

# **CLIPSSA**

## **QUEL FUTUR CLIMAT POUR LA NOUVELLE CALEDONIE ?**

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

# PARTIE I

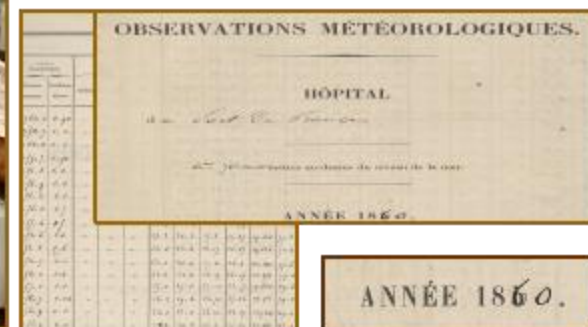
## VOYAGE DANS LE PASSÉ...

# Comment sont mesurées les évolutions récentes ?

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



**documents anciens**  
(300 mètres linéaires à  
Nouméa)



**transmission en  
temps réel**



**contrôle quotidien  
des données**

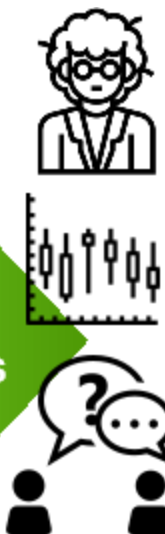


**base de données à  
Toulouse**



**inventaire, numérisation  
et saisie**

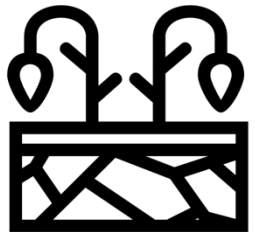
**météorologue calédonien**



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 ?



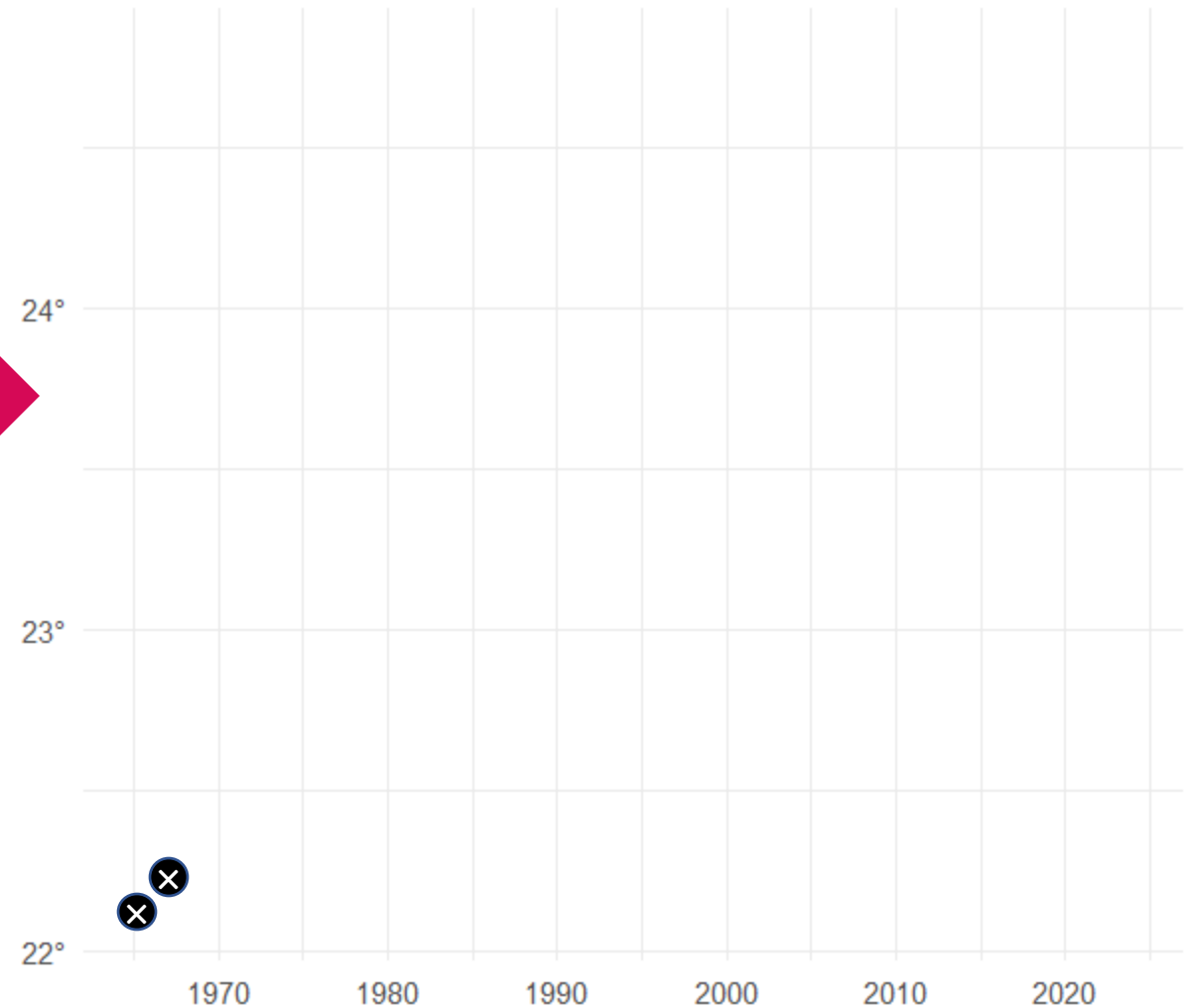
Le climat  
calédonien s'est-il  
réchauffé ?

# La moyenne annuelle des températures

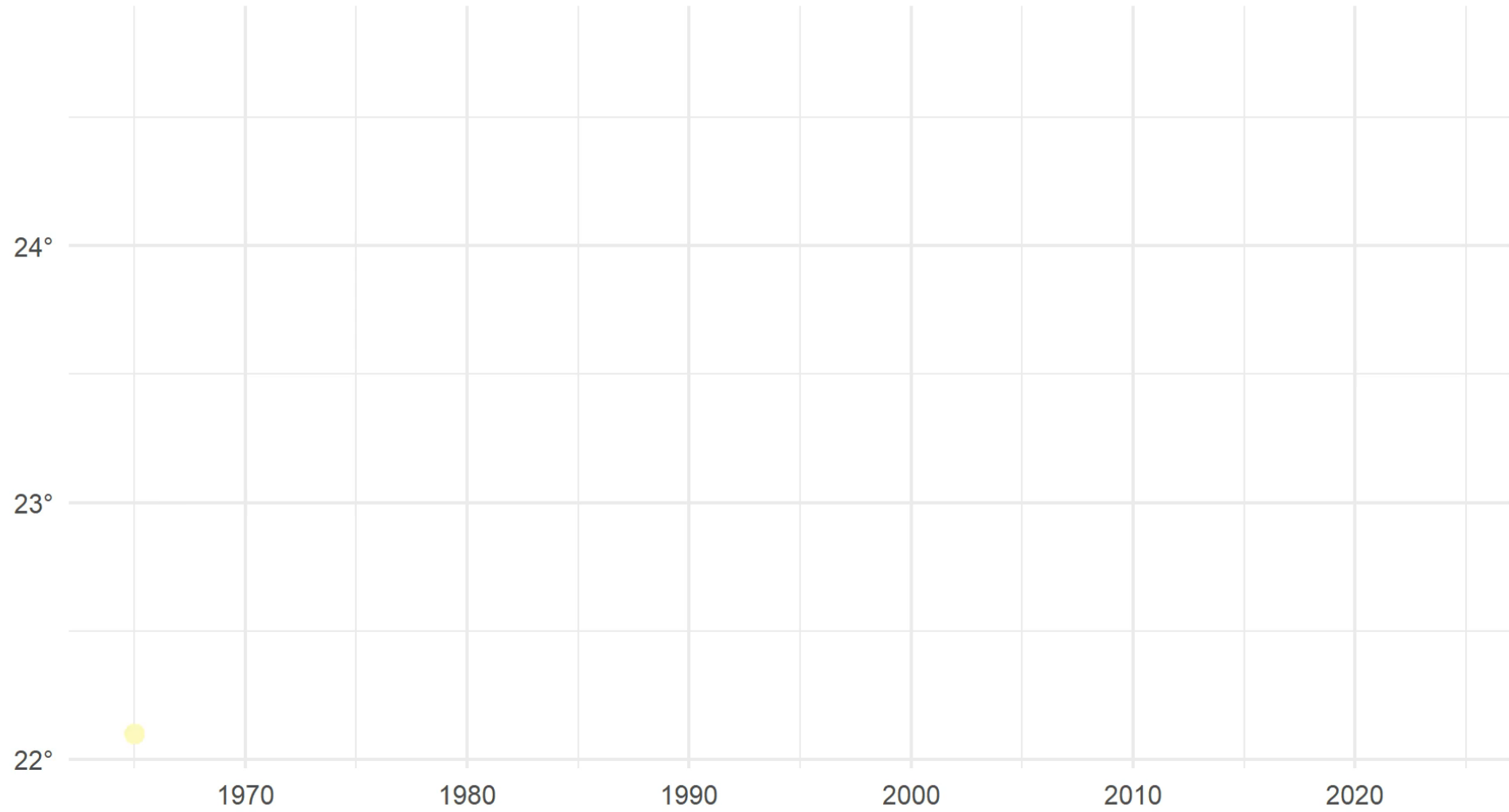
On rassemble les données de 10 stations de référence



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

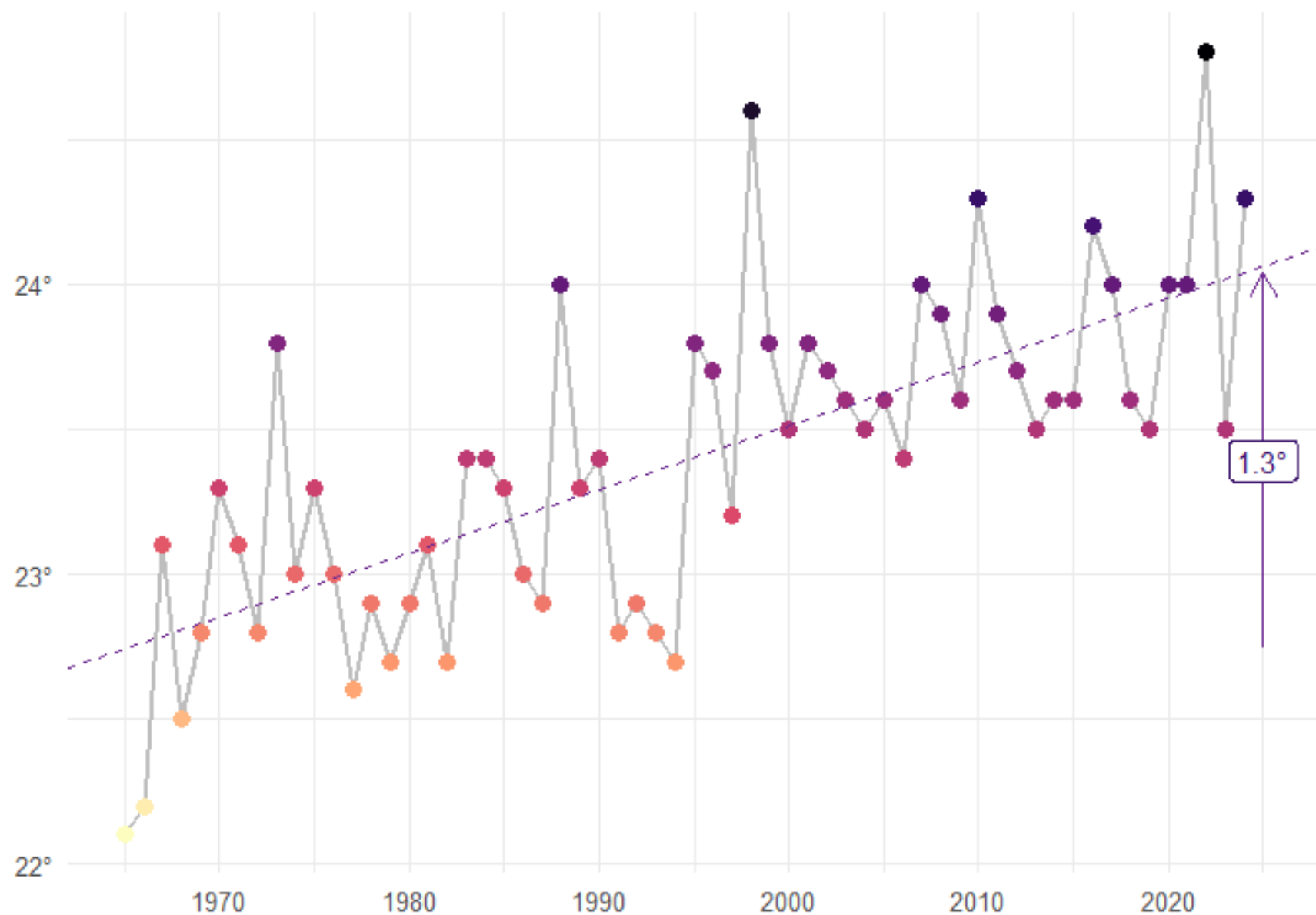


## Moyennes annuelles des températures mesurées en NC (1965-2024)



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 le territoire de la Côte Ouest en particulier depuis le milieu de la semaine dernière? Nous étions nombreux à attendre l'été et nous voilà désormais sous les premières chaleurs arrivées.

Le week-end a été particulièrement rude avec des températures proches de 35° (34°9 exactement) à Nouméa dimanche. D'autres sommets ont été atteints à Pouébo (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.

Dur pour ceux qui ne goûtent guère la moiteur des climats torrides : j'en connais qui ont passé des nuits à même le carrelage sous leur brasseur d'air. Difficile ensuite d'être enthousiastes au réveil. A peine debout, ils ruissellent de sueur, à peine sortis ils sont éblouis par 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

travail révélerait, n'en doutons pas, des chiffres surprenants. Comment voulez-vous accomplir votre tâche quotidienne sous 35°?

**Des précautions sont à prendre**

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

Attention tout de même aux insulations. Car il nous faut parler santé : une canicule n'étant pas sans effet sur l'organisme. Ce week-end, le Samu de Nouméa a procédé à une hospitalisation pour un début de coup de chaleur et constaté plusieurs insulations. Des précautions sont à prendre, en particulier pour les populations sensibles que sont les nourissances et

les personnes âgées. Ces dernières doivent éviter les lieux non aérés, ne pas s'exposer à la chaleur, boire beaucoup. A tous, il est conseillé d'éviter les efforts inconsidérés (genre course à pied de 10 km en plein midi), en particulier au lendemain d'une fête trop arrosée. L'été sera chaud.

Gil Moureaux

La mer : une solution idéale pour fuir la chaleur.



**MONDE**  
Côte d'Ivoire  
Le conflit s'enlise  
27

**PACIFIQUE**  
Polynésie  
Papeete s'enlaidit  
31

**HIPPIQUE**  
Audrey Guillemain  
A nouveau dans la course  
28

## Les Nouvelles calédonniennes

WWW.LNC.NC JEUDI 30 DÉCEMBRE 2010 - N°1998 190 FRANCS

### 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.

**NOUMÉA**  
Le projet des Cinq lies entre deux eaux 18

**NICKEL**  
Doniambo grignote le lagon 13

**FÊTES**  
Des menus trois étoiles pour le réveillon 6

**REPORTAGE**  
Bienvenue au cabaret 9



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

scet

Duces - Tél. 24 26 26 - Fax : 28 94 19 - Noué - Tél. 47 33 33 - Fax : 47 33 77 - Lirou - Tél. 43 06 14 - Fax : 43 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

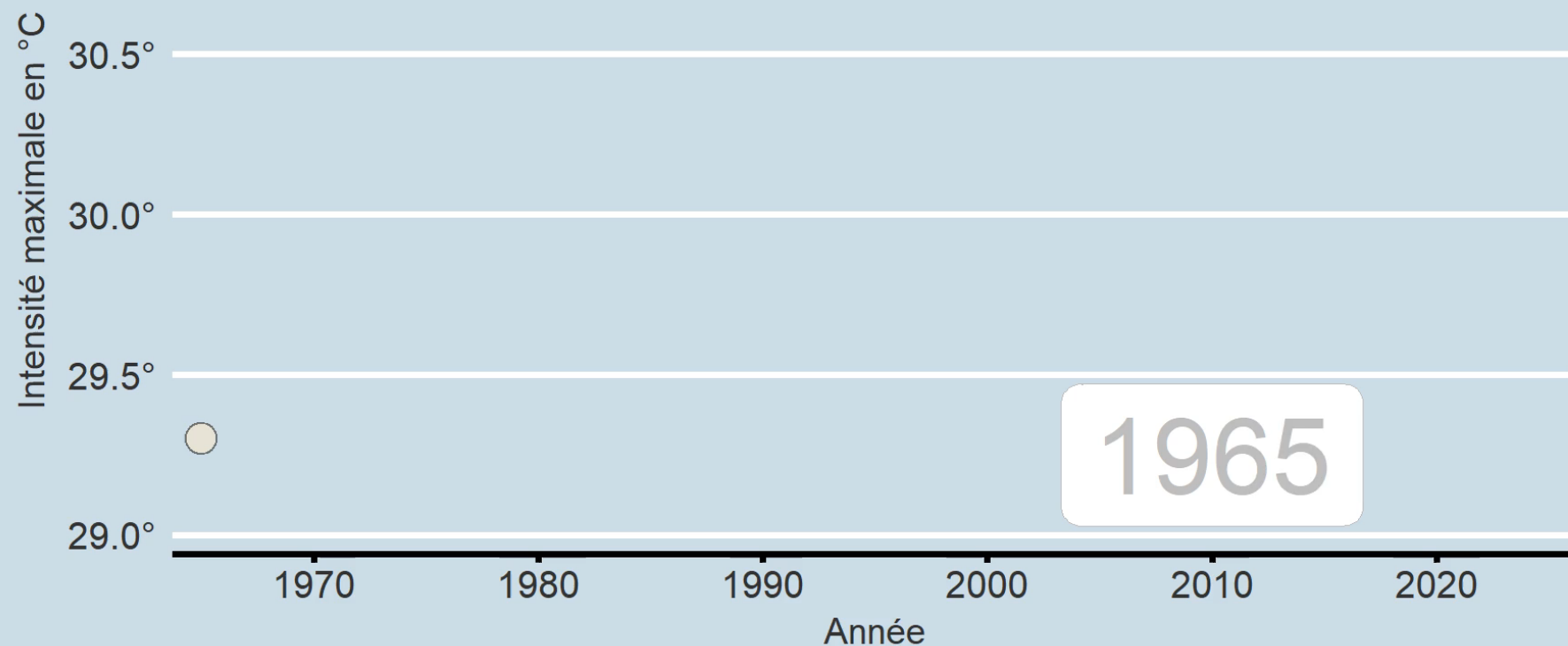
## Seuil de déclenchement :

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

source : plan forte chaleur de la DASS

# Les vagues de chaleur estivale à Nouméa depuis 1965

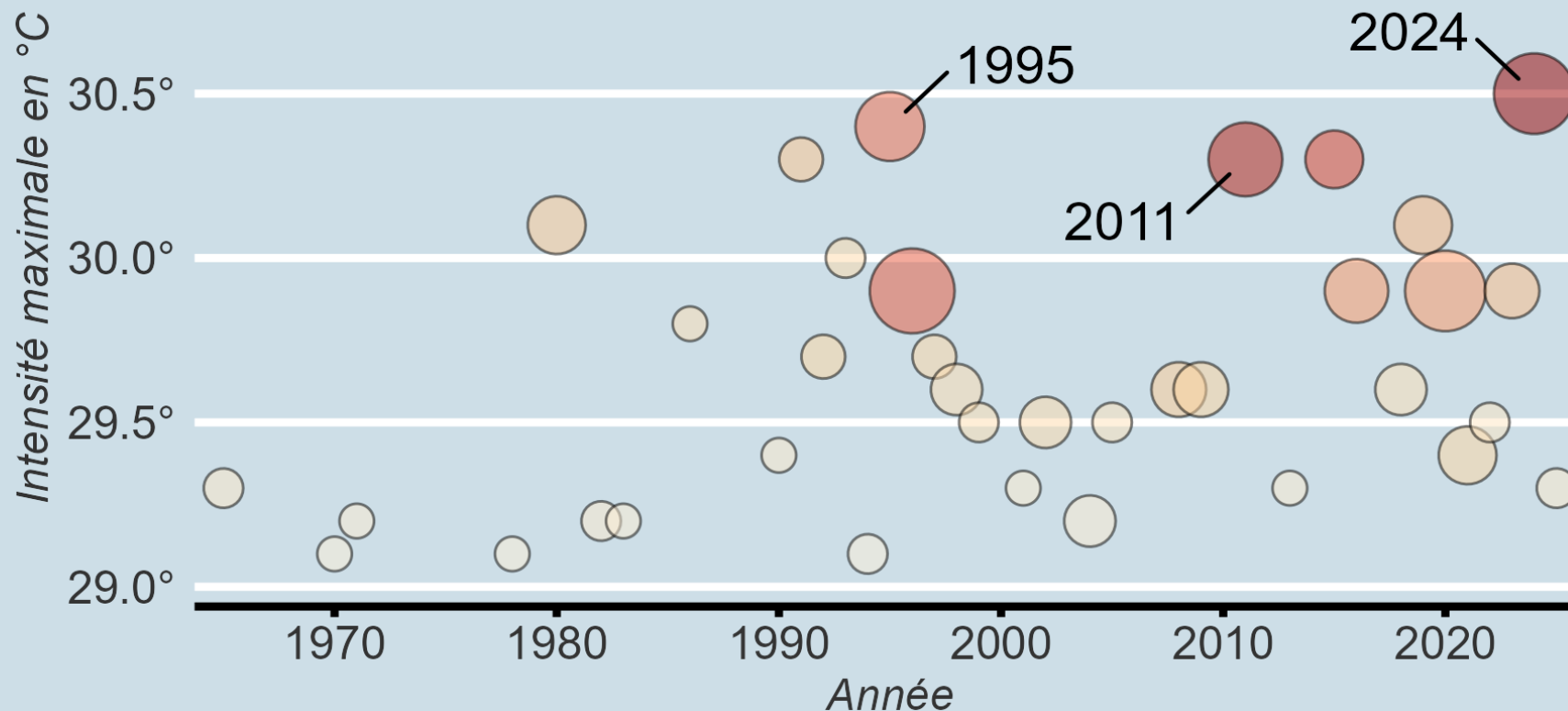
Fréquence, durée et sévérité des épisodes en augmentation



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

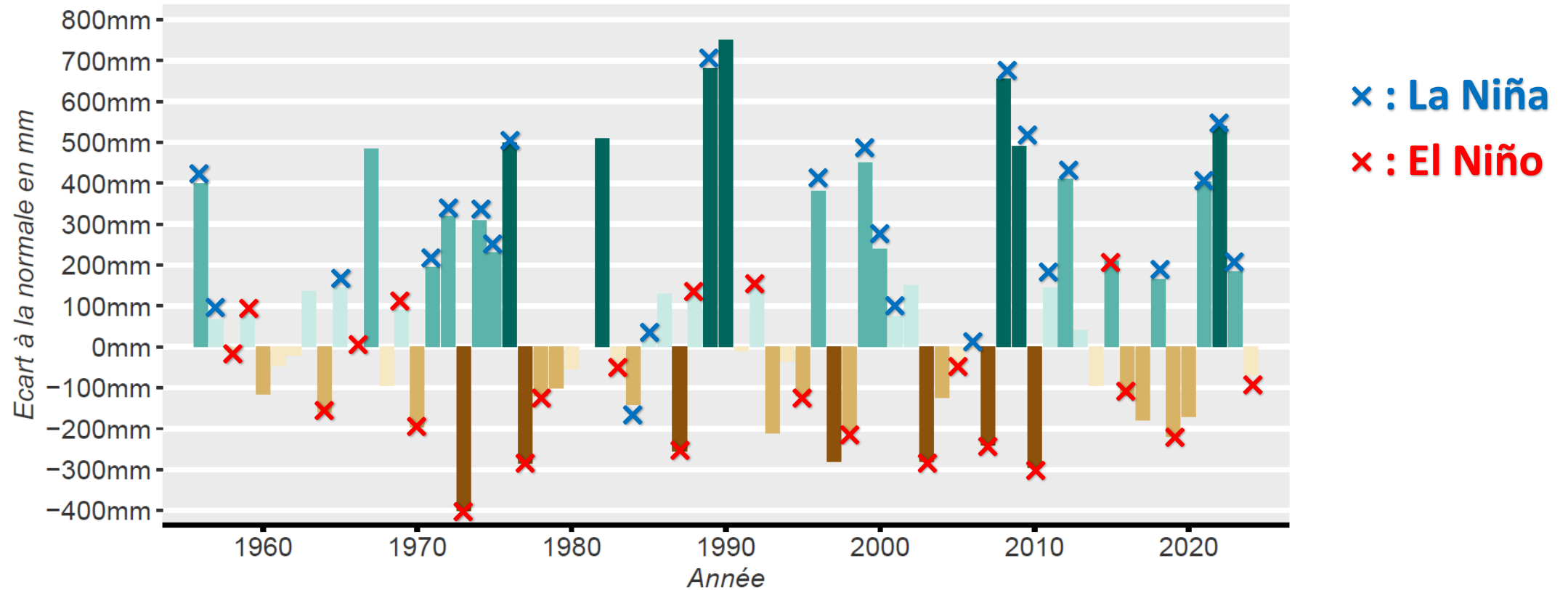
On rassemble les données de 16 stations de référence



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

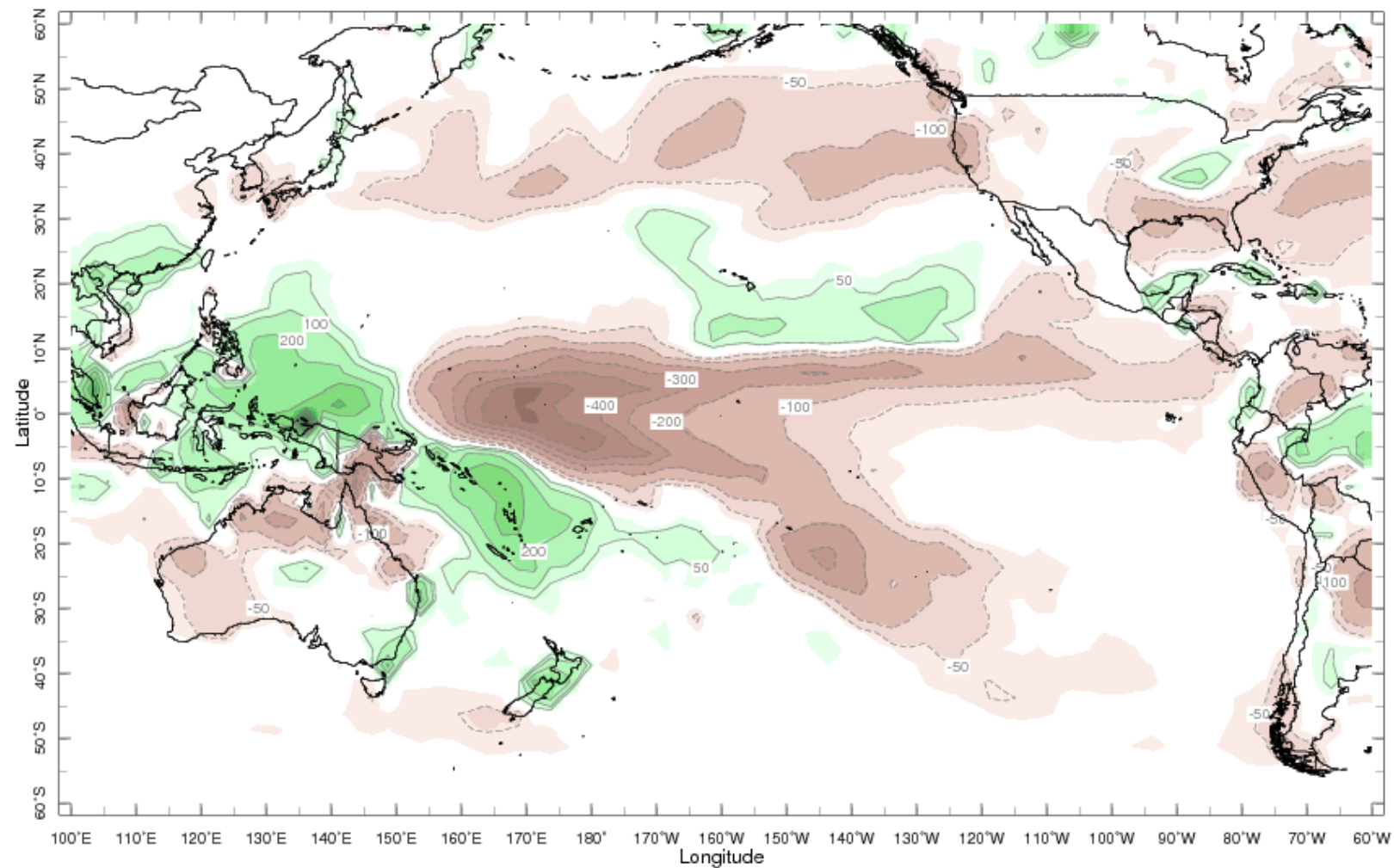
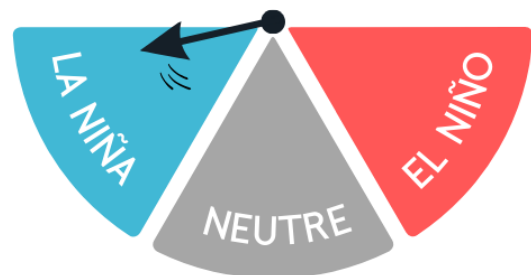
1956	1165 mm
1957	830 mm
...	
2024	695 mm

## Les précipitations de décembre à mars en Nouvelle-Calédonie

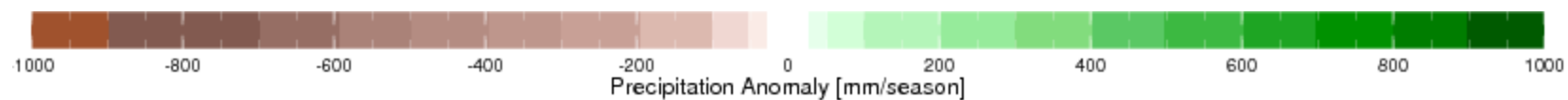


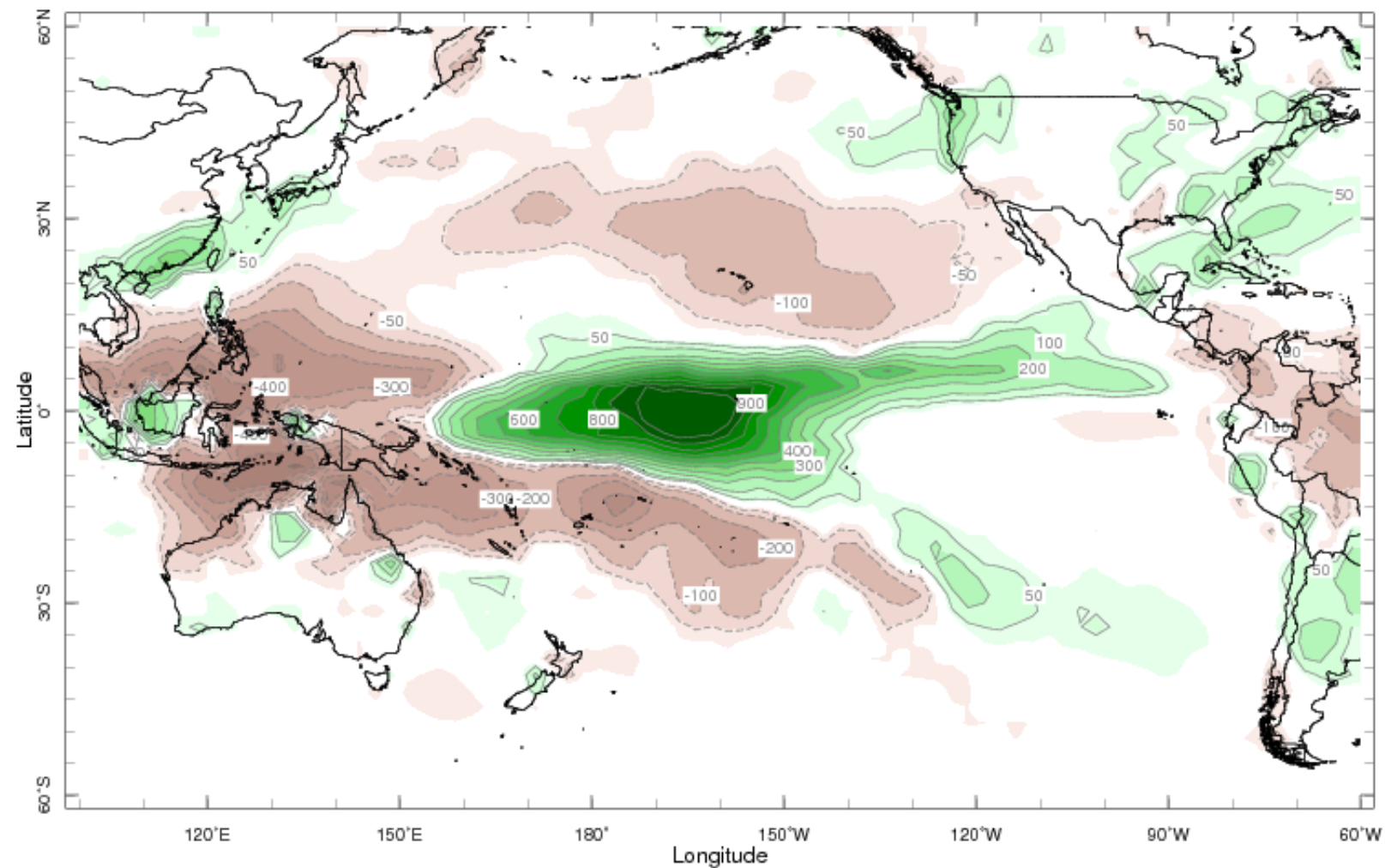
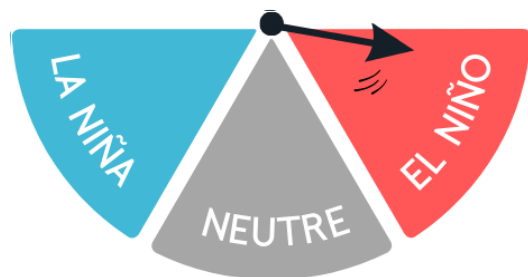
Source: gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Météo-France



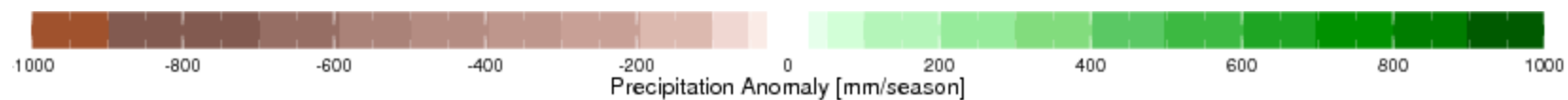


Dec 2021 - Feb 2022





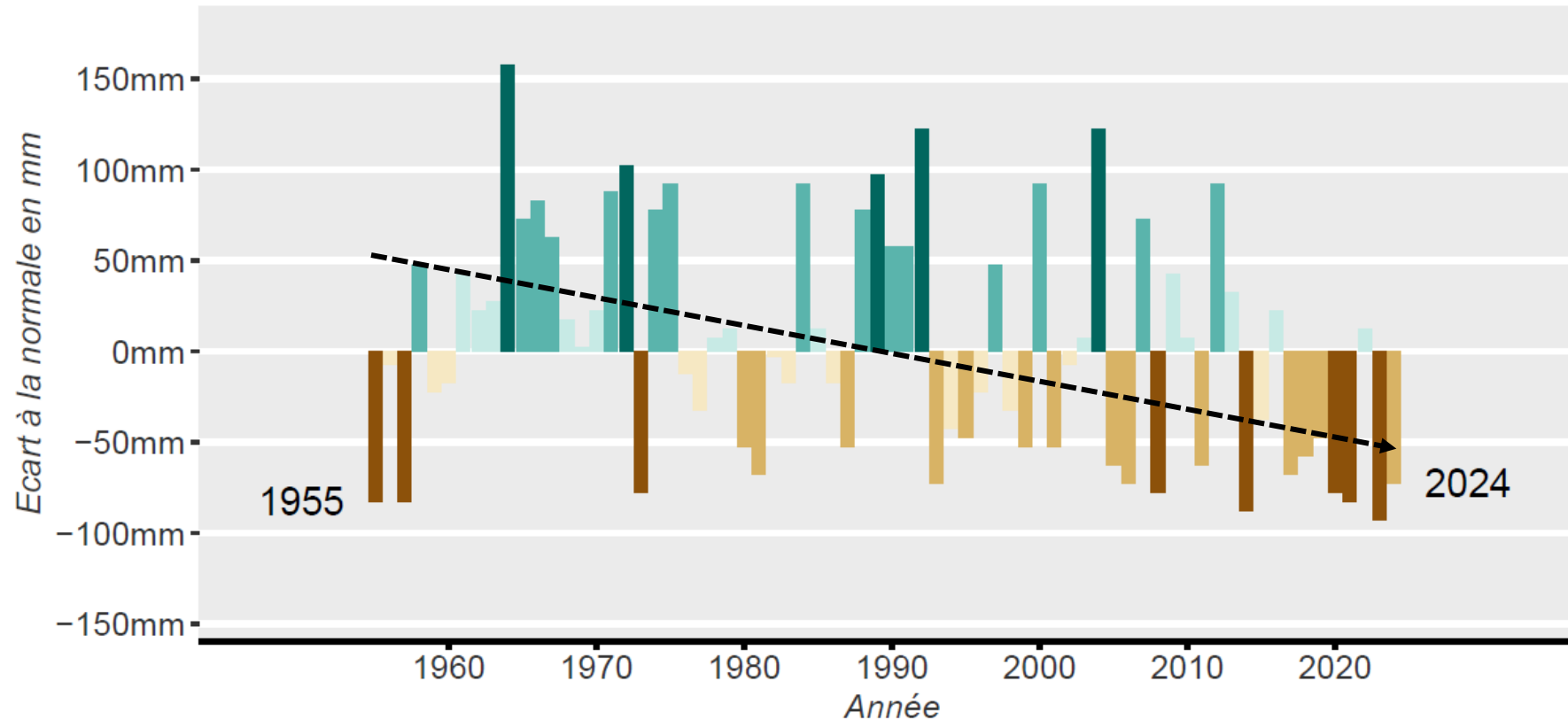
Dec 2015 - Feb 2016



# 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**

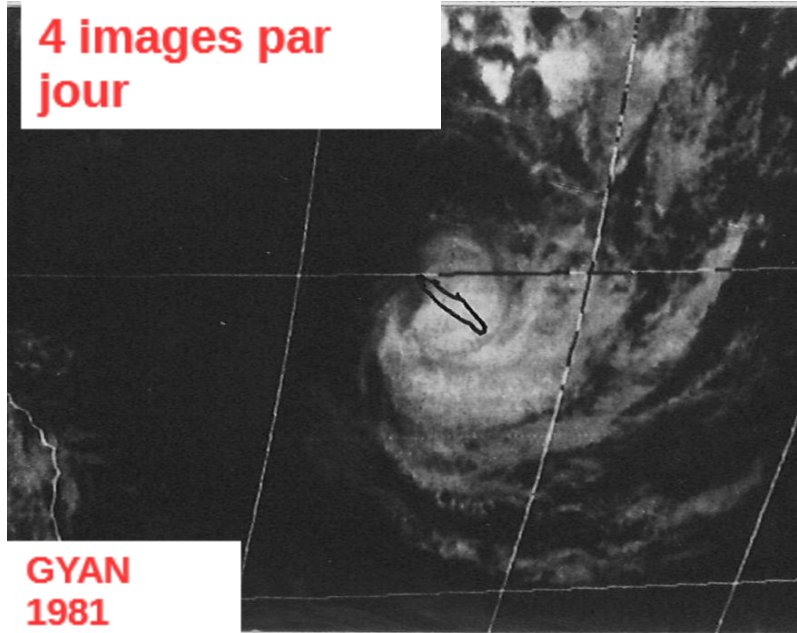
Source: gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Météo-France



# Les phénomènes cycloniques

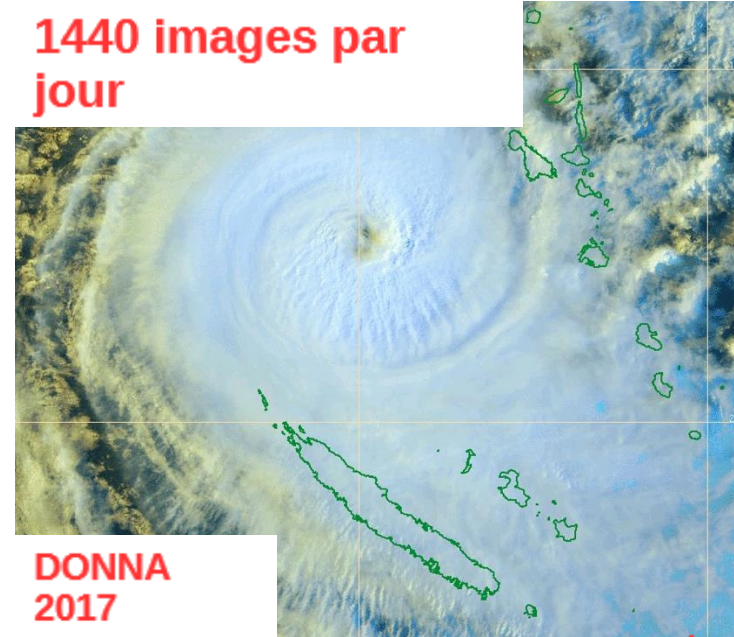


avant 1977



4 images par jour

GYAN  
1981



1440 images par jour

DONNA  
2017

1977 : image satellite du pacifique sud-ouest



1990 : image micro-onde

2000 : vent satellite

# Zone de pré-alerte

Dépression tropicale modérée

Dépression tropicale forte

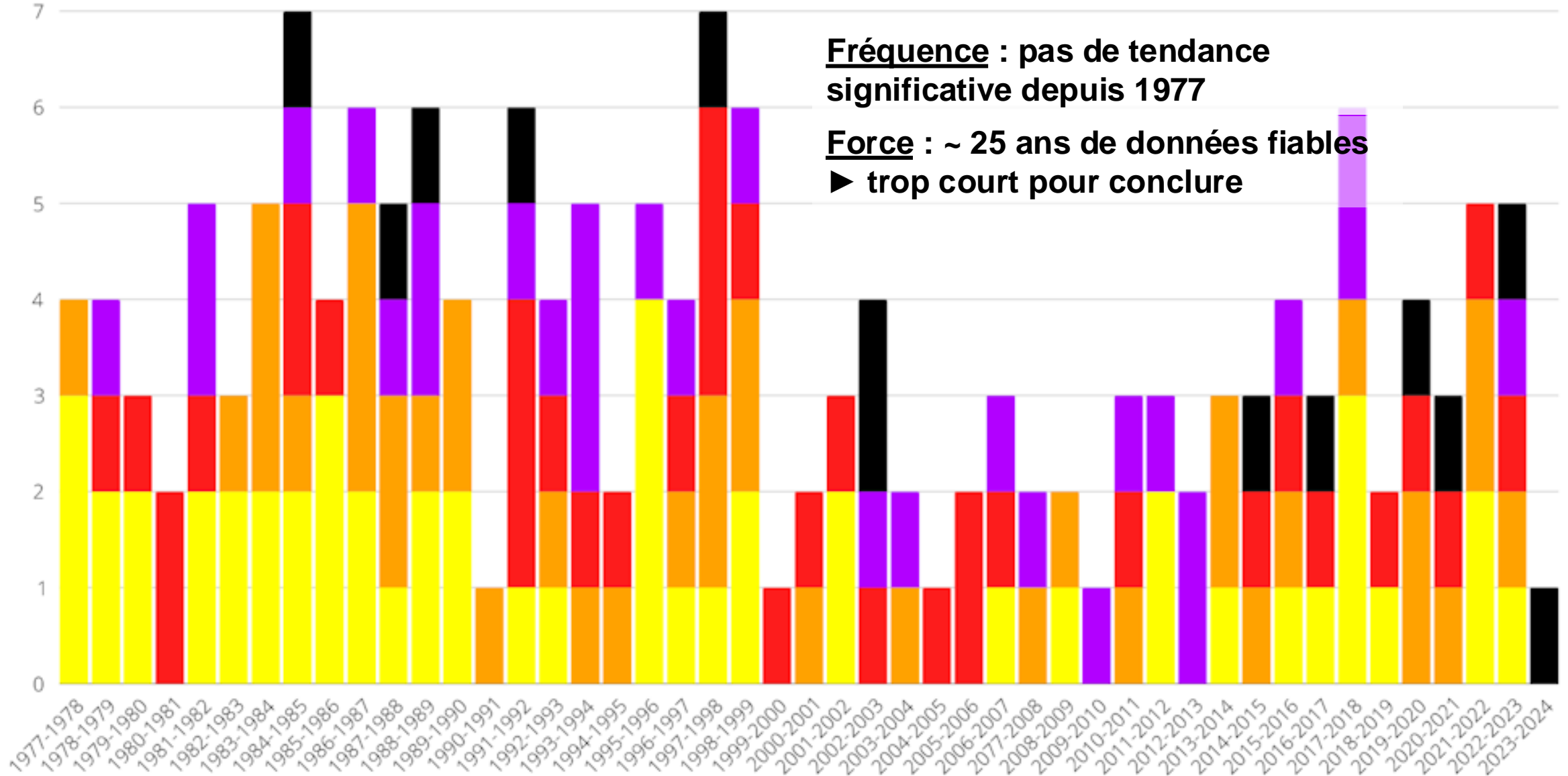
Cyclone tropical

Cyclone tropical intense

Cyclone tropical très intense

**Fréquence : pas de tendance  
significative depuis 1977**

**Force : ~ 25 ans de données fiables  
► trop court pour conclure**



# Les évolutions passées du climat calédonien



**Le climat calédonien  
s'est réchauffé !**



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



**Pas de conclusion concernant  
l'activité cyclonique**



**Des hivers moins  
pluvieux....**

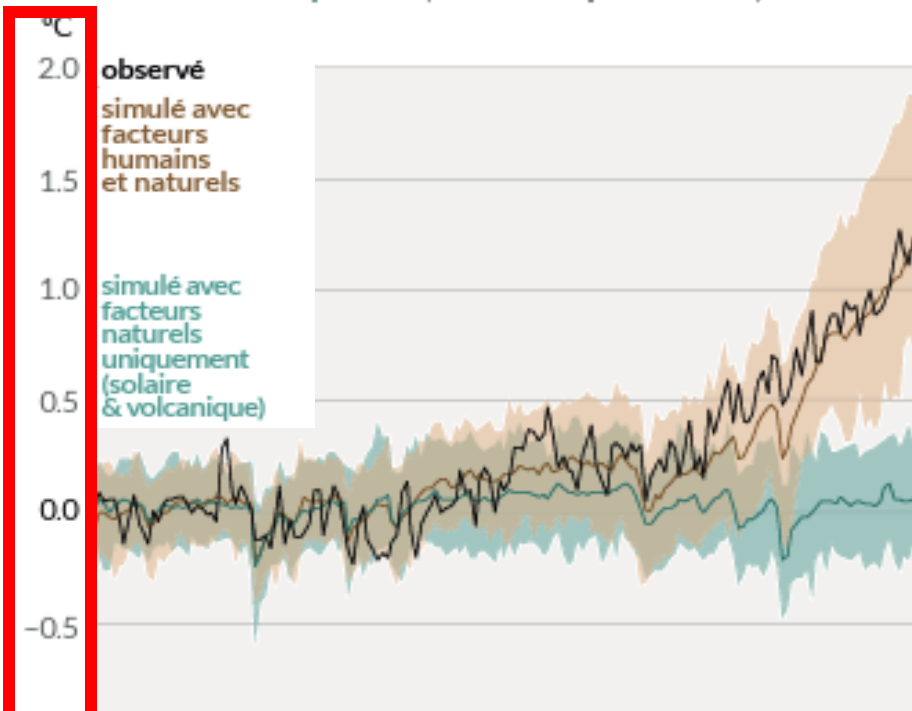
## PARTIE II

**RETOUR**   
**VERS**  
**LE FUTUR...**

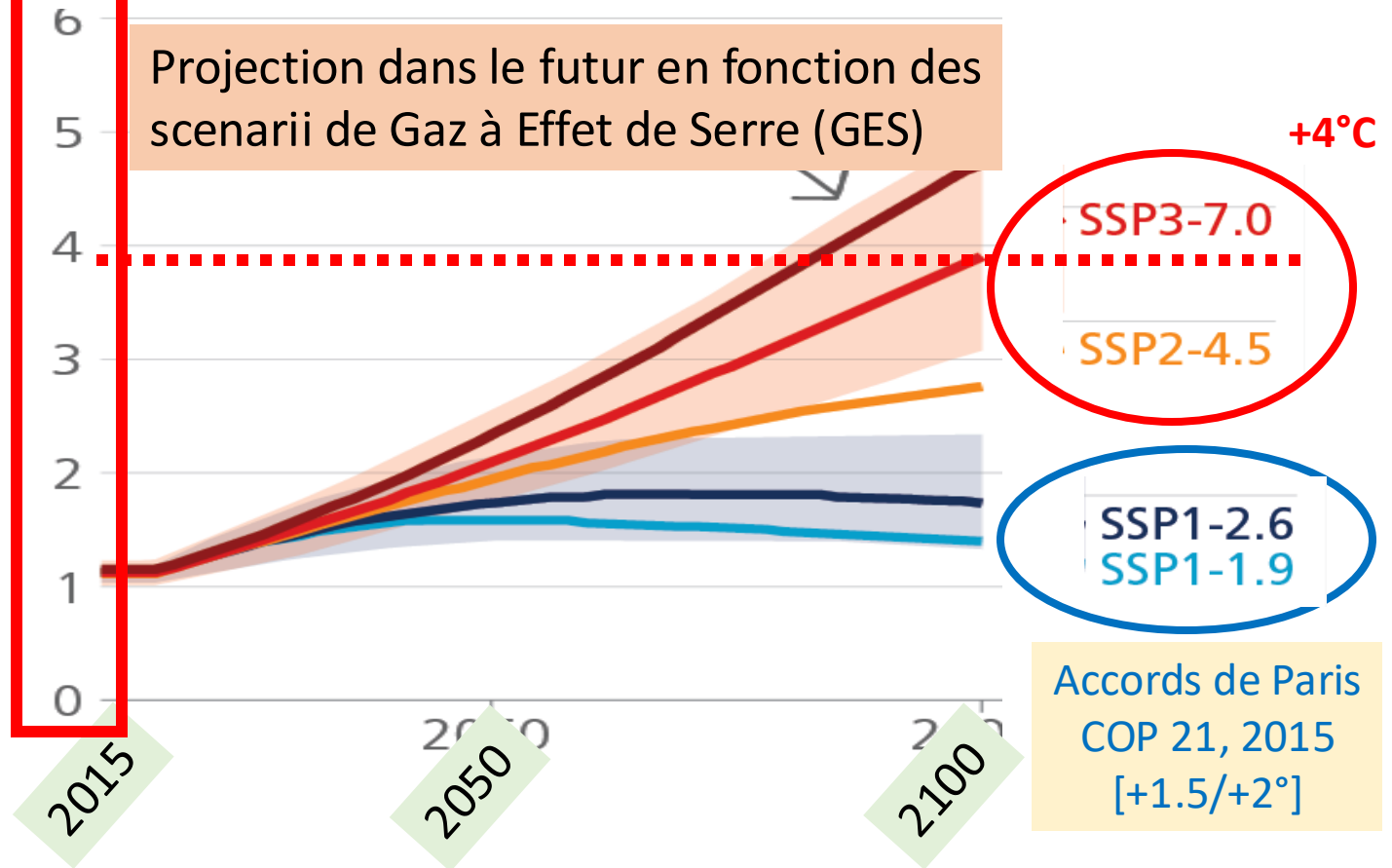
# Pourquoi des « modèles » de climat ??

Rapport GIEC 2022

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



Projection dans le futur en fonction des scénarii de Gaz à Effet de Serre (GES)



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:

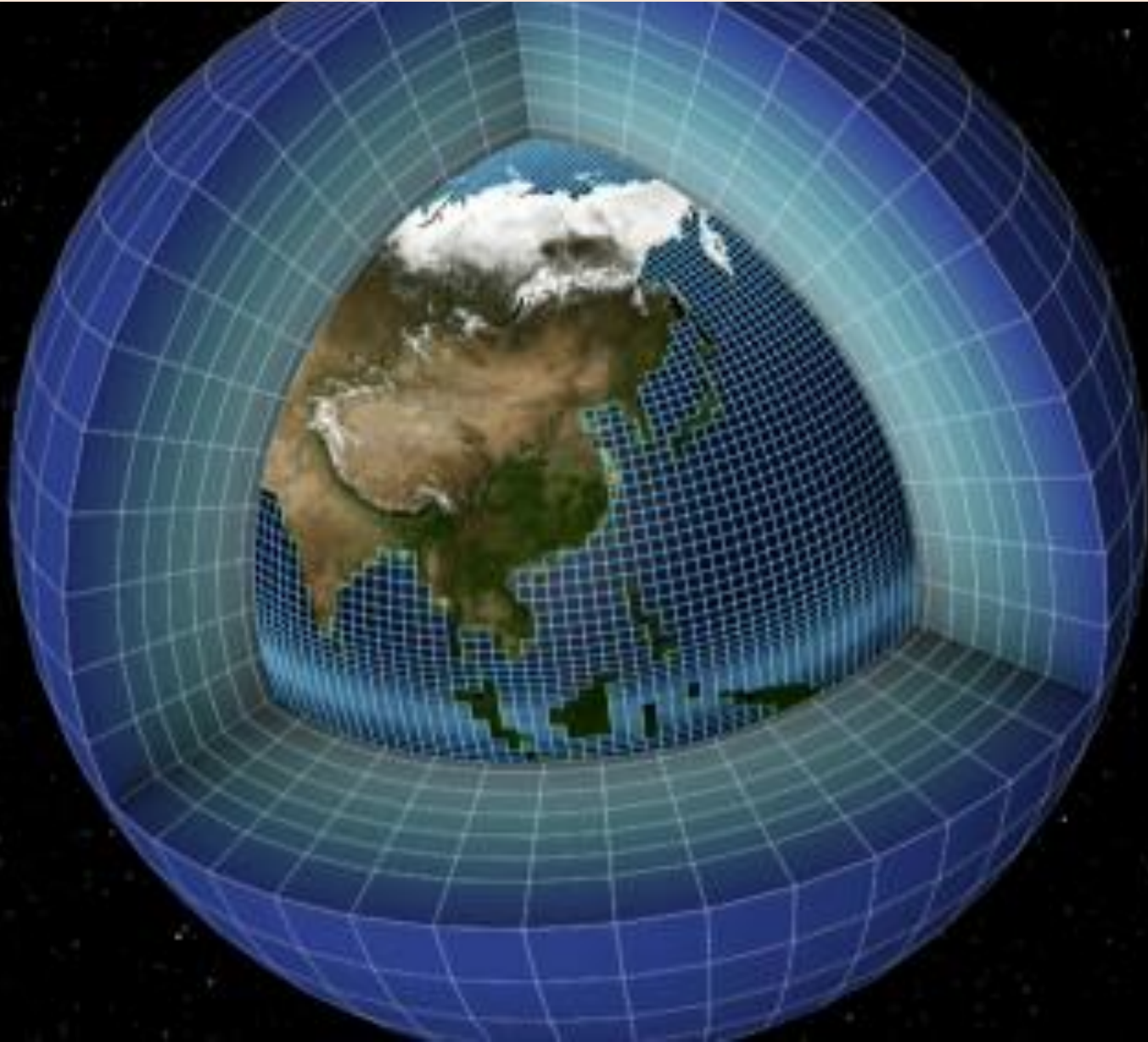
Motion	$\frac{D}{D}$
Mass continuity	$\frac{\partial}{\partial}$
Thermodynamic	$c$
Or:	$\frac{DS}{Dt} - g_w - \frac{1}{\rho} \frac{Dl}{Dt}$
Vapour	$\frac{Dq_v}{Dt} = \epsilon$
Condensed water	$\frac{Dq_w}{Dt} = c - e - \text{Pr}$

Equation of State (ideal gas)	$P = \rho R T_v$	$T_v \cong T(1 + .61 q_v - q_w)$
-------------------------------	------------------	----------------------------------





# 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  $[\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla]$

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

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

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

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

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

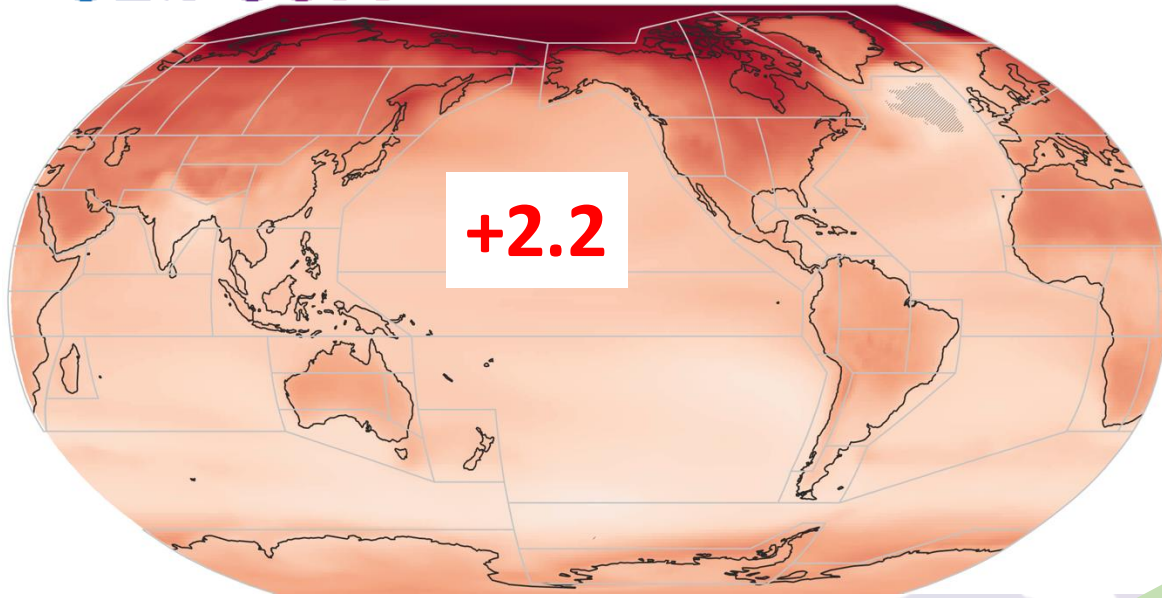
Condensed water  $\frac{Dq_w}{Dt} = c - e - \text{Pr}$

Equation of State (ideal gas)  $P = \rho R T_v \quad T_v \cong T(1 + .61q_v - q_w)$

SCENARIO PROBABLE 3-7.0 (IPCC 2022 ATLAS), LA TERRE A +4°C EN 2100

CLIPSSA

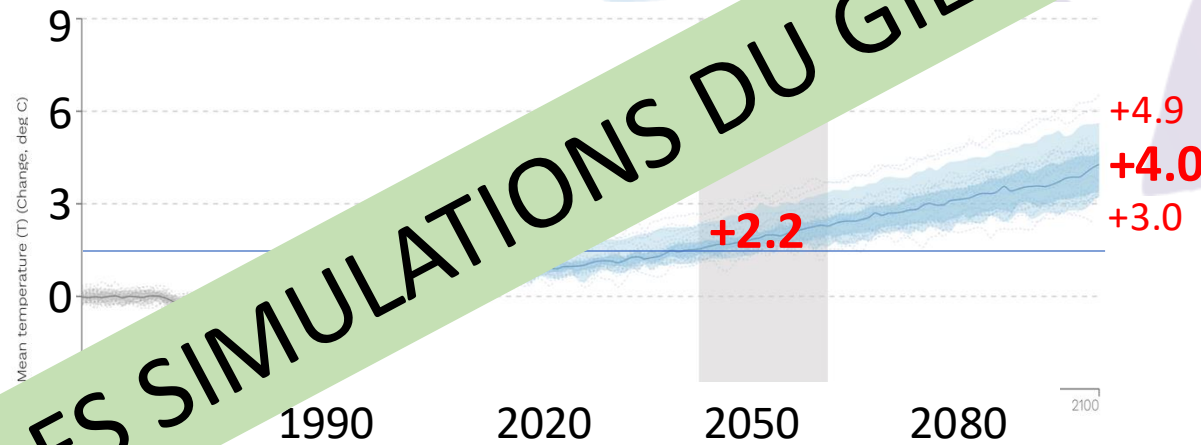
TEMPERATURE SURFACE EN 2040-2060



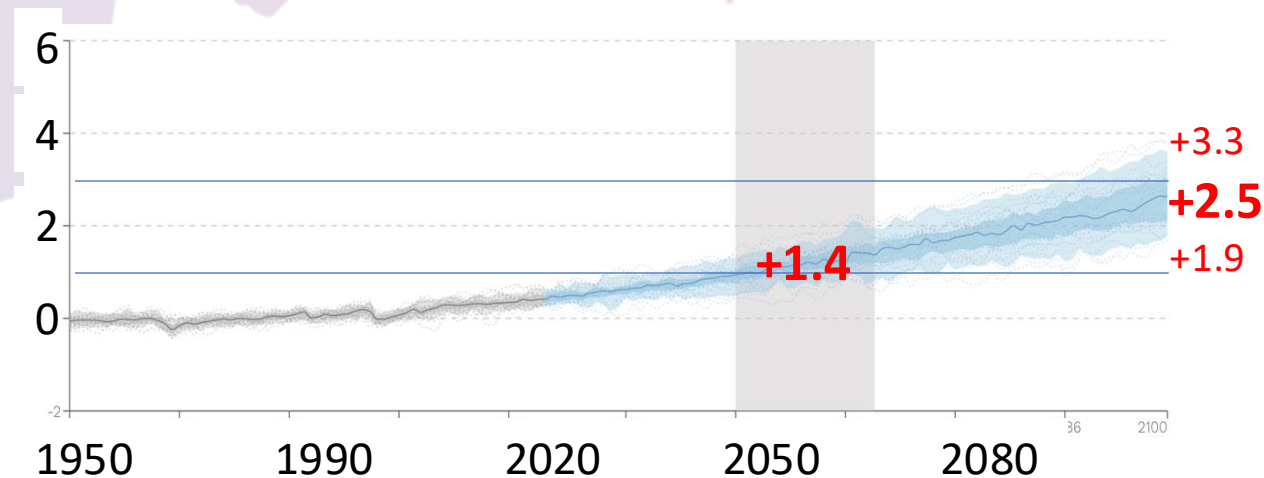
TEMPERATURE 2080-2100



EVOLUTION DES TEMPERATURES



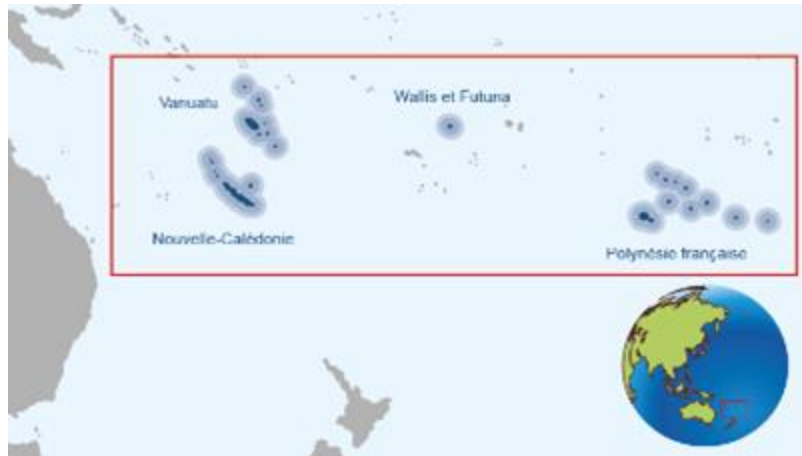
IDEM POUR LE PACIFIQUE SUD



LES SIMULATIONS DU GIEC PAS ADAPTEES POUR LES PETITES ILES

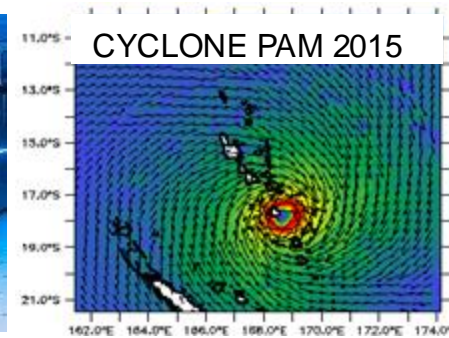


- ❖ **Projet de recherche-action**
- ❖ **Combinant les sciences du climat et les sciences humaines et sociales**
- ❖ **Pour construire les capacités des territoires et pays du Pacifique pour l'adaptation au changement climatique**



**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/CRIOBE, IAC, UPF, etc)**



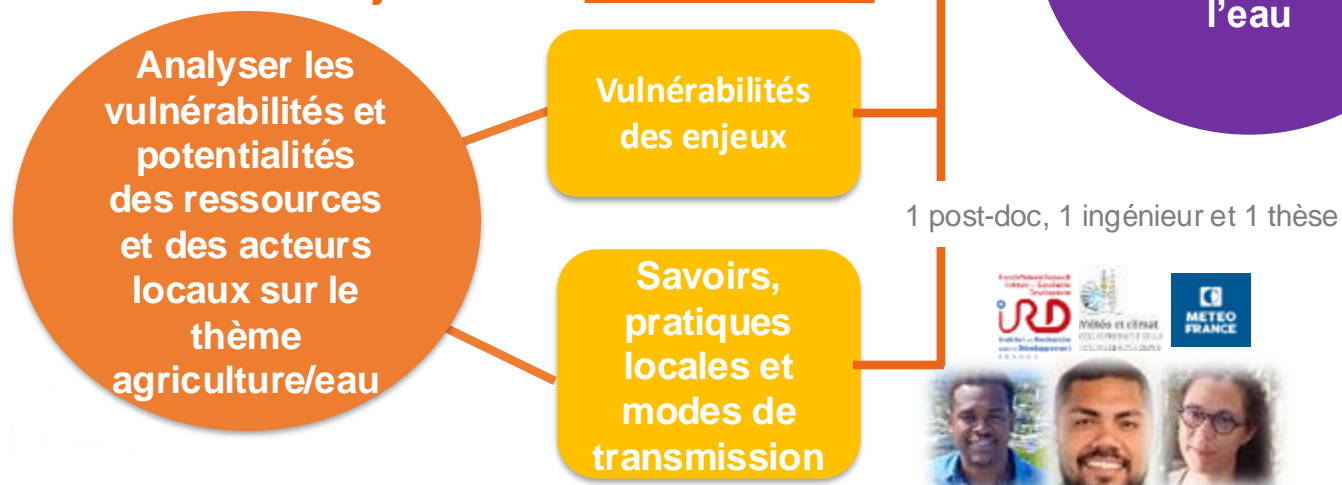
**4.1 millions  
d'euros  
2021-2026**

*Fin de projet courant  
2026*

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



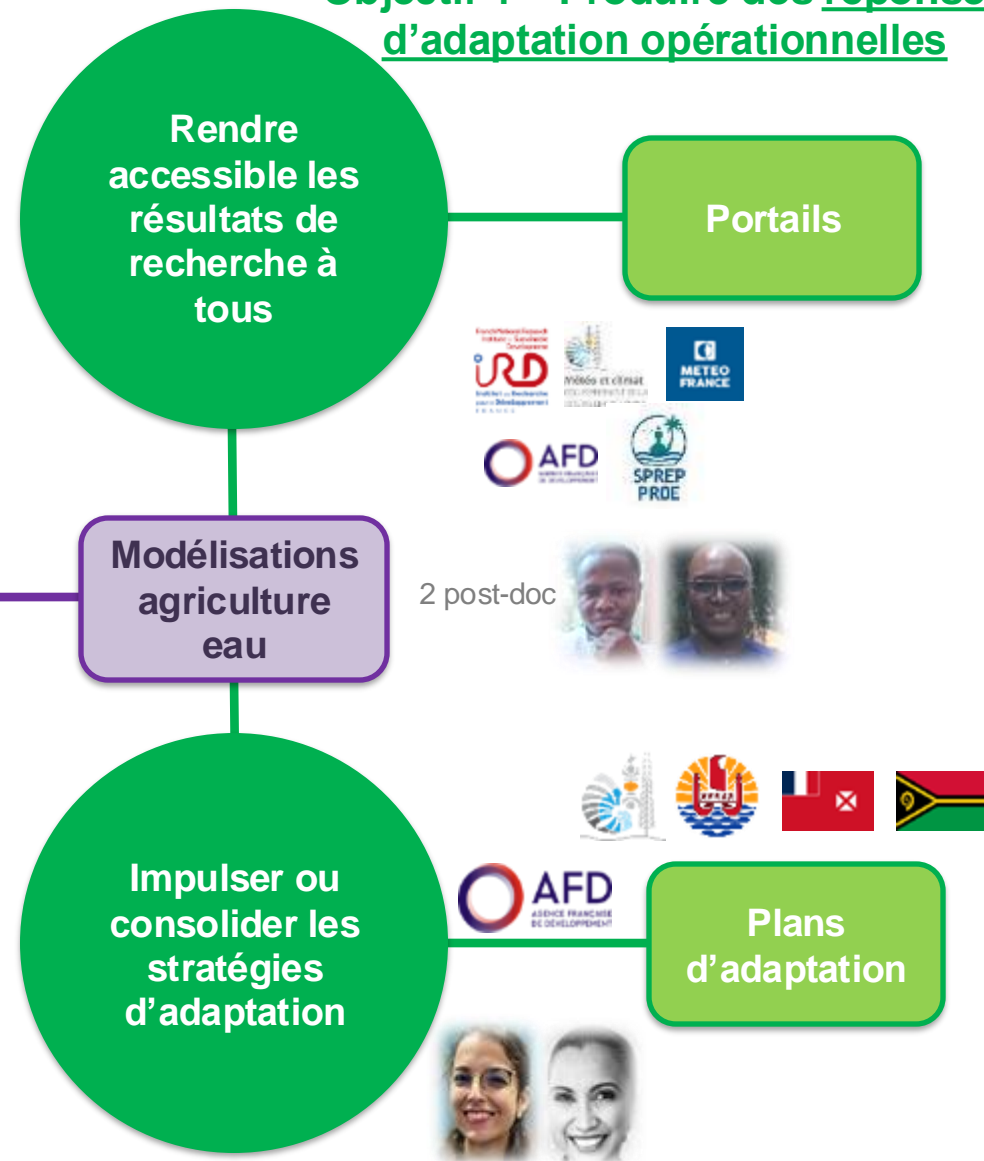
## Objectif 2 – Caractériser les enjeux et les vulnérabilités



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



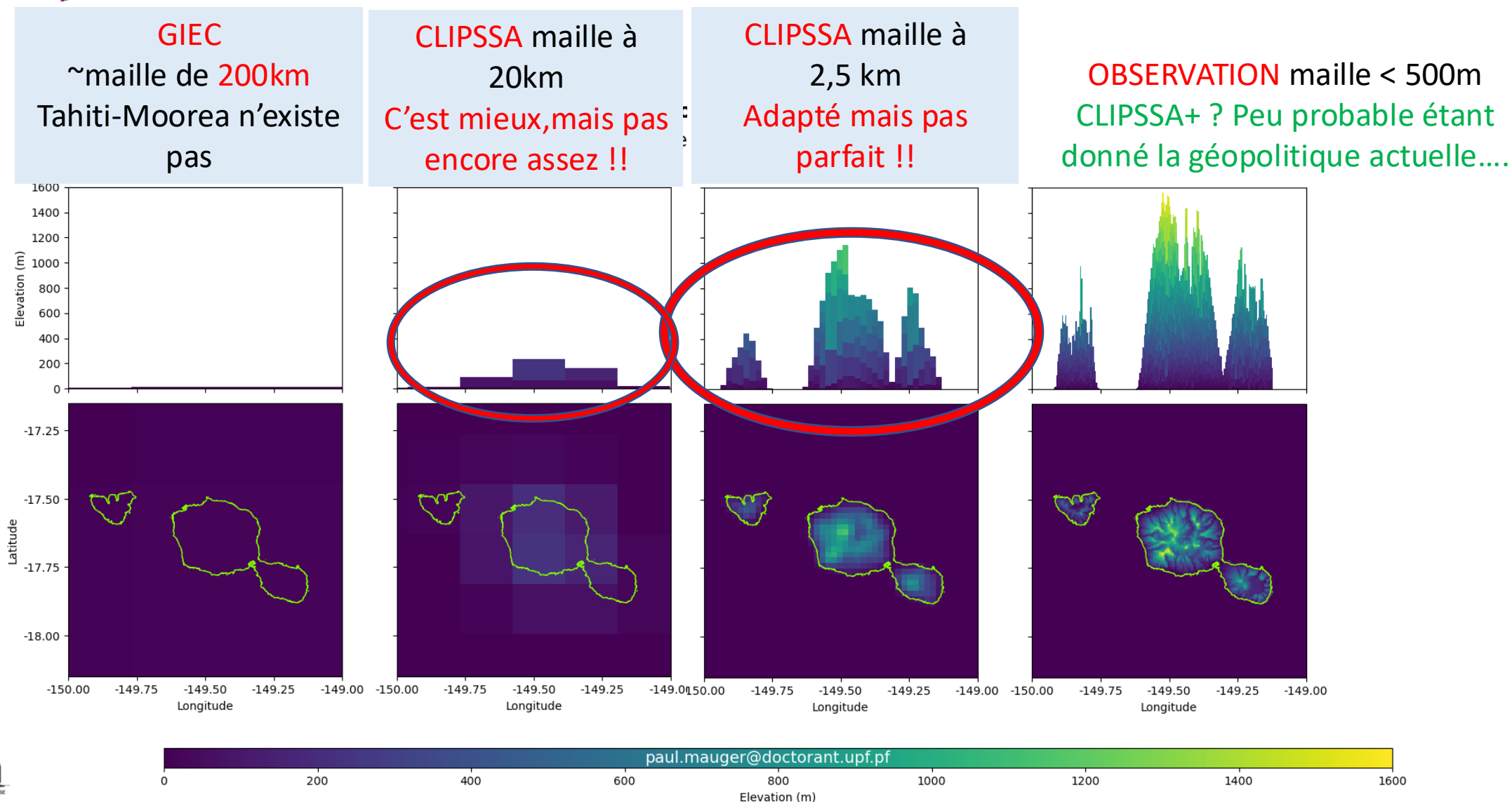
## Objectif 4 – Produire des réponses d'adaptation opérationnelles



# MESSAGE A RETENIR D'ABORD

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

ELEVATION

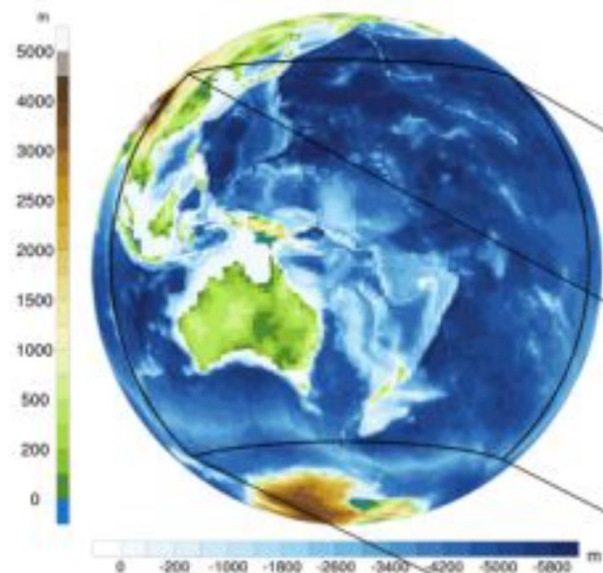


MAIS COMMENT FAIRE POUR PASSER D'UNE MAILLE DE 200 km à 20km, et à 2,5km ?



# 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

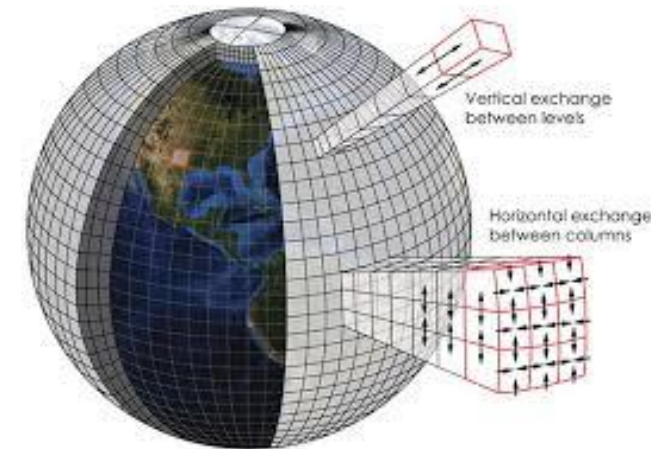
HANH LE



2.5 km grid



AMARYS



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

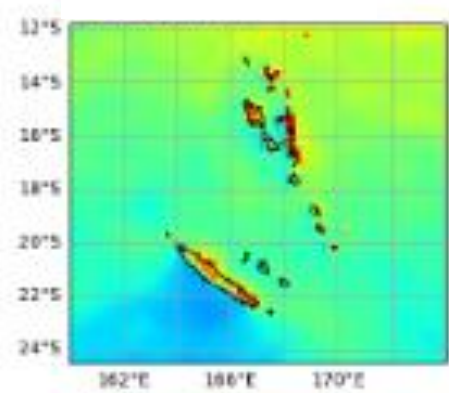
- **> 800 To de données pour 1990-2100**
- **Une simulation prend ~ 8 mois sur les supercalculateurs de Météo-France à Toulouse**
- **Attention à ne pas se tromper donc....**

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

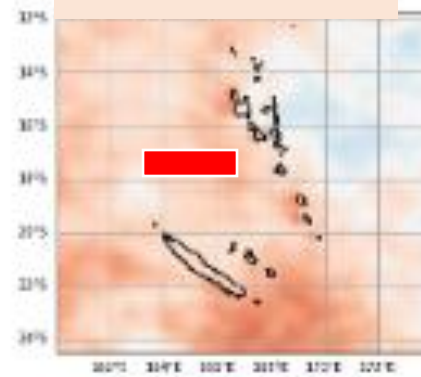


CLIMATE PRESENT

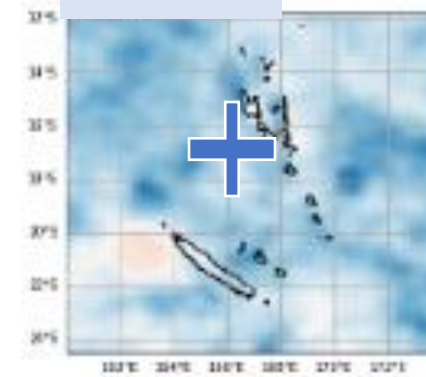
PLUIE



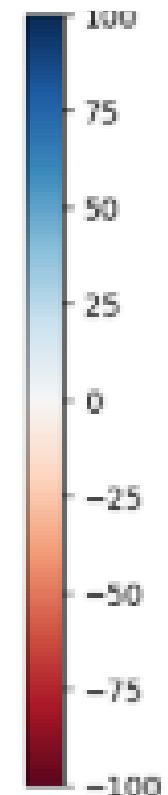
EL NINO



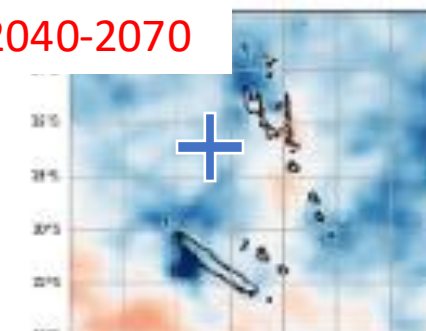
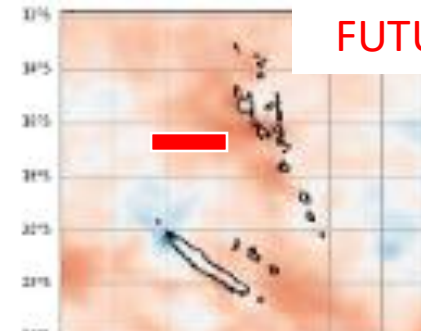
LA NINA



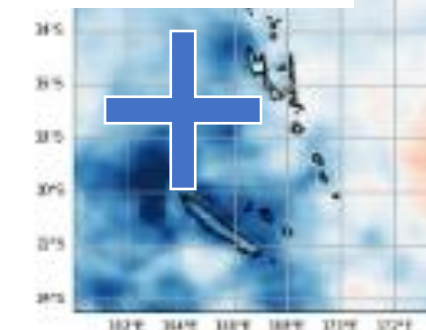
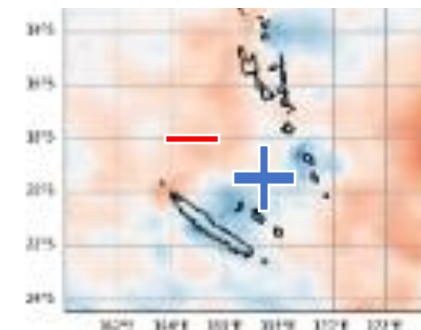
%



FUTUR- 2040-2070

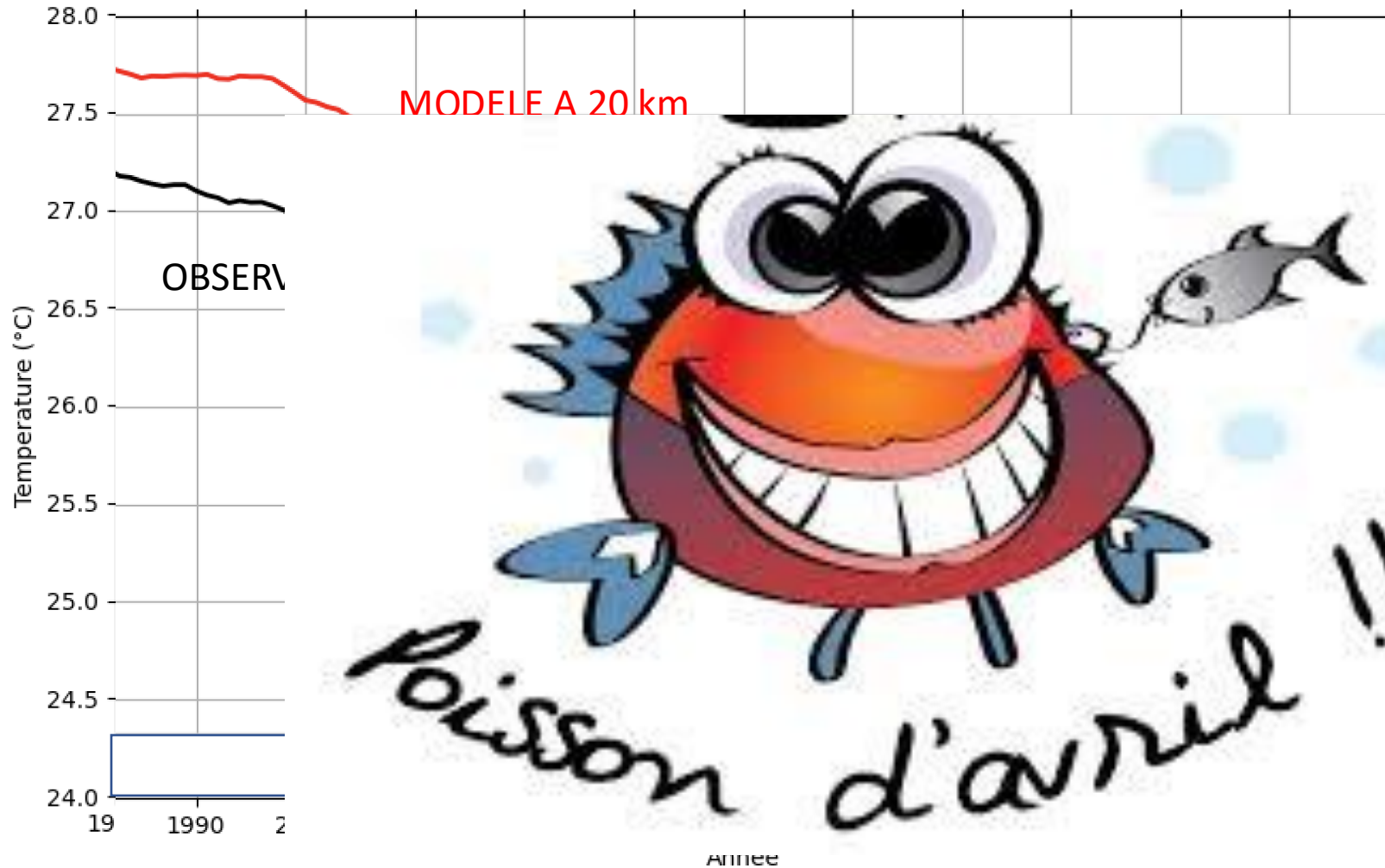


FUTUR- 2070-2100



**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 ?

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

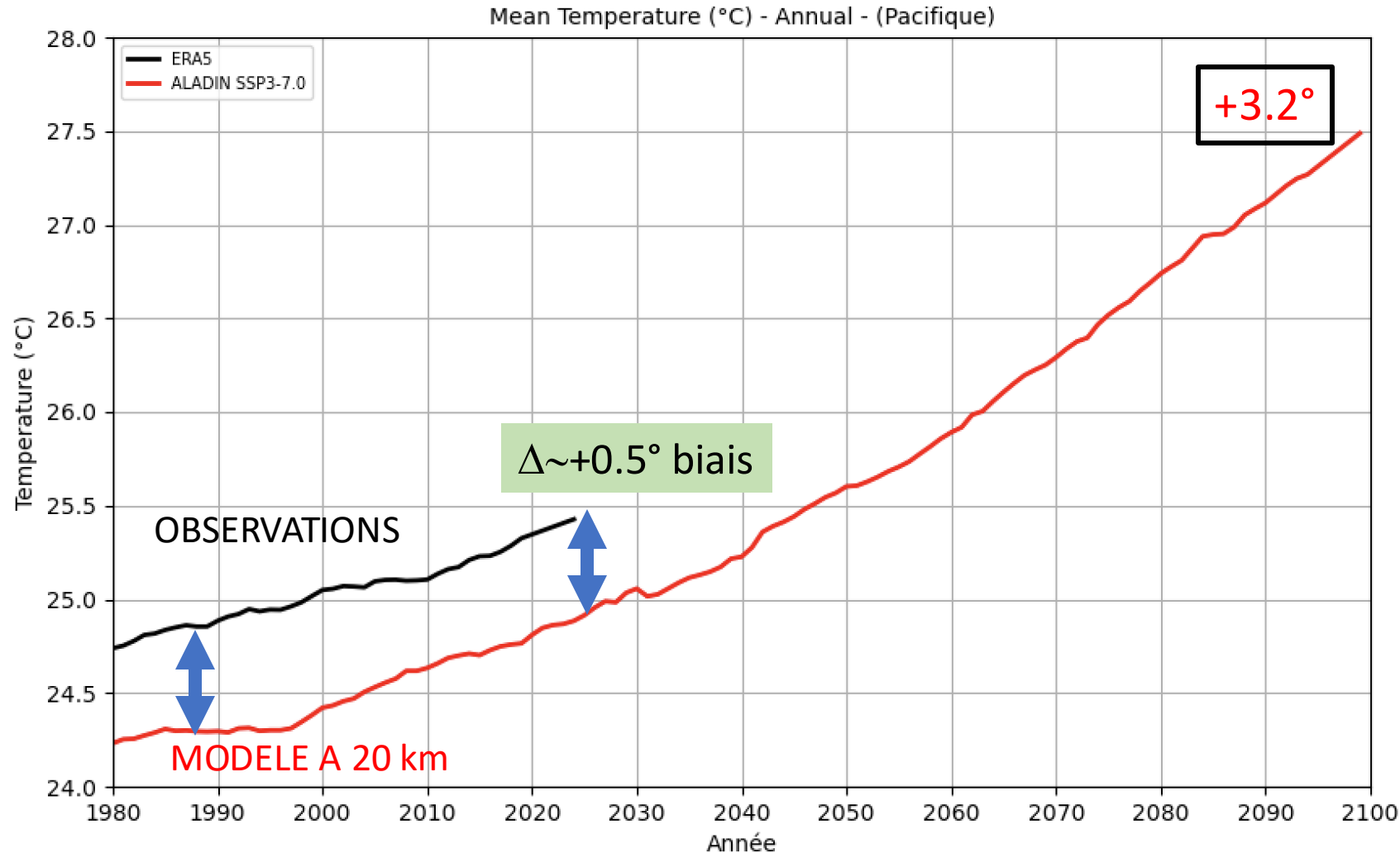


Jeremy Guerbette

??????????

BONNE NOUVELLE !!! LA TEMPERATURE BAISSSE 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  $0,5^\circ$  par rapport aux observations**

- Il existe des méthode dites de "débiaisage" pour ramener le modèle vers les observations

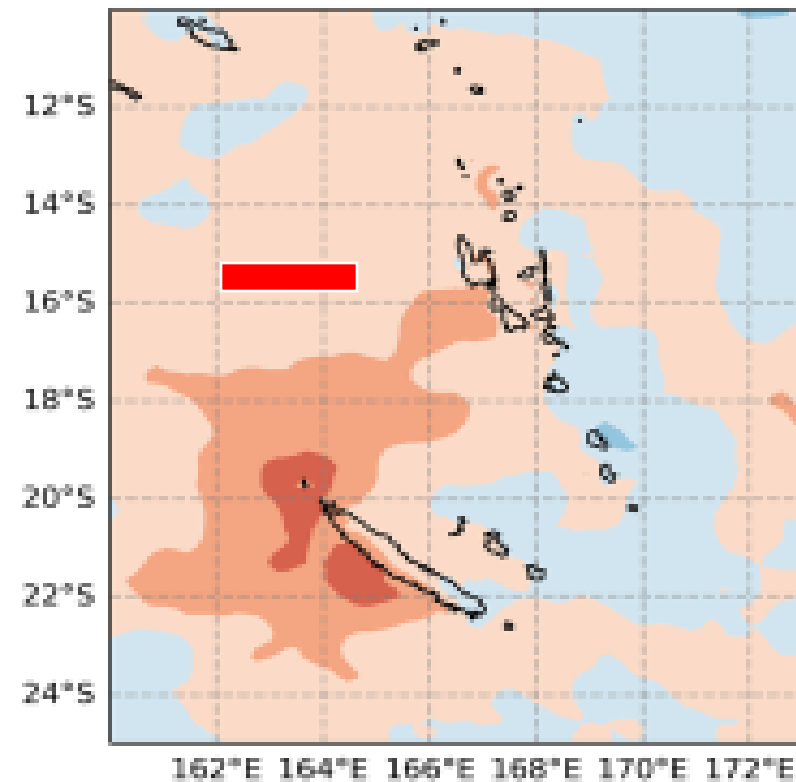


Jeremy Guerbette

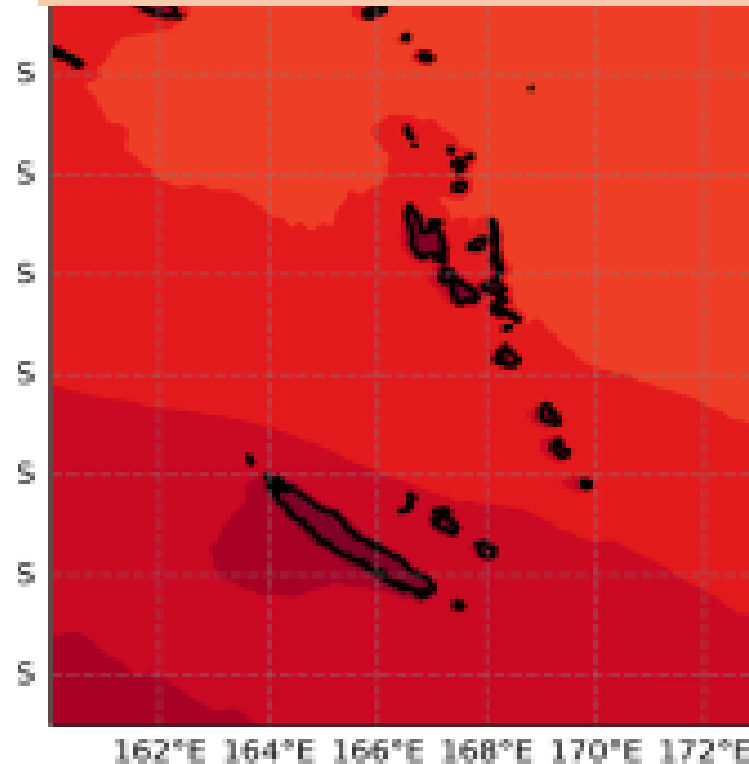


# ET DONC, AUX ALENTOURS DE 2070, ON POURRAIT AVOIR (Simulations à 20km ALADIN):

Precipitation en 2070 par rapport à maintenant



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



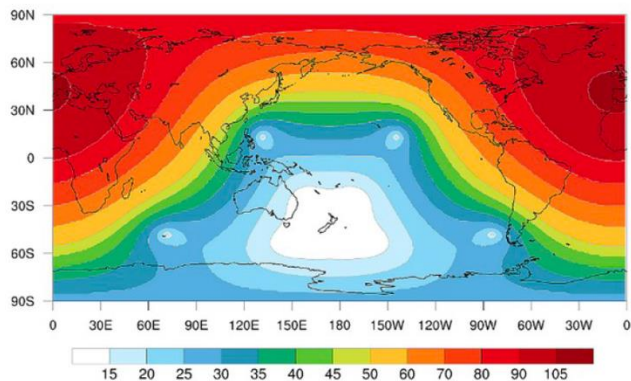
Mais tout ceci résulte d'une seule simulation à 20km or toute la force du GIEC réside dans le fait **qu'une incertitude est estimée** en même temps que l'évolution grâce aux ~60 modèles de climat

Jeremy Guerbette



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

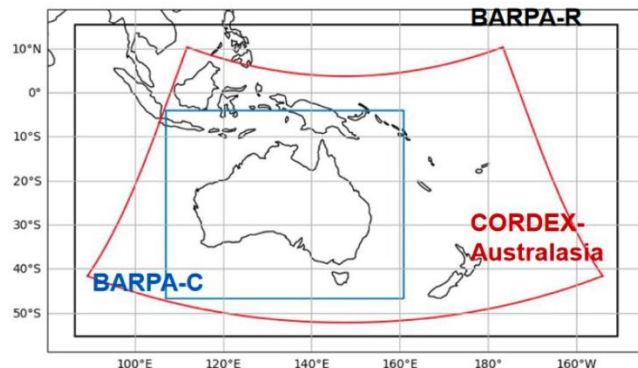
MODELES REGIONAUX NOUVELLE ZELANDE  
~36 km de maille



6 simulations

*Gibson et al. 2024*

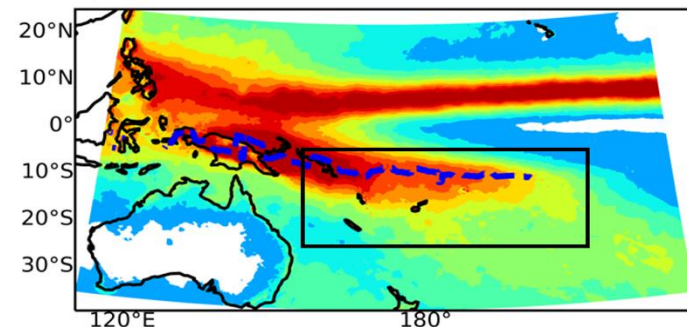
MODELES REGIONAUX AUSTRALIENS,  
OK pour la NC mais limitée pour la  
Polynésie et au delà



7 simulations

*Howard et al. (2024)*

Notre modèle ALADIN ~ 20km



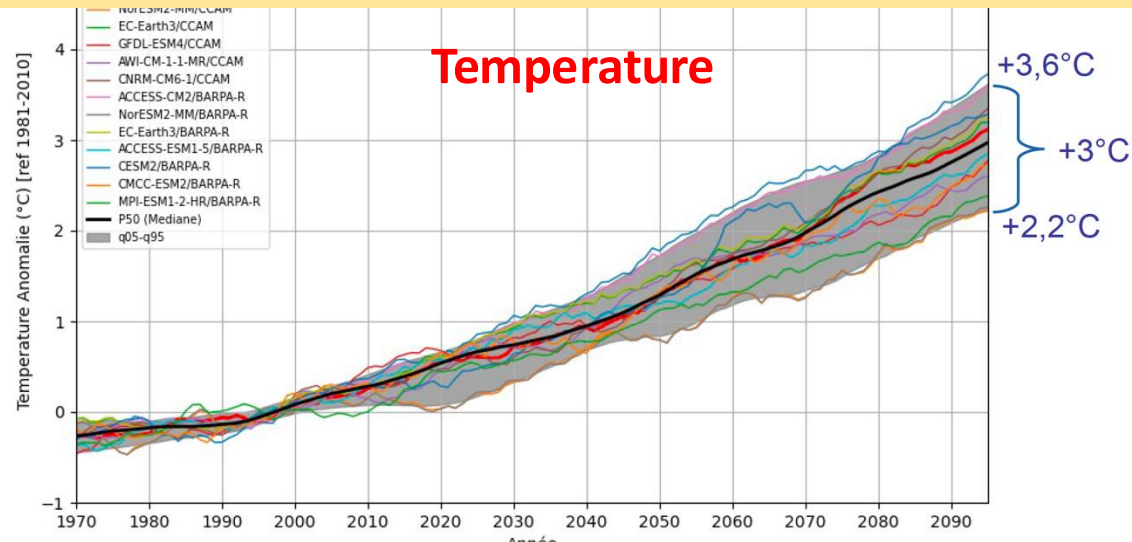
1 simulation

Hanh

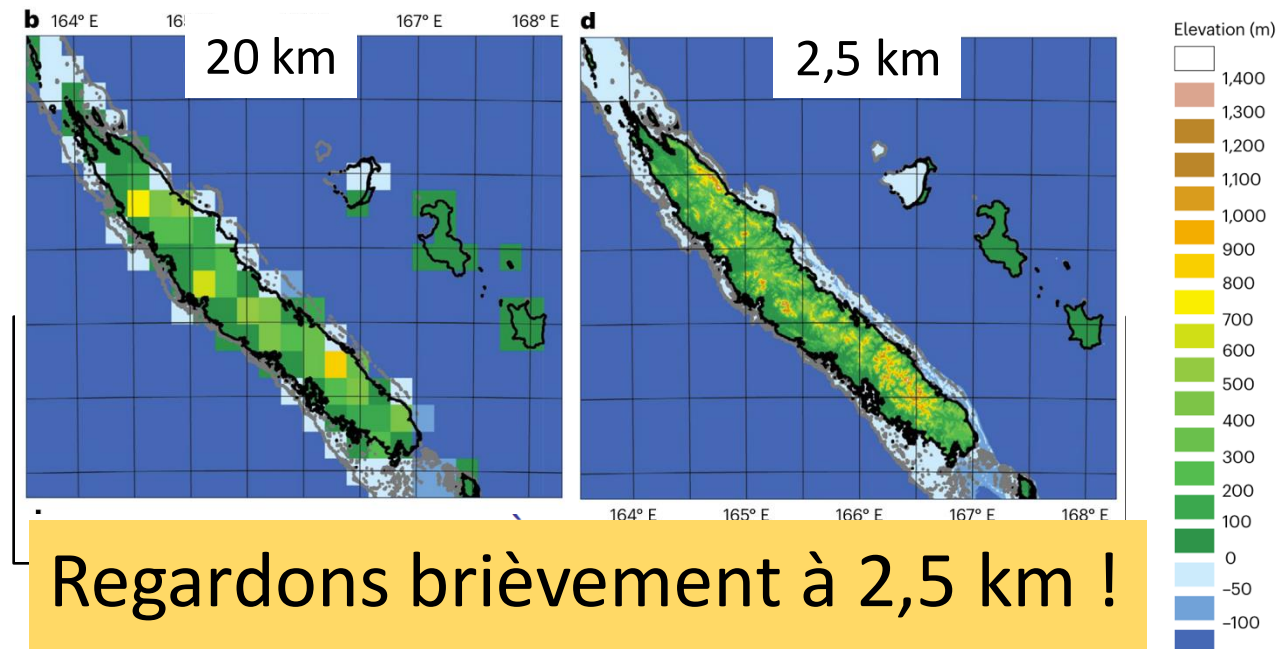
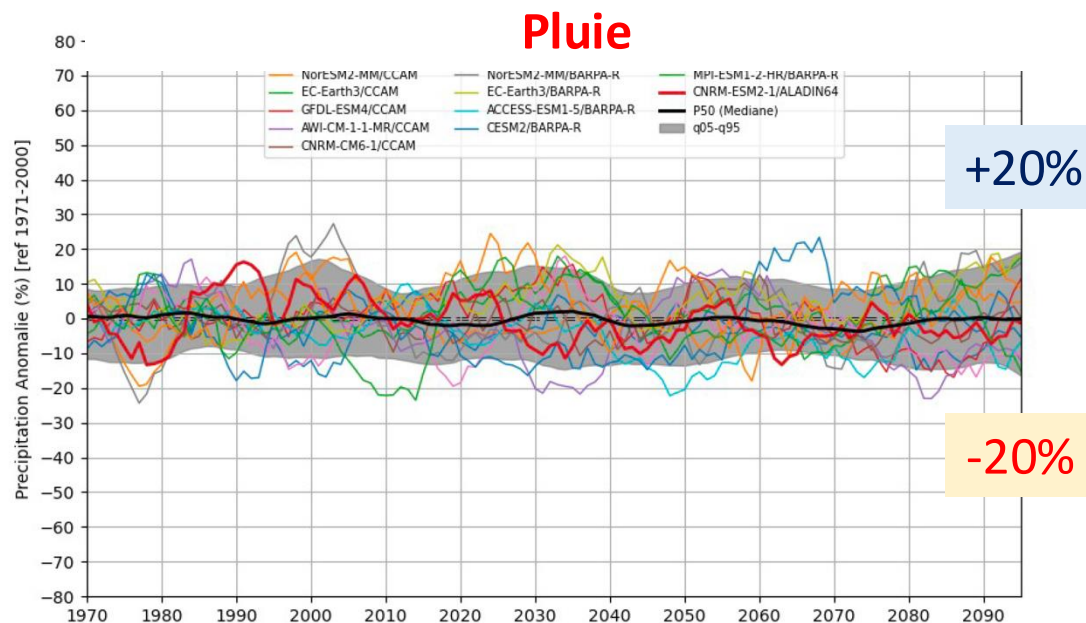
En tout, nous avons **14 modèles** dans la région, mais à ~ 20km de maille

Jérémy Guerbette, MF

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

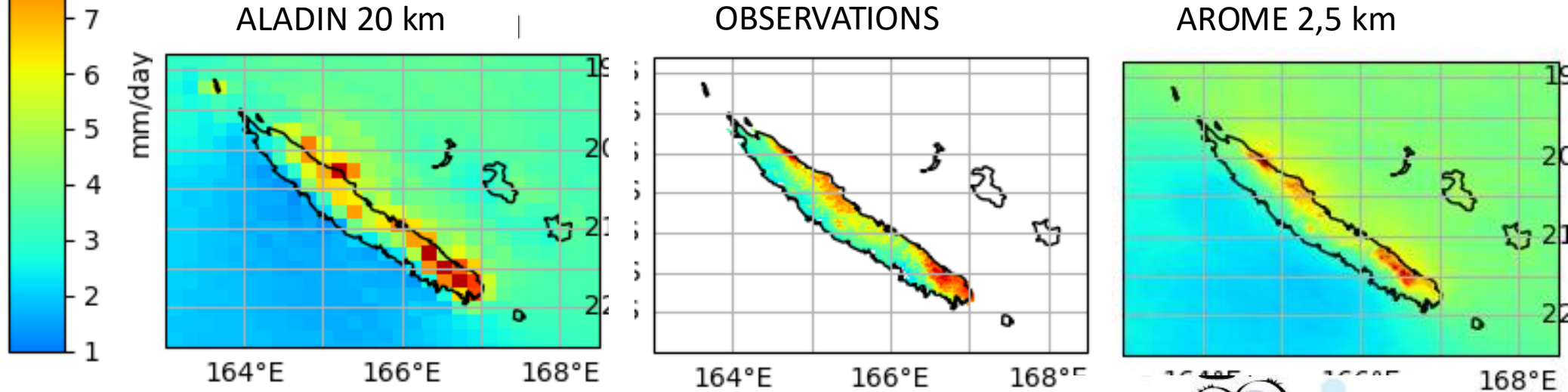


Tendance fiable sur temperature, par contre grande dispersion pour la pluie.....Mais 20km, ce n'est pas la bonne maille, il faut aller plus loin !!



Regardons brièvement à 2,5 km !

## VERS 2,5 km de maille: le modèle AROME



ET LE FUTUR  
Réponse  
climat....



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



car 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.

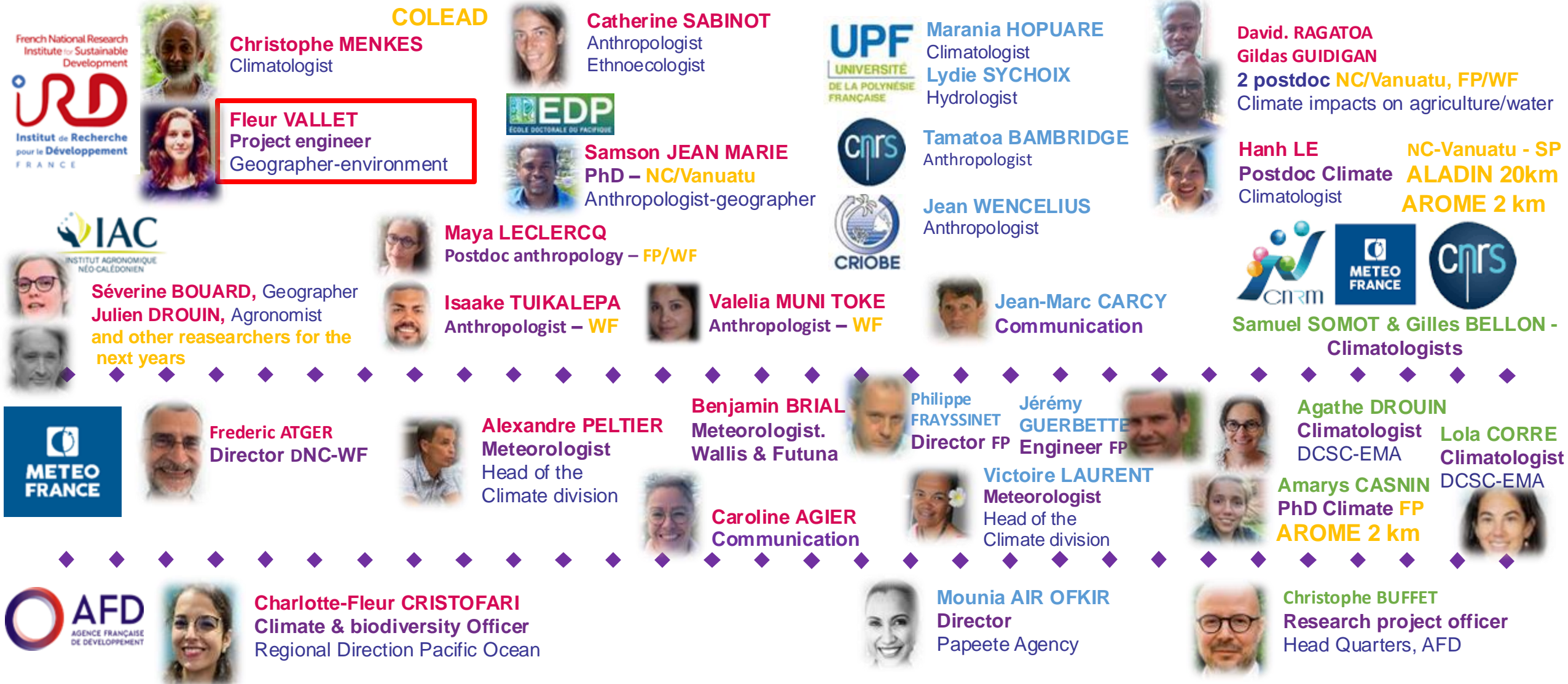


# Organizational chart – Scientific and technical team

## New Caledonia, Nouméa, Pouembout

## French Polynesia, Faa'a

## France, Toulouse/Paris



+ many other colleagues from IRD, MétéoFrance, CNRS, IAC, CNRM, etc.

+ CLIPSSA focal points in Vanuatu, New Caledonia, French Polynesia and Wallis & Futuna

+ SPREP, CPS and partners



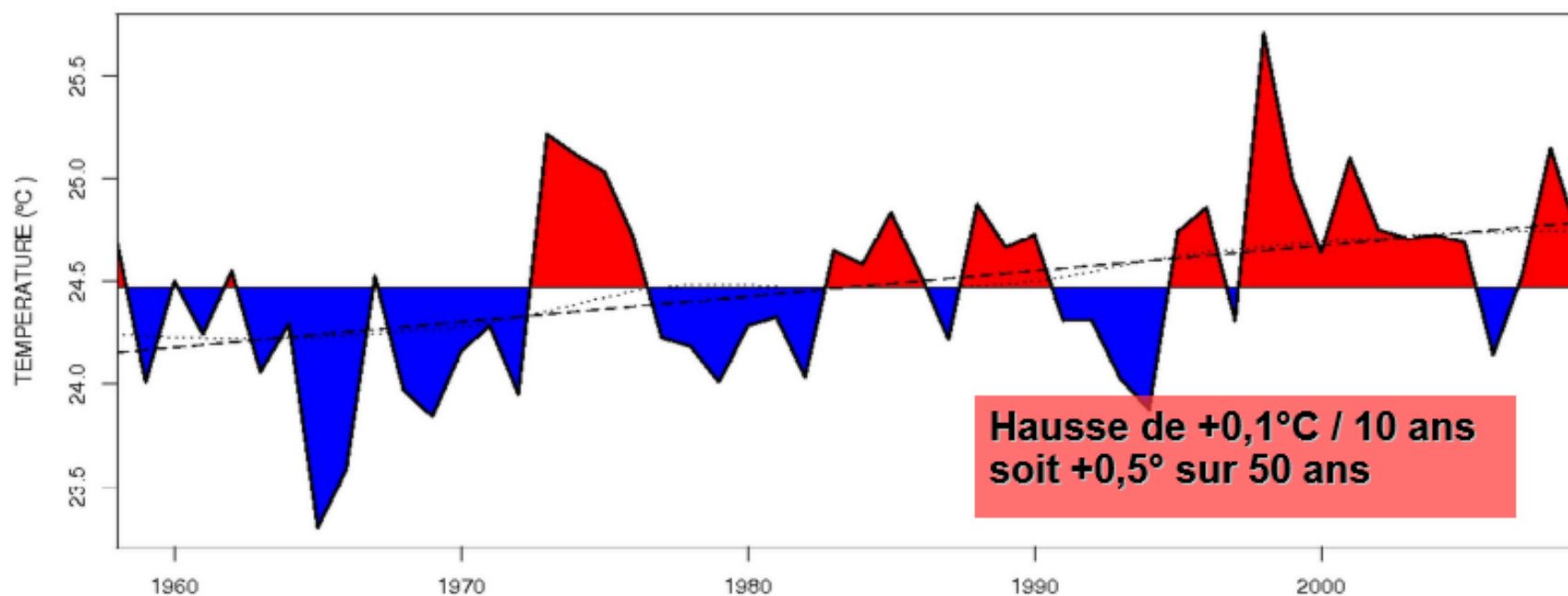
## Pacific Climate, Local Knowledge and Adaptation strategies

**Merci!**

## Et dans notre lagon ?



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



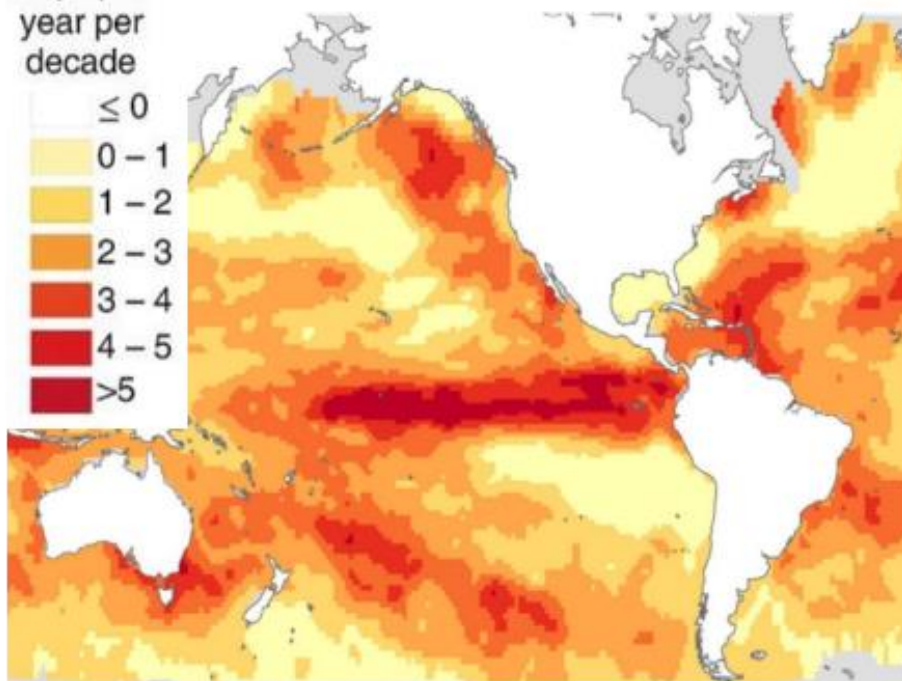
**Source : IRD - NC**

# Les vagues de chaleur océanique



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

Days per year per decade  
ays in 1987-2016 compared with 1925-1954



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

Février 2016 : premier blanchissement massif en Nouvelle-Calédonie



Source : Benzoni et al. , février 2016

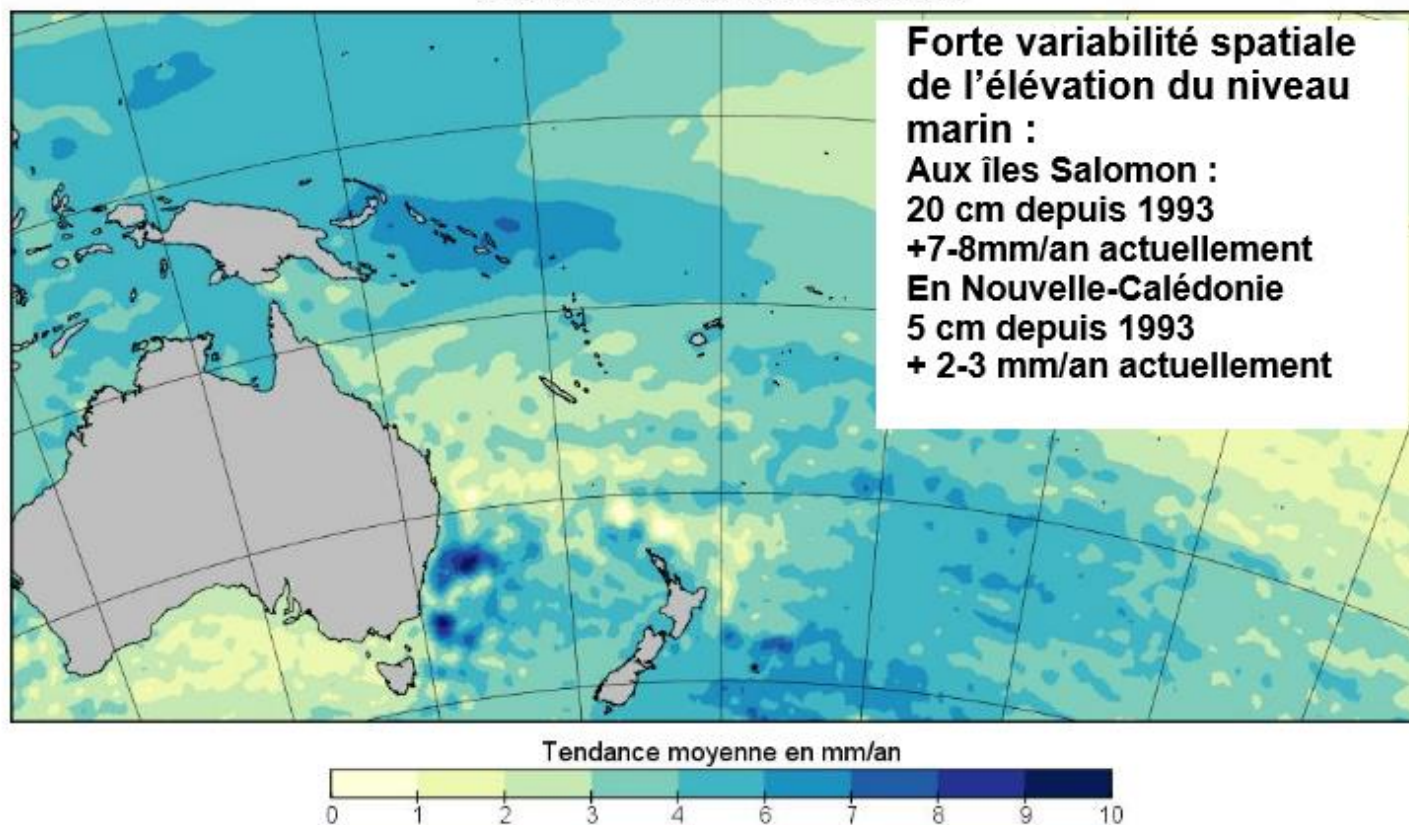


# Élévation du niveau de la mer en Nouvelle-Calédonie



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

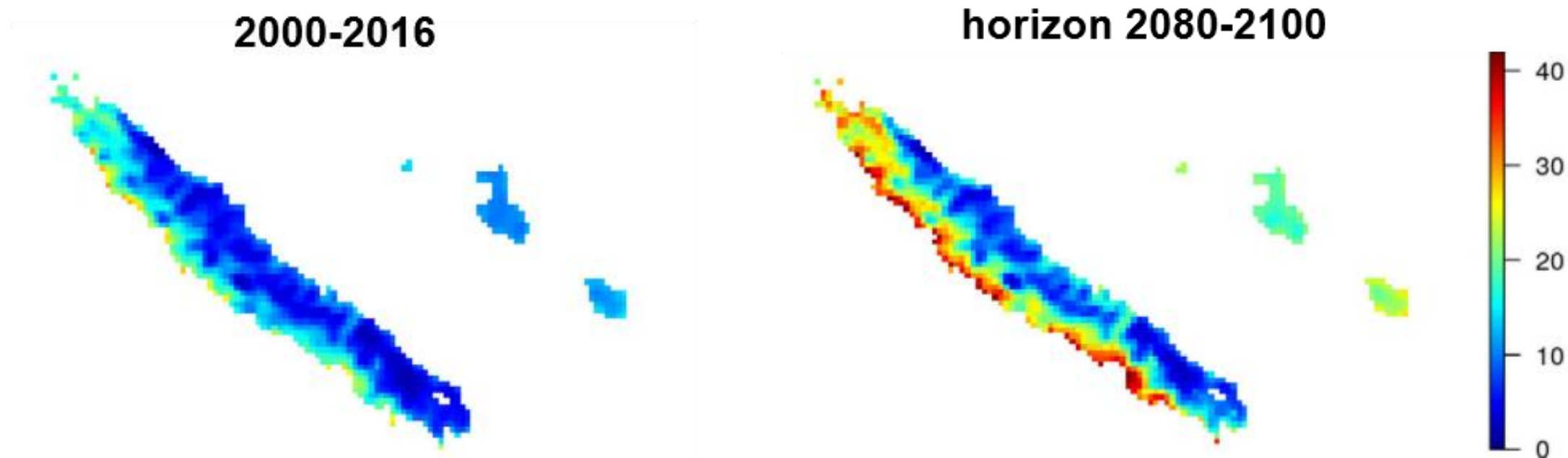
GLOBAL\_OMI\_SL\_regional\_trends (1993-2023)





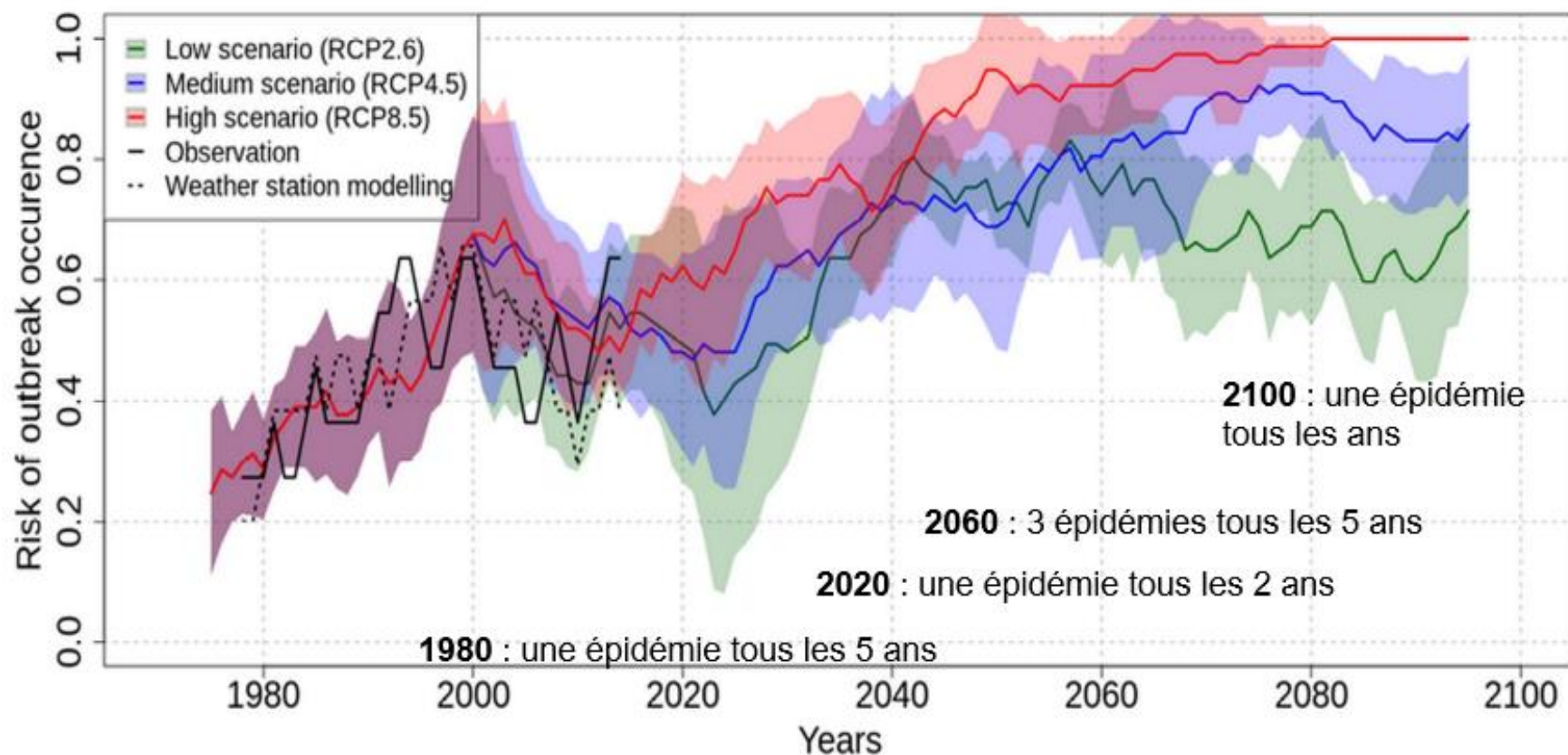
# Evolution de l'Indice Forêt Météo (IFM)

IFM moyen



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

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



Source : Ochida et al. 2021