

Changement climatique global et cycle de l'eau tropical



Rémy Roca



Laboratoire de Météorologie Dynamique



Remerciements: Michel Desbois, Jean-Louis Dufresne, Marielle Gosset, etc...

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Plan de la présentation

- 1 Le changement climatique GLOBAL
 - Principes physiques du changement climatique et la température
 - Observations passées
 - Le cycle de l'eau
 - Observations passées
- 2 Le climat tropical et le cycle de l'eau dans les Tropiques
 - Quelques éléments du climat tropical
 - Les Tropiques : Observations passées
 - Les zones de moussons
 - L'Afrique de l'Ouest
 - L'Inde
 - Les forêts tropicales
- 3 Scénarii pour le futur : température et cycle de l'eau
 - Global
 - Les Tropiques
 - Quelques éléments du cycle du carbone
 - Plus localement
- 4 Conclusions

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Principes du changement climatique

Effet de serre



Les gaz à effets de serre (vapeur d'eau, gaz carbonique etc...)

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Principes du changement climatique

Composition de l'atmosphère et température de la Terre



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Principes du changement climatique

Composition de l'atmosphère et température de la Terre

Si l'on modifie la composition de l'atmosphère, par exemple en rajoutant du gaz carbonique, on augmente alors la concentration en gaz à effet de serre de l'atmosphère et l'on augmente ainsi l'effet de serre et donc la température de la Terre.

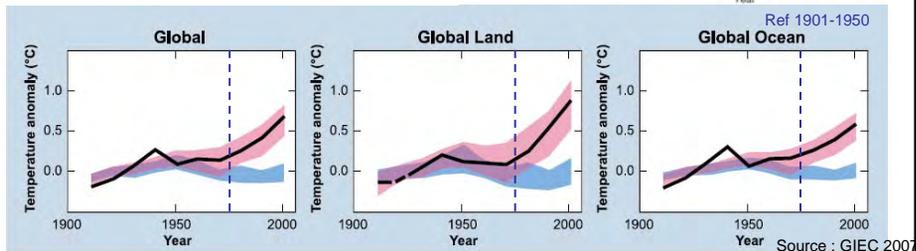
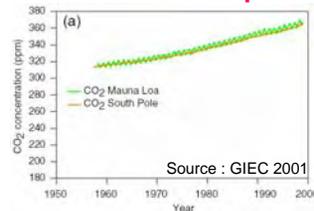
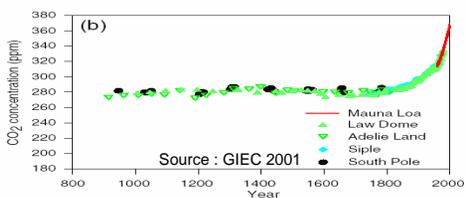


Que s'est t il passé au cours des 150 dernières années ?

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

Analyses globales CO2 et Température



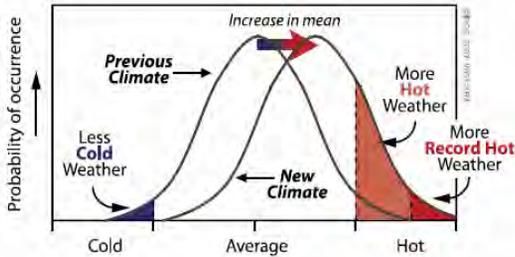
La surface de la Terre s'est réchauffée de 0.7°C depuis un siècle en lien avec L'augmentation de concentration en gaz carbonique
 Le taux de réchauffement a augmenté depuis ~1975
 Depuis 1975, ce taux est le double sur le continent par rapport à l'océan

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

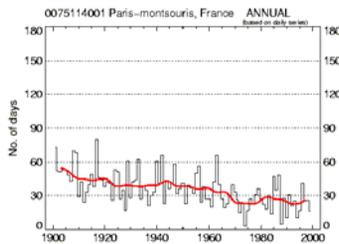
Les observations passées

Analyses globales / Les extrêmes

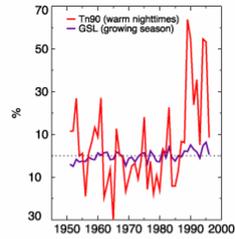
Source : GIEC 2007



Augmentation du nombre de « heat waves »
Diminution du nombre de jour de gel

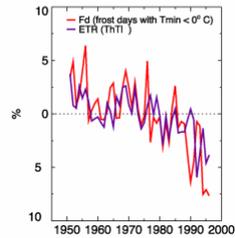


1961-1990
Significant Positive Change
Température



(b) Source : CLIVAR

Significant Negative Change
Température

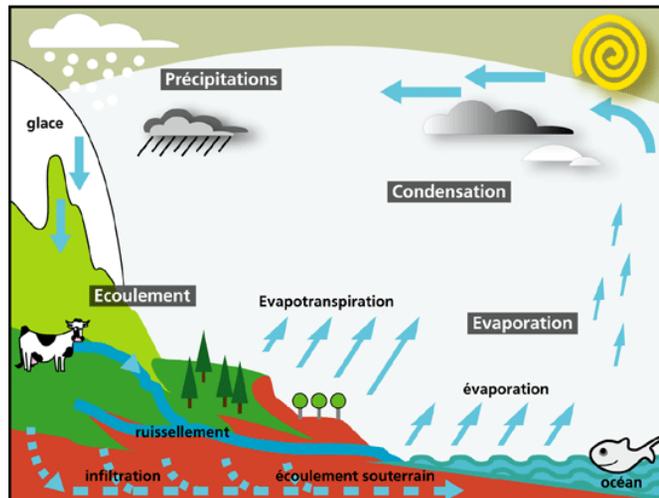


(d)

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

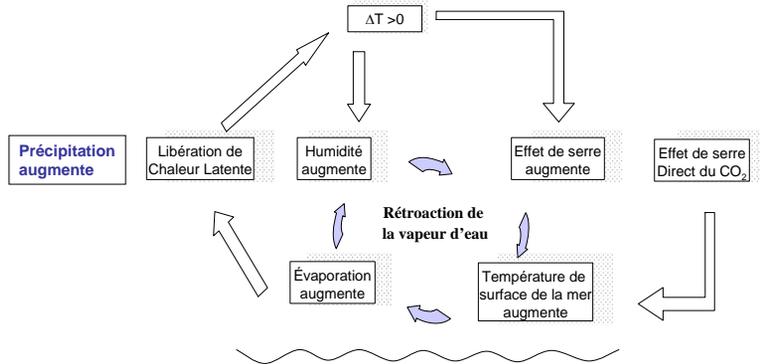
Analyses globales / Le cycle de l'eau



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

Analyses globales / Le cycle de l'eau et sa réponse idéalisée au changement climatique



Globalement

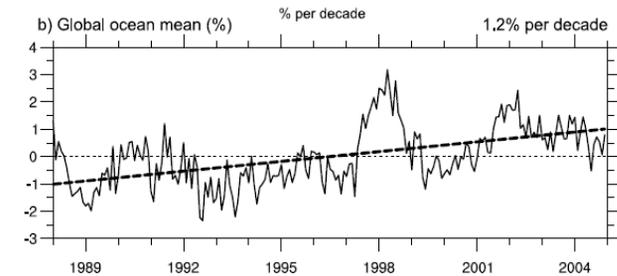
Si T augmente alors l'évaporation et le stockage de vapeur d'eau et précipitation augmente
Communément appelé l'**accélération du cycle de l'eau**
Sur les continents, évaporation limitée donc moins d'augmentation;
Déplacement des structures océan continent; rôle de la dynamique atmosphérique

Rétroaction très POSITIVE d'une partie cycle de l'eau sur le changement climatique (vapeur d'eau)
légèrement POSITIVE des nuages...

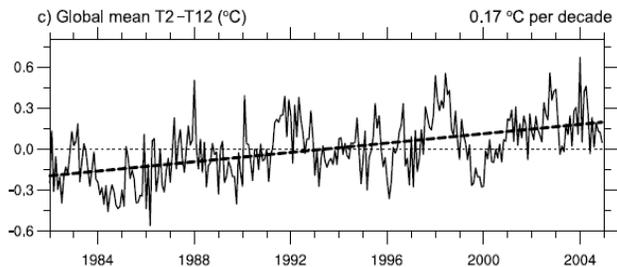
Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

Analyses globales: humidité atmosphérique



Basses couches



Moyenne et Haute
Troposphère
(Température
de brillance)

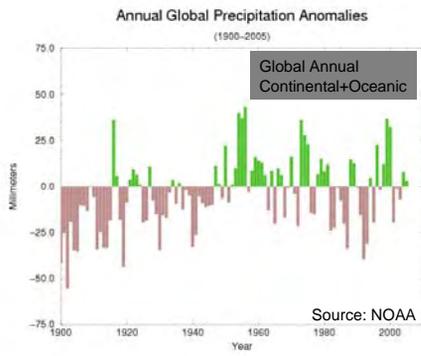
Source: GIEC 2007

Le contenu en vapeur d'eau dans l'atmosphère augmente depuis les années 1980

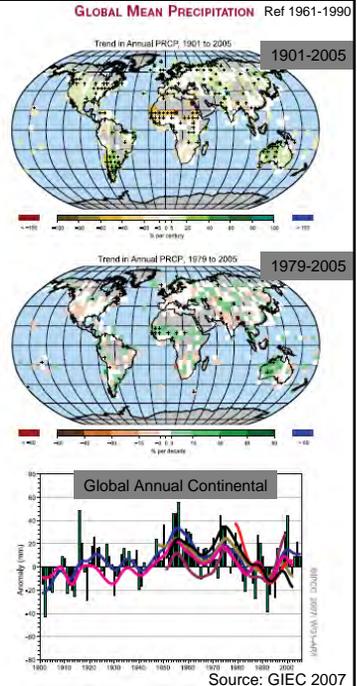
Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

Analyses globales: précipitations



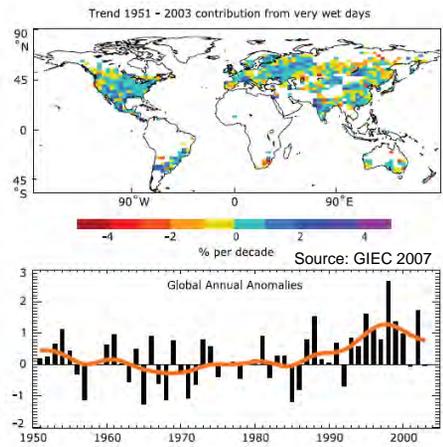
Variation sans tendance en global
Sur Terre Sur Terre et Mer
Des modifications locales



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

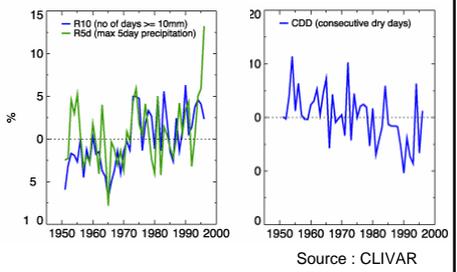
Analyses globales: précipitations et événements extrêmes



1961-1990 : 22.5%

Augmentation de l'importance des événements extrêmes en global
Signature faible dans les tropiques sauf Inde

« Very wet days »
Part des précipitation totales
Induites par le percentile
95-100% des pluies quotidiennes



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les observations passées

Analyses globales: résumé

Les aspects considérés comme **robustes**

Température

La température globale augmente

Le taux de réchauffement a augmenté depuis ~1975

Depuis 1975, ce taux est le double sur le continent par rapport à l'océan

Les changements dans les extrêmes de température de surface sont cohérents avec le réchauffement global

Précipitation

Des tendances régionales de précipitation ont été observées dans plusieurs régions

Le nombre d'événements intenses de précipitation a augmenté

Les sécheresses sont devenues plus communes particulièrement dans les tropiques depuis 1970

La vapeur d'eau troposphérique a augmenté

A l'échelle globale on note une cohérence forte dans l'évolution des variables

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

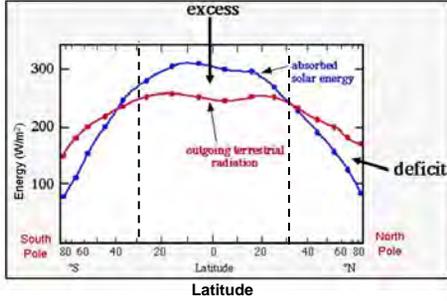
Plan de la présentation

- 1 Le changement climatique GLOBAL
 - Principes physiques du changement climatique et la température
 - Observations passées
 - Le cycle de l'eau
 - Observations passées
- 2 Le climat tropical et le cycle de l'eau dans les Tropiques
 - Quelques éléments du climat tropical
 - Les Tropiques : Observations passées
 - Les zones de moussons
 - L'Afrique de l'Ouest
 - L'Inde
 - Les forêts tropicales
- 3 Scénarii pour le futur : température et cycle de l'eau
 - Global
 - Les Tropiques
 - Quelques éléments du cycle du carbone
 - Plus localement
- 4 Conclusions

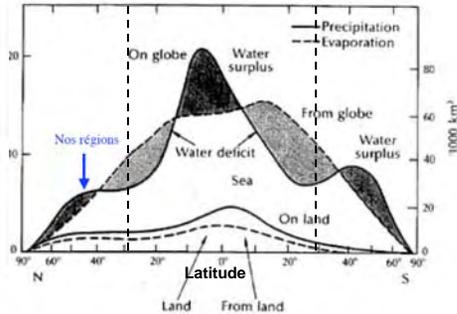
Climat tropical

Quelques éléments du climat tropical

Rayonnement



Cycle de l'eau



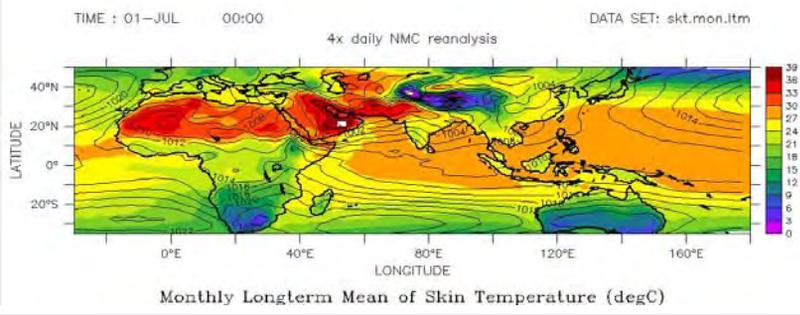
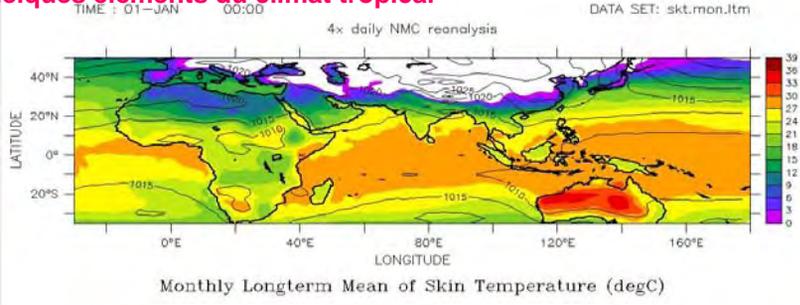
Les Tropiques sont excédentaire en énergie radiative net
 Export vers les poles (circulation atmo et océano)
 Import de vapeur d'eau des régions adjacentes (défictaire) vers les Tropiques profonds
 Renforcement de la circulation atmo par libération de chaleur latente associée à la pluie

Fort échange d'énergie dans l'atmosphère tropicale

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Quelques éléments du climat tropical



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

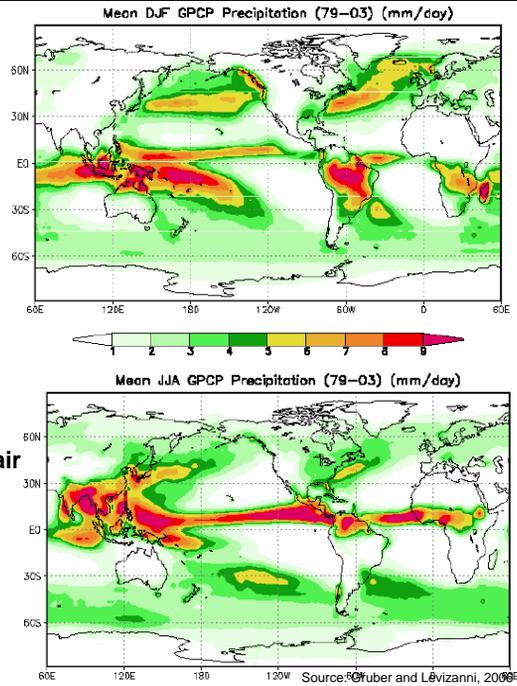
Quelques éléments du climat tropical

Zone de moussons
Au sens large

Zone de convergence intertropicale

La distribution des précipitation est moins homogène que celle de la Température

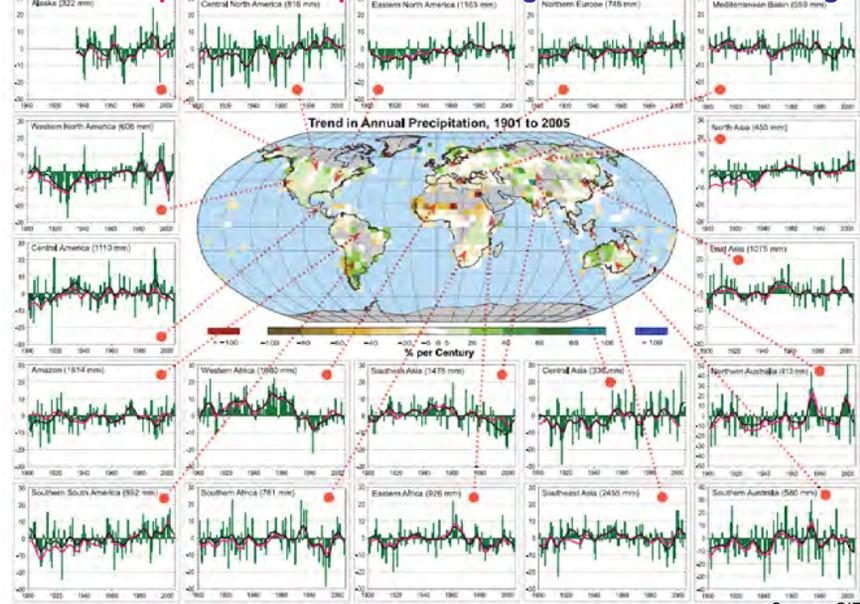
Contraste océan-continent moins clair



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Observations passées de la pluie: mise en garde forte variabilité régionale

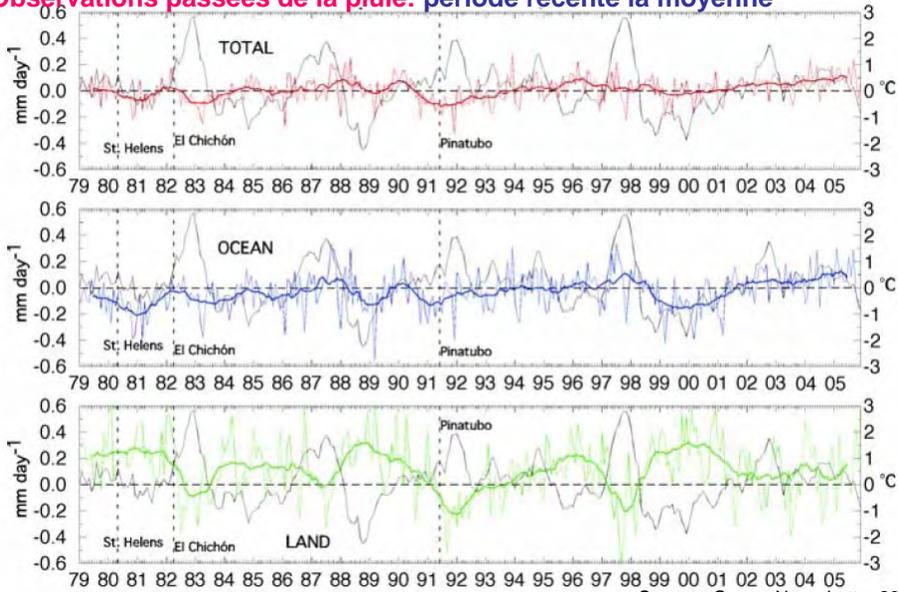


Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Observations passées de la pluie: période récente la moyenne

Tropics 30s-30n



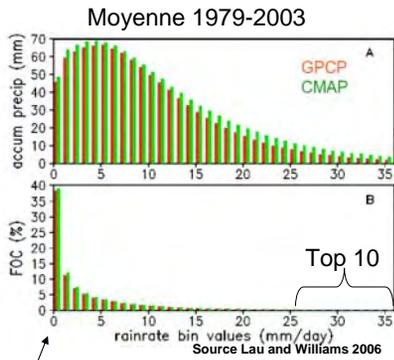
Pas de tendance

Source : Gewex News Letter 2006

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

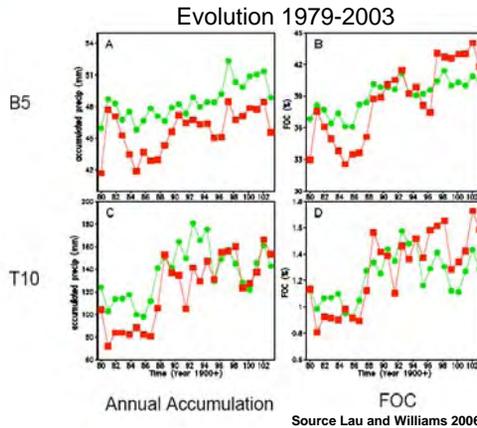
Climat tropical

Observations passées de la pluie: période récente : la distribution



Attention !
difficulté d'observations de la pluie

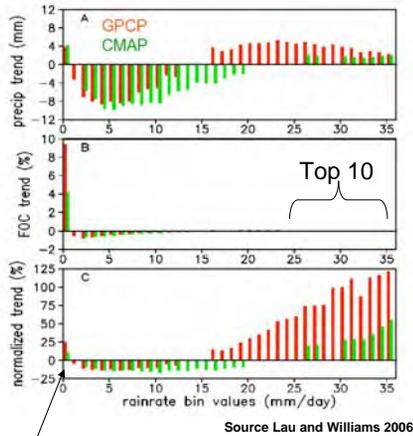
Deux jeux d'observations de pluie satellite IR+MW+rain gauges Pentadaires



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Observations passées de la pluie: période récente : la distribution



Bottom 5

Tendance positive

Pluies faibles
(pluies chaudes, basse, phase liquide) B5
Pluies très fortes
(pluies froides, hautes et phase glace) T10

Tendance négative

Pluies intermédiaires

Sensibilité différente à la température de la mer et à sa variation:

OK pluie faible
Mécanisme plutôt océanique; Et le continent?
Changement de circulation ?

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Résumé des variabilités observées dans les Tropiques

La température pan-tropicale suit le réchauffement global en particulier l'accélération depuis 1975 (plus d'éléments un peu plus tard)

L'évolution des précipitations depuis 1975 en moyenne sur les Tropiques ne laisse apparaître aucune tendance significative

En revanche la distribution des événements extrêmes telles que le rôle des percentiles top 10 et bottom 5 semble avoir évolué

Autant la température est homogène autant il ya de grandes variabilités locales concernant les évolutions de la pluie depuis 30-40 ans

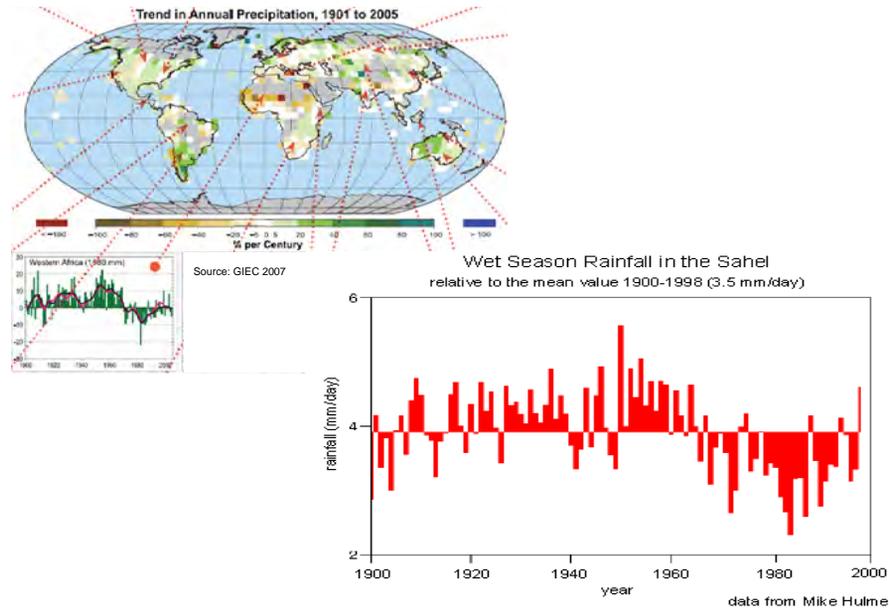
On se concentre donc maintenant sur des sous régions pour voir les différences

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Plan de la présentation

- 1 Le changement climatique GLOBAL
 - Principes physiques du changement climatique et la température
 - Observations passées
 - Le cycle de l'eau
 - Observations passées
- 2 Le climat tropical et le cycle de l'eau dans les Tropiques
 - Quelques éléments du climat tropical
 - Les Tropiques : Observations passées
 - L'Afrique de l'Ouest**
 - L'Inde
 - Les forêts tropicales
- 3 Scénarii pour le futur : température et cycle de l'eau
 - Global
 - Les Tropiques
 - Quelques éléments du cycle du carbone
 - Plus localement
- 4 Conclusions

Climat tropical Afrique de l'Ouest

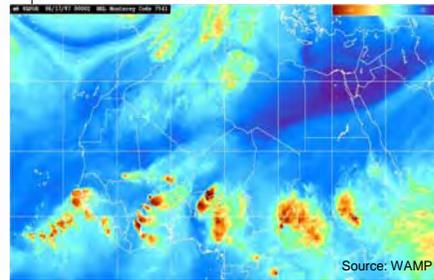
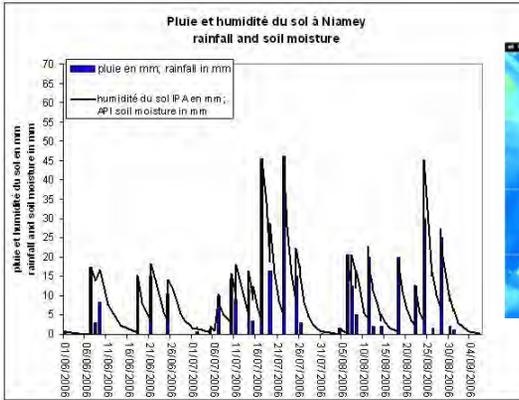


Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Afrique de l'Ouest

Mise en garde :
 Les précipitations sont très liées aux événements précipitants individuels; variable très discrète



Source: CRC Dijon

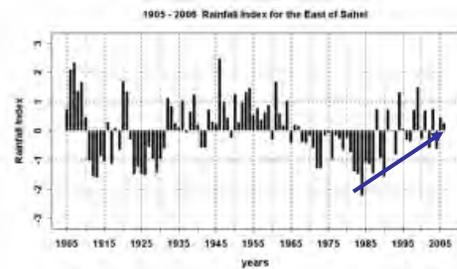
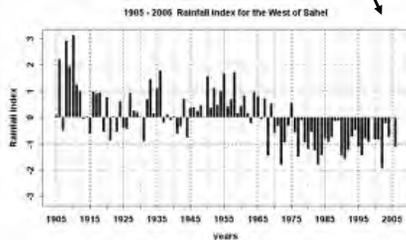
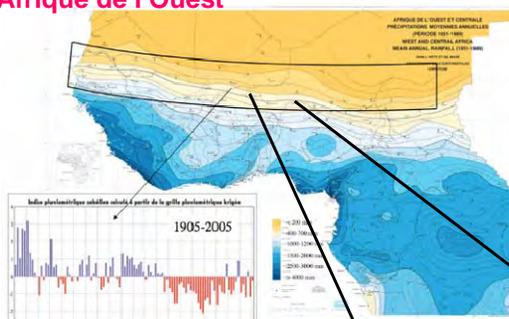
Source: AMMA AOC/Web

Une saison c'est 15-20 événements individuels
 Le lien entre les événements individuels et la pluie cumulée est délicat
 Et le lien entre les pluies cumulées et les variations climatiques est délicat

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Afrique de l'Ouest



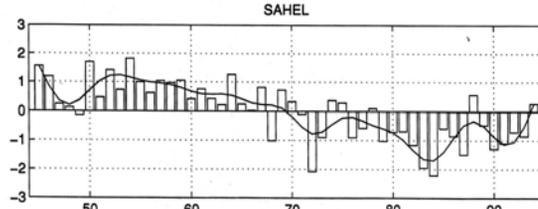
Source IRD/LTHE/M. Gosset

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Afrique de l'Ouest

Sahel ouest-africain



Source: CRC Dijon

- * Tendence lente à la dégradation du climat ?
- * ou transition climatique brutale au début des années 1970 ?

Causes possibles du changement climatique :

- changement climatique global (gaz à effet de serre) : *peu vraisemblable*
- action anthropique locale : surpâturage => modif. bilan énergétique => diminution des précipitations (*sans doute effet aggravant seulement*)
- évolution des TSO mondiales ? *oui* : réchauffement hémisphère sud, refroidissement Atlantique nord depuis 1970; Très discuté en ce moment

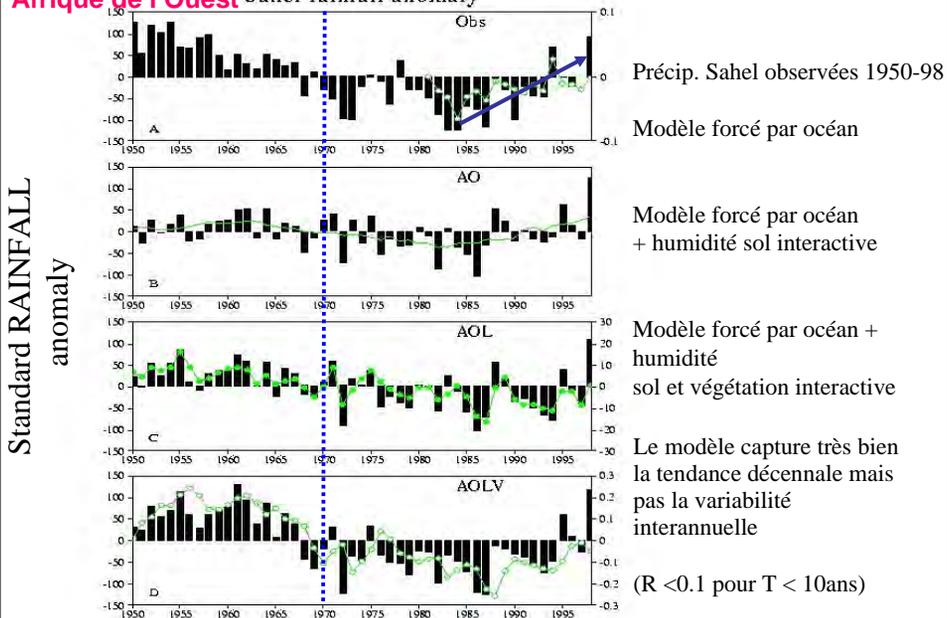
Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Afrique de l'Ouest

Sahel rainfall anomaly

(Zeng et al., 1999)



Précip. Sahel observées 1950-98

Modèle forcé par océan

Modèle forcé par océan + humidité sol interactive

Modèle forcé par océan + humidité sol et végétation interactive

Le modèle capture très bien la tendance décennale mais pas la variabilité interannuelle

($R < 0.1$ pour $T < 10$ ans)

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Afrique de l'Ouest

Variabilité décennale au Sahel et événement précipitant

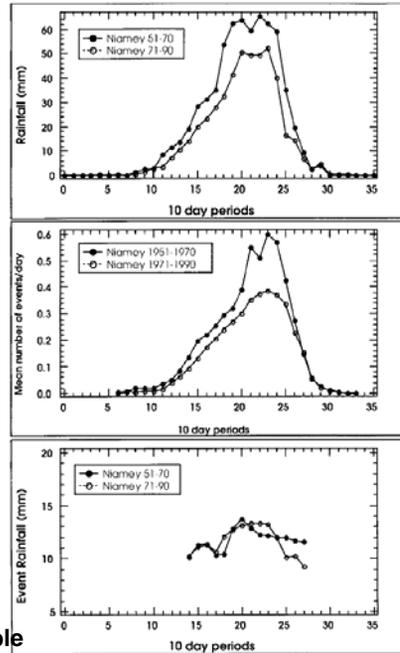
Variabilité du nombre d'événements précipitants, dans la période de pluie maximum, domine la variabilité décennale de la pluie moyenne par événement.

(LeBarbé et al., 2002 ; LeBarbé et Lebel, 1997)

Tendances sahéniennes

Températures de surface de l'océan amplifiées par les processus de surface modifient le nombre d'événements précipitants mais pas leur intensité

Climate change+ désertification (land-use anthropogénic): faible



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

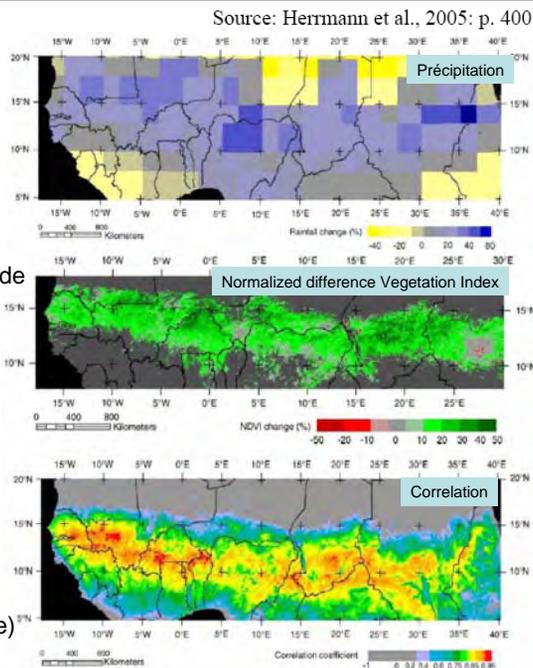
Afrique de l'Ouest

Végétation et Période récente 1982-2003

Précipitation remonte mais cela n'est toujours pas comme pendant la période humide

Le "greening" of Sahel !

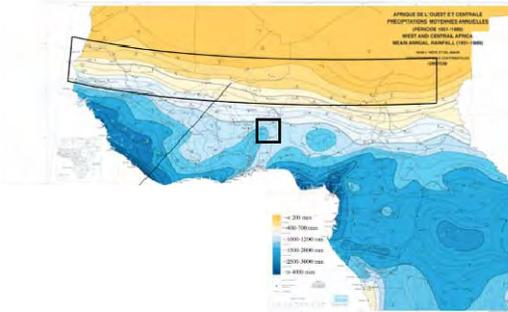
Les précipitations semblent pilotées le reverdissement d'Afrique de l'Ouest. Mais il faut d'autres éléments pour expliquer les résidus des corrélations des tendances (action humaine directe)



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Afrique de l'Ouest: un zoom sur le Bénin



**Observatoire Hydrométéorologique
Haut vallée du Ouémé
(15 000 km²)
Régime soudanien 1200 mm/an**

Source IRD/LTHE/M. Gosset

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

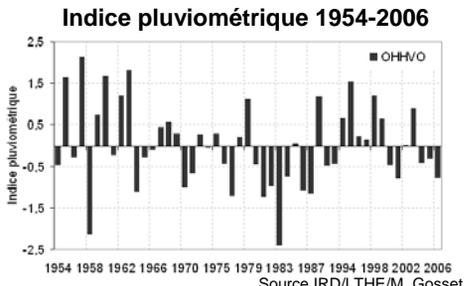
Climat tropical

Afrique de l'Ouest: un zoom sur le Bénin



Tendance régionale différente
De l'évolution sahélienne

Grosse disparité locale
« Zone de gradient »



Source IRD/LTHE/M. Gosset

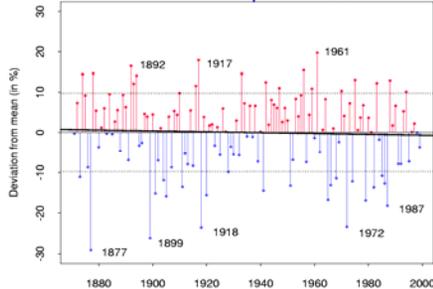
Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical L'inde



View of Mumbai, India during the monsoon season. Wikipedia 2007

Evolution of the June-September All-India Rainfall



Courtesy: David Stephenson mean = 851.78 s.dev = 9.72



Variabilité : pas de tendances sur le 20ème siècle
Le signal le plus important : variabilité interannuelle → El Nino
Néanmoins assez faible ~10% seulement.
Peu de persistance : peu de sécheresse successives ou d'années excédentaires qui se suivent

Un système auto-régulé ?

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Résumé des évolutions récentes observées en zone de mousson

En Afrique de l'Ouest et au Sahel

- Tendance lourde à la sécheresse depuis les années 1970
- Disparité locale dans l'évolution récente ~1980-2000 entre Est et Ouest Sahel
- Reverdissement constaté sur le bord Sud du Sahel depuis 1980; fort lien avec les pluies qui augmente là aussi sur cette période mais cela n'explique pas tout (action humaine + directe ?)
- Régime soudanais (Bénin) semble ne pas montrer de tendances dans les pluies saisonnières

En Inde

Pas de tendances;
(peut être dans les événements extrêmes de fortes pluies en Inde centrale)
Peu de persistance : peu de sécheresse successives ou d'années excédentaires qui se suivent

Et dans les régions de forêts tropicales

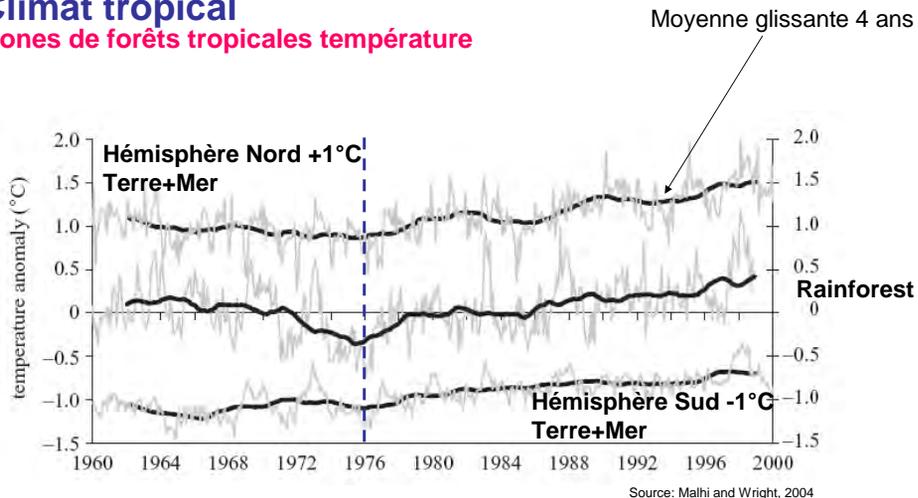
Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Plan de la présentation

- 1 Le changement climatique GLOBAL
 - Principes physiques du changement climatique et la température
 - Observations passées
 - Le cycle de l'eau
 - Observations passées
- 2 Le climat tropical et le cycle de l'eau dans les Tropiques
 - Quelques éléments du climat tropical
 - Les Tropiques : Observations passées
 - L'Afrique de l'Ouest
 - Les forêts tropicales**
- 3 Scénarii pour le futur : température et cycle de l'eau
 - Global
 - Les Tropiques
 - Quelques éléments du cycle du carbone
 - Plus localement
- 4 Conclusions

Climat tropical

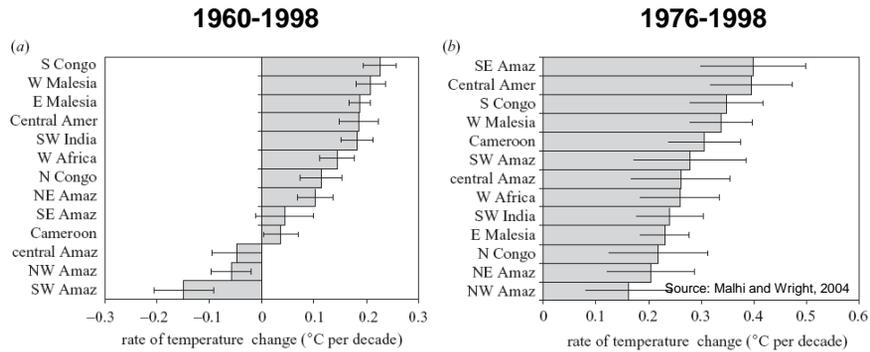
Zones de forêts tropicales température



Réchauffement cohérent avec le signal global sur la même période
En particulier l'accélération du taux de réchauffement post-1975

Climat tropical

Zones de forêts tropicales à l'échelle régionale

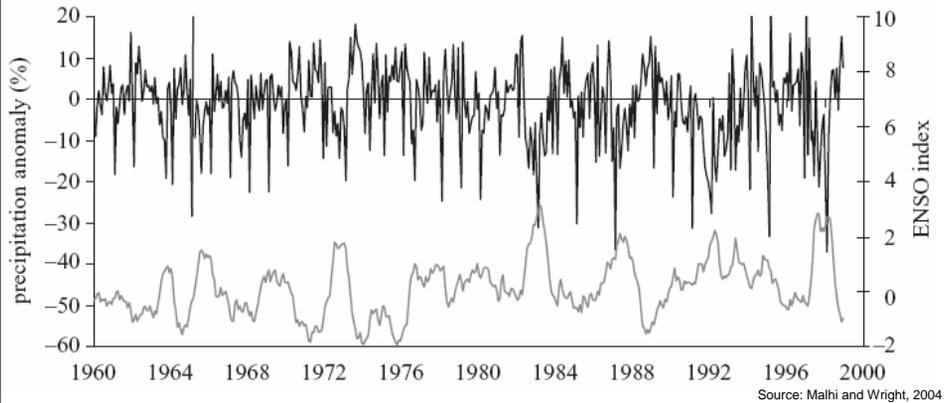


Réchauffement cohérent avec le signal global sur la même période
 En particulier l'accélération du taux de réchauffement post-1975
 Ainsi que sa généralisation

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Zones de forêts tropicales: précipitations



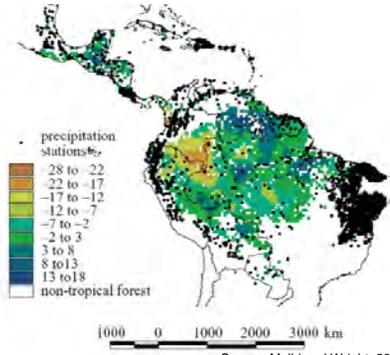
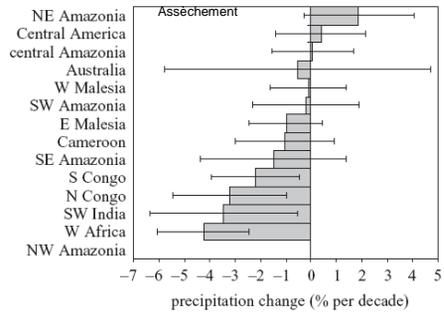
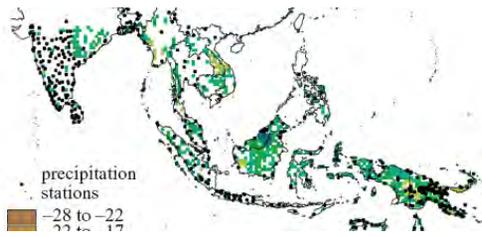
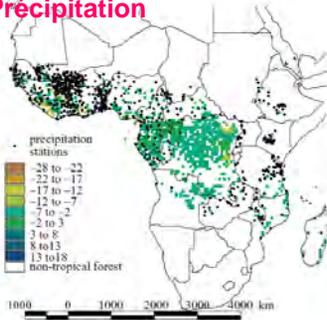
Légère tendance à la décroissance
 Pas observée dans les autres jeux de données
 Variabilité interannuelle : ENSO
 Attention sur les deux dernières décennies: 3 El Nino dont les 2 plus importants du siècle

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Zones de forêts tropicales

Précipitation



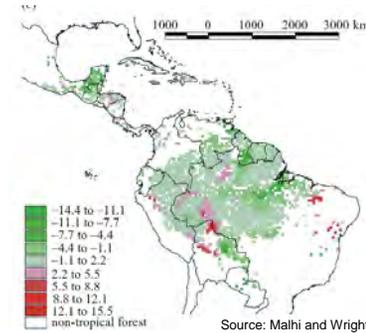
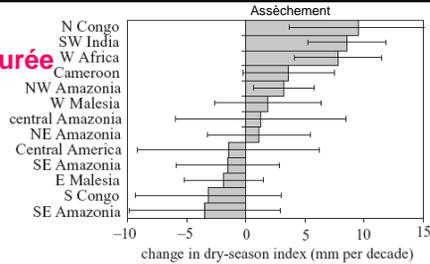
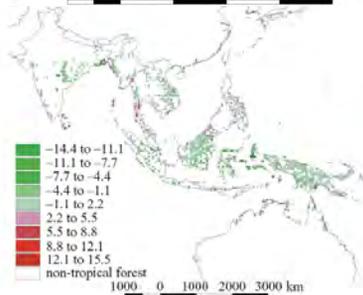
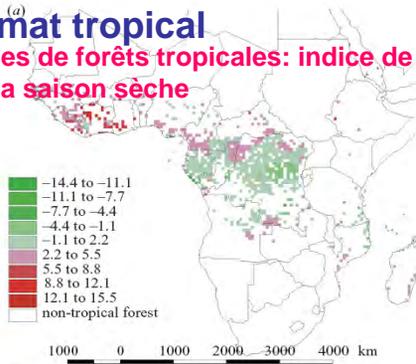
Source: Malhi and Wright, 2004

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

(a) Climat tropical

Zones de forêts tropicales: indice de durée

De la saison sèche



Source: Malhi and Wright, 2004

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Climat tropical

Résumé des évolutions récentes observées en zone de forêts tropicales Sur la période 1960-1998

Température

- Réchauffement de 0.08°C/ décennie depuis 1960 et 1998
- Accélération du réchauffement post 1975 : 0.26°C/ décennie

Carbone

- Augmentation de la biomasse en Amazonie 1.22 Mg / ha / an ~ (0.6 PgC / an)
- Augmentation de la biomasse dans les forêts intactes
- Les puits de carbone se seront que transitoires ...
- 25% augmentation de l'Amazonie en biomasse (30 Pg C/an) ~ retard de 4-5 ans le global change

Précipitation

- Pas de tendances en Amérique
- Très fort Assèchement en Afrique; assèchement en Asie

- Signal Afrique et Asie aussi dans l'intensité de la saison sèche

- Décorrélation régionale pluie-temp:
amazonie et afrique même tendance en température
Afrique assèchement Amazonie statu-quo !

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Plan de la présentation

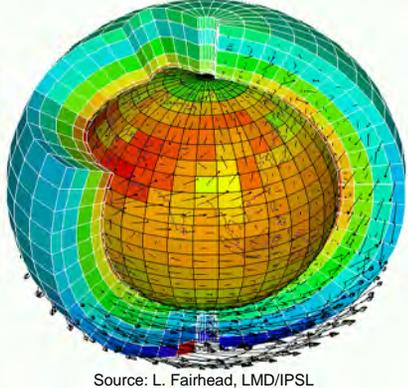
- 1 Le changement climatique GLOBAL
 - Principes physiques du changement climatique et la température
 - Observations passées
 - Le cycle de l'eau
 - Observations passées
- 2 Le climat tropical et le cycle de l'eau dans les Tropiques
 - Quelques éléments du climat tropical
 - Les Tropiques : Observations passées
 - L'Afrique de l'Ouest
 - Les forêts tropicales**
- 3 Scénarii pour le futur : température et cycle de l'eau
 - Global
 - Les Tropiques
 - Quelques éléments du cycle du carbone
 - Plus localement
- 4 Conclusions

Les projections pour le siècle prochain

Réalisation des prévisions climatiques

Un scénario d'évolution des concentrations/émissions des GES

Modèle numérique de climat



Source: L. Fairhead, LMD/IPSL

+

Super ordinateur



Figure 88
Calculateur NEC du centre
de calcul du CNRS.
© IDRIS

+

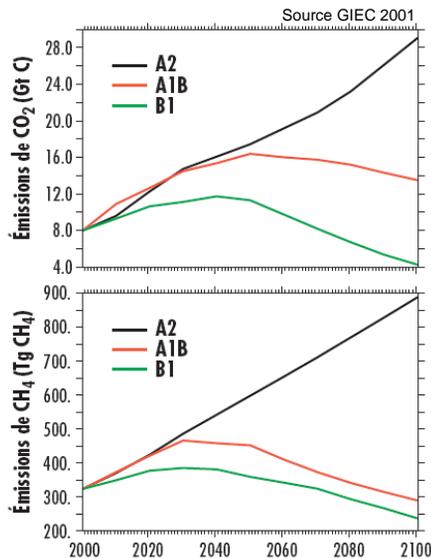
=

une prévision du climat pour le futur

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Réalisation des prévisions climatiques



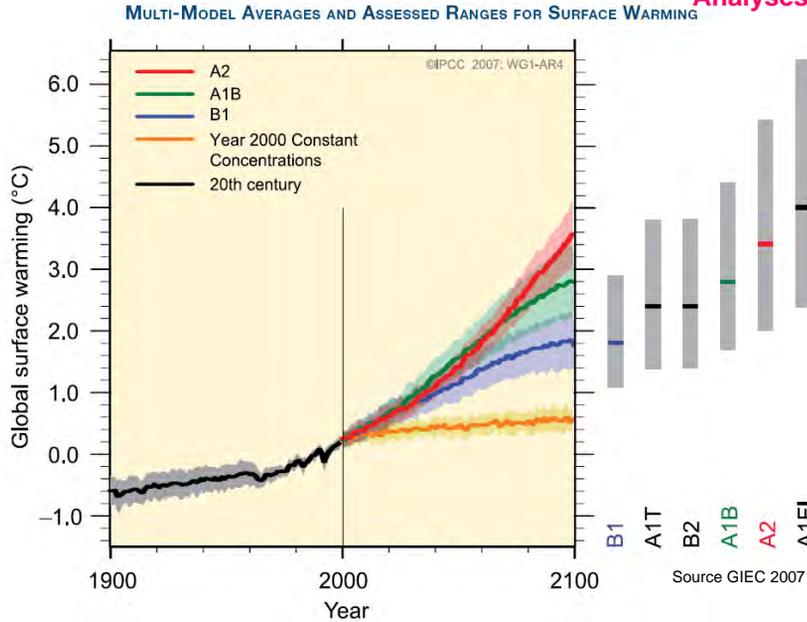
Des scénarios fondés
sur l'économie la
déforestation et la
politique

A2 Scénario FORT
B1 Scénario FAIBLE

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

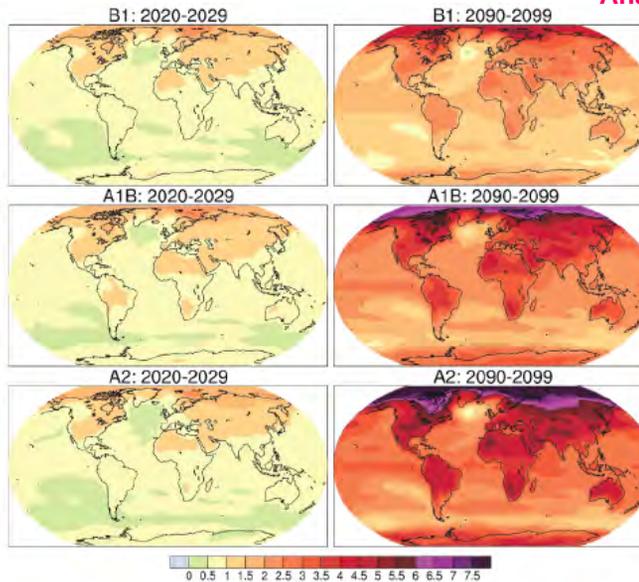
Analyses globales



Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Analyses globales



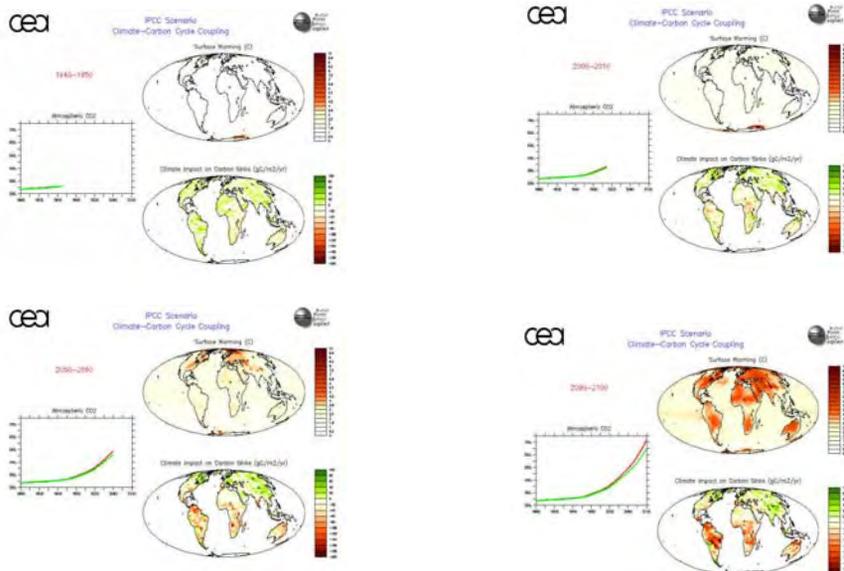
Source GIEC 2007

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Avec le cycle du carbone interactif

Analyses globales

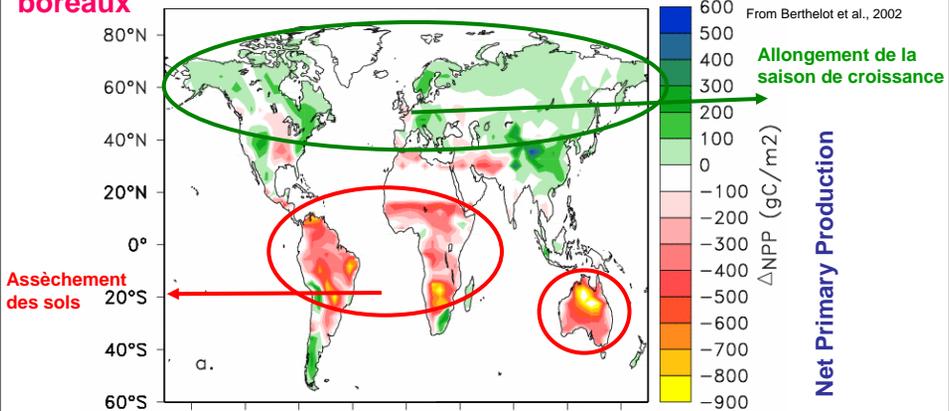


Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Avec le cycle du carbone interactif

Contraste entre la réponse des écosystèmes tropicaux et boréaux

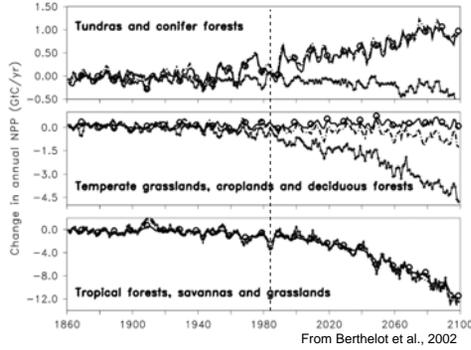


Principalement une réponse à l'augmentation de température plutôt qu'une sensibilité aux précipitations

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

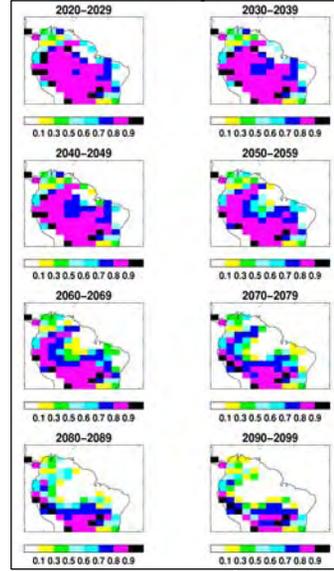
Les projections pour le siècle prochain

Forêts tropicales



NPP est piloté par les effets indirects de température plutôt que par le déficit de pluie
Réponse graduelle

Fraction de forêt dans la maille %
Modèle du Hadley centre



Cox et al., 2000

“Amazon die-back”

Rémy Roca “Cycle de l’eau tropical et changement climatique”, ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

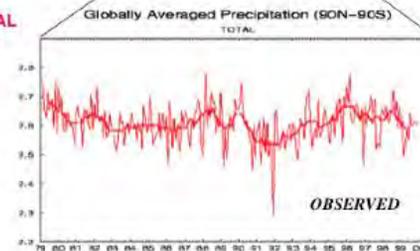
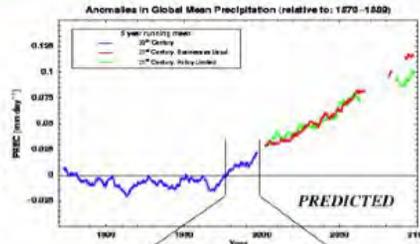
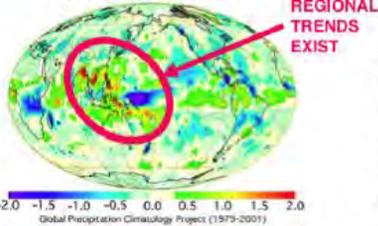
Analyses globales



Climate Model vs Observed Precipitation

- Global Intensification of the hydrological cycle ?
- Models indicate trend – observations don't confirm
- Errors don't allow proof

23 Year Change in Global Precipitation Anomalies
January 1979 to September 2001

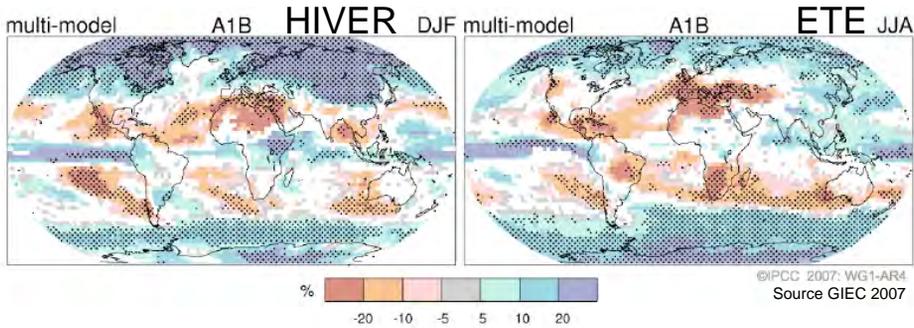


Rémy Roca “Cycle de l’eau tropical et changement climatique”, ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Analyses globales

Différence des Précipitations
entre la fin du 21^{ème} siècle et maintenant



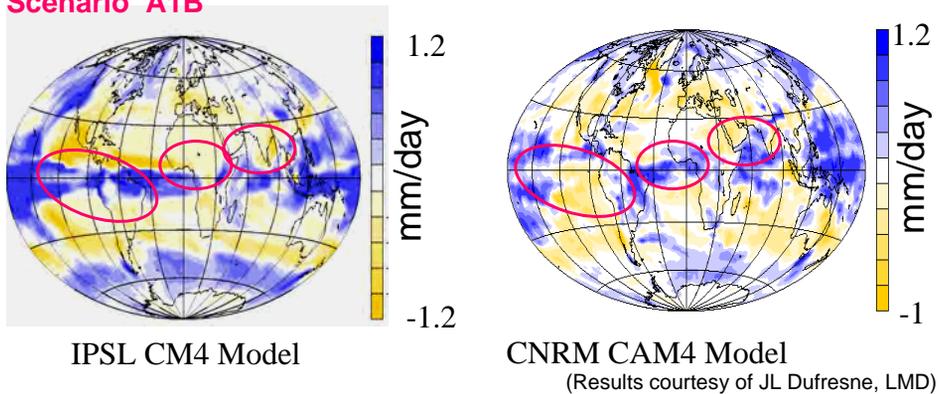
Les zones en pointillées sont les zones où les différents modèles sont d'accord entre eux

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Analyses globales

Différence entre la pluie 2090:2099 – 2000:2009
Scénario A1B



Les précipitations tropicales :
des questions scientifiques d'actualité

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Les projections pour le siècle prochain

Résumé

La température

- Réchauffement global Plus marqué sur les continents tropicaux que sur les océans
- Quelques degrés en global = plusieurs degrés en local

Les précipitations

- Divergence des prévisions sur les zones tropicales ;
- En particulier sur les zones de rainforest
- Divergence entre modèles et observations: problèmes des observations ?
- Peu d'éléments

Le cycle du carbone

- L'impact négatif sur le CO₂ atmosphérique est plus grand que l'impact positif des extratropiques donc Rétroaction positive du cycle du carbone sur le changement climatique
- Land usage plus "efficace" que le changement global à détruire les biomes

Quelles directions de recherche dans la communauté atmosphère ?

des modèles meilleurs si contraints par meilleurs OBS et nourris de plus de physique du cycle de l'eau et du CO₂

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Projets de satellite pour le futur

Megha-Tropiques



Megha = nuages en Sanskrit

Mission indo-française

entre le Indian Space Research Organisation et le CNES

Dédiée au cycle de l'eau dans les Tropiques

Faible inclinaison sur l'équateur; 865 km d'altitude

Haute répétitivité des mesures

Lancement prévu en Avril 2009

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Projets de satellite pour le futur

L'échantillonnage de Megha-Tropiques

Megha-Tropiques / MADRAS

Orbit - Ground track

Recurrence = [14; -1; 7] 97

>>>> Time span shown: 720.0 min = 0.50 day

Ground track - Conical swath / VZA=53.1°

Altitude = 865.6 km a = 7243.700 km

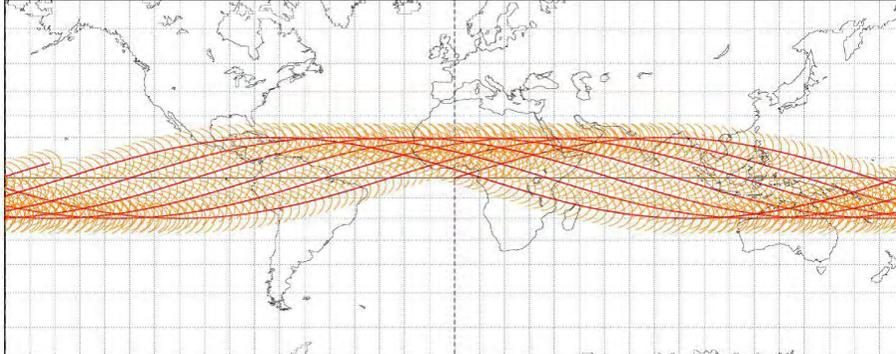
Inclination = 20.00 °

Period = 101.93 min * rev/day = 14.13

Equat. orbital shift = 2892.0 km (26.0 °)

** Half-aperture: 65.0 ° - Radius/grnd 928 km [1.0 min]

** Effect. h-ap.: 42.3 ° => 841 km - Effect. swath: 1682 km



Projection: Mercator

Property: Conformal

T.:Cylindrical ⊕ Graticule: 10°

Map centre: 0.0 ° ; 0.0 °

Aspect: Direct

[+0.0 / +0.0 / +0.0] Gr.Mod.: GEM-T2

Asc. node: 0.00 °

App. inclin. = 21.52 °

Max. attained latit. = 27.6 °

Ιξίων

MC ★ LMD

ΑΤΛΑΣ

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007

Merci de votre attention!

Rémy Roca "Cycle de l'eau tropical et changement climatique", ECOFOR Ecole Thématique, Fréjus, France, le 21 Mai 2007