

A satellite-style map of the Guadeloupe archipelago, showing the main islands of Basse-Terre and Grande-Terre, along with several smaller islands. The map is set against a dark blue background. A white title is centered over the map.

Le Changement Climatique en Guadeloupe

Service Régional de Guadeloupe

20 mai 2014



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Sommaire

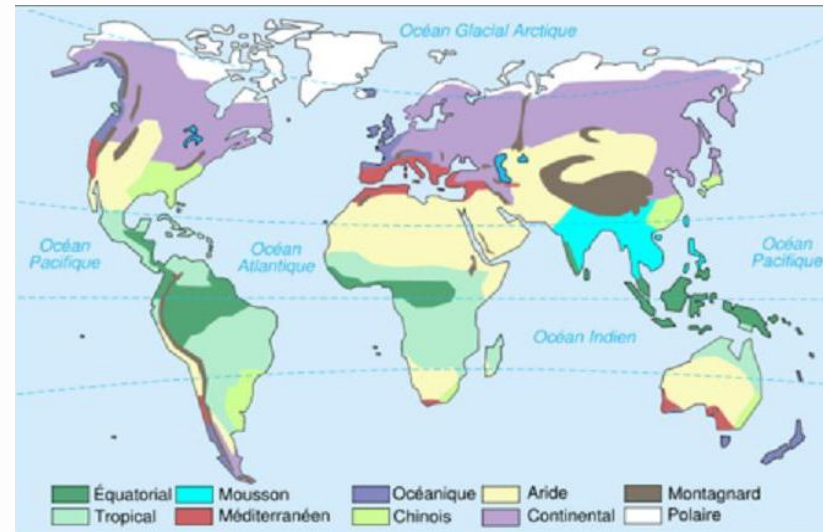
- ▶ **Généralités : Qu'est ce que le climat ?**
- ▶ **Enquête sur le climat du passé**
 - L'évolution climatique observée
- ▶ **Le climat présent de la Guadeloupe**
- ▶ **Le changement climatique**
 - L'effet de serre
 - Les gaz à effet de serre et le forçage radiatif
 - Le GIEC et l'état des connaissances
- ▶ **En quête du climat futur**
 - Les modèles climatiques globaux
 - Les scénarii et projections mondiales
 - Une technique de régionalisation des projections : la descente d'échelle
 - Application à la Guadeloupe
- ▶ **Conclusion**



Généralités

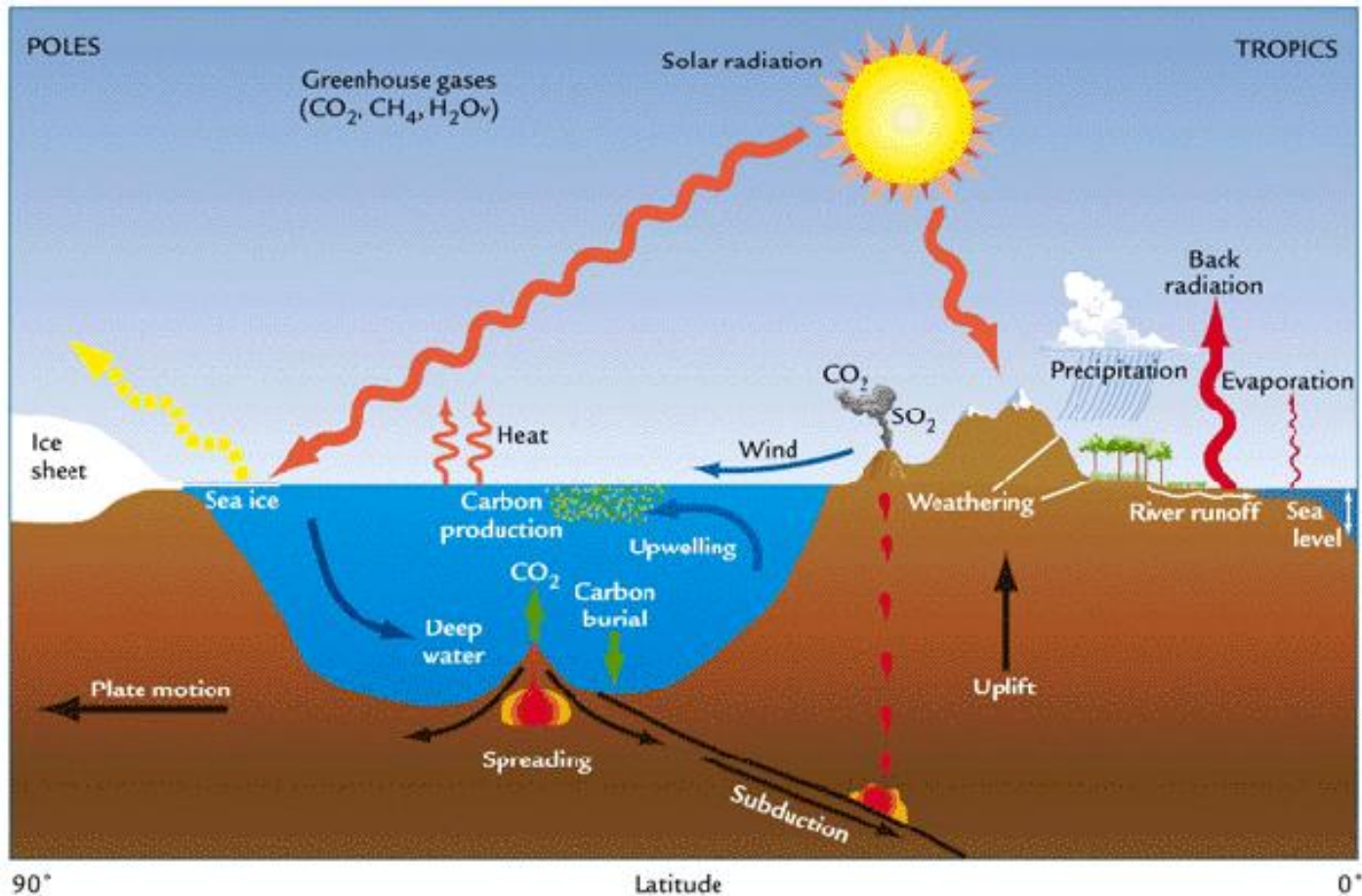
Qu'est ce que le climat ?

- Conditions météorologiques moyennes observées en un lieu ou une région.
- Principaux paramètres météorologiques permettant de caractériser le climat :
 - *Température moyenne*
 - *Précipitations annuelles*
 - *Humidité, nébulosité*
 - *Pression atmosphérique*
 - *Régime des vents*
 - *Saisonnalité*
- Composantes de la machine climatique :
 - *Rayonnement solaire*
 - *Circulation océanique et atmosphérique*
 - *Effet de serre*



Le climat de la Guadeloupe est de type tropical océanique

Le Système Climatique



« Le climat est un système couplé extrêmement complexe, composé de l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère et la cryosphère qui interagissent à toutes les échelles de temps et d'espace ». **Ch. Cassou, CERFACS**

Sommaire

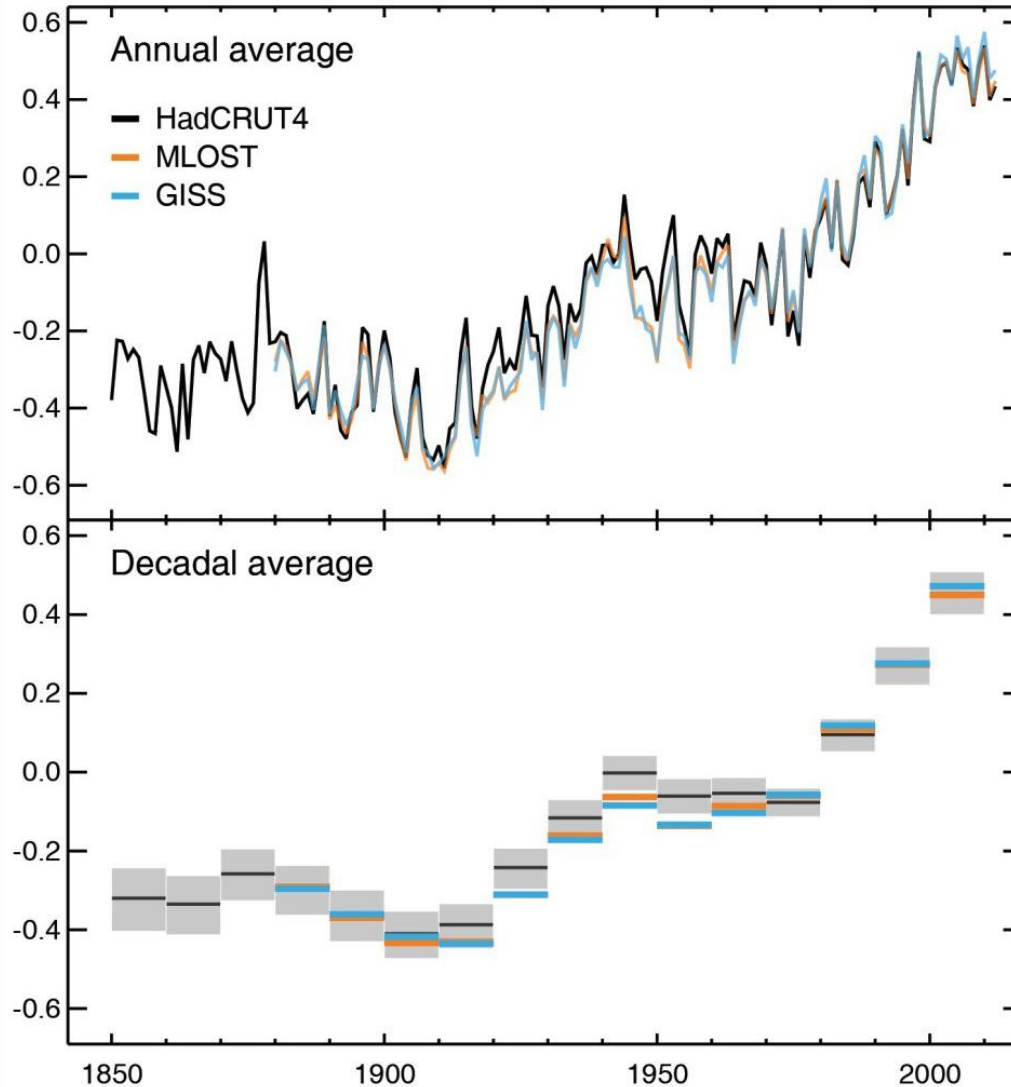
- ▶ Qu'est ce que le climat ?
- ▶ **Enquête sur le climat du passé**
 - L'évolution climatique observée
- ▶ Le climat présent de la Guadeloupe
- ▶ Le changement climatique
 - L'effet de serre
 - Les gaz à effet de serre et le forçage radiatif
 - Le GIEC et l'état des connaissances
- ▶ En quête du climat futur
 - Les modèles climatiques globaux
 - Les scenarii et projections mondiales
 - Une technique de régionalisation des projections : la descente d'échelle
 - Application à la Guadeloupe
- ▶ Conclusion



Enquête sur le climat du passé : Observation du changement climatique

Température moyenne en surface

Anomalie en °C par rapport à la période 1961-1990



Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850.

Sur la période 1880–2012, la tendance linéaire globale des données de température indique un réchauffement moyen de **0.85 °C**.

L'intervalle de confiance à 90 % étant de **0.65 à 1.06 °C**

(Source : Résumé du 5^{ème} rapport du GIEC, 2013)

Sommaire

- ▶ Qu'est ce que le climat ?
- ▶ Enquête sur le climat du passé
 - L'évolution climatique observée
- ▶ **Le climat présent de la Guadeloupe**
- ▶ Le changement climatique
 - L'effet de serre
 - Les gaz à effet de serre et le forçage radiatif
 - Le GIEC et l'état des connaissances

▶ Enquête du climat futur

- Les modèles climatiques globaux
- Les scénarii et projections mondiales
- Une technique de régionalisation des projections : la descente d'échelle
- Application à la Guadeloupe

▶ Conclusion



Le climat présent de la Guadeloupe : la saisonnalité

Saison sèche

1^{ère} transition

Saison des pluies

2^{ème} transition



Alizé constant et soutenu.

Temps sec et ensoleillé en journée, petites averses fréquentes en fin de nuit.

Températures nocturnes fraîches.

Les situations pluvieuses sont associées à l'influence des fronts froids circulant au nord de l'arc antillais.

Des averses plus fréquentes alternent avec des embellies.

Parfois, de fortes pluies, souvent orageuses, se manifestent entre fin avril et début mai,

Températures en hausse, surtout les minimales nocturnes.

Temps chaud et humide.

Des épisodes de pluies abondantes, voire diluviennes, affectent l'archipel, associées à des ondes d'Est ou à l'influence plus ou moins directe de cyclones tropicaux.

Souvent, la faiblesse de l'alizé débouche sur un temps lourd et orageux en journée.

Diminution des pluies, alternance d'averses et de belles éclaircies.

Régime de vent plus soutenu (appelé les vents en décembre).

Températures en baisse.

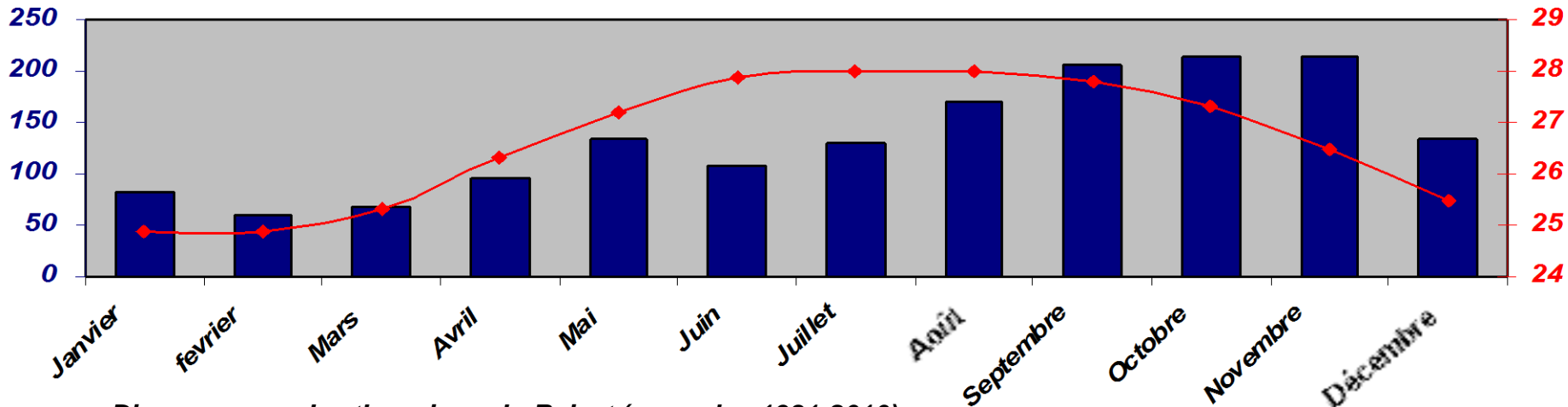
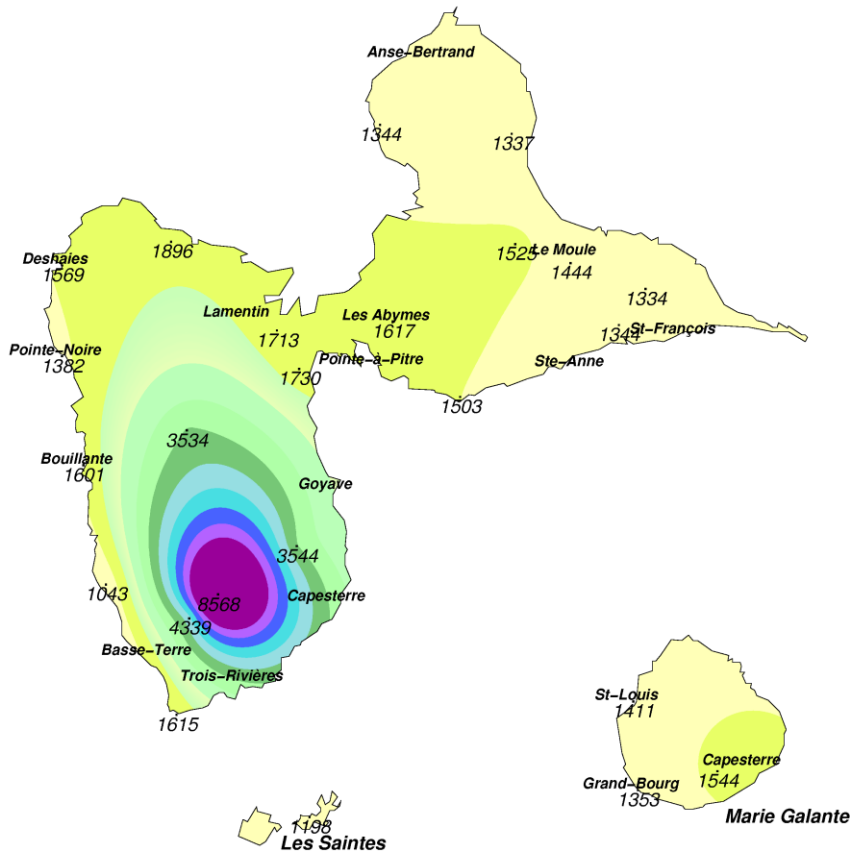


Diagramme ombrothermique du Raizet (normales 1981-2010)

Le climat présent de la Guadeloupe : les précipitations



Normale des précipitations annuelles 1981-2010



Les Saintes : **1000 à 1200 mm/an**

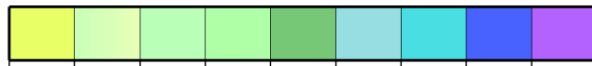
La Désirade, Marie-Galante, Grande-Terre (est et nord) et côte sous le vent de la Basse-Terre : **1300 à 1500 mm/an**

Grande-Terre(Grands-Fonds et région pointoise), nord Basse-Terre : **1600 à 1800 mm/an**

Est de la Basse-terre (en-dessous de 600 m) : **1600 à 3500 mm/an**

Massif de la Soufrière : **3500 à 10000 mm/an**

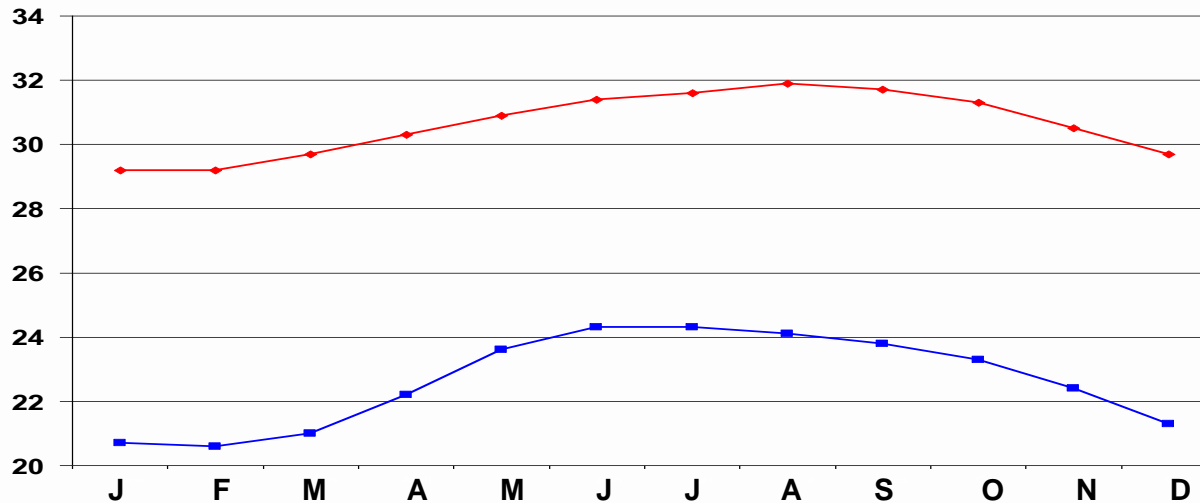
[- 10 km -]



1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500 5000 5500

Le climat présent de la Guadeloupe : les températures

Normale des températures maximales et minimales au Raizet (1981-2010)



Maximale moyenne sur l'année : **30.6°C**

Minimale moyenne sur l'année : **22.6°C**

Nombre moyen de jours où la température maximale dépasse 32 °C : **70.8**

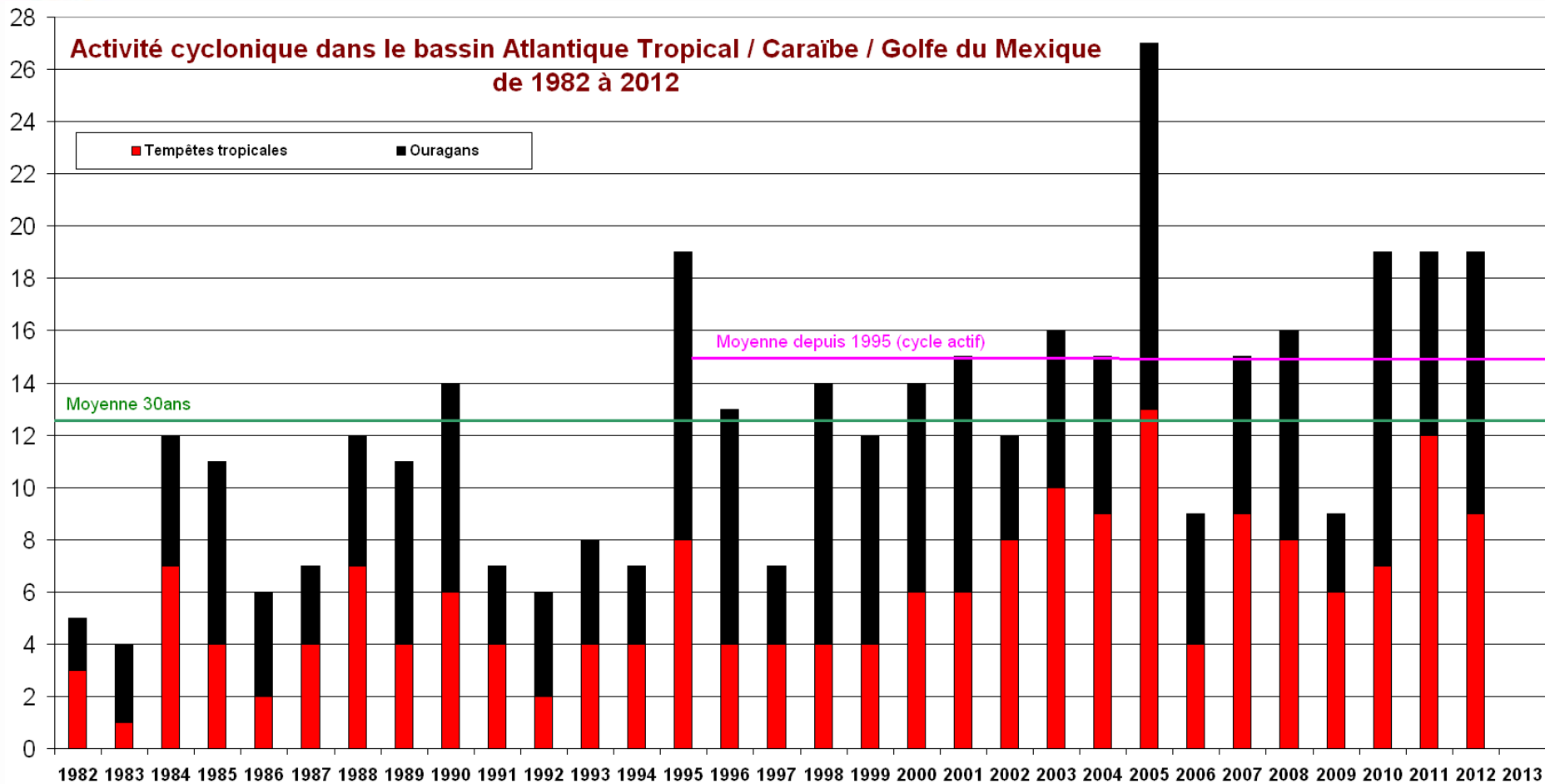
Quelques records de températures

Températures les plus basses mesurées : 7.6°C à la Soufrière le 2/03/2013, 13°C au Raizet le 4/02/1958, 15.5°C à Petit Canal le 27/02/2000.

Températures les plus élevées mesurées : 36,5°C à Baillif le 16/09/1998, 29,9°C le 11/10/2010 à la Soufrière

La température de surface de la mer près du littoral de l'archipel varie en moyenne de 25 / 26°C en février à 28 / 29°C de juillet à septembre

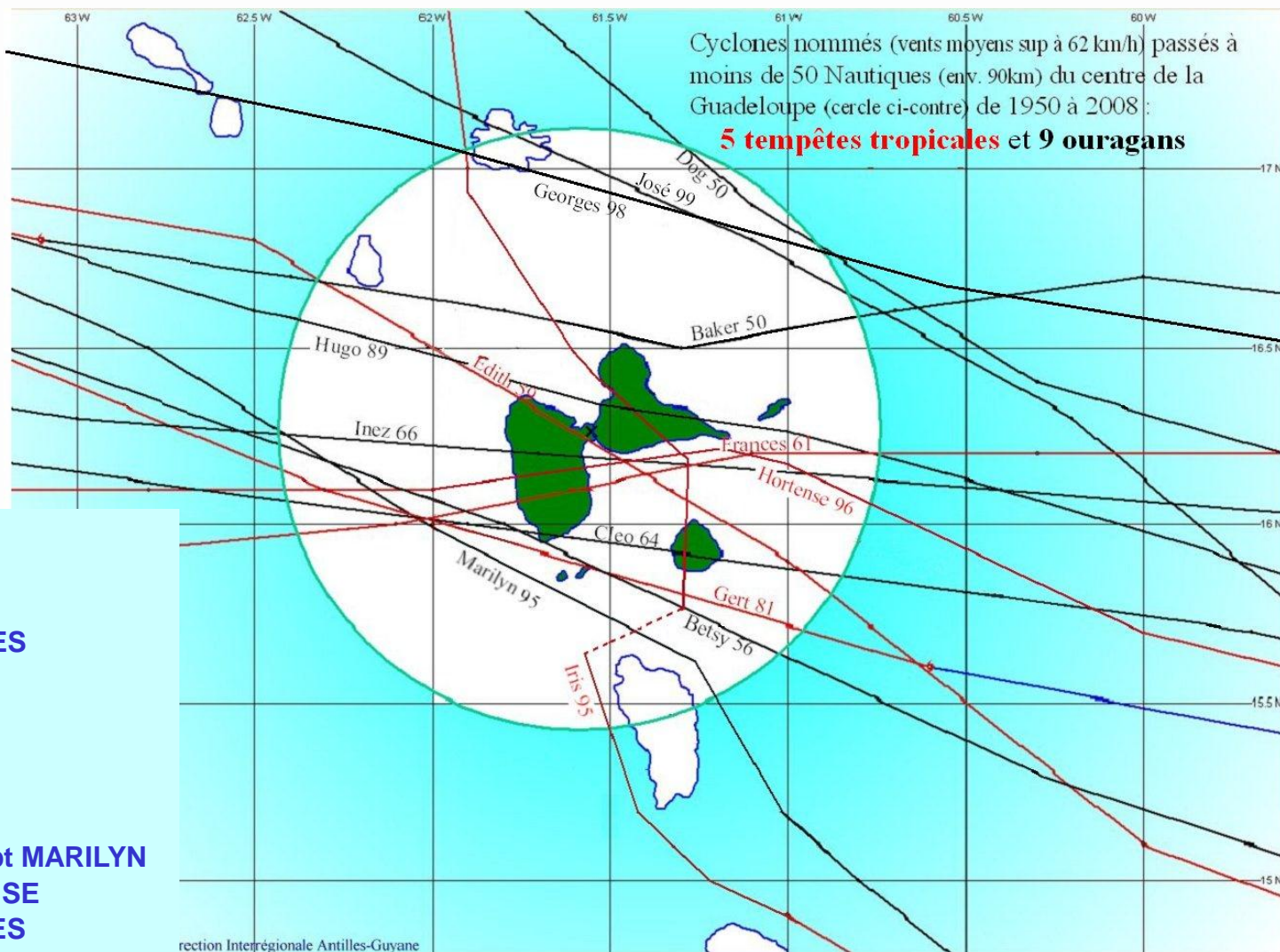
Évènements extrêmes : les cyclones tropicaux – 1



Moyenne 1981-2010 : 12,5 cyclones nommés, dont 6,5 atteignent le stade ouragan

Moyenne cycle actif depuis 1995 : 15 cyclones nommés dont 7,7 atteignent le stade ouragan

Évènements extrêmes : les cyclones tropicaux – 2



1950 : août BAKER
1956 : août BETSY
1959 : août EDITH
1961 : oct FRANCES
1964 : août CLEO
1966 : sept INEZ
1981 : sept GERT

1989 : sept HUGO
1995 : août IRIS, sept MARILYN
1996 : sept HORTENSE
1998 : sept GEORGES
1999 : oct JOSE

Sommaire

- ▶ Qu'est ce que le climat ?
- ▶ Enquête sur le climat du passé
 - L'évolution climatique observée
- ▶ Le climat présent de la Guadeloupe
- ▶ **Le changement climatique**
 - ***L'effet de serre***
 - ***Les gaz à effet de serre et le forçage radiatif***
 - ***Le GIEC et l'état des connaissances***

Enquête du climat futur

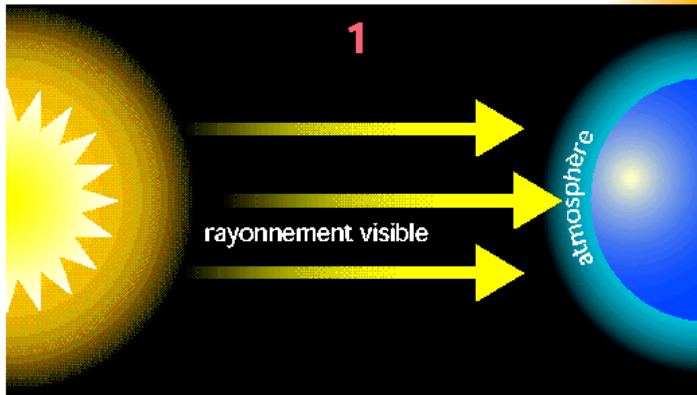
- Les modèles climatiques globaux
- Les scénarii et projections mondiales
- Une technique de régionalisation des projections : la descente d'échelle
- Application à la Guadeloupe

▶ Conclusion

L'Effet de Serre

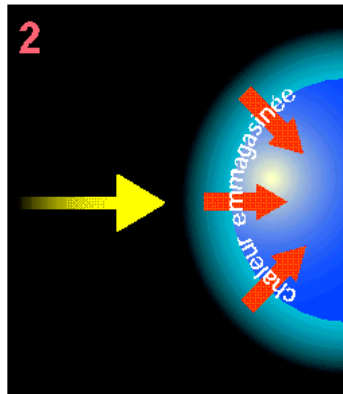
1

Le rayonnement solaire est la seule source d'énergie pour la planète Terre



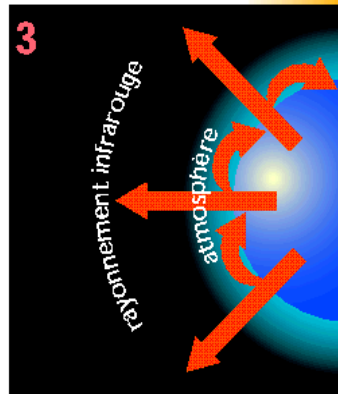
2

L'énergie solaire reçue est emmagasinée par la surface terrestre



3

L'énergie emmagasinée est restituée sous forme de rayonnement infrarouge



Les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère (*vapeur d'eau, gaz carbonique...*) renvoient une partie du rayonnement infra-rouge vers la surface

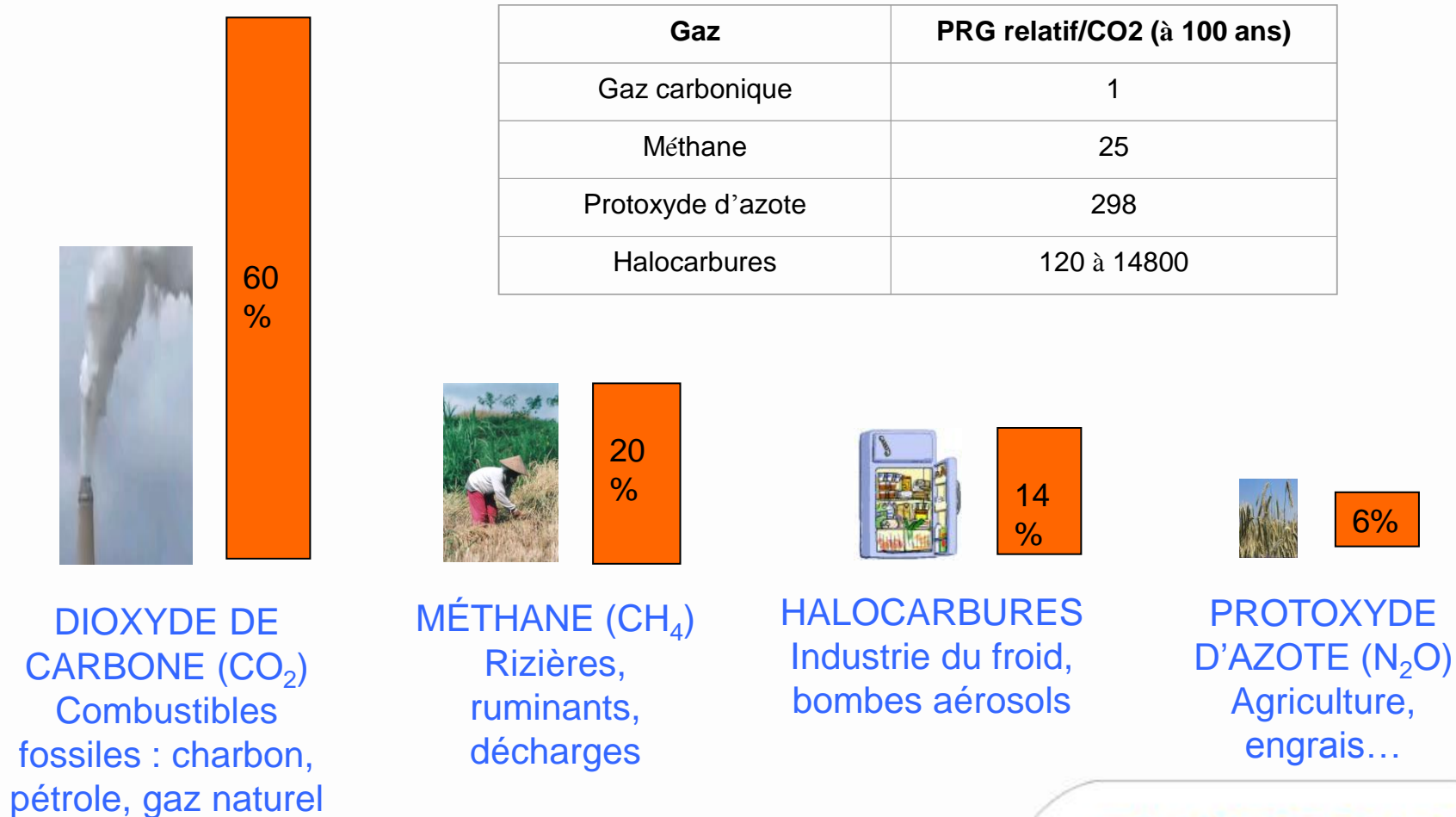
Sans atmosphère la température moyenne sur Terre serait de **-19°C** au lieu de **15°C**



Source: Météo-France

Contribution des différents gaz à l'effet de serre additionnel

Pour comparer les GES entre eux, on calcule leur Pourvoir de Réchauffement Global, par rapport à celui du plus abondant d'entre eux, le CO₂



Le changement climatique : le GIEC (*IPCC en anglais*)

Le **GIEC** (*Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*) est une organisation mise en place en 1988, à la demande du G7 (*USA, Japon, Allemagne, France, Grande Bretagne, Canada, Italie*), par l'Organisation Météorologique Mondiale (*OMM*) et le Programme pour l'Environnement des Nations Unies

Le GIEC (<http://www.ipcc.ch>) évalue et fait la synthèse des travaux de recherche faits dans le monde entier et publie des rapports sur les résultats faisant consensus. Le dernier rapport du GIEC a été publié en 2013 (AR5) et se décline en :

- Un rapport complet (en anglais)
- Un Résumé à l'intention des décideurs (en français)
- Un Résumé technique (en français)

Le GIEC comprend 3 groupes de travail :

- Physique et modélisation du climat (passé et futur)
- Vulnérabilité et adaptation des systèmes naturels et socio-économiques aux risques du changement climatique
- Scenarii et réduction des émissions

Participation du Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France

<http://www.cnrm.meteo.fr>

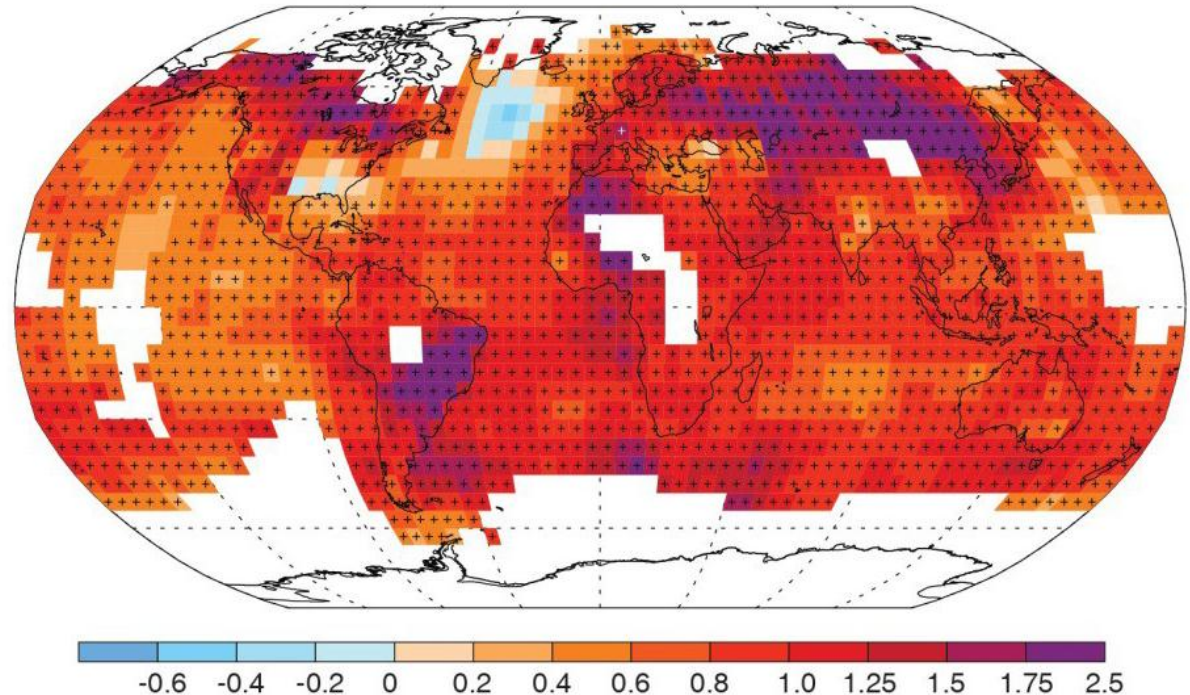


Le changement climatique : le constat mondial

Evolution de la température moyenne de surface 1901-2012

Tendances mondiales linéaires de températures au cours de la période 1901 à 2012 estimées à la surface du globe. Le blanc indique les secteurs où les données sont incomplètes.

L'élévation de la température moyenne au cours de la période est plus importante sur les continents que sur les océans.



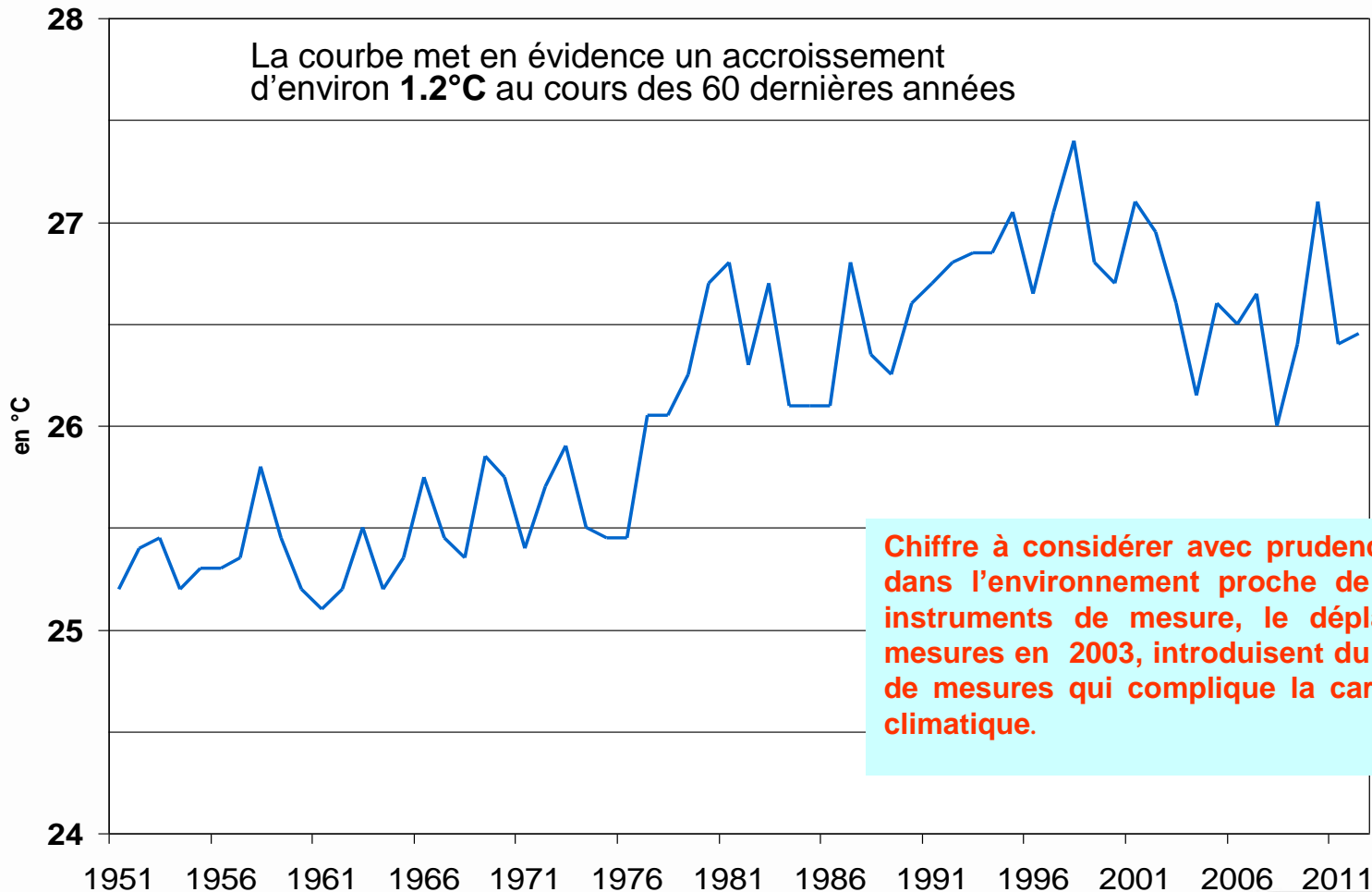
Tendance (en °C sur l'ensemble de la période)

Evolution des précipitations mondiales entre 1951 et 2010 : sur la plupart des terres émergées, il est probable qu'il y ait eu au cours de la période, augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de précipitations abondantes.

(Source : Résumé du 5^{ème} rapport du GIEC, 2013)

Le changement climatique : le constat régional - 1

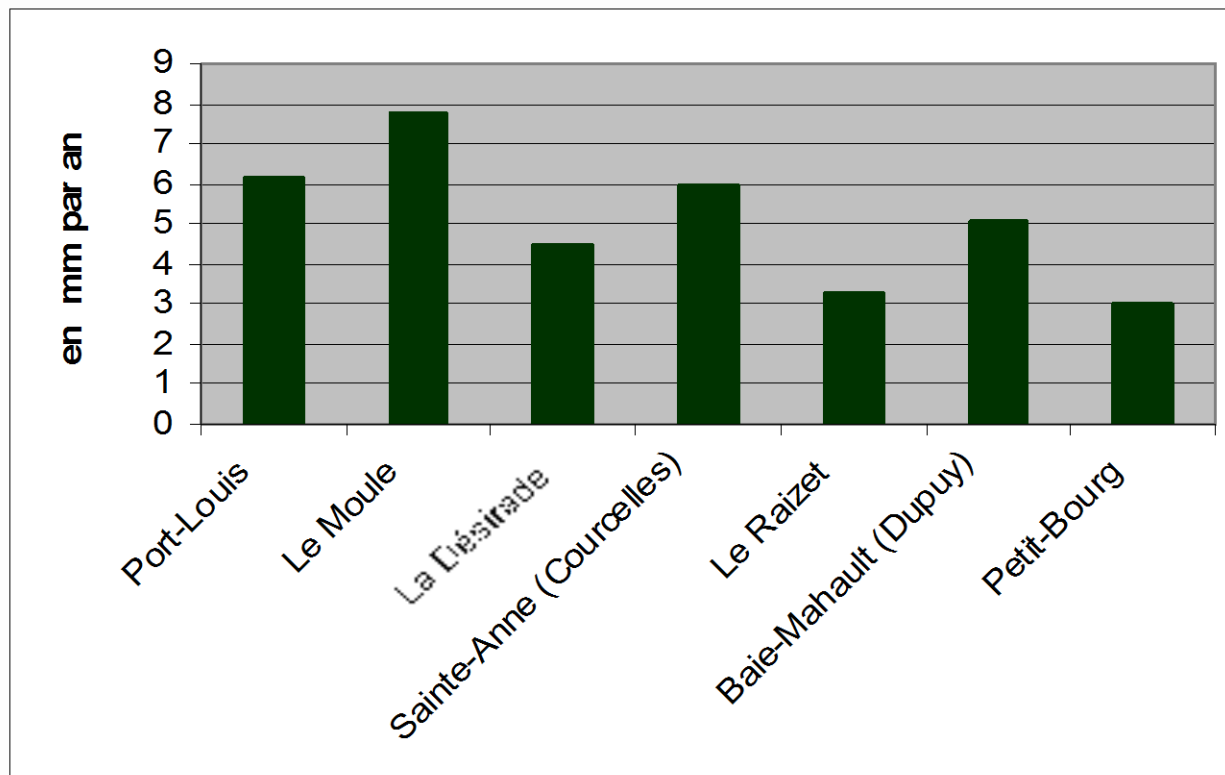
Évolution de la température moyenne annuelle au Raizet



Chiffre à considérer avec prudence : des changements dans l'environnement proche de la mesure, dans les instruments de mesure, le déplacement du site des mesures en 2003, introduisent du « bruit » dans la série de mesures qui complique la caractérisation du signal climatique.

Le changement climatique : le constat régional - 2

Tendance d'évolution des précipitations annuelles entre 1968 et 2010



*L'étude , qui a pu être menée sur la Grande-Terre et la zone de Baie-Mahault/Petit-Bourg met en évidence une tendance à une légère augmentation de la quantité de précipitations moyennes annuelles, comprise entre 3 et 8 mm/an – **Ces tendances ne sont pas statistiquement significatives.***

Sommaire

▶ Qu'est ce que le climat ?

- ▶ Enquête sur le climat du passé
 - L'évolution climatique observée

▶ Le climat présent de la Guadeloupe

▶ Le changement climatique

- L'effet de serre
- Les gaz à effet de serre et le forçage radiatif
- Le GIEC et l'état des connaissances

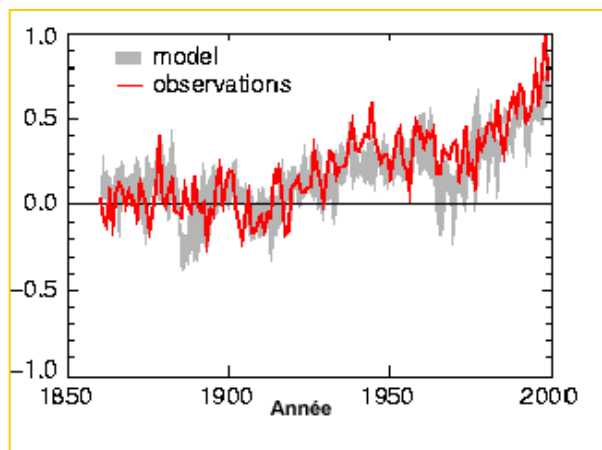
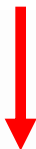
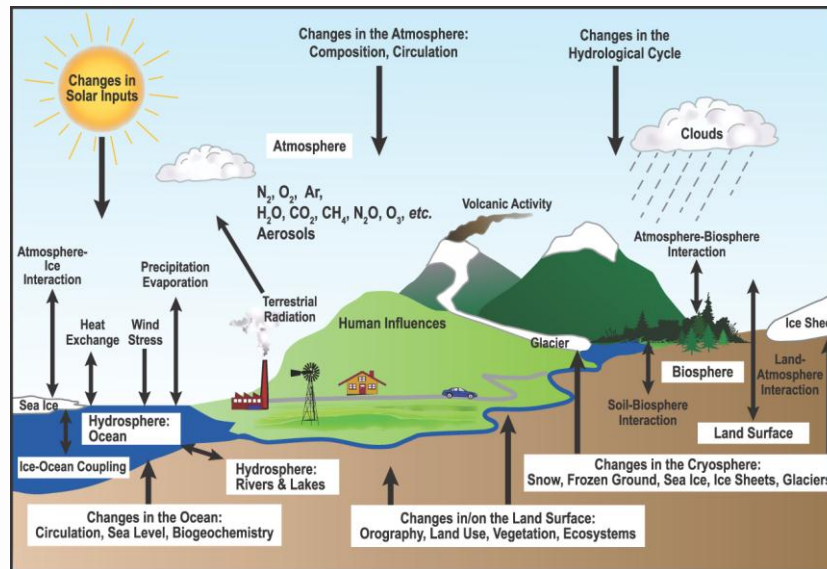
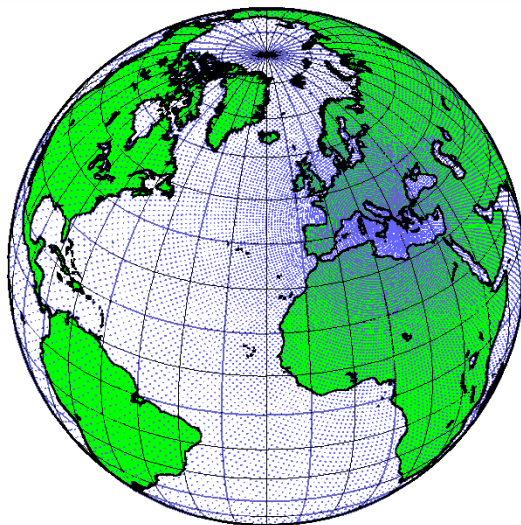
▶ **En quête du climat futur**

- ***Les modèles climatiques globaux***
- ***Les scenarii et projections mondiales***
- ***Une technique de régionalisation des projections : la descente d'échelle***
- ***Application à la Guadeloupe***

▶ Conclusion



En quête du climat futur : Les Modèles Climatiques Globaux



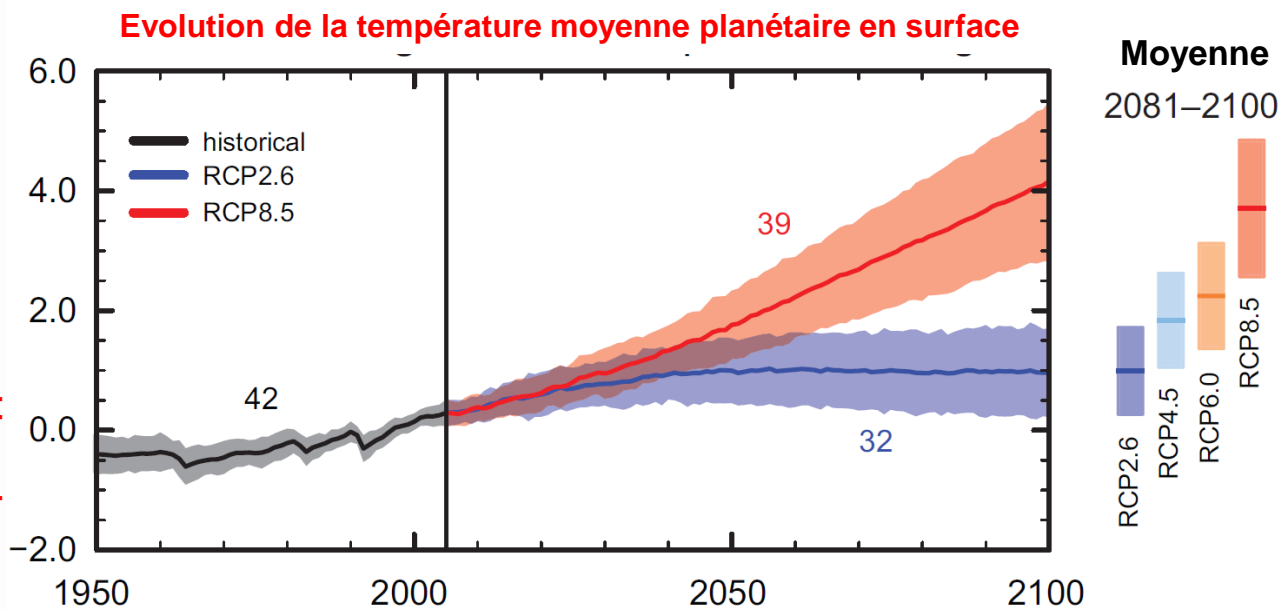
❑ Représenter les équilibres et la variabilité climatique sur de longues échelles de temps

❑ Principales difficultés:

- ✓ Quantifier le bilan énergétique global.
- ✓ Prendre en compte des modes de variabilité longs, qui intègrent de nombreuses échelles temporelles et spatiales.
- ✓ Tenir compte de facteurs difficilement prévisibles (*évolution démographique, développement social et économique, évolution technologique, politiques environnementales,...*)

En quête du climat futur : les Scénarii du GIEC

Ecart en °C par rapport à la référence 1886-2005



Le GIEC définit différents scénarii (*RCP : Representative Concentration Pathways*).

Les RCP correspondent à différents taux d'émission de GES et d'aérosols associés à des hypothèses socio-économiques sur le XXI^e siècle à l'échelle globale.

Le nombre correspond au forçage radiatif supplémentaire en 2100 (2.6 W/m²...8.5 W/m²).

Le RCP 2.6 est le plus « vertueux » : en 2100, le forçage est à 2.6 W/m² après avoir atteint un pic de 3 W/m², la concentration en GES ayant atteint un pic de 490 équivalent CO₂.

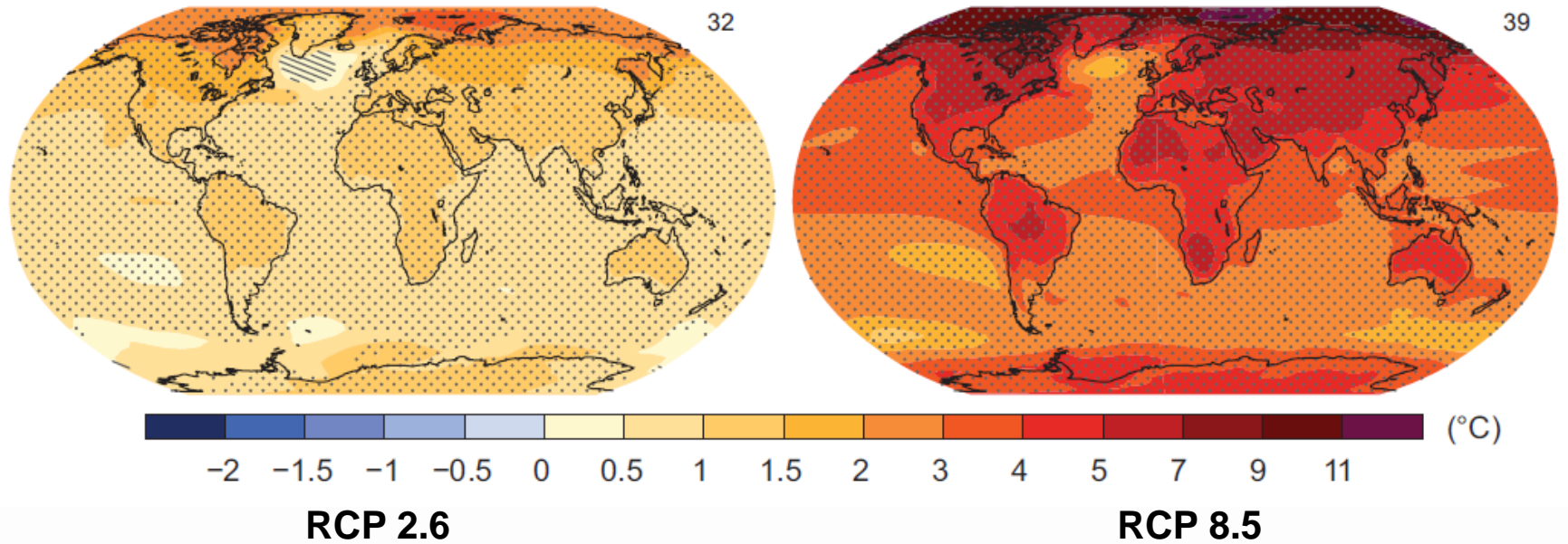
Le RCP 8.5 correspond à des rejets de GES en hausse ; la concentration atteint 1370 équivalent CO₂ en 2100 et continue à croître.

Nota : la concentration d'équivalent CO₂ en 2005 est de 455 ppm (0,0455%)

(Source : Résumé du 5^{ème} rapport du GIEC, 2013)

En quête du climat futur : Projections mondiales de température

Ecarts des températures moyennes en °C pour la période 2081-2100 par rapport à la période 1986-2005



Augmentation* de la température moyenne à la surface du globe

2046-2065 : 0.4 à 1.6 °C

2081-2100 : 0.3 à 1.7°C

2046-2065 : 1.4 à 2.6 °C

2081-2100 : 2.6 à 4.8°C

* Par rapport à 1986-2005

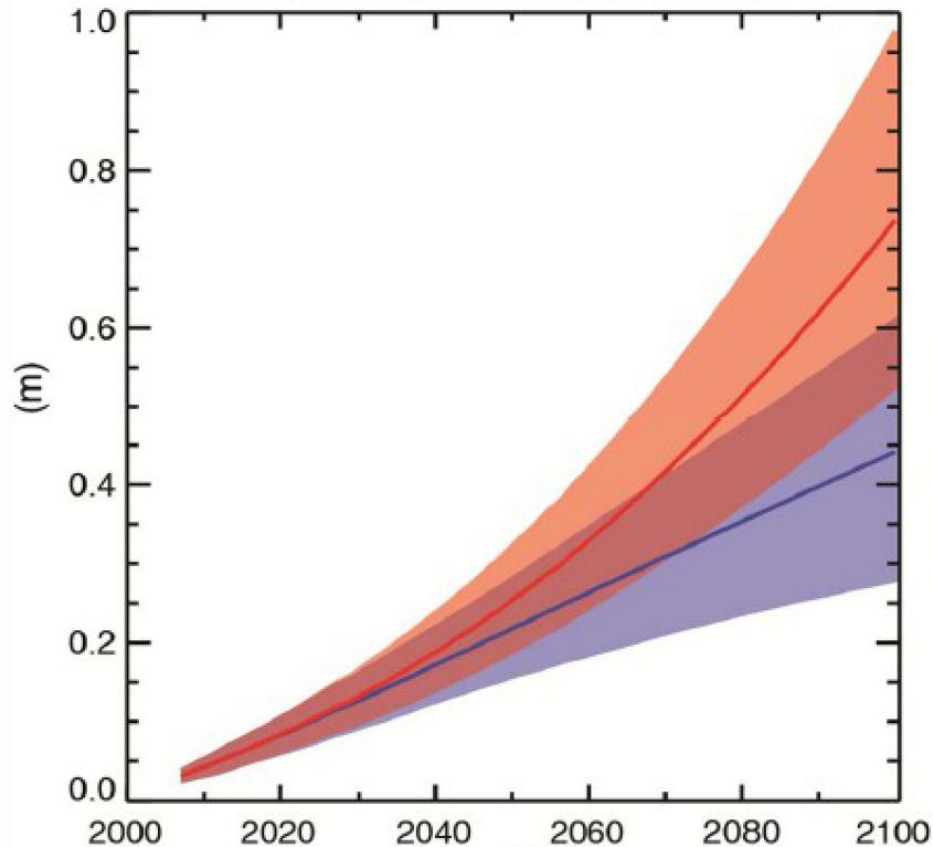
Pour les 2 scenarii, le réchauffement est maximal dans les régions arctiques.

Il est plus marqué sur les continents que sur les océans

(Source : Résumé du 5^{ème} rapport du GIEC, 2013)

En quête du climat futur : Projections mondiales pour le niveau des océans

Evolution du niveau moyen des océans



Moyenne
2081-2100

Élévation* prévue au milieu du XXI^{ème} siècle (période 2046-2065):

- RCP 2.6 : entre 17 et 32 cm.
- RCP 8.5 : entre 22 et 38 cm.

Élévation* prévue à la fin du XXI^{ème} siècle (période 2081-2100):

- RCP 2.6 : entre 26 et 55 cm.
- RCP 8.5 : entre 45 et 82 cm.

* Par rapport à la période 1986-2005

(Source : Résumé du 5^{ème} rapport du GIEC, 2013)

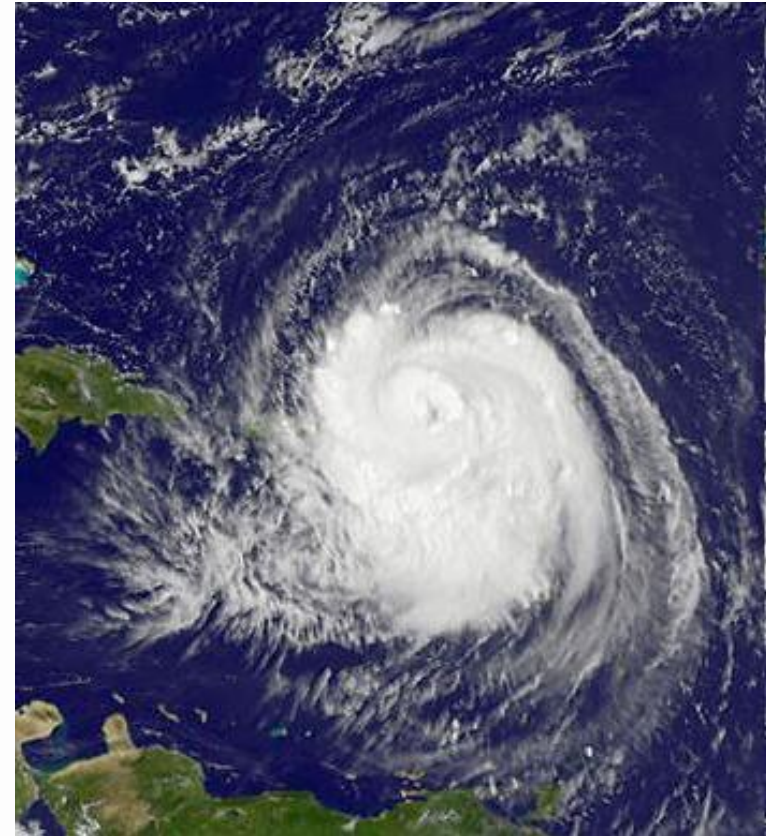
En quête du climat futur : Projection globale des cyclones tropicaux

A l'heure actuelle, les études sur la relation entre activité cyclonique et réchauffement climatique ne sont pas convergentes.

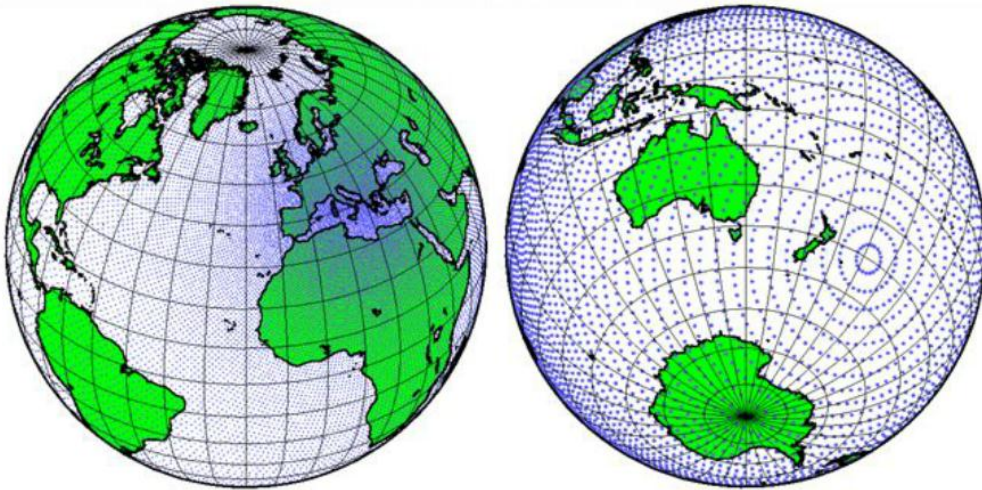
Toutefois, les dernières études réalisées par des modèles à haute résolution tendraient à orienter le discours des scientifiques sur *une baisse du nombre de cyclones mais un accroissement du nombre de cyclones intenses (ouragans) et des précipitations associées*.

L'évolution des conditions de grande échelle pourrait devenir moins favorable au déclenchement cyclonique, mais l'augmentation des températures de surface de la mer permettrait une alimentation accrue des systèmes générés, sans pour autant qu'il soit nécessaire de créer une classe 6 dans l'échelle de SAFFIR-SIMPSON.

(Source : Résumé du 4^{ème} rapport du GIEC, 2007)

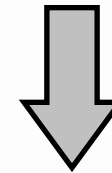


Changement Climatique : Modèles Climatiques Régionaux



Les Modèles Climatiques Globaux (GCM) donnent de bonnes informations en moyenne sur des territoires de grandes superficies.

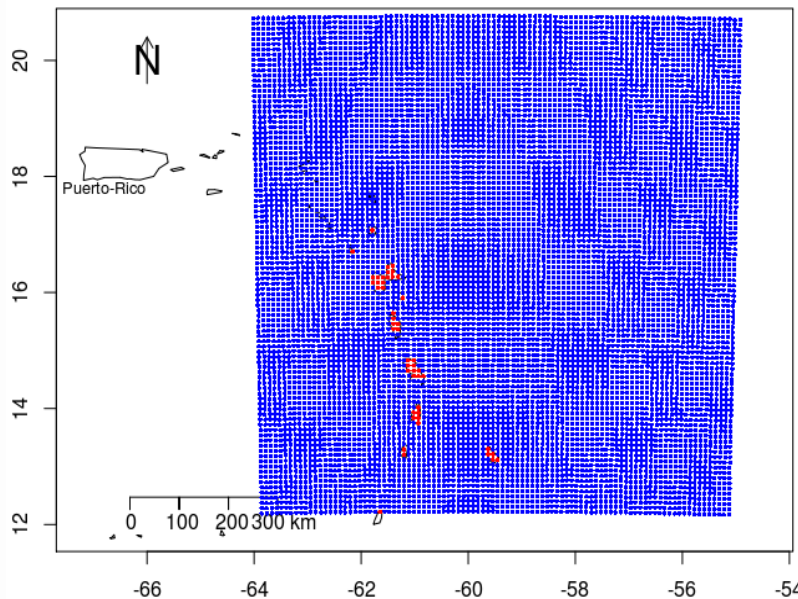
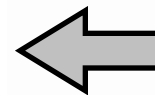
Ces informations restent cependant insuffisantes pour décrire avec précision ce qui pourrait se passer à des échelles plus petites.



Modèles Climatiques Régionaux (RCM)

ALADIN-Climat

- Modèle à aire limitée
- Maille horizontale : 10 km
- Physique identique à celle du modèle ARPEGE-Climat.



Le changement climatique :

Les projections régionales de température

Il n'existe pas pour le moment suffisamment de séries de données de longues durées sur l'archipel guadeloupéen pour procéder à une homogénéisation et donc à une étude sur les effets du changement climatique sur les températures.

A titre indicatif nous donnons les résultats de la Martinique.

Pour la période 2070-2099 :

☐ **Une augmentation très forte du nombre de jours "chauds" ($T_x > 32^\circ\text{C}$):**

➤ *Pour le scénario RCP 4.5, il y aurait des jours chauds en plaine et sur la frange littorale la moitié de l'année* (entre 100 et 200 jours par an au lieu de 30 à 60 dans le climat actuel)

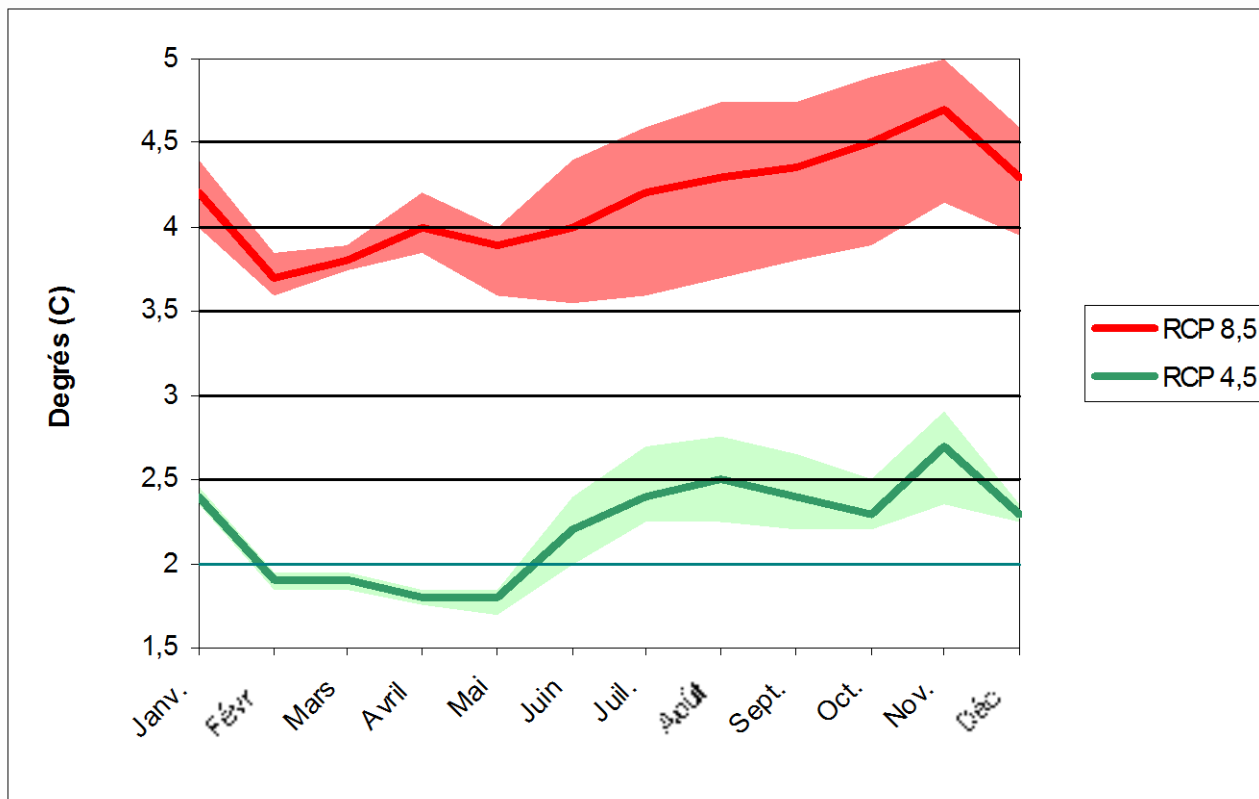
➤ *Pour le scénario RCP 8.5 il y aurait des jours chauds en plaine et sur la frange littorale tout au long de l'année.* (entre 200 et 300 jours par an au lieu de 30 à 60 dans le climat actuel)

☐ **Une augmentation du nombre de nuits "chaudes" ($T_N > 25^\circ\text{C}$):**

➤ *Pour le scénario RCP 8.5 des nuits chaudes seraient observées quasiment toute l'année en plaine et sur la frange littorale.*

Le changement climatique en Guadeloupe : La température - 1

Projections de températures moyennes minimales pour la période 2070-2099
Écart par rapport au climat actuel (normale 1981-2010)



Pour le RCP 8.5, l'augmentation serait de 3.7 à 4.6°C selon les mois. Les projections présentent une variabilité plus forte de juin à novembre.

Augmentation moyenne annuelle : 3.9 à 4.3°C

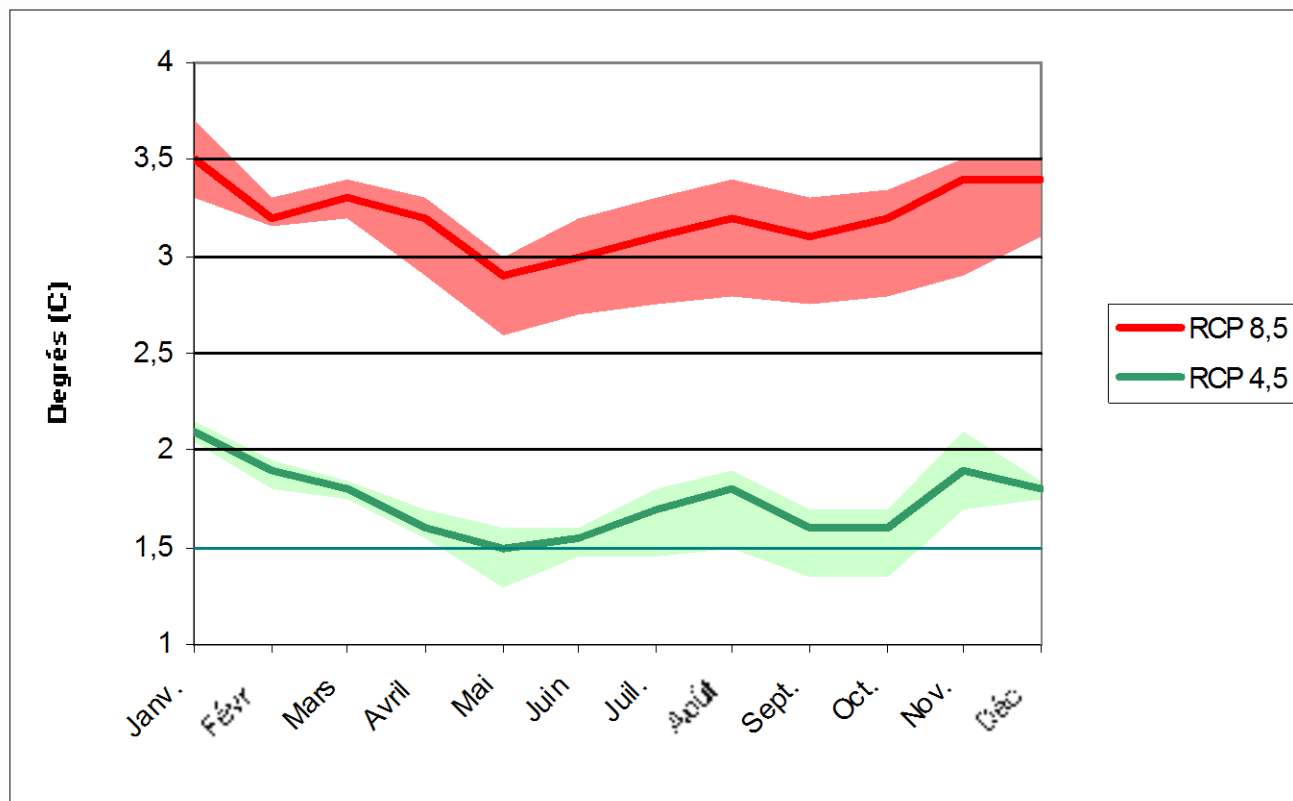
Pour le RCP 4.5, les températures mensuelles augmenteraient d'à peine 2°C de février à mai, plutôt de 2.5°C les autres mois.

Augmentation moyenne annuelle : 2.1 à 2.3°C

Projections moyennées sur 7 postes : Abymes (Le Raizet), Sainte Anne (Douville), Grand Bourg de Marie Galante (Les Basses), Petit Bourg (Duclos), Capesterre Belle Eau (Neufchateau), Saint Claude (Bonne Terre), Vieux Habitants (Le Bouchu)

Le changement climatique en Guadeloupe : La température - 2

Projections de températures moyennes maximales pour la période 2070-2099
Ecart par rapport au climat actuel (normale 1981-2010)



Pour le RCP 8.5, l'augmentation serait de 2.9 à 3.5°C selon les mois. Elle est maximale de novembre à janvier.

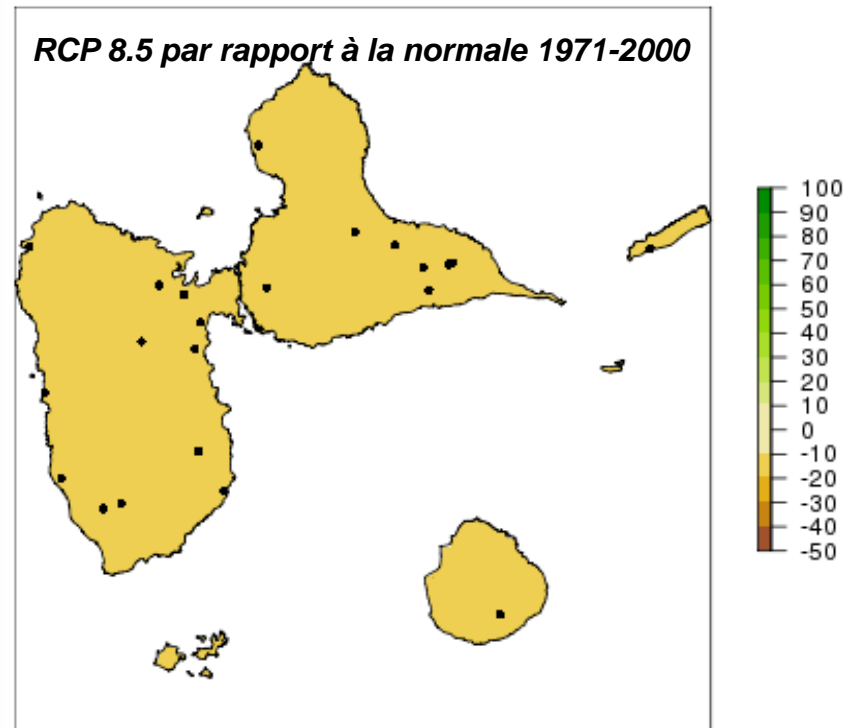
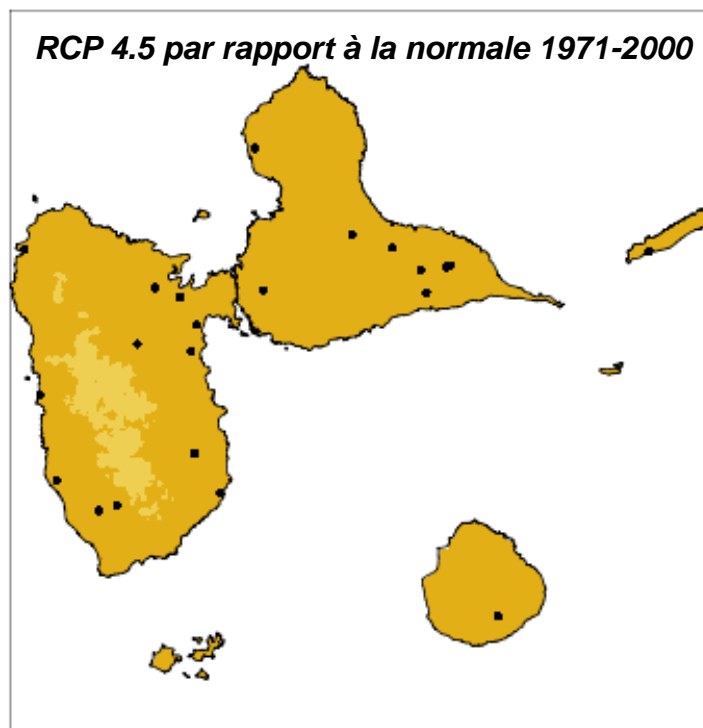
Augmentation moyenne annuelle : 2.9 à 3.3°C

Pour le RCP 4.5, les températures mensuelles augmenteraient de 1.5 à 2.1 °C selon les mois. Elle est maximale de novembre à janvier.

Augmentation moyenne annuelle : 1.6 à 1.9°C

Projections moyennées sur 7 postes : Abymes (Le Raizet), Sainte Anne (Douville), Grand Bourg de Marie Galante (Les Basses), Petit Bourg (Duclos), Capesterre Belle Eau (Neufchateau), Saint Claude (Bonne Terre), Vieux Habitants (Le Bouchu)

Le changement climatique : Les projections régionales de Précipitations



Evolution des normales des précipitations de février (*mois de saison sèche*) pour la période 2070-2100 par rapport au climat actuel

Février deviendrait plus sec à la fin du XXI^{ème} siècle sur tout l'archipel.

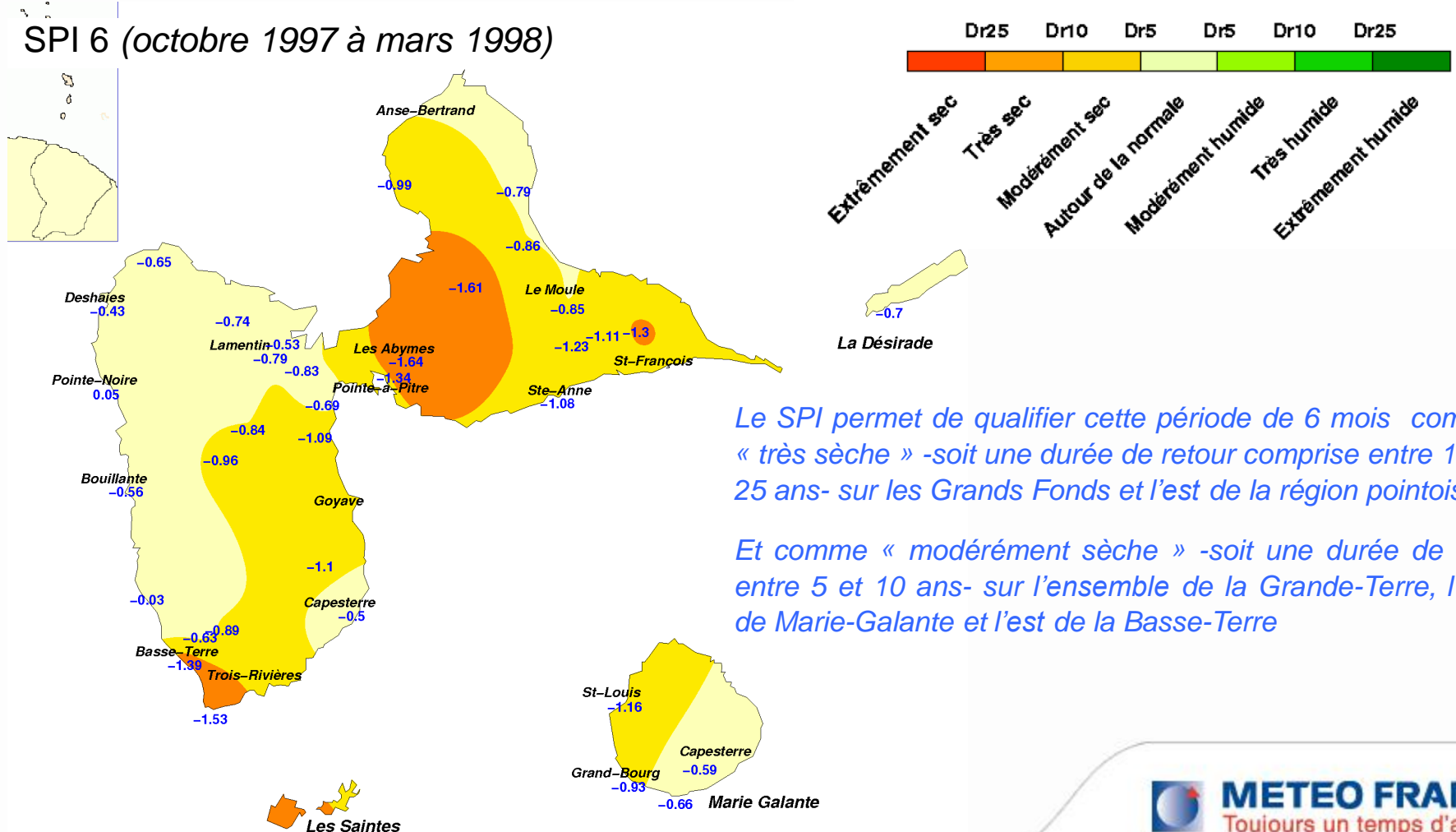
Les précipitations diminuent de 10% à 40% pour le RCP 4.5 , de 10% à 20% pour le RCP 8.5.

Un indicateur pluviométrique international : le SPI (Standardized Précipitation Index)

Le SPI est un indicateur préconisé par l'OMM pour caractériser les sécheresses météorologiques. Les valeurs, directement comparables en tout point du territoire, permettent de caractériser la pluviométrie sur des périodes de 1 mois, 3 mois ou 6 mois.

Les valeurs du SPI s'interprètent directement en terme de durée de retour d'événement. Ainsi, une période « très humide » correspond à une quantité de précipitations de durée de retour comprise entre 10 et 25 ans.

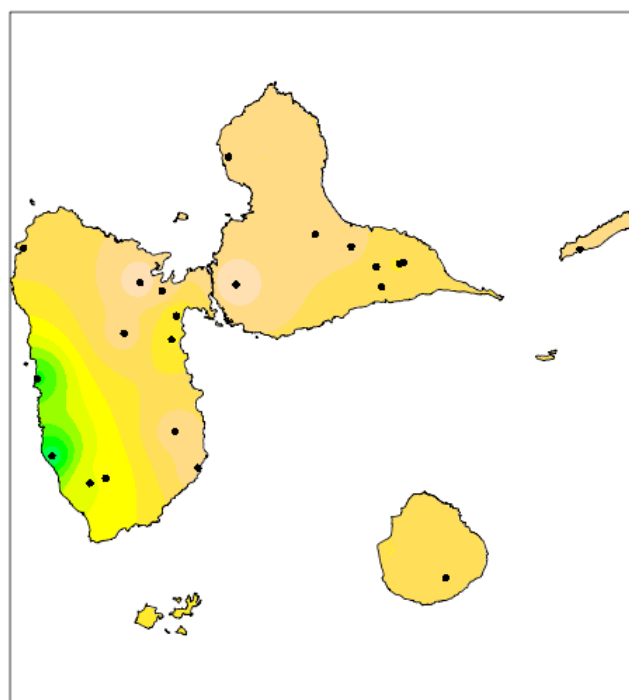
SPI 6 (octobre 1997 à mars 1998)



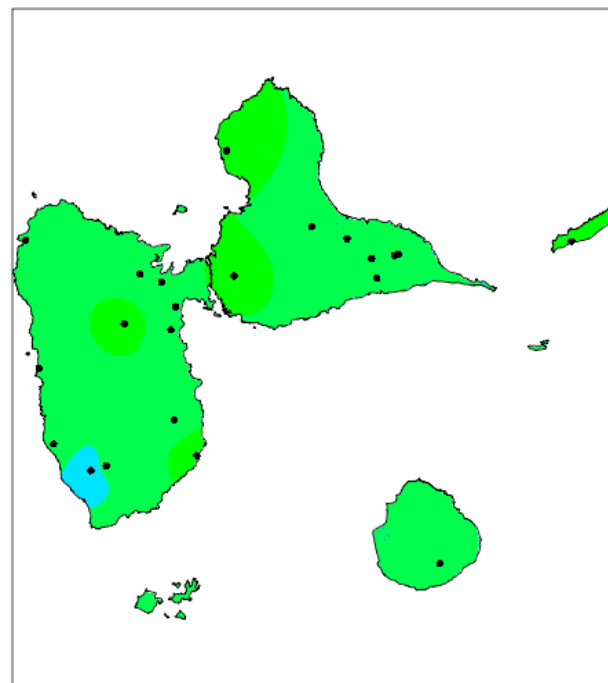
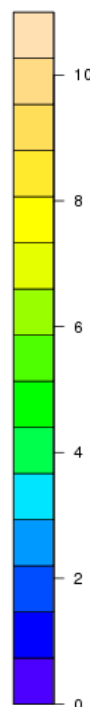
Le SPI permet de qualifier cette période de 6 mois comme « très sèche » -soit une durée de retour comprise entre 10 et 25 ans- sur les Grands Fonds et l'est de la région pointoise

Et comme « modérément sèche » -soit une durée de retour entre 5 et 10 ans- sur l'ensemble de la Grande-Terre, l'ouest de Marie-Galante et l'est de la Basse-Terre

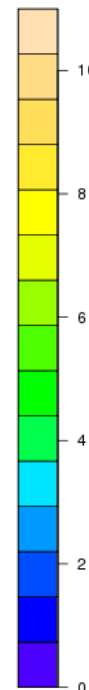
Le changement climatique : Les projections régionales de Précipitations



RCP 4.5



RCP 8.5



Evolution du nombre normal (*sur une période de 30 ans*) de saisons pluvieuses (*Mai à Octobre*) considérées comme extrêmes ($SPI > 1,75$)

Les saisons pluvieuses considérées comme extrêmes dans le climat actuel (*1 tous les 25 ans*) deviendraient nettement plus fréquentes à la fin du XXI^{ème} siècle :

- environ **1 tous les 3 ans** pour le scénario RCP 4.5
- et environ **1 tous les 5 ans** pour le scénario RCP 8.5

Sommaire

- ▶ Qu'est ce que le climat ?
- ▶ Enquête sur le climat du passé
 - L'évolution climatique observée
- ▶ Le climat présent de la Guadeloupe
- ▶ Le changement climatique
 - L'effet de serre
 - Les gaz à effet de serre et le forçage radiatif
 - Le GIEC et l'état des connaissances
- ▶ En quête du climat futur
 - *Les modèles climatiques globaux*
 - *Les scenarii et projections mondiales*
 - *Une technique de régionalisation des projections : la descente d'échelle*
 - *Application à la Guadeloupe*
- ▶ **Conclusion**



En résumé : les observations

<i>Paramètre</i>	<i>Globe</i>	<i>Incertitudes</i>	<i>Antilles</i>
Température	Réchauffement de 0,85°C sur la période 1880-2012 (<i>source GIEC 2013</i>)	[0,65°C – 1.06°C]	<p>Martinique : à partir des séries homogénéisées, Augmentation de la température moyenne de +1,47°C sur la période 1965-2009.</p> <p>Guadeloupe : homogénéisation des données en cours.</p>
Précipitations	Entre 1901 et 2010, augmentation des précipitations dans certaines zones (notamment Europe du Nord, Amérique du Sud,..) et diminution dans d'autres (Méditerranée, Sahel,..). (<i>source GIEC 2013</i>)		<p>Martinique : Pas d'évolution statistiquement significative des précipitations moyennes annuelles sur la période 1965-2005.</p> <p>Guadeloupe : homogénéisation des données en cours.</p>
Niveau des mers	Le niveau moyen de la mer s'est élevé de 2 mm /an entre 1971 et 2010, de 3,2 mm /an entre 1993 et 2010. (<i>source GIEC 2013</i>)	<p>Depuis 1971 : [1,7 mm - 2,3 mm]</p> <p>Depuis 1993 : [2,8 mm - 3,6 mm]</p>	Elévation plutôt inférieure que supérieure à l'élévation moyenne sur la période 1950-2009 (<i>Palanisamy et al., 2009</i>)

En résumé : les projections

<i>Paramètre</i>	<i>Globe</i>	<i>Antilles</i>
Température	<p>Une tendance à l'augmentation des températures à la fin du XXI^{ème} siècle pour tous les scénarios.</p> <p>Hausse de 2.6 à 4.8°C pour le scénario RCP le plus sévère RCP 8.5, de 0.3 à 1.7°C pour le plus optimiste RCP 2.6-. (source GIEC 2013)</p>	<p>Forte augmentation du nombre de jours en plaine dépasse 32°C. <i>De 30 à 60 pour le climat actuel, on passerait à 100 à 200 pour le RCP 4.5 et 200 à 300 pour le RCP 8.5.</i></p> <p>(résultats établis pour la Martinique)</p>
Précipitations	<p>En accord avec les conclusions du 5^{ème} rapport du GIEC, les deux modèles français réaffirment Une augmentation significative des précipitations annuelles aux hautes latitudes ainsi que sur l'Océan Pacifique équatorial</p> <p>Une diminution dans les latitudes subtropicales (source GIEC 2013)</p>	<p>Pluies annuelles en augmentation d'environ 20%</p> <p><i>Juillet plus arrosé (de 10 à 60%)</i></p> <p><i>Février plus sec (de 10 à 40%)</i></p> <p>(résultats établis pour la Guadeloupe)</p>
Niveau des mers	<p>Poursuite de l'élévation du niveau des mers (26 à 82 cm au cours du XXI^{ème} siècle selon les scenarii) – source GIEC 2013</p>	<p>Il n'est pas encore possible de proposer des hypothèses solides d'élévation du niveau de la mer au niveau régional</p>

An aerial photograph of a town, likely in the Alps, is shown from a high angle. The town is nestled in a valley, with a railway line running through it. The surrounding landscape is covered in green fields and forests. A weather map is overlaid on the bottom half of the image, showing contour lines and wind vectors. The contour lines are labeled with values such as 1010, 1015, 1020, 1025, 1030, 1035, 1040, and 1045. Wind vectors are represented by arrows with small circles at their tails, indicating the direction and strength of the wind. The background of the image is a deep blue gradient, with a white and blue wave-like graphic in the top left corner.

Merci de votre attention



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Incertitudes et Climat

Autrefois :

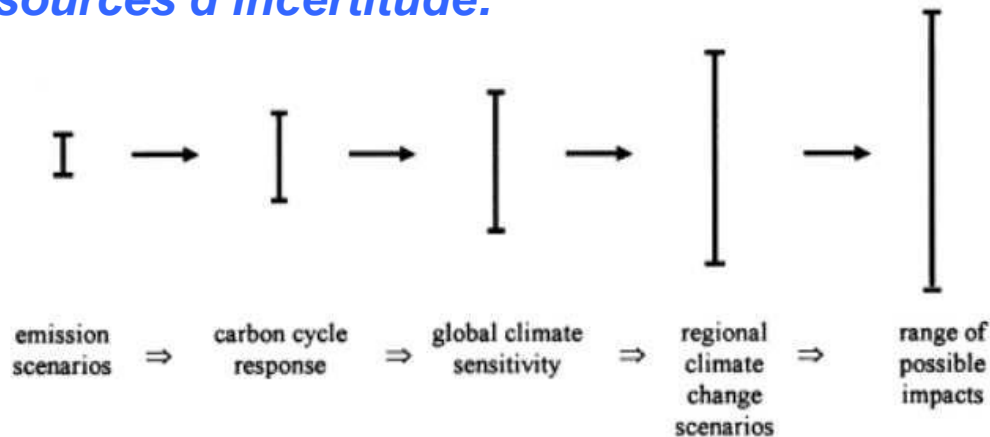
le climat → entité immuable, un repère.

Aujourd'hui : le climat → objet flou et mobile.

Il existe un signal clair concernant le changement climatique (observations, attributions et projections) mais :

- Incertitudes (observations, estimations statistiques, projections,..)
- Complexité, des ordres de grandeur, des constantes de temps, des scénarii...

L'information sur le changement climatique doit nécessairement indiquer les sources d'incertitude.



Explosion des incertitudes, Jones 2000

Enquête sur le climat du passé : Les témoins du passé

Les données météorologiques sont mesurées à l'aide d'instruments depuis 160 ans seulement.

...mais les éléments naturels fournissent des renseignements permettant de reconstituer les variations climatiques passées :

Jusqu'à 740 000 années environ avec les carottages de glace, pouvant atteindre 2 000m de profondeur.

Entre 10 000 et 20 000 ans avec les carottages de coraux.

Jusqu'au millier d'années avec les cernes des arbres.



Source: Météo-France

Carottages de glace



Photo: Pascal Doira, LSCE/CNRS-CEA

Cernes des arbres

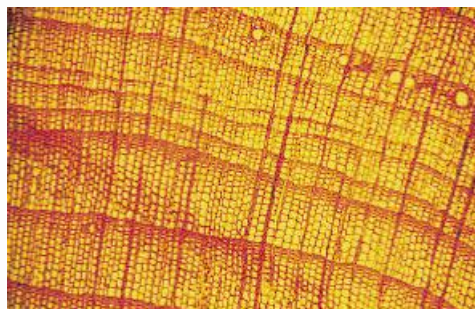


Photo: ACFAS

Carottages de coraux

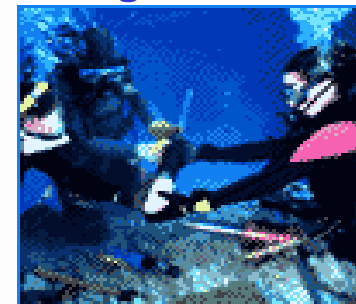
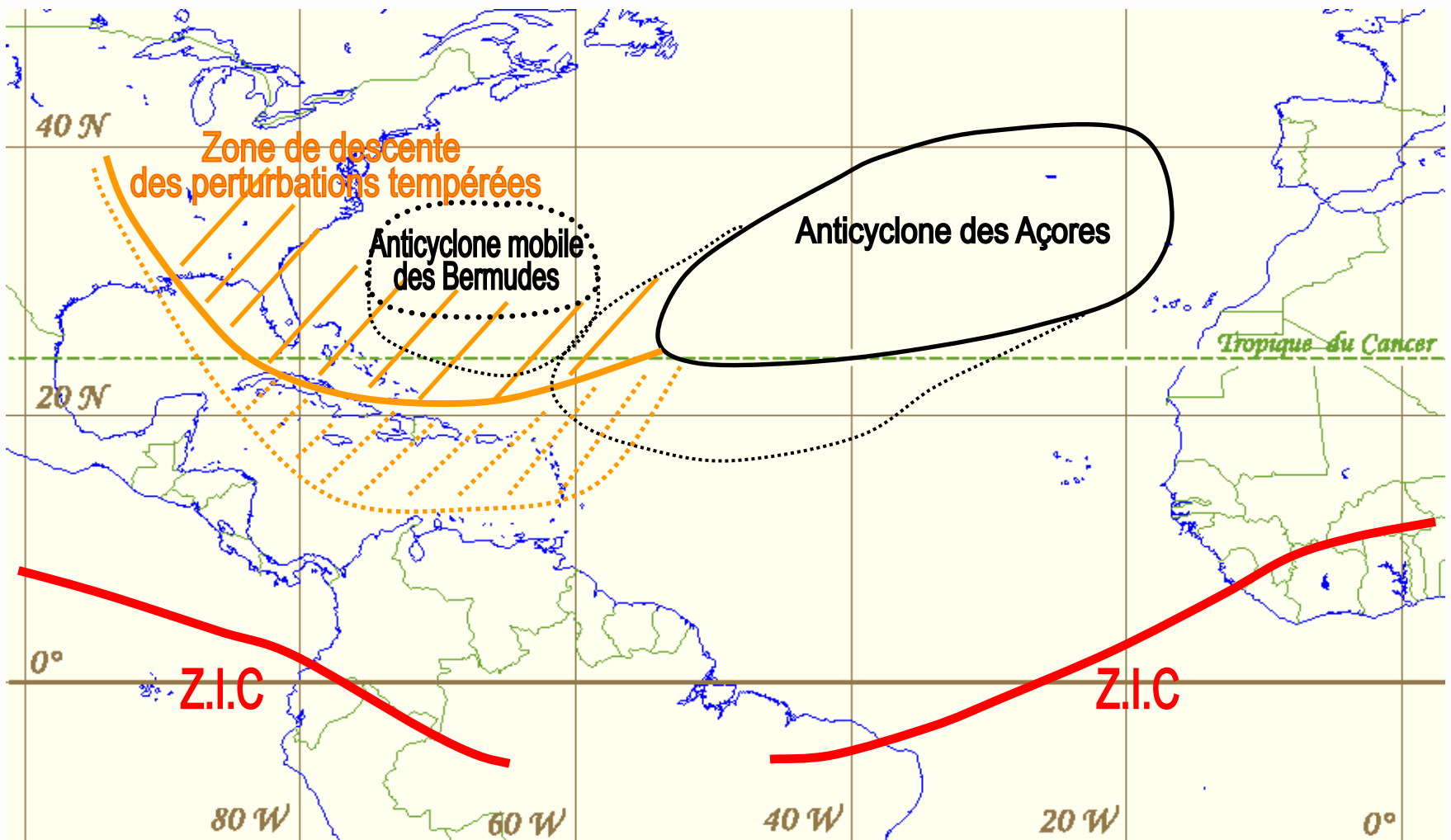


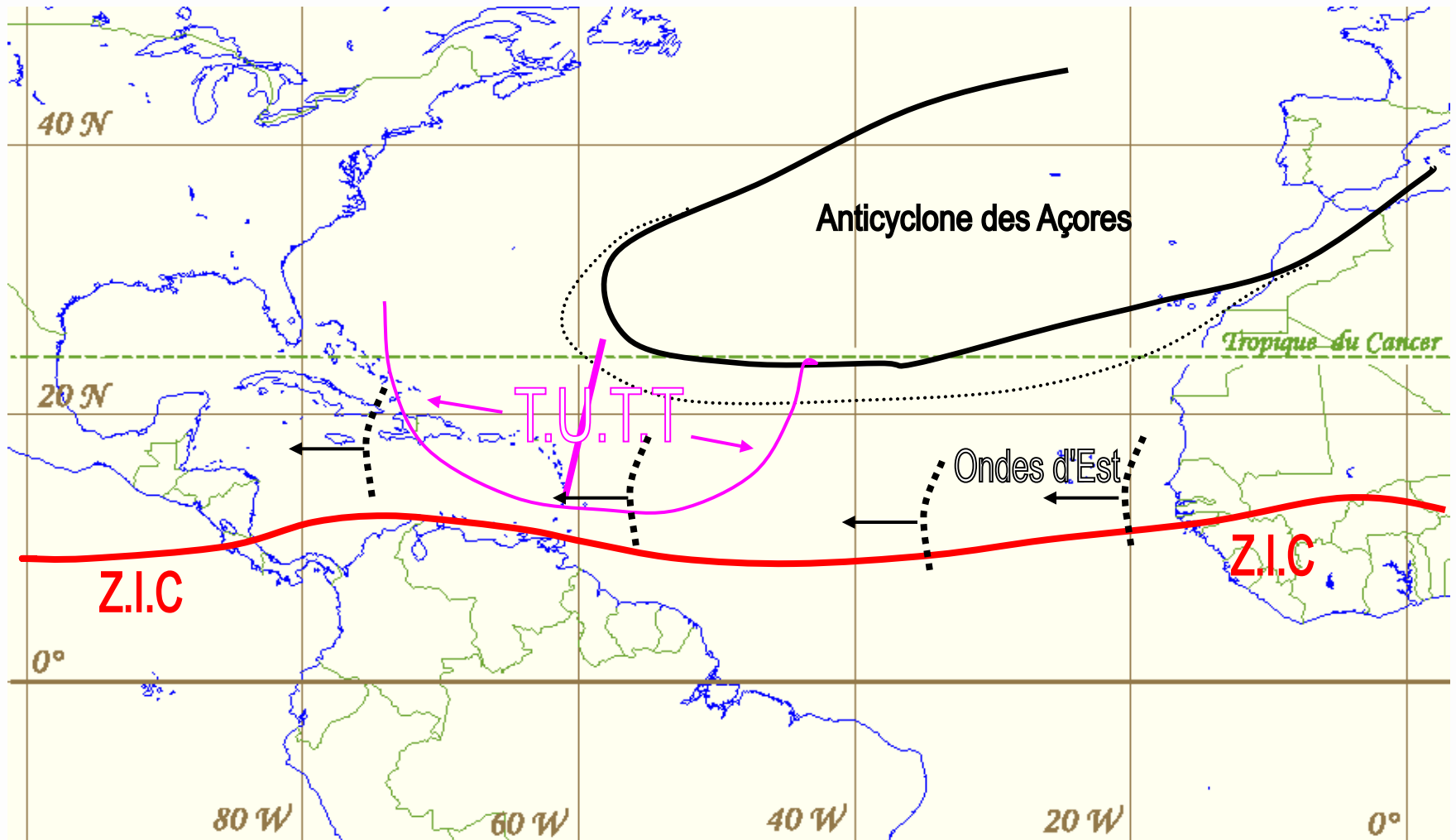
Photo: J. Orenpüller/IRD

Principales structures météorologiques de grande échelle



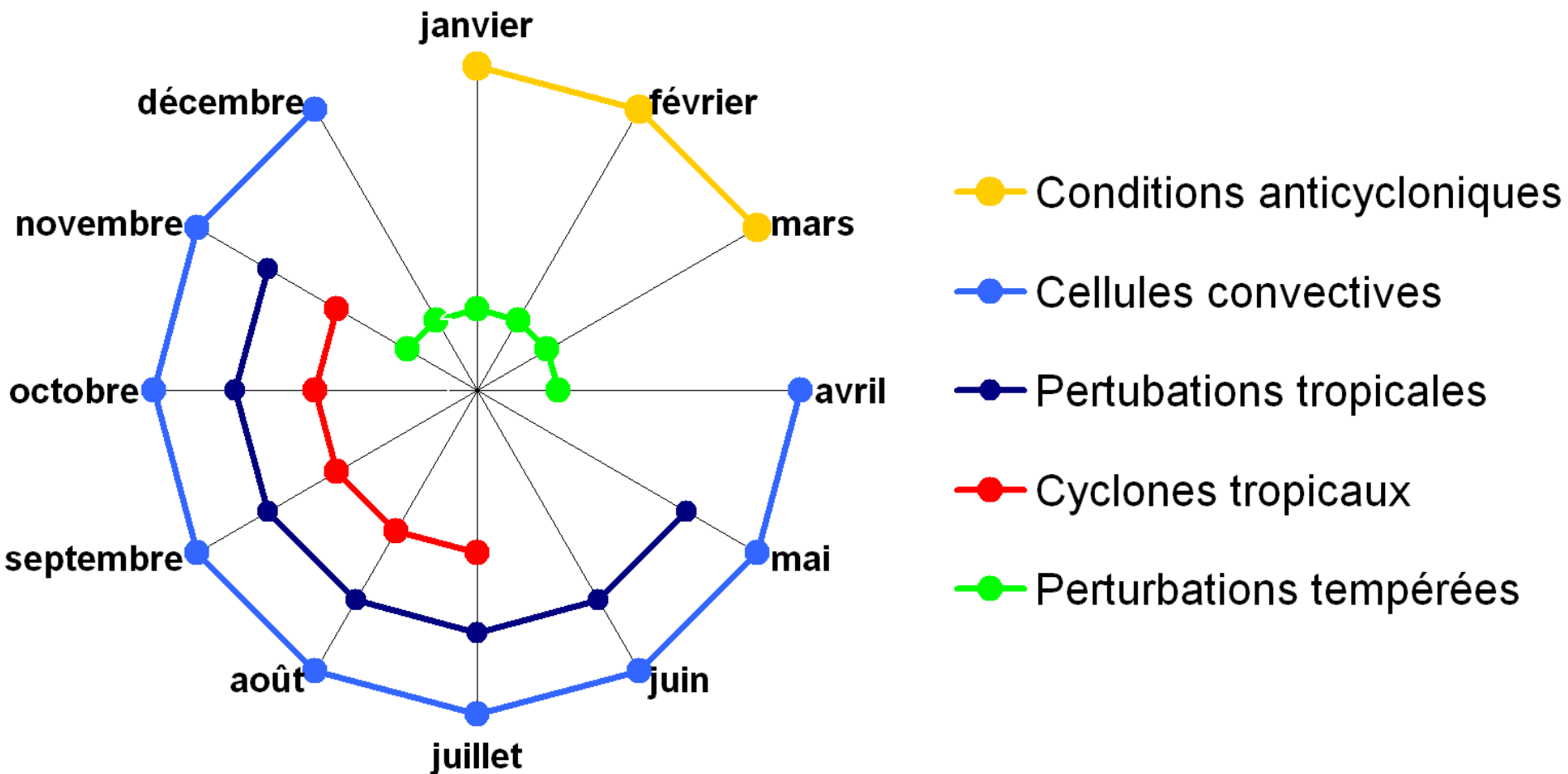
Hors saison cyclonique

Principales structures météorologiques de grande échelle



Saison cyclonique

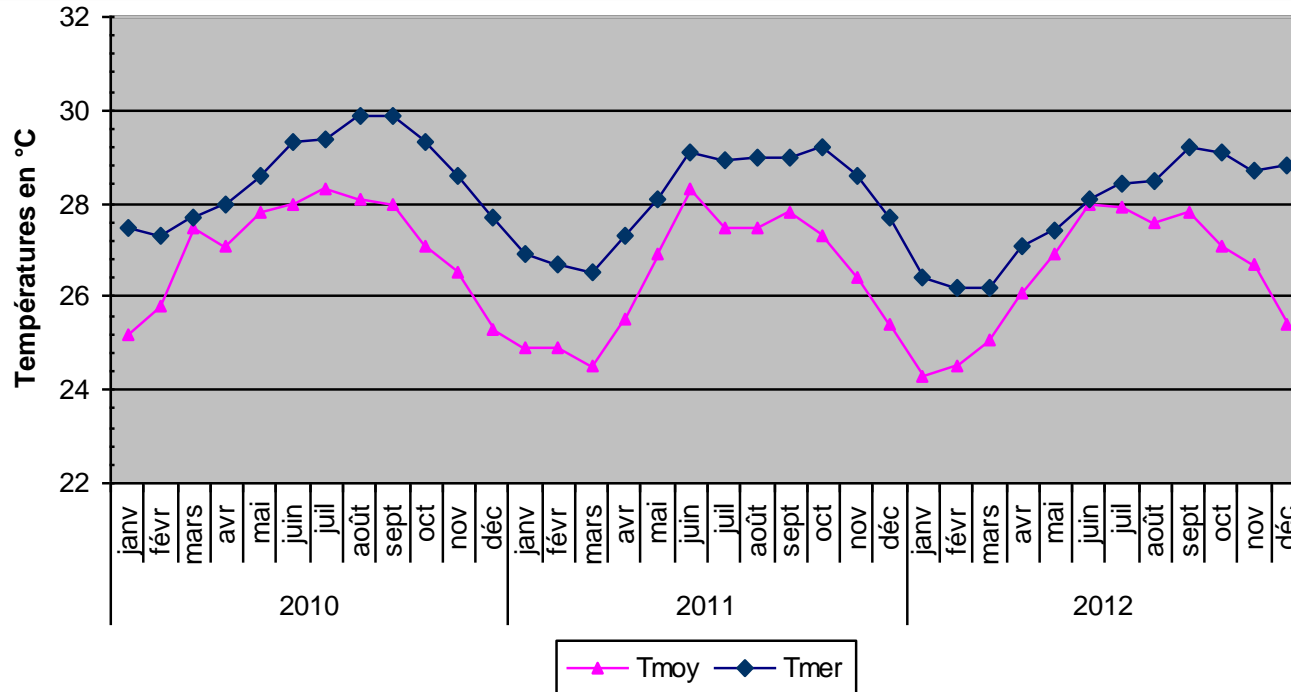
Le climat présent : Période d'observation des phénomènes météorologiques



Cycles de température

Paramètre du Cycle annuel :

- Durée du jour (rayonnement global reçu), comprise entre 11 et 13 heures.
- Régime des Alizés : doux et humide \Rightarrow Fort impact de l'océan (T_{sol} proches de T_{mer})

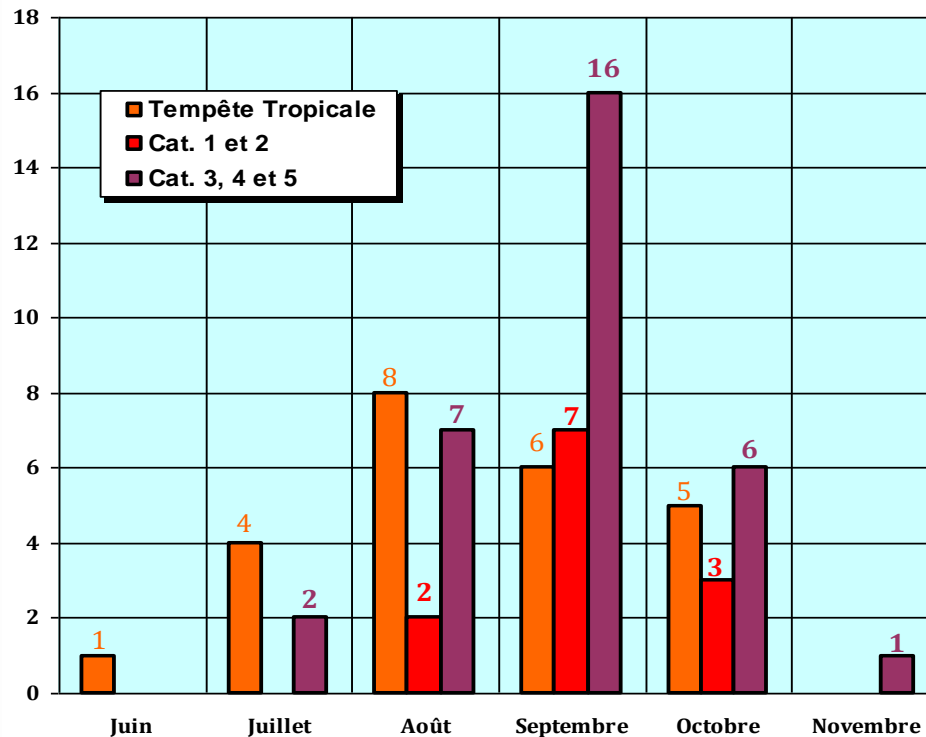
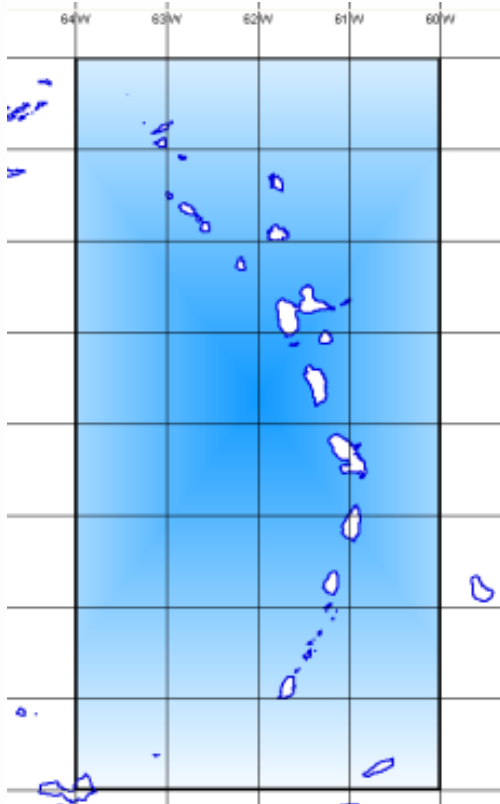


Les nuances seront dues aux conditions locales liées à la plus ou moins grande ventilation ou à l'altitude.

Cycle diurne : Amplitude moyenne varie assez peu au cours de l'année.

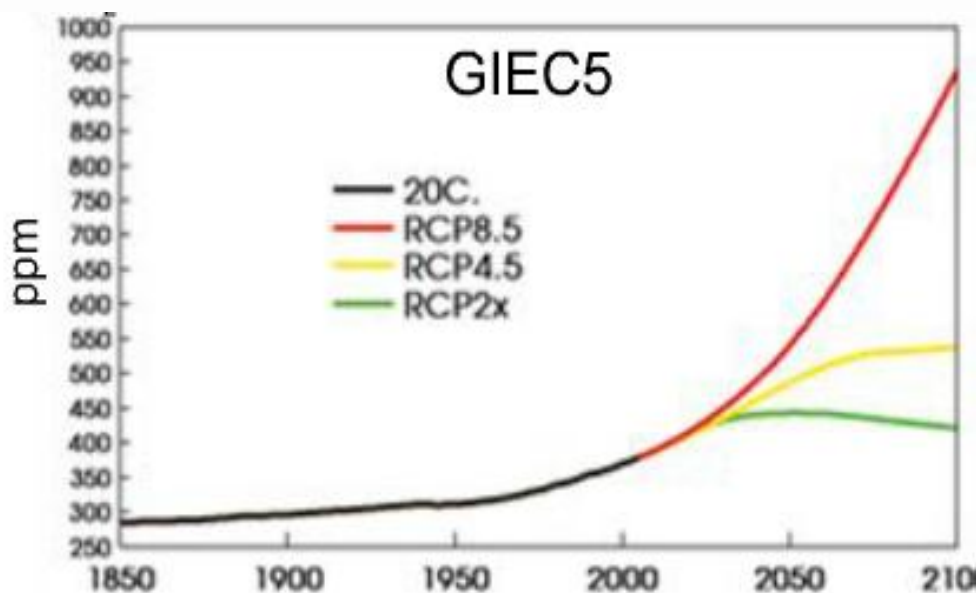
Évènements extrêmes : les cyclones tropicaux

68 cyclones nommés sont passés de 1962 à 2011 dans cette zone:
→ 24 tempêtes, 44 ouragans dont 32 majeurs (Cat. 3, 4, 5)



De juillet à novembre - Pic d'activité de début août à début octobre

En quête du climat futur : les Scénarii du GIEC



Quatre nouvelles familles de scénarii socio-économiques seront utilisés pour les modélisations à venir, les RCP (*Representative Concentration Pathways*)

- *RCP8.5, RCP6, RCP4.5 et RCP2.6* : la valeur suivant les lettres RCP correspond au forçage radiatif atteint vers 2100, en W/m^2 .
- Résultats synthétisés dans le 5^{ème} rapport du GIEC

Ce qui a changé:

- De nouveaux scénarii pour de nouveaux modèles à résolutions plus fines
- Génération d'ensemble de simulations plus idéalisées et décennales

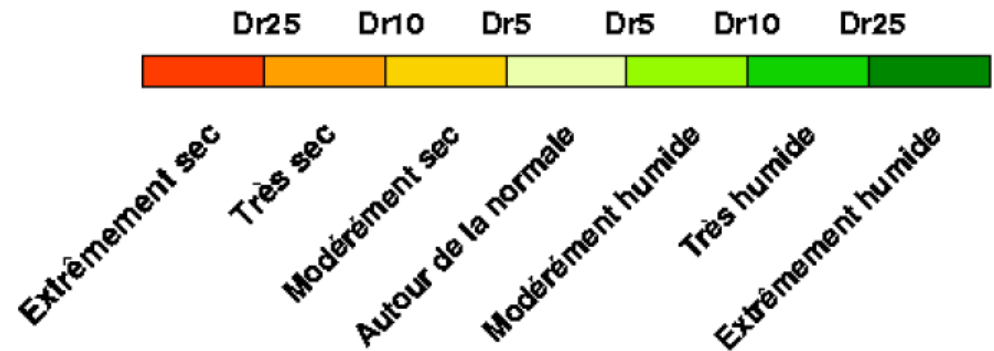
Le SPI (Standardized Précipitation Index)

Le SPI est un indicateur préconisé par l'OMM pour caractériser les sécheresses météorologiques.

Il est calculé à partir de la distribution des précipitations mensuelles sur 30 ans et pour des cumuls de 3 mois, 6 mois et un an

Le SPI donne des valeurs directement comparables en tout point du territoire. Il y a une correspondance directe entre la valeur du SPI et la durée de retour du paramètre à l'échelle de temps défini.

Valeur du SPI	Durée de retour	Qualification
> 1,75	> 25 ans	Extrêmement humide
Entre 1,28 et 1,75	Entre 10 et 25 ans	Très humide
Entre 0,84 et 1,28	Entre 5 et 10 ans	Modérément humide
Entre - 0,84 et 0,84	0 à 5 ans	Autour de la normale
Entre -1,28 et -0,84	Entre 5 et 10 ans	Modérément sec
Entre -1,75 et -1,28	Entre 10 et 25 ans	Très sec
< - 1,75	> 25 ans	Extrêmement sec



Le changement climatique : Étude d'impact régional

Schéma des études d'impact

