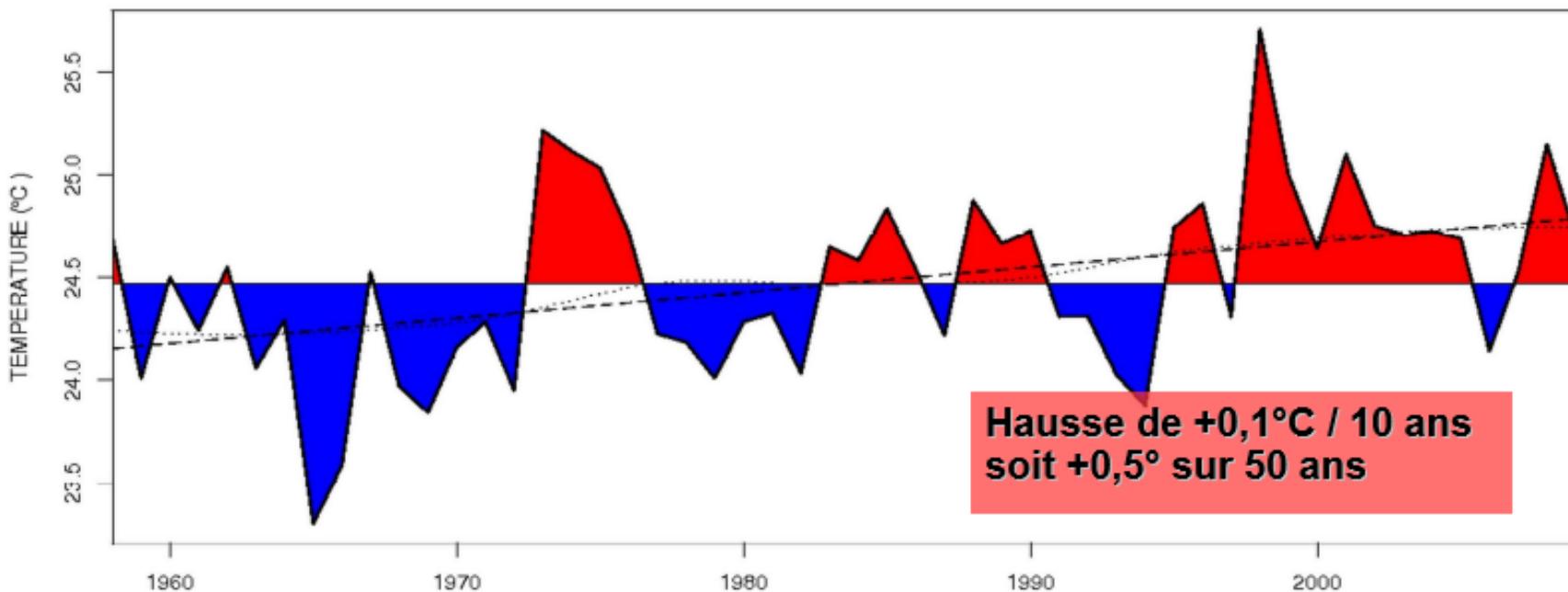
Pacific Climate, Local Knowledge and Adaptation strategies

Merci!

Et dans notre lagon ?



Anse Vata (1958 – 2009) : moyennes annuelles de la température de la surface de la mer (profondeur env. 1 m).

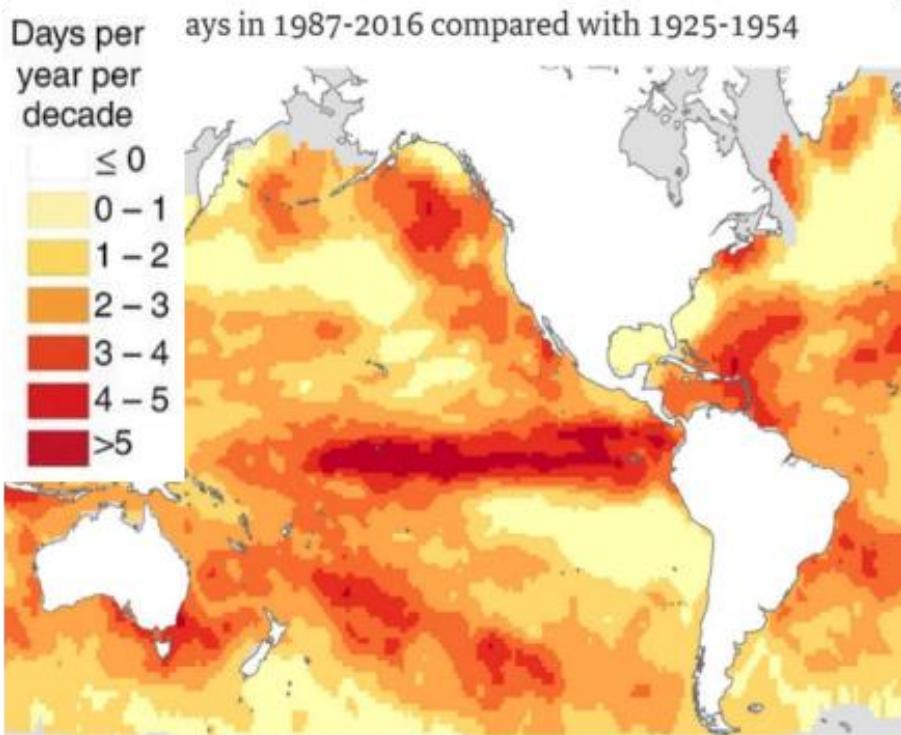


Source : IRD - NC

Les vagues de chaleur océanique



Augmentation du nombre de jours par an concernés par une vague de chaleur océanique



Source : Smale et al., 2019, Nature Climate Change

Février 2016 : premier blanchissement massif en Nouvelle-Calédonie



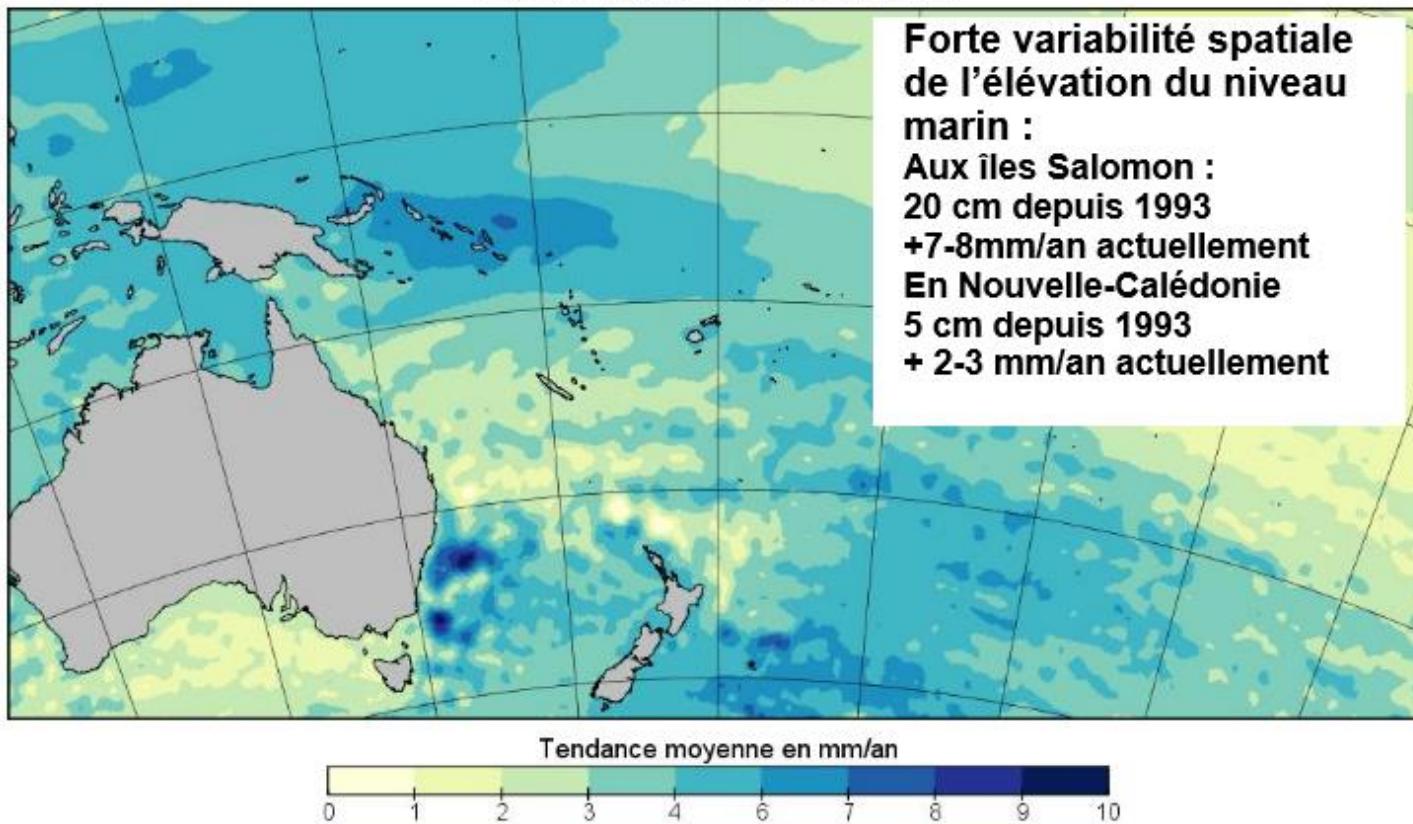
Source : Benzoni et al. , février 2016

Élévation du niveau de la mer en Nouvelle-Calédonie



Estimation de la tendance du niveau de la mer à l'échelle régionale

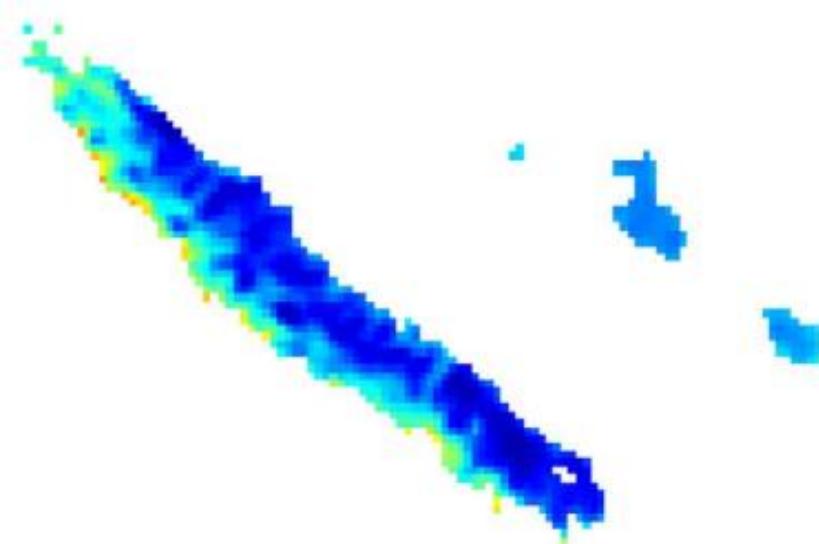
GLOBAL_OMI_SLRegional_trends (1993-2023)



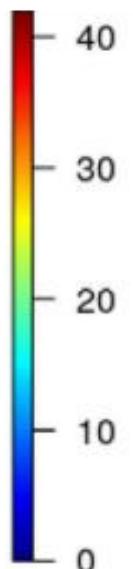
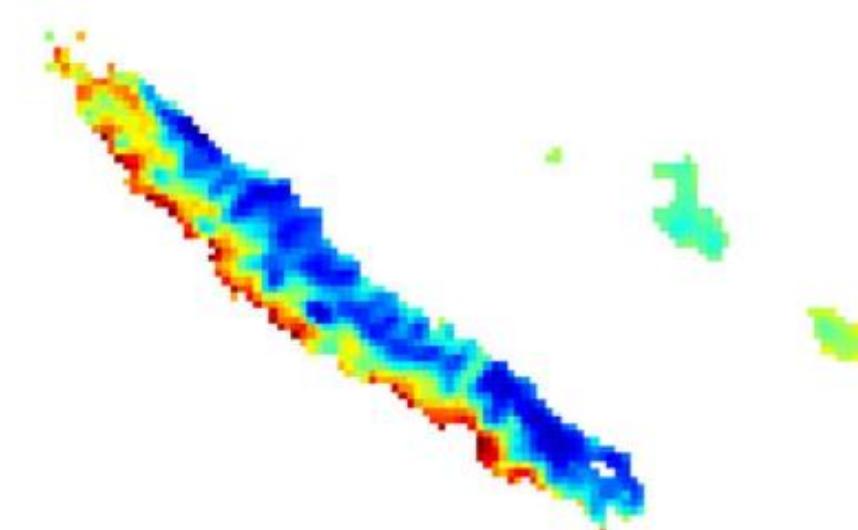
Evolution de l'Indice Forêt Météo (IFM)

IFM moyen

2000-2016

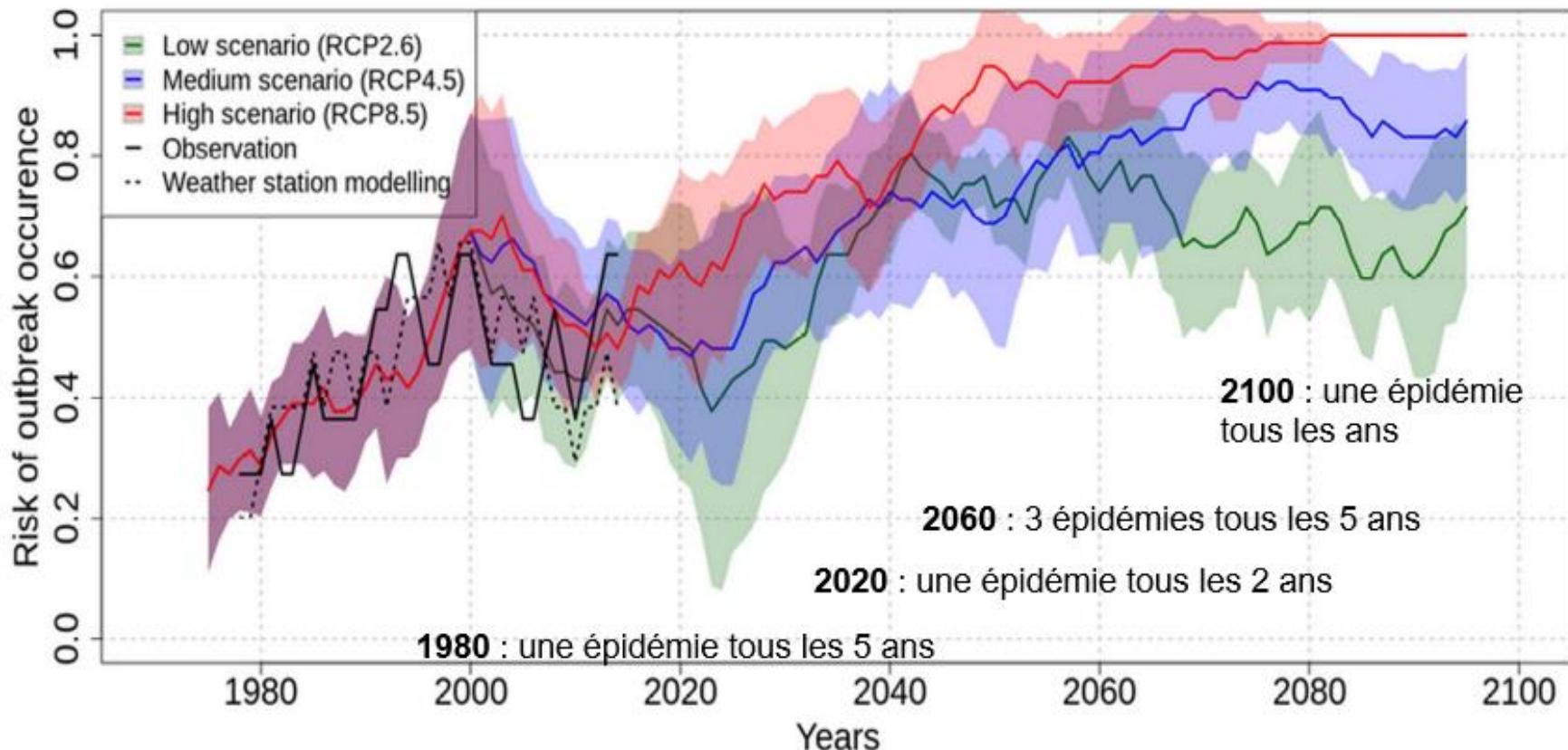


horizon 2080-2100



Morgan Mangeas (IRD), d'après Dutheil et al. 2021

...et le risque climato-épidémique pour la dengue ?



Source : Ochida et al. 2021