

# ***Évolutions multiples et intérêts nouveaux en matière de climatologie depuis 1970***

Professeur Michel ERPICUM,

- *Climatologue – géographe depuis 1974*
- *Responsable du Master en climatologie  
à l'Université de Liège (Faculté des Scs) depuis 2007*



Laboratoire de  
Climatologie et  
Topoclimatologie

Université  
de Liège



Michel Erpicum

25/02/2014 - Gembloux

# 0. Préambule

## 0.1. complémentarité entre : météorologie et climatologie

- 1. la météorologie** concerne l'analyse du temps présent et concerne les prévisions à brève ou moyenne échéance
  - C'est une discipline dépendant essentiellement de la physique
- 2. la climatologie** élabore diverses **statistiques** et **cartographies** sur les variables climatiques **isolées** (ex: anomalies de la température par rapport à une période de référence de 30 ans) ou **combinées** dans le passé.
  - Elle dépend **d'abord** de la géographie **puis** de la physique. Elle élabore des extrapolations ou des simulations dans le futur.

# 0. Préambule

## 0.2. Répartition des continents et océans par pas de 5° de latitude

Hémisphère nord			Superficie 1.000 km <sup>2</sup>	Hémisphère sud		
Latitude (°)	Continents &	Océans &		Latitude (°)	Continents &	Océans &
90-85°	0	100	979	90-85°	100,0	0
85-80°	13	86,9	2.930	85-80°	100,0	0
80-75°	22,9	77,1	4.855	80-75°	89,3	10,7
75-70°	34,5	65,5	6.742	76-70°	61,4	38,6
70-65°	71,3	28,7	8.575	70-65°	20,5	79,5
65-60°	69,8	30,2	10.336	65-60°	0,3	99,7
60-55°	55,0	45,0	12.015	60-55°	0,1	99,9
* 55-50°	59,3	40,7	13.599	55-50°	1,5	98,5
* 50-45°	56,2	43,8	15.075	50-45°	2,5	97,5
45-40°	48,8	51,2	16.431	45-40°	3,6	96,4
40-35°	43,2	56,8	17.661	40-35°	6,6	93,4
35-30°	42,3	57,7	18.754	35-30°	15,8	84,2
30-25°	40,4	59,6	19.704	30-25°	21,6	78,4
25-20°	34,8	65,2	20.505	25-20°	24,6	75,4
20-15°	29,2	70,8	21.152	20-15°	23,6	76,4
15-10°	23,5	76,5	21.640	15-10°	20,4	79,6
10-5°	24,3	75,7	21.967	10-5°	23,1	76,9
5-0°	21,4	78,6	22.130	5-0°	24,1	75,9
90-0°	39,34	60,66	255.050	90-0°	19,08	80,92

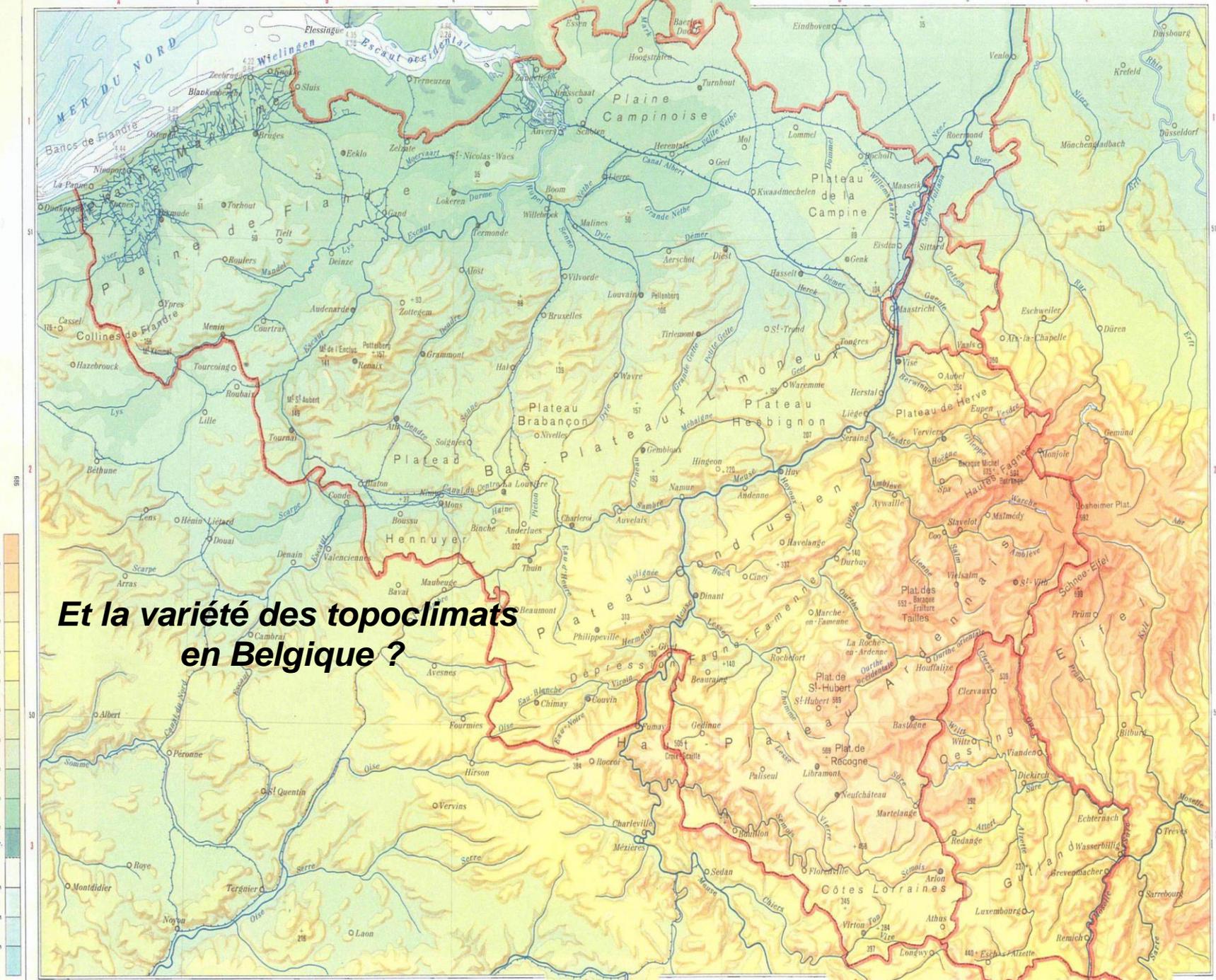
\* **Climats tempérés**

# Problème de cartographie des données climatiques planétaires



# La place prise par la Belgique en Europe





**Et la variété des topoclimats  
en Belgique ?**



# 1. Historique des bulletins climatologiques mensuels en Belgique (IRM)

- 1.2 Passage du mode manuscrit (12/1949) au mode imprimé (01/1950)

UNIVERSITÉ DE LIÈGE  
232/32

*note*

Bulletin mensuel de  
l'Institut Royal Météorologique de Belgique.  
Décembre 1949.  
Aperçu climatologique :

**PRESSIION ATMOSPHÉRIQUE:** La pression atmosphérique moyenne réduite au niveau moyen de la mer, atteint, à Uccle, la valeur de 1.014,9 mbo. (norm. : 1.014,0). Sa moyenne diurne a été inférieure à la normale du 2 au 10 et du 14 au 19.

**RÉGIME DES VENTS:** A Uccle, la fréquence des vents du secteur SW présente un excédent de 56 % par rapport à la normale. La vitesse moyenne du vent est de 4,5 m./s. (norm. : 4,9). Des pointes comprises entre 15 et 20 m./s. ont été enregistrées les 1, 2, 5, 7, 13, 16, 18, 19 et 25, tandis que des coups de vent dépassant 20 m./s. se sont produits les 3, 4, 8, 17 (26,7 m./s.) et 26.  
Des avis de tempête ont été lancés aux ports de mer belges les 2, 5, 7, 17, 18 et 25.

**ORAGES:** Il y a eu deux jours d'orage dans le pays : le 5 et le 17. Les manifestations orageuses ont été plus répandues le second jour que le premier, mais chaque fois elles ont été accompagnées de grêle.

**INSOLATION:** A Uccle, la durée d'insolation est anormalement élevée avec le total de 57 h. (norm. : 36 h.). Chacune des décades a totalisé respectivement 19, 26 et 24 % des heures possibles. Il y a eu 14 jours totalement couverts (norm. : 14,8).

**TEMPÉRATURE:** Caractérisé à Uccle par plusieurs hausses et baisses successives de la température, le mois de décembre apparaît toutefois dans l'ensemble comme normal sauf pour le maximum moyen anormalement élevé.  
La température moyenne, les extrêmes moyens et absolus ont été respectivement:

4°0	7°8	0°7	12°6 (le 9)	-4°1 (le 15)
norm. : 3°3	5°8	0°6	12°0	-6°6

La moyenne diurne de la température a été inférieure à la normale les 1 et 2

UNIVERSITÉ DE LIÈGE  
232/32  
GÉOLOGIE

Institut Royal Météorologique de Belgique -  
JANVIER 1950  
APERCU CLIMATOLOGIQUE

**PRESSIION ATMOSPHÉRIQUE:** La pression atmosphérique moyenne, réduite au niveau moyen de la mer, atteint, à Uccle, 1.022,3 mb (norm. : 1.018,0 mb). Sa moyenne diurne a été inférieure à la normale du 3 au 7 et les 9, 16, 17, et 31.

**RÉGIME DES VENTS:** A Uccle la fréquence des vents du secteur NE atteint environ le triple de sa normale.  
La vitesse moyenne du vent est anormalement basse avec 4,0 m/s (norm. : 5,0 m/s). Des pointes comprises entre 15 et 20 m/s ont été enregistrées les 5, 6, 17, 18, 19, 24 et 28. Aucun coup de vent de plus de 20 m/s n'a été observé.  
Aucun avis de tempête n'a été lancé aux ports de mer belges.

**ORAGES:** Aucun phénomène orageux ne s'est produit dans le pays.

**INSOLATION:** A Uccle, l'insolation est très anormalement élevée, avec le total de 94 h 40 (norm. : 51 h). Elle s'est répartie sur chacune des décades respectivement en 18, 23 et 61 % des heures possibles (cf N.B.).

**TEMPÉRATURE:** A Uccle, une période de temps relativement doux a été suivie, après une chute assez forte de la température le 19, d'une période de temps froid. On compte 15 jours de gelée parmi lesquels 7 jours d'hiver (norm. 13,2 et 2,6).  
Les minima ont été inférieurs à -5° et -10° respectivement 12 et 1 fois (norm. : 3,2 et 0,9). Dans l'ensemble, toutefois, le mois reste normal, bien que les minima moyen et absolu soient presque anormalement bas.  
La température moyenne, les extrêmes moyens et absolus atteignent respectivement:

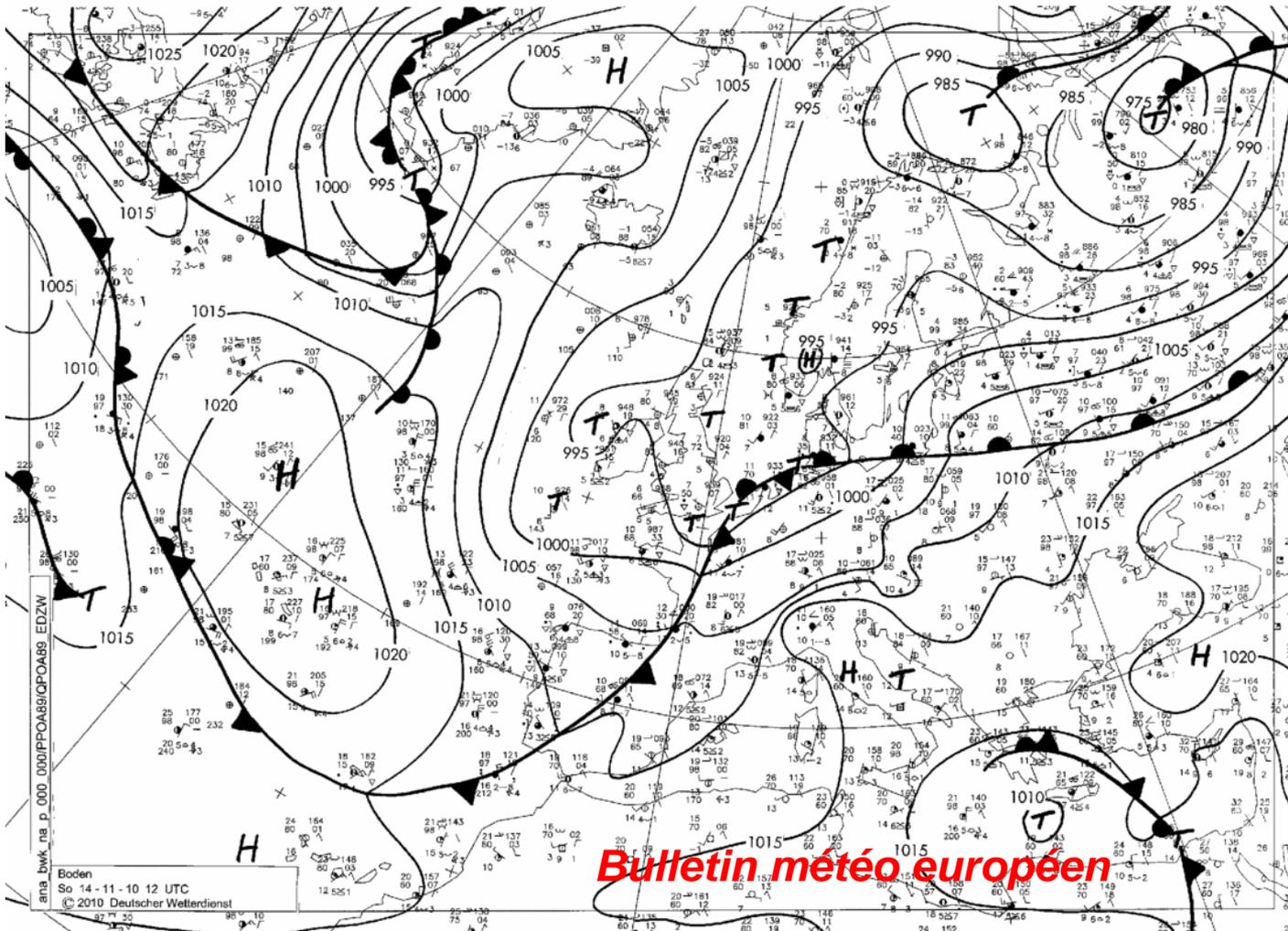
1,6°	4,8°	-2,3°	11,0° (le 12)	-10,6° (le 25)
norm. : 2,7°	5,3°	-0,3°	10,9°	-7,7°

La moyenne diurne de la température a été inférieure à la normale le 1 et du 18 au 30. Sa variabilité interdiurne a été de + 2,08°. La hausse la plus forte, de 6,8°, s'est produite le 31; la baisse la plus marquée, de 4,8°, a été enregistrée le 19. Dans le pays, les maxima absolus, en général de 9° à 12°, ont été observés entre le 8 et le 12. Les minima absolus, de -9° à -13° en Basse et Moyenne Belgique et de -12° à -18° en Haute Belgique, se sont produits entre le 25 et le 31.

**HUMIDITÉ:** L'humidité relative moyenne atteint, à Uccle, 87 % (norm. : 90 %).

# Exemple d'un document météo pointé de manière automatique

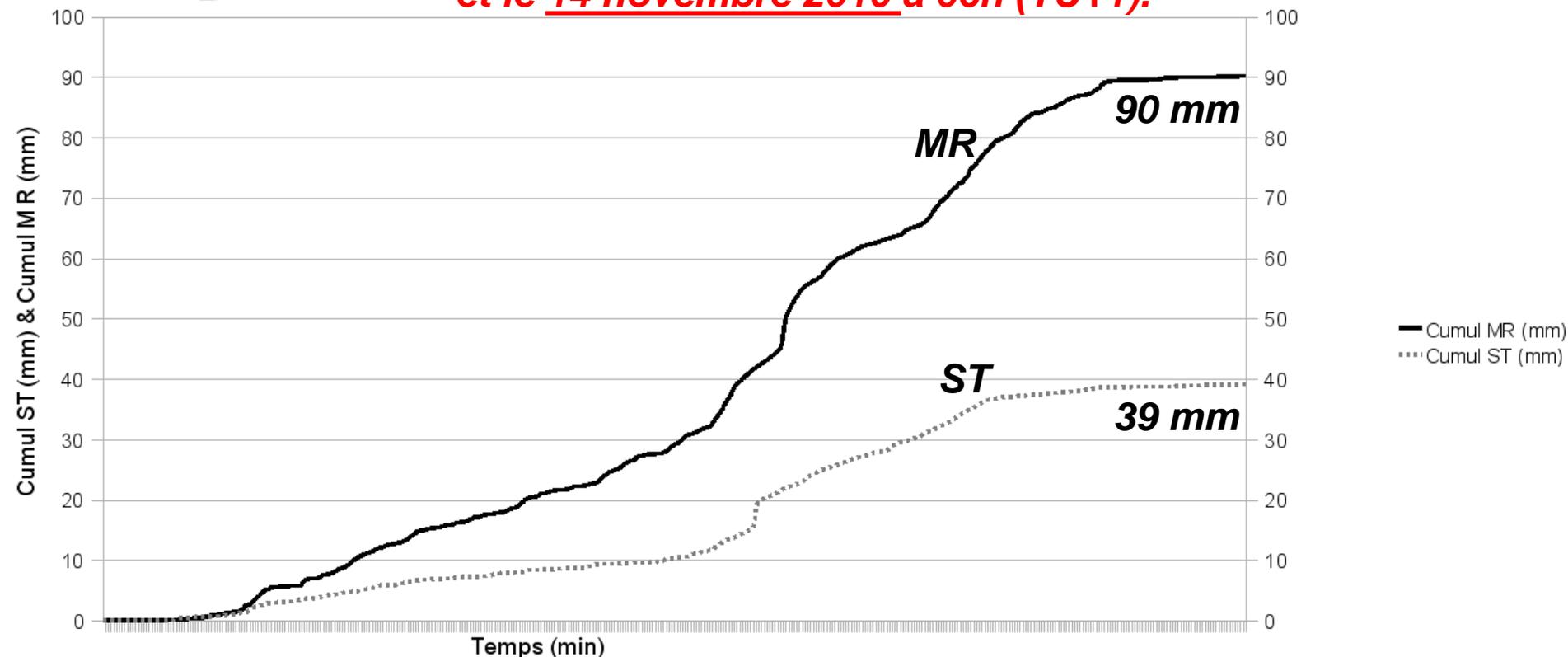
Le cas du 14 novembre 2010 à 12h TU



**Précipitations  
continues sur  
la Belgique**

## Lames d'eau cumulées sans interruption durant 42h d'affilée

entre le 12 novembre 2010 à 12h (TU+1)  
et le 14 novembre 2010 à 06h (TU+1).



*Cumul de minute en minute des précipitations en mm (précipitation continue) lors du passage d'une zone frontale sur la Belgique*

Légende : **MR** = Station du Mont-Rigi (SSHf-ULg) (alt = 685 m)  
**ST** = Sart Tilman (ULg) (alt 240m)

## *2. Réseaux de mesures et instrumentations*

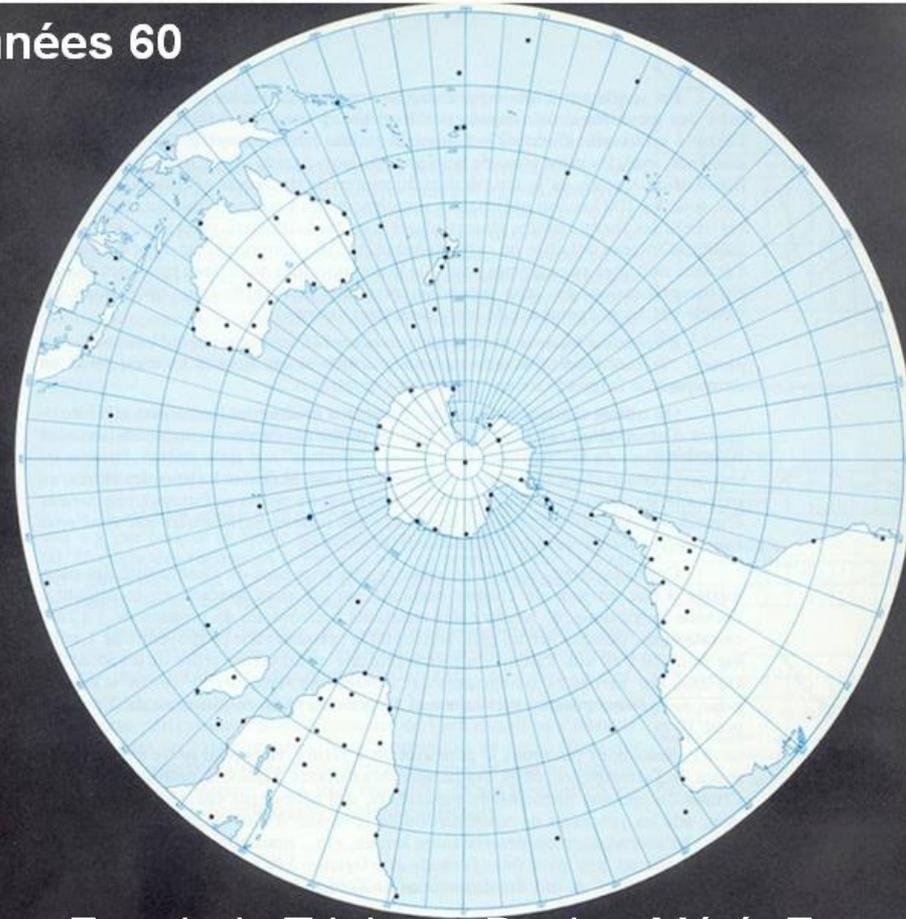
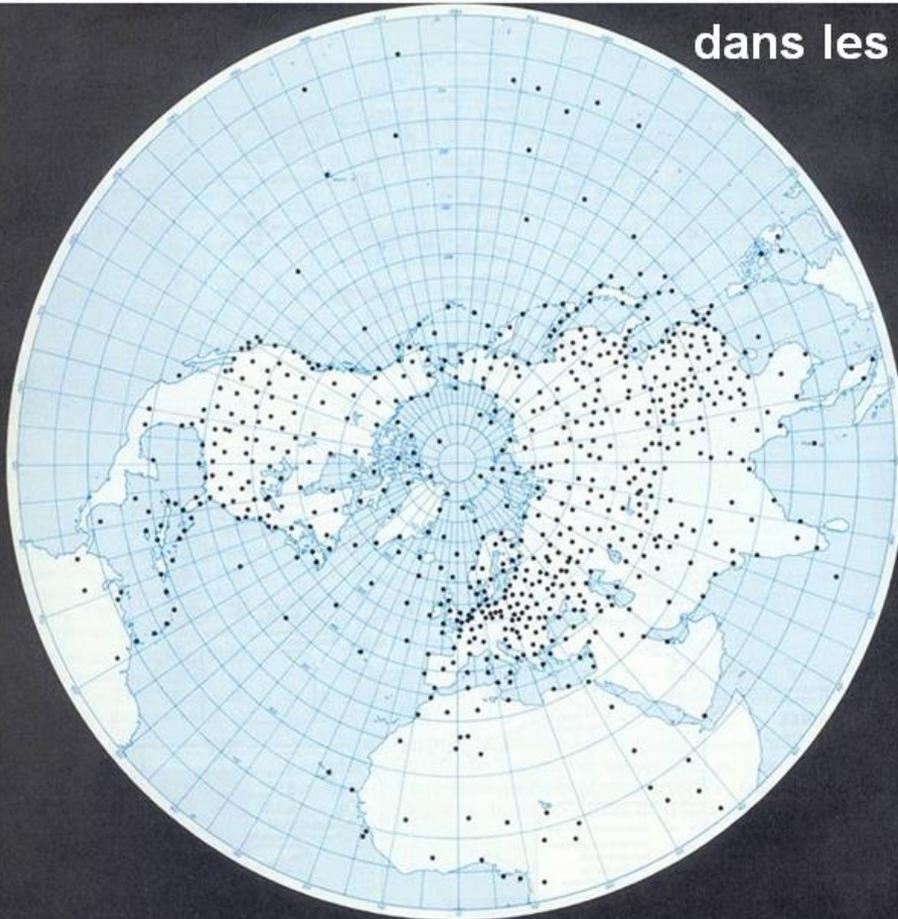
## 2. Réseaux de mesures et instrumentations

### 2.1 Réseaux de mesures au sol en 1960

**Densité des réseaux**

Position des principales stations météorologiques à la surface du globe

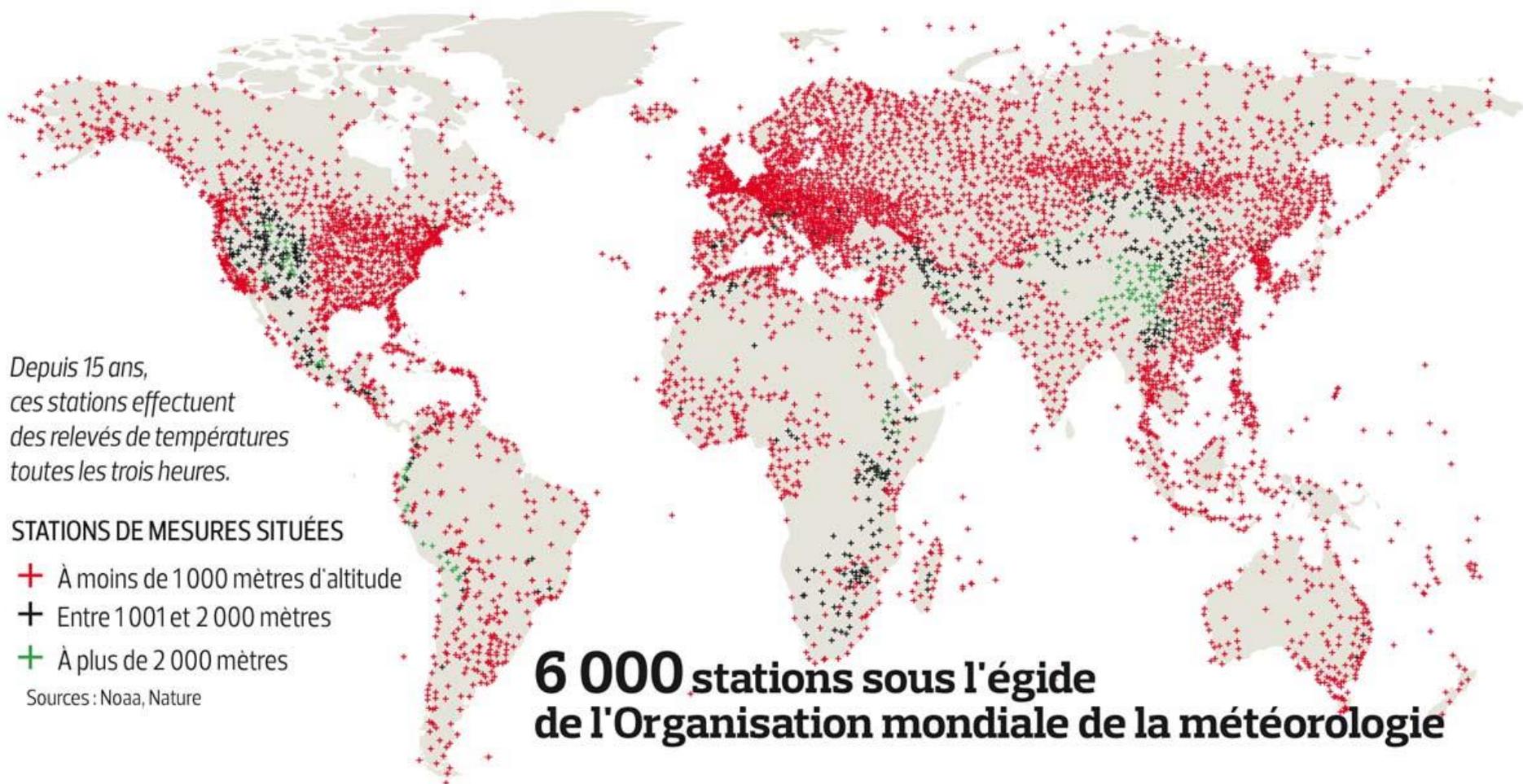
dans les années 60



Extrait de Triplet et Roche, MétéoFrance

## 2. Réseaux de mesures et instrumentations

### 2.2. Réseau OMM actuel de mesures instrumentales en surface



## 2. Réseaux de mesures et instrumentations

### 2.3. Instrumentations au sol

- *Évolution de la précision et du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :*

**Température de l'air**



## 2. Réseaux de mesures et instrumentations

### Température de l'air

#### Problème d'homogénéité des abris météo et des stations météo

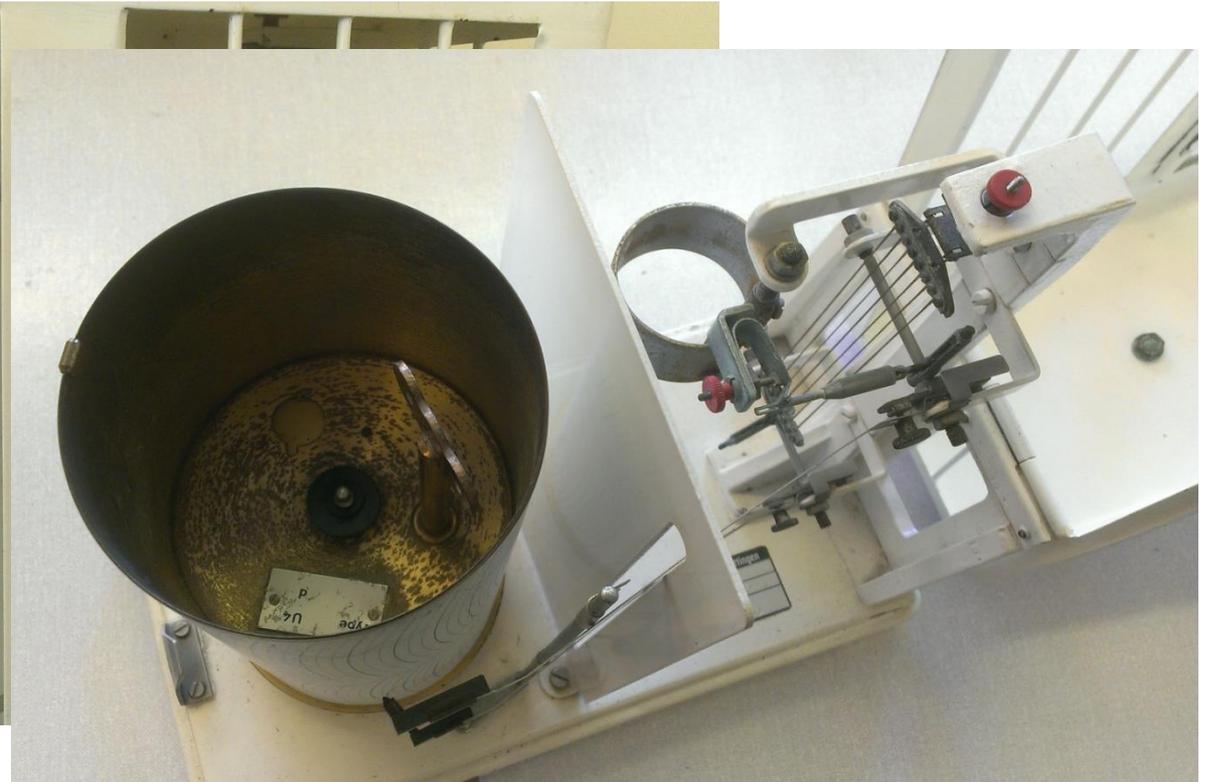
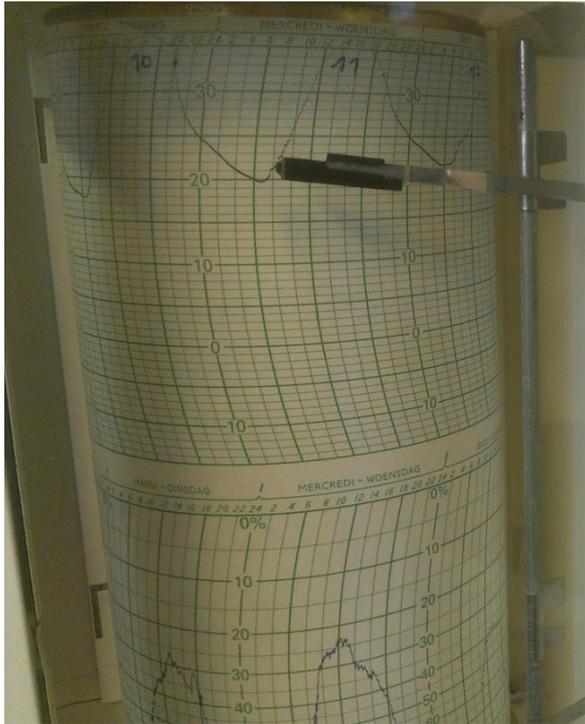


# 2. Réseaux de mesures et instrumentations

## 2.2. Instrumentations au sol

- Évolution de la précision et du type d'instrumentation

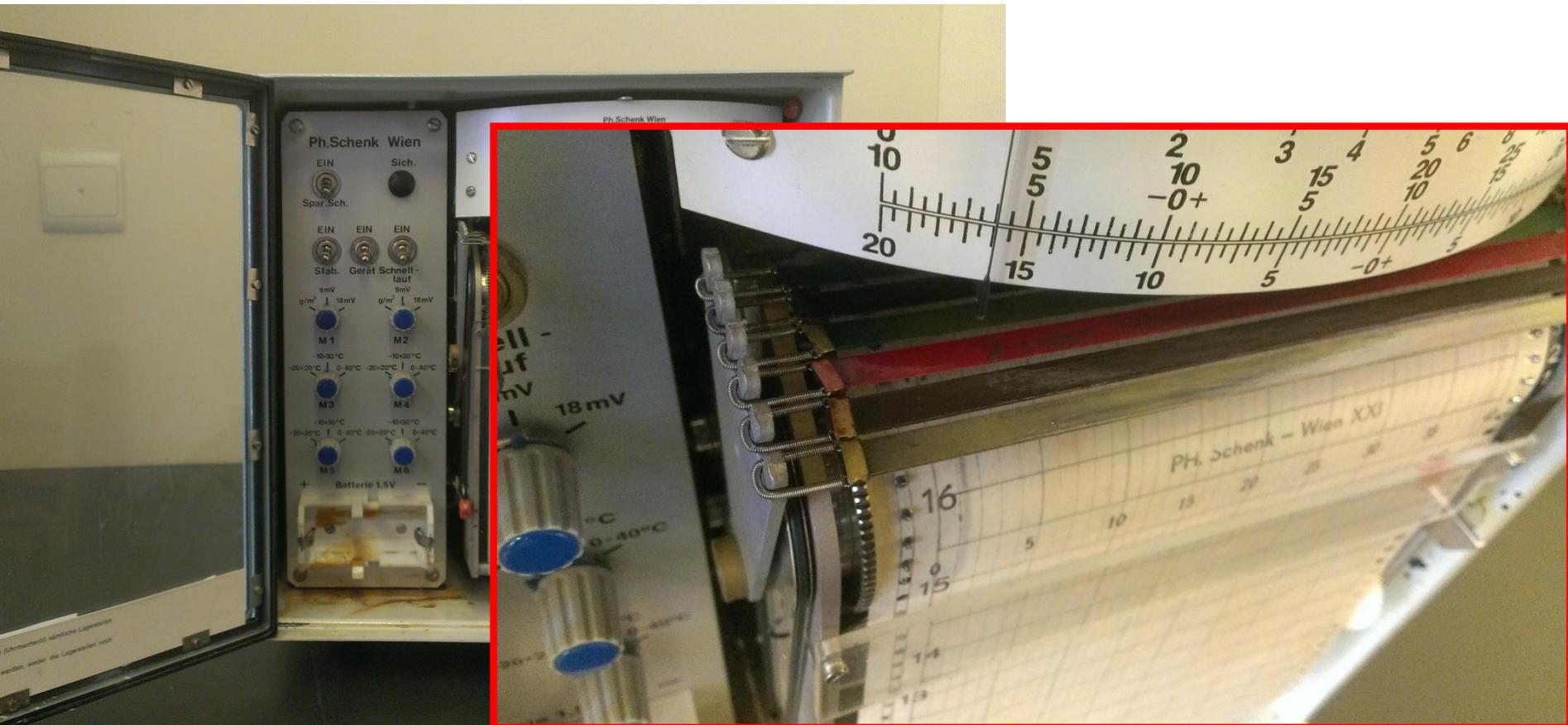
### Thermohygrographe



## 2.3. Enregistrement données au sol

- Évolution de la précision et du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :

**Data Logger électromécanique**



## 2.3. Instrumentation et enregistrement

- Évolution du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :



**pluviométrie**



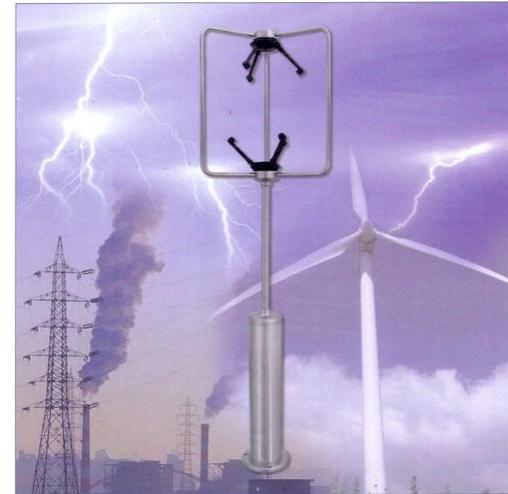
## 2.4. Instrumentation et enregistrement

- Évolution du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :

**anémométrie**



**2D**



**3D**

## 2.5. Instrumentation sophistiquée

- Évolution du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :

**pluviométrie**

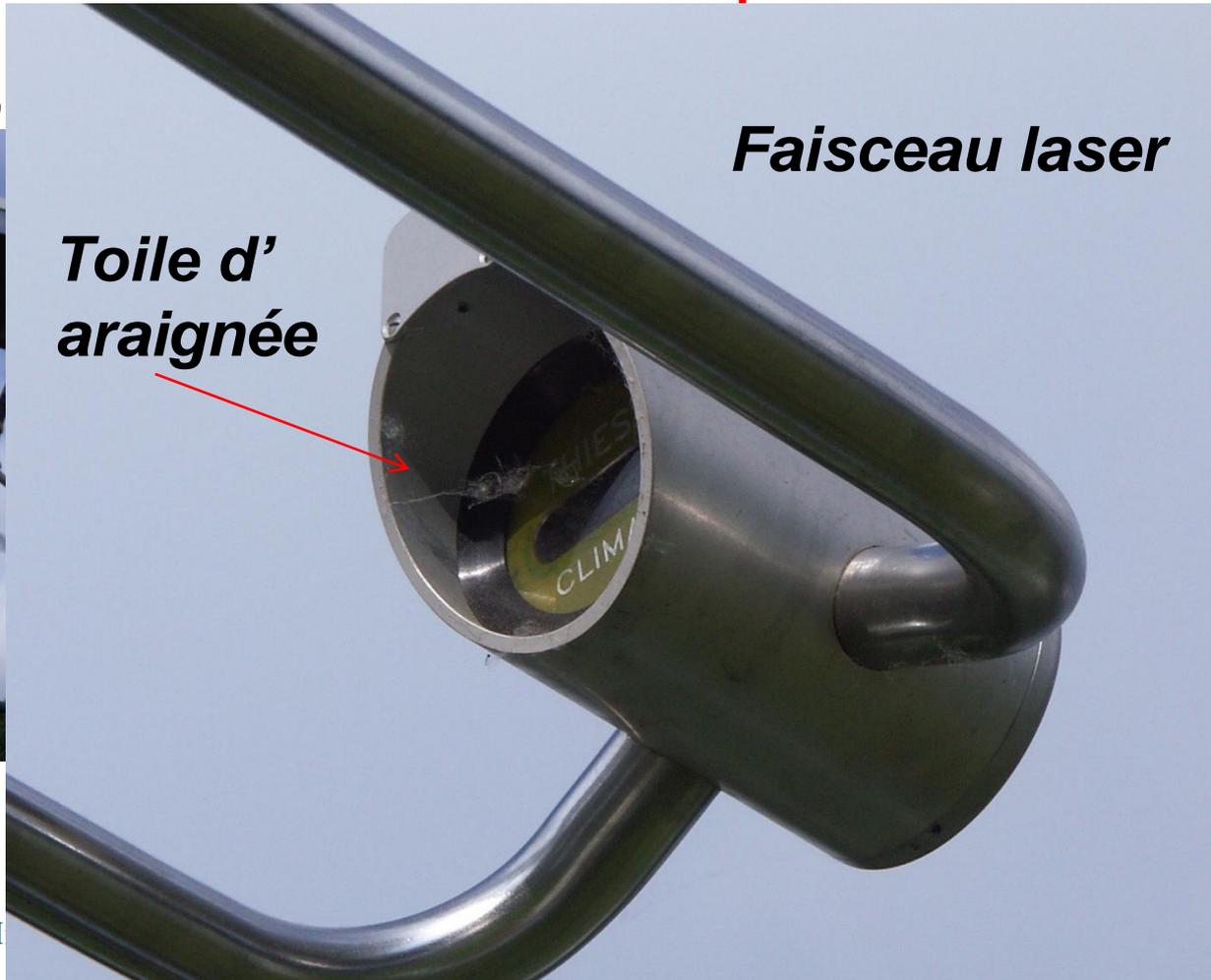
*Oui/Non*



*Toile d'araignée*



*Faisceau laser*



## 2.6. Instrumentation - WEBCAM

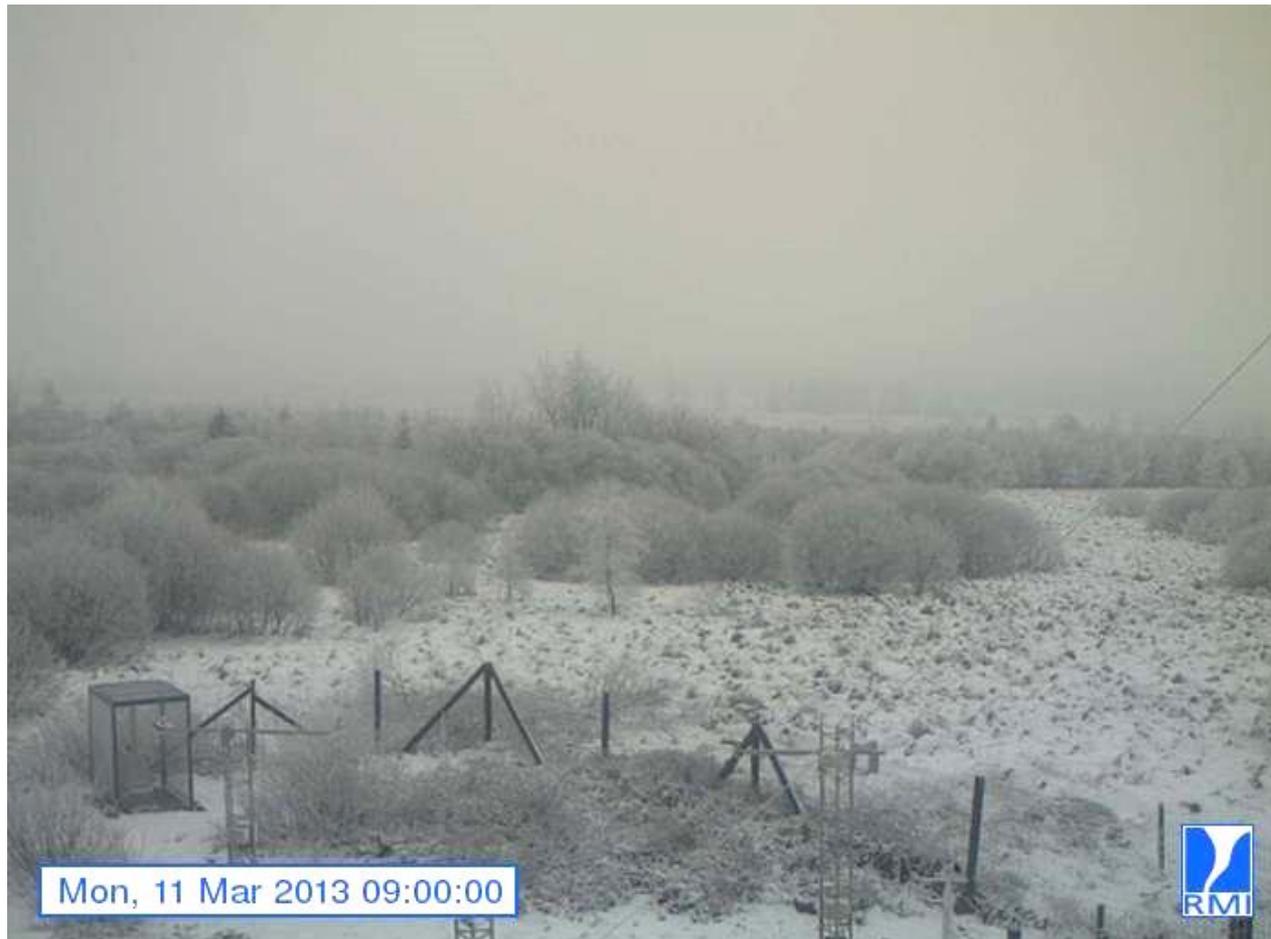
- Évolution de la précision et du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :

**nivométrie**



## 2.6. Instrumentation - WEBCAM

- Évolution de la précision et du type d'instrumentation pour les mêmes variables climatologiques :



**Visibilité et  
givrage**

- 2.7. *Instrumentation scientifique très pointue et diversifiée en parc météo*



**Parc instrumental  
du Mont-Rigi  
(IRM et ULg)**

## • 2.8. Réseaux de mesures satellitaires

• La NASA lança le 1<sup>er</sup> satellite météorologique (TIROS-1) le 1<sup>er</sup> avril 1960. Il ne transmet des données au sol que durant 78 jours. Il fut l'ancêtre du programme Nimbus qui mena au développement des satellites météorologiques modernes lancés par la NASA et opérés par la NOAA. (satellites héliosynchrones)

• Pour répondre à leurs besoins spécifiques, différents pays ou associations de pays ont démarré ensuite leur propre programme de suivi satellitaire météorologique. En Europe, le 1<sup>er</sup> satellite géostationnaire (*Météosat1*) a été lancé le 23 novembre 1977. Il fut dédié au suivi météo sur le continent africain et l'Europe occidentale. Son nadir est positionné dans le Golfe de Guinée au croisement du méridien de 0° et de l'équateur géographique.

# • 2.8. Réseaux de mesures satellitaires

## 2.8.1.

### *Satellite météo à orbite polaire*

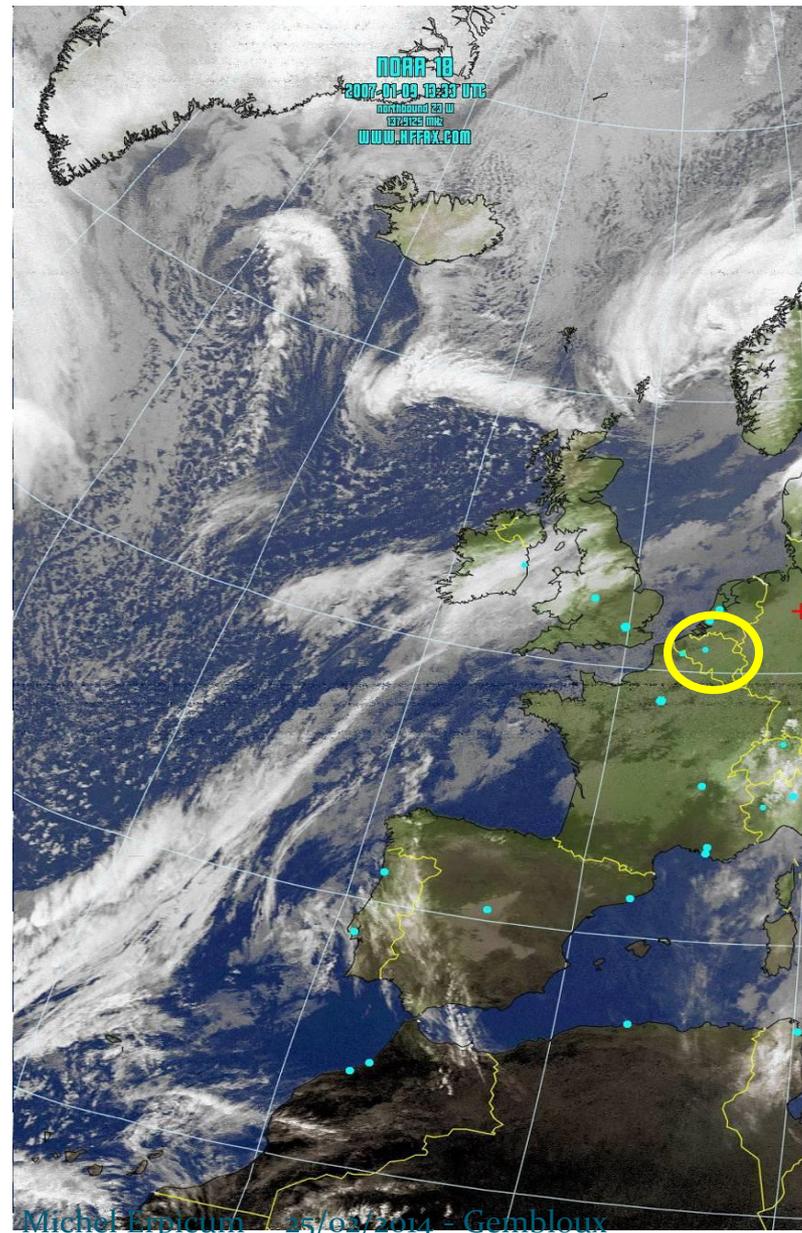
(informations disponibles depuis la fin des années 1960)

**NOAA18**  
**2007-01-09 13:33 UTC**

North bound 23 w

137.9125 MHz

[www.hffax.com](http://www.hffax.com)



## 2.8.2. Satellites géostationnaires

*Image infrarouge*

### Météosat 1<sup>ère</sup> génération

3 canaux (VIS, IR,  
Vapeur H<sub>2</sub>O)

(informations  
disponibles depuis  
le 23/11/1977)

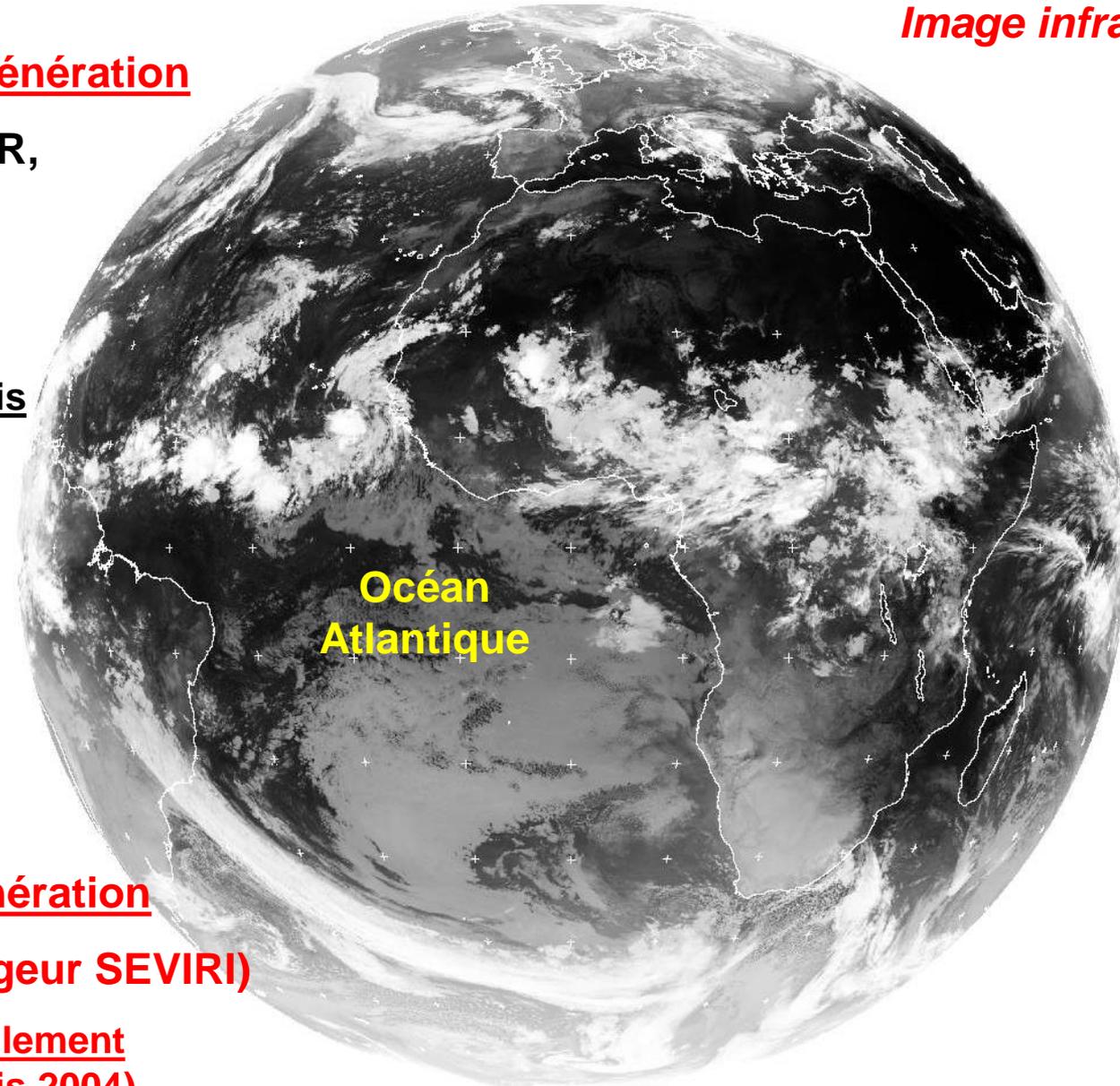
Océan  
Atlantique

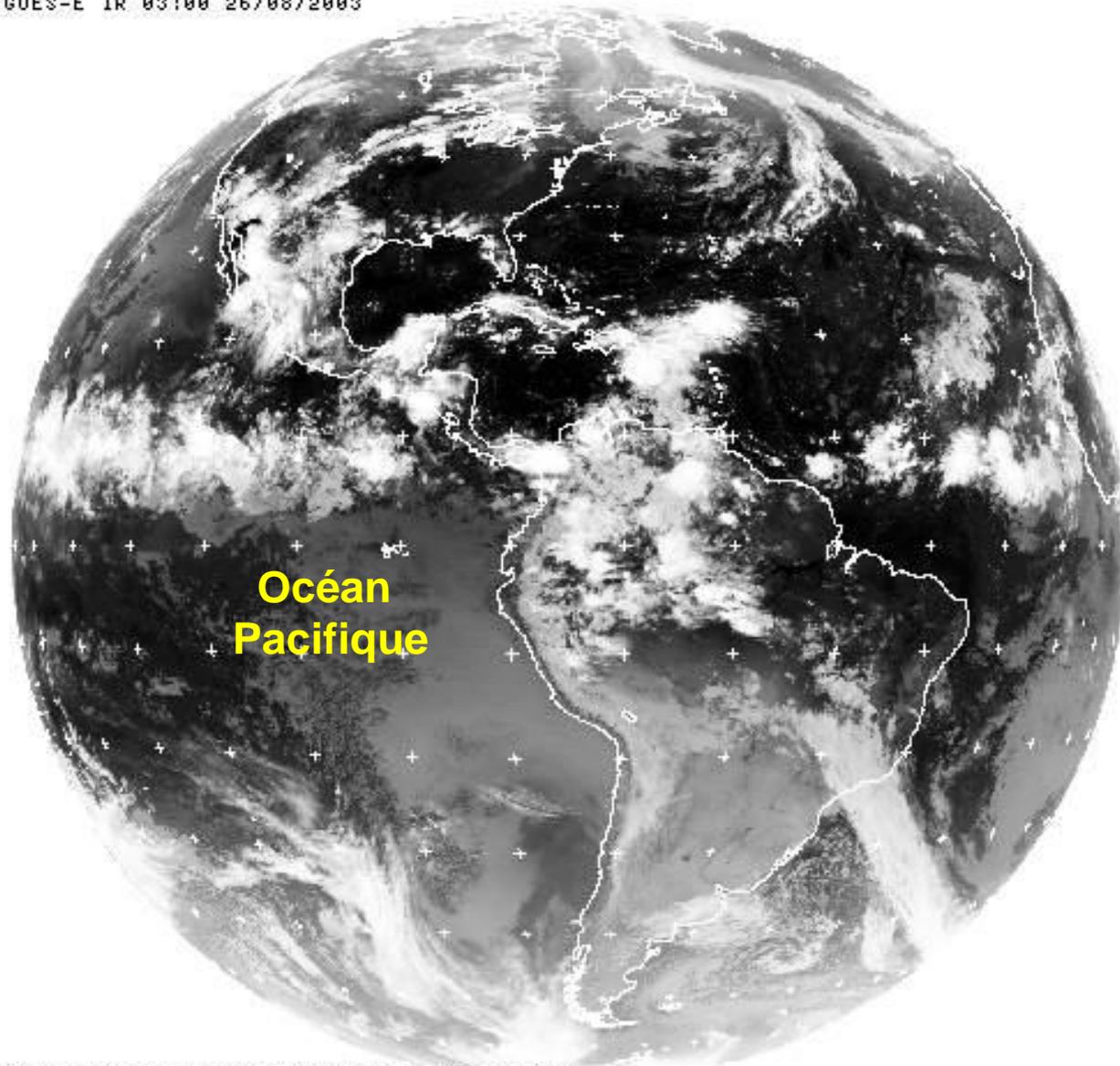
**NB :**

### Meteosat 2<sup>e</sup> génération

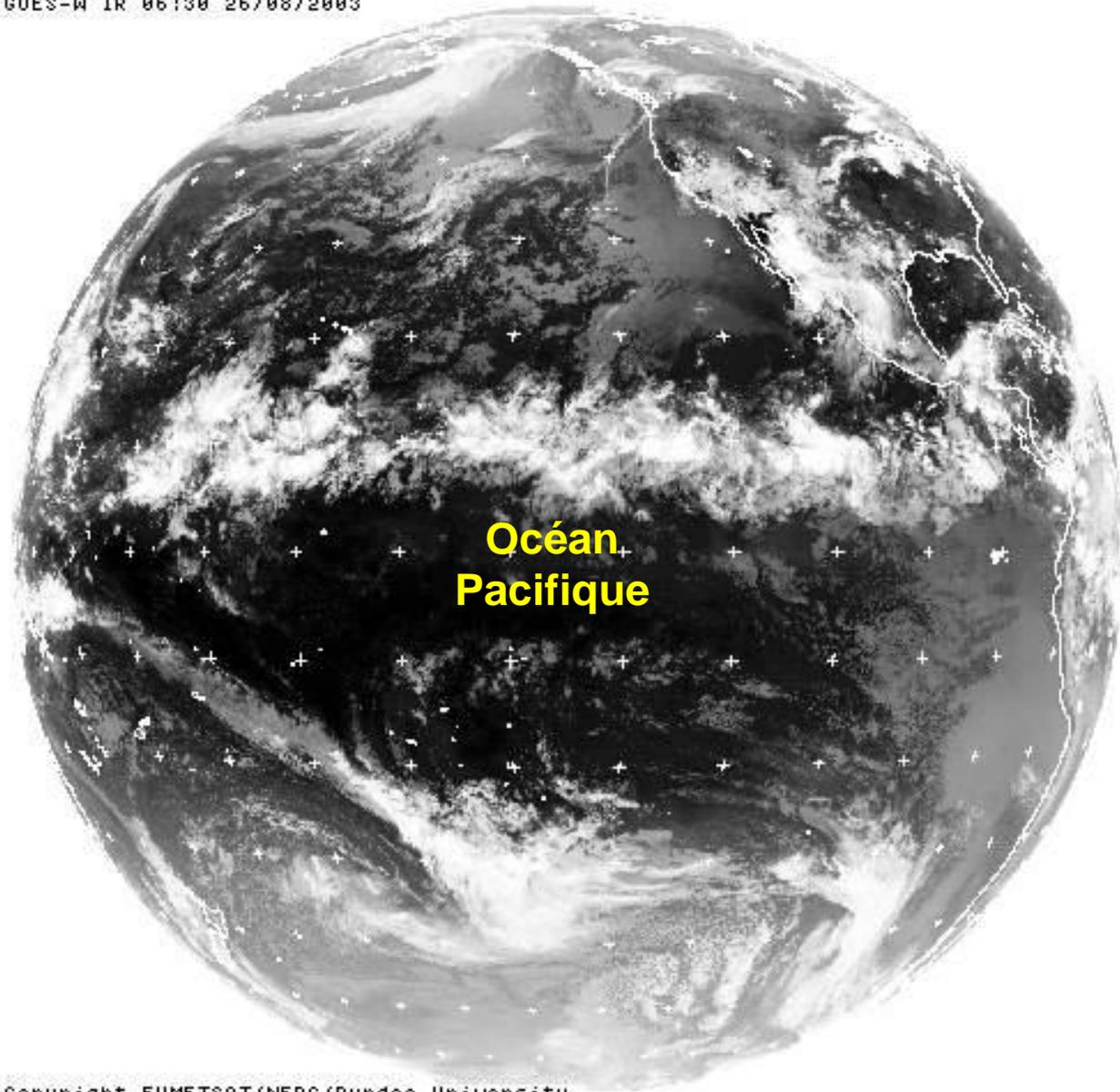
12 canaux (Imageur SEVIRI)

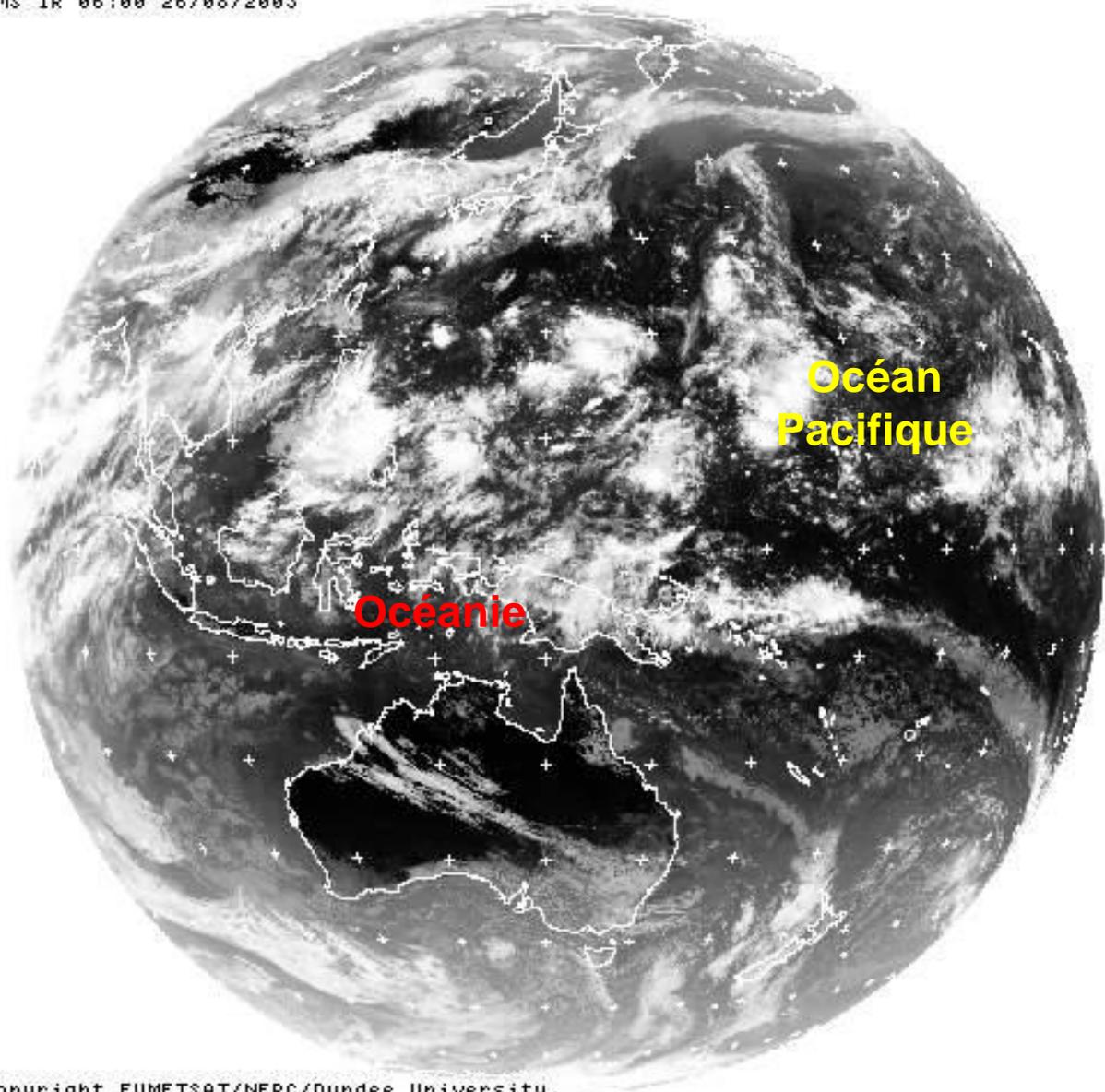
(informations seulement  
disponibles depuis 2004)

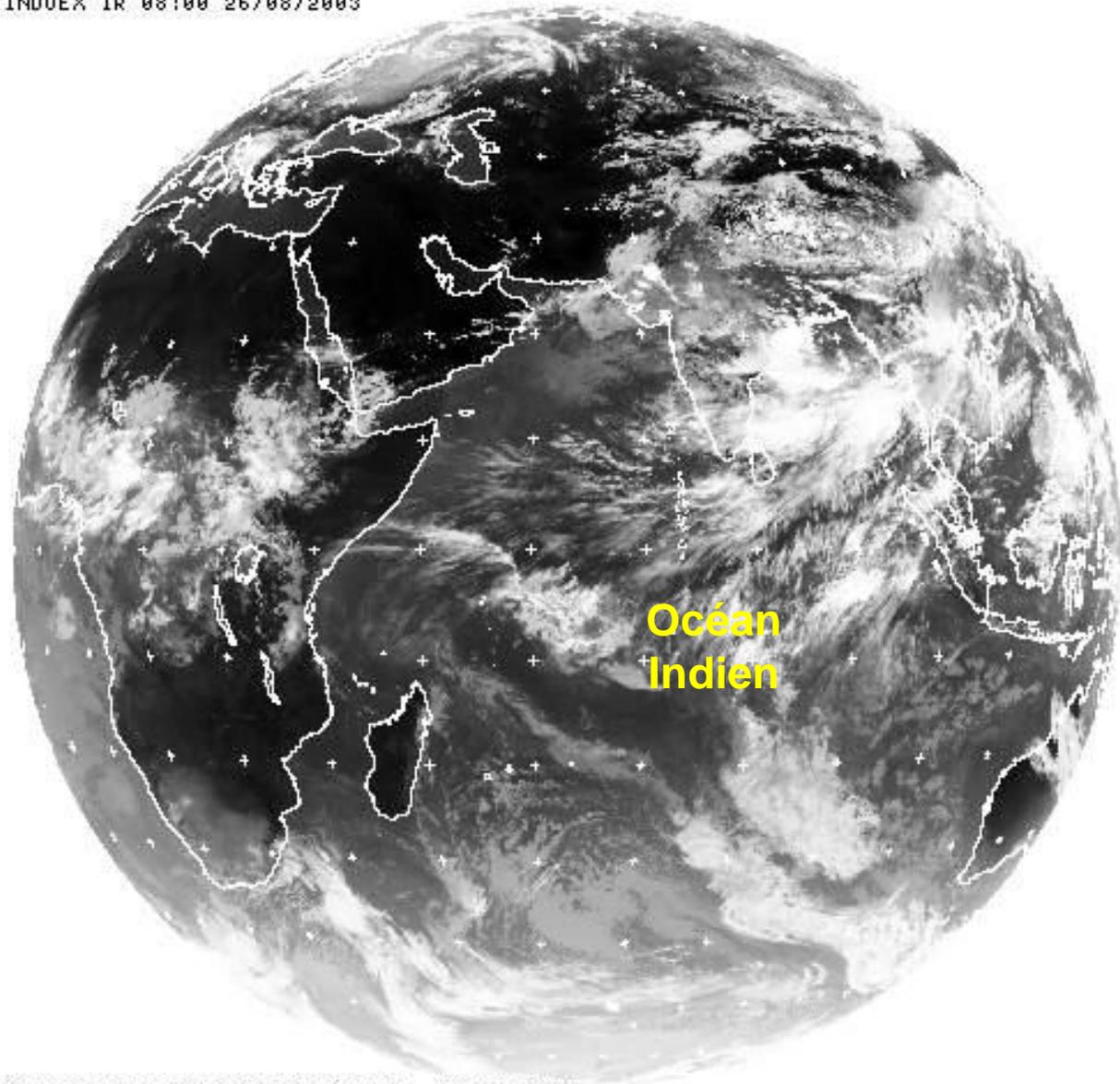




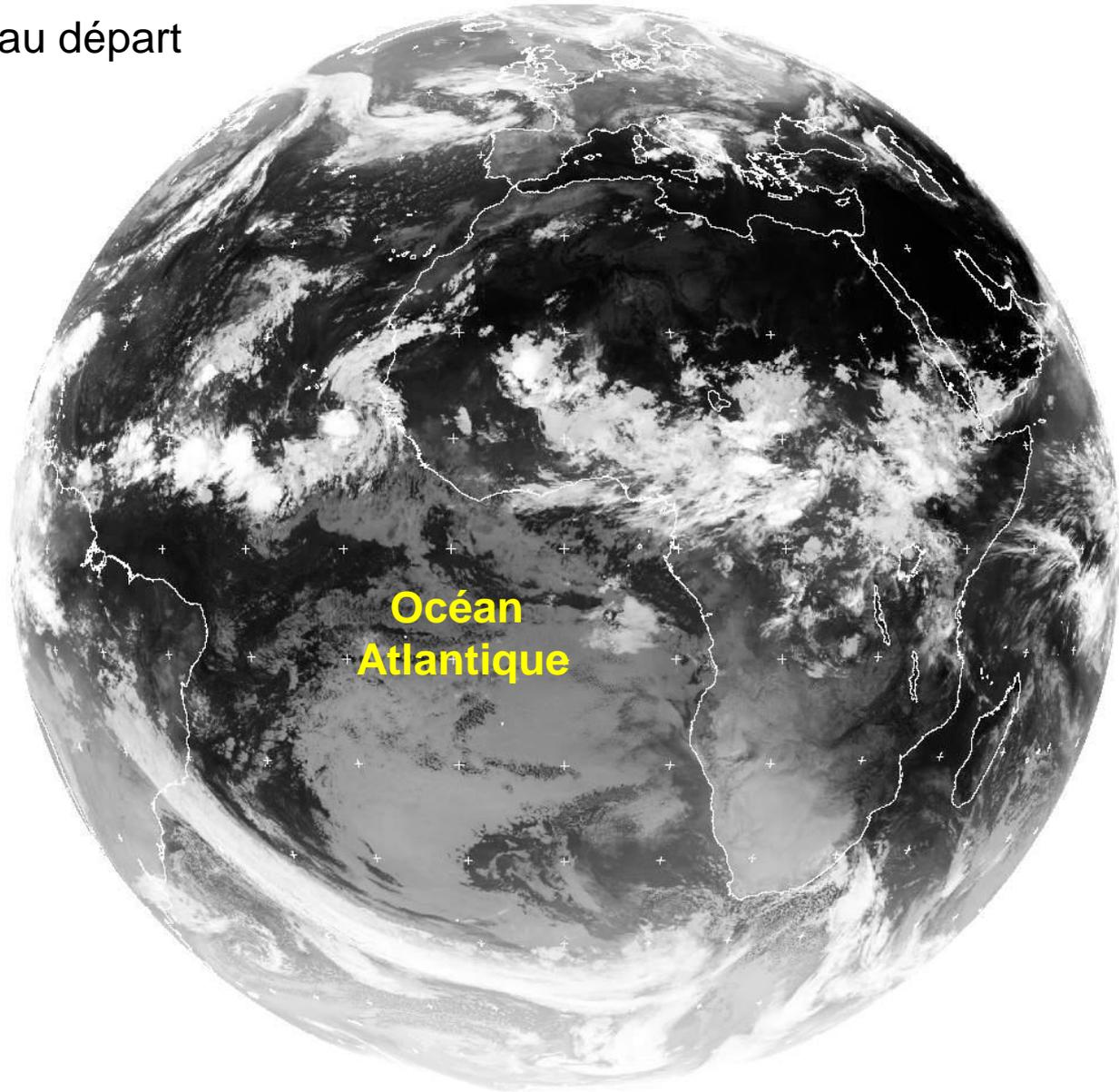
Océan  
Pacifique



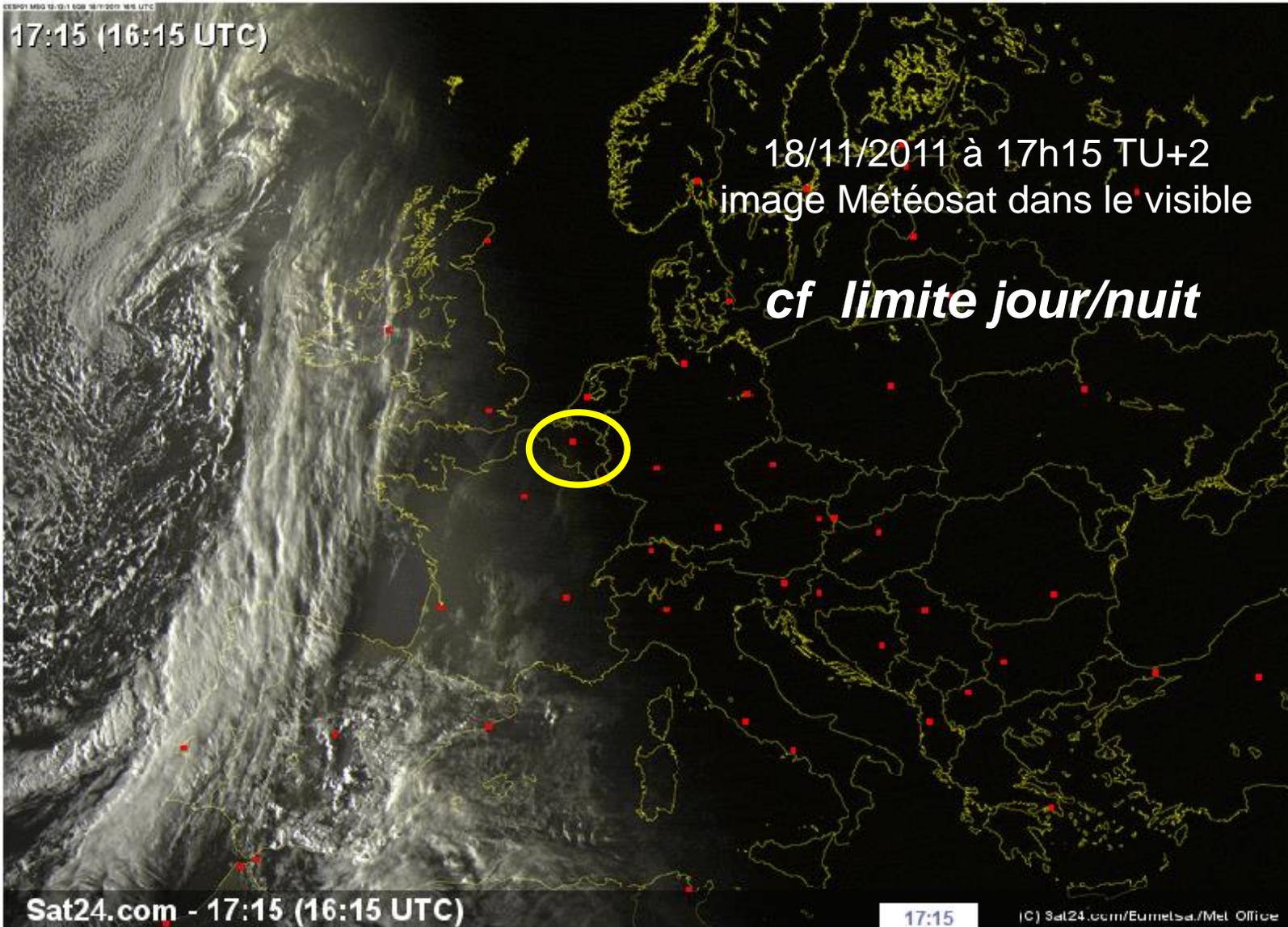




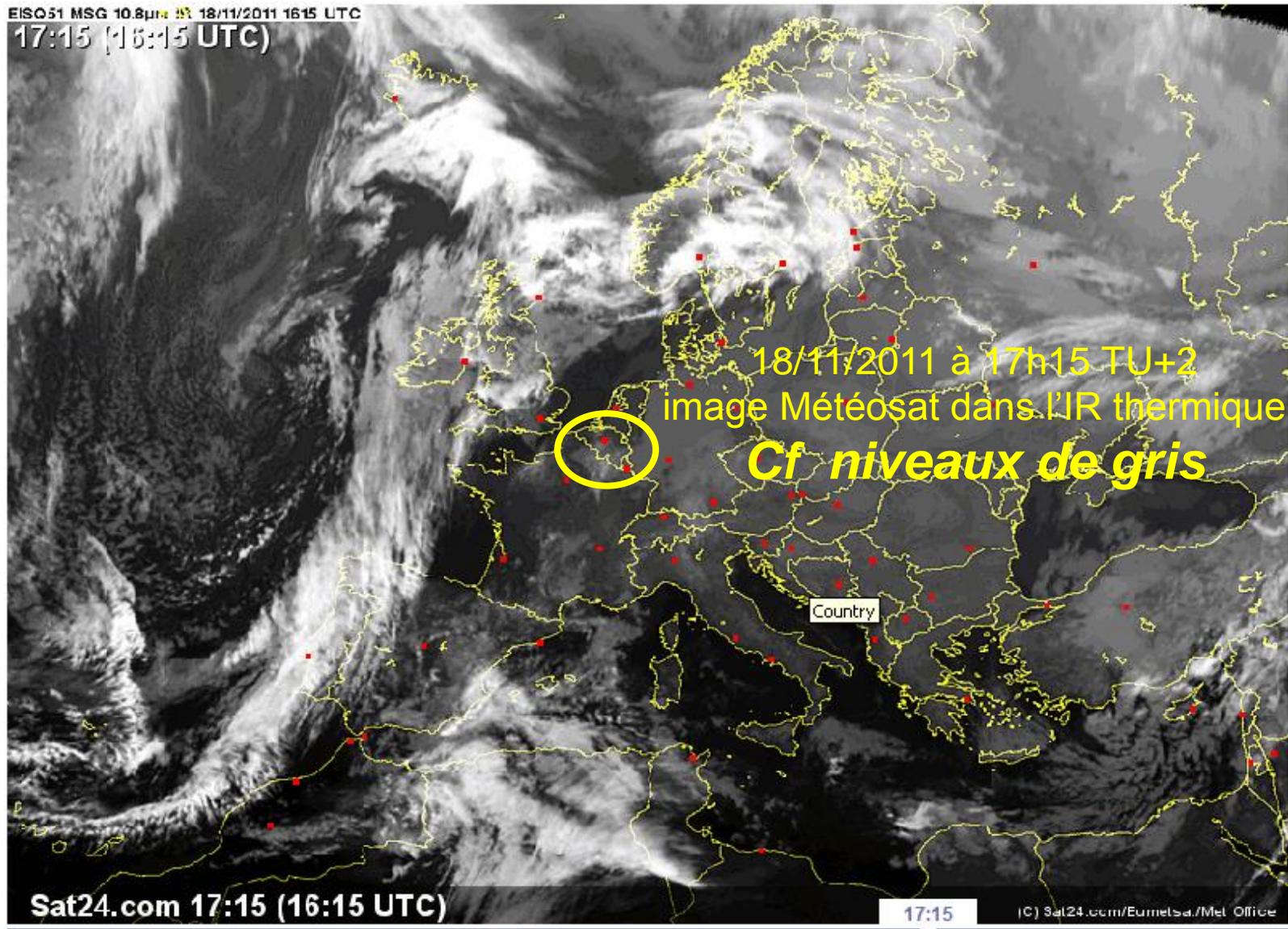
# Retour au départ



# • Réseaux de mesures satellitaires



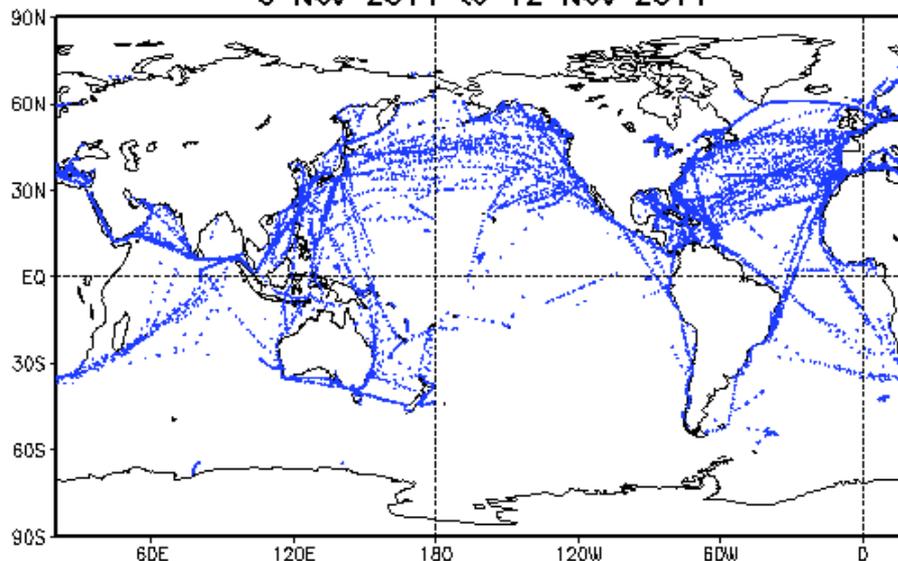
# • Réseaux de mesures satellitaires



## 2.9. Observation et climatologie de la température de surface des océans :

Mesures in situ et mesures  
satellites

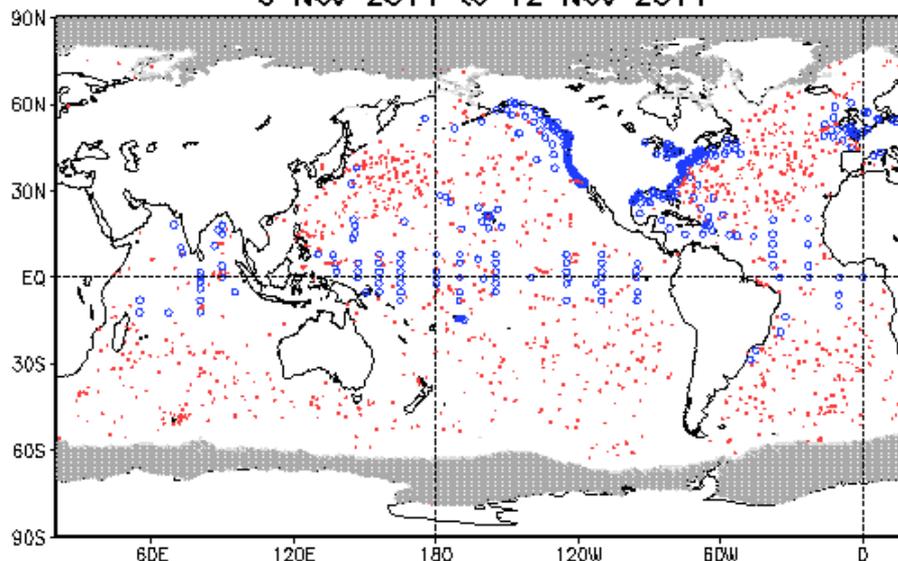
### Ship SST Observations 6 Nov 2011 to 12 Nov 2011



— Trajectoires des  
bateaux de  
commerce

Mesure des  
températures  
de l'eau à la  
surface des  
océans

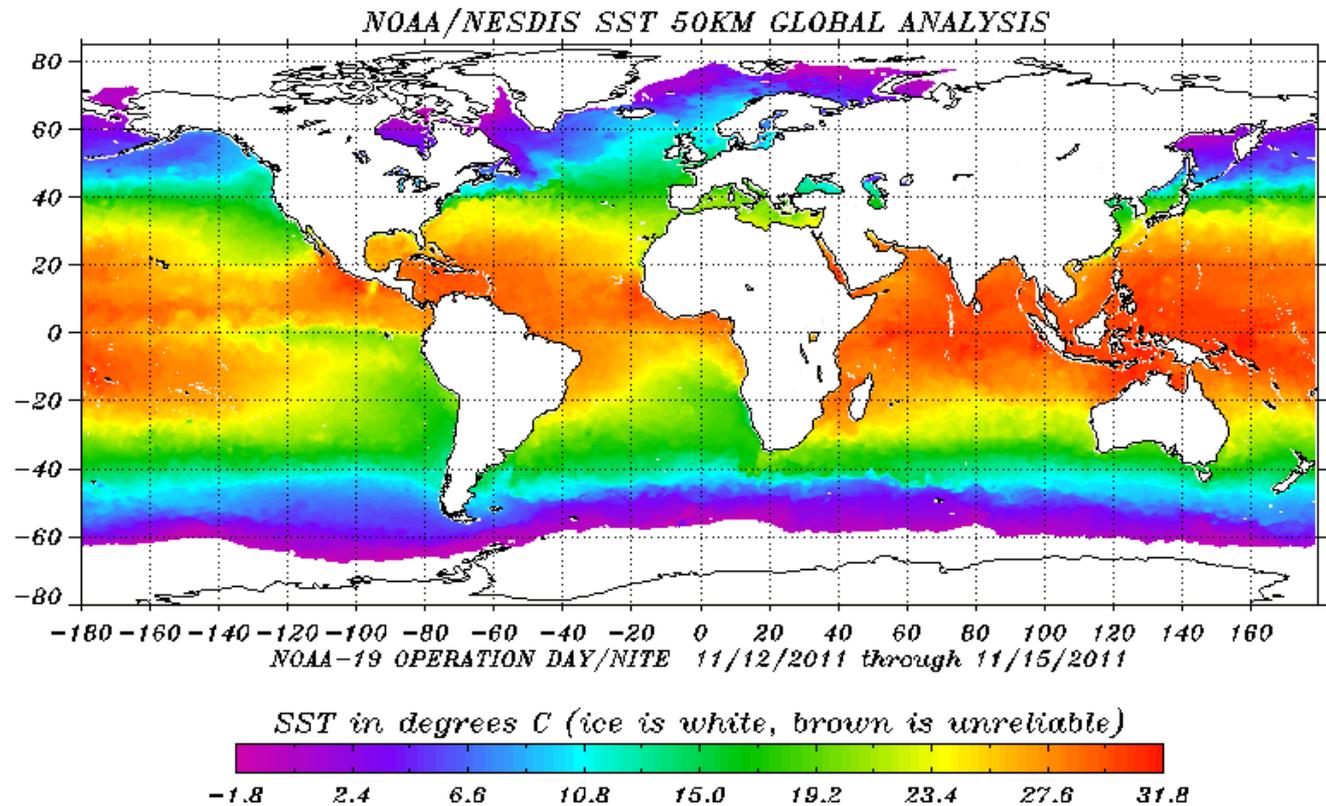
### Buoy SST Observations Drifter: - Moored: o Ice: + 6 Nov 2011 to 12 Nov 2011



— Bouées météo

# 3.1. Exemple d'un document météo satellitaire récent

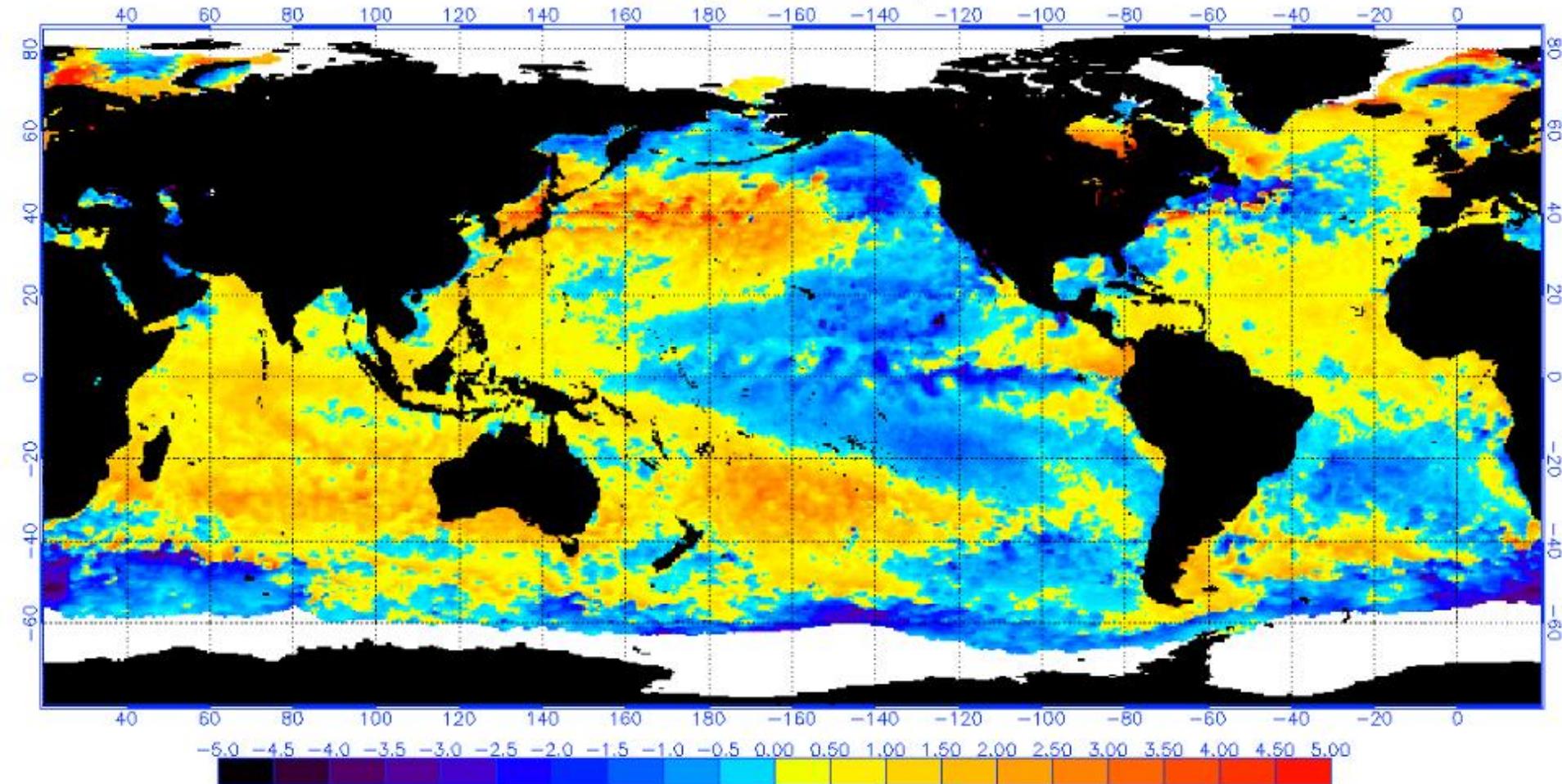
Température de surface de la mer (SST) : calculée entre le 12/11 et le 15/11/2011



## 3.2. Exemple d'un document climatologique moderne

**Anomalie de température de la surface de la mer (SST)  
observée en condition de nuit le 14/11/2011**

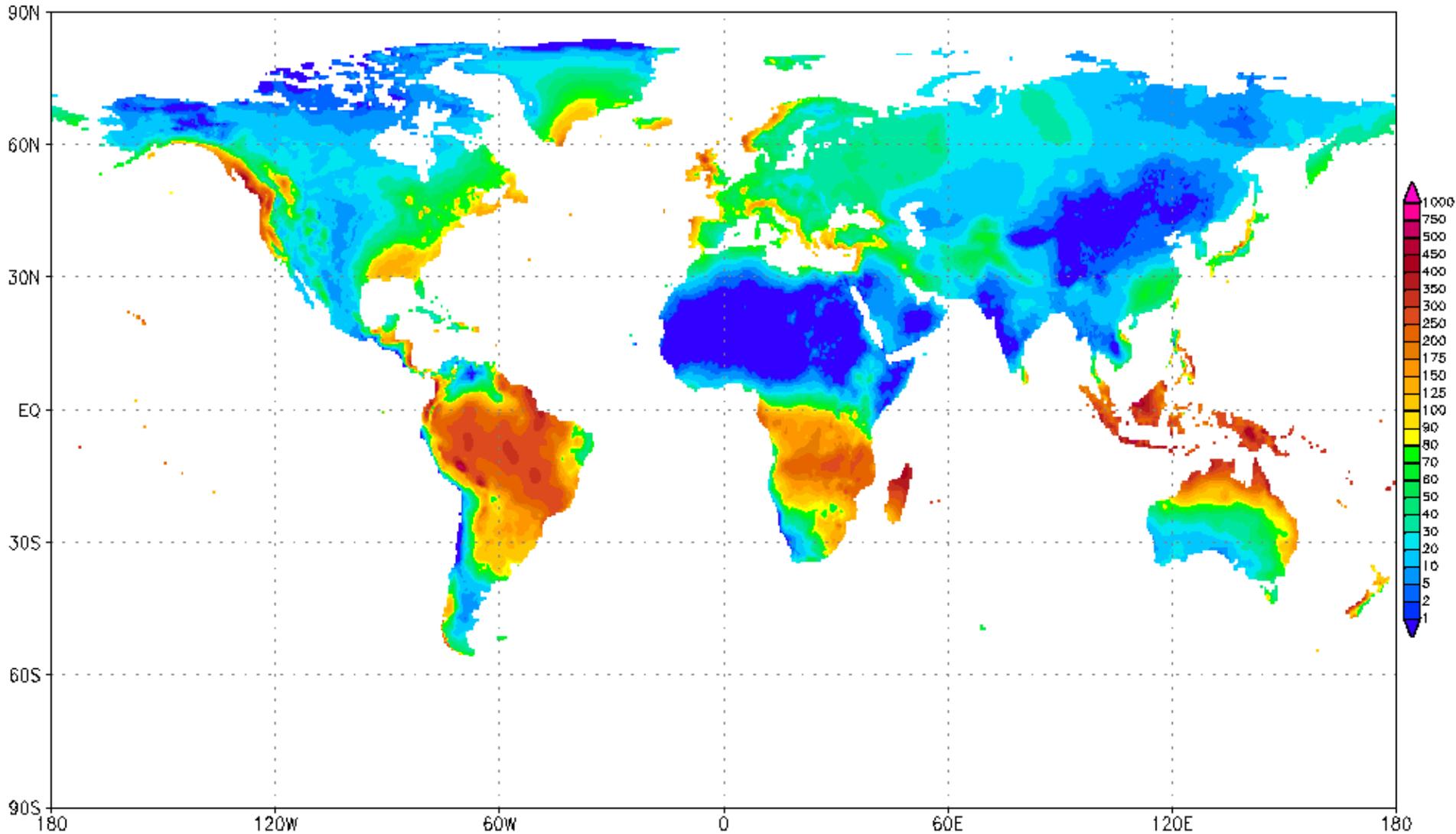
NOAA/NESDIS 50 KM GLOBAL ANALYSIS: SST Anomaly (degrees C), 11/14/2011  
(white regions indicate sea-ice)



**4. Exemple d'une séquence de  
12 cartes pluviométriques  
mensuelles planétaires informatisées:**

**Climatologie  
de la période de référence OMM de 1961 à 1990  
*Interpolation numérique des lames d'eau***

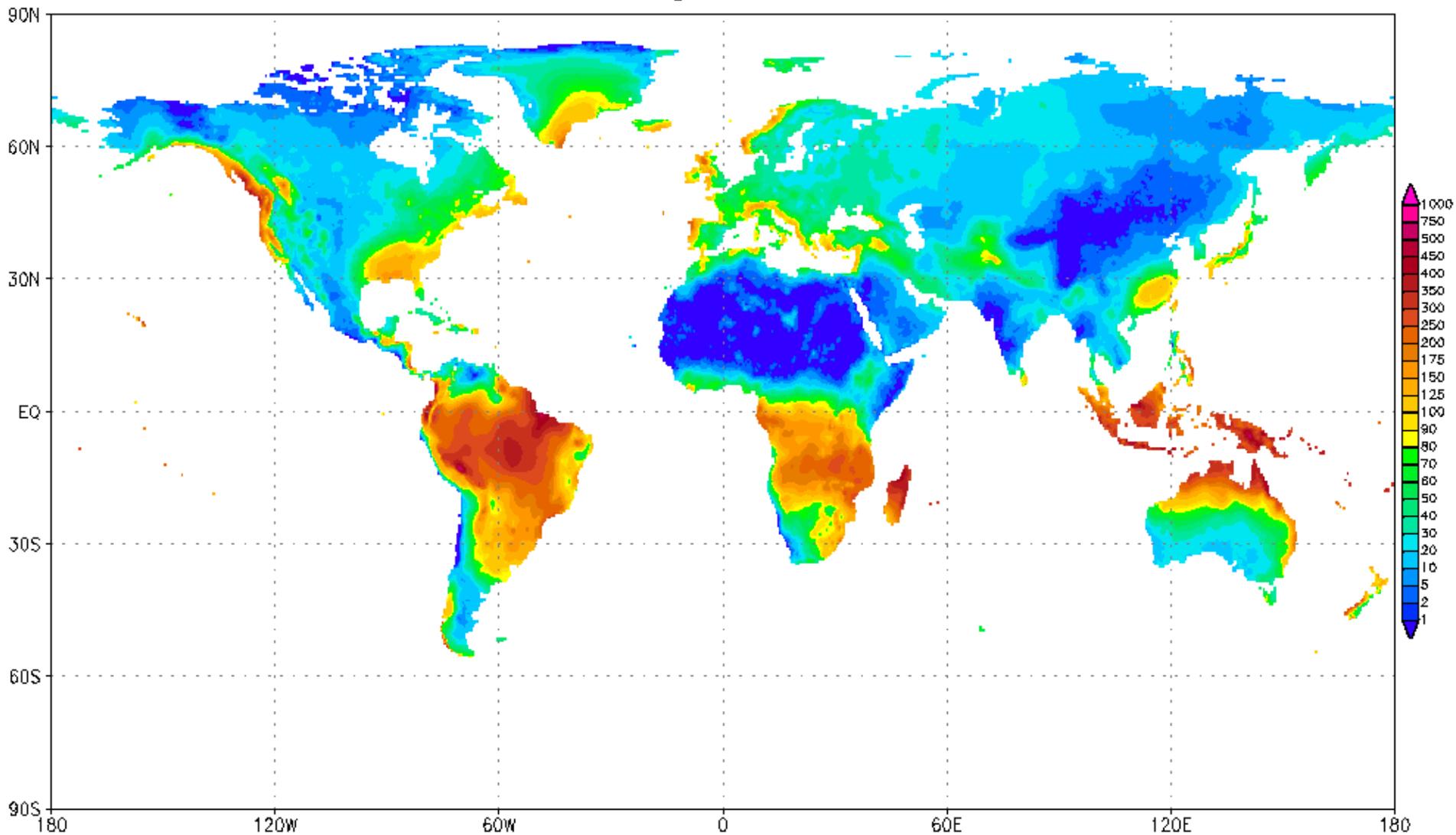
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : JAN



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

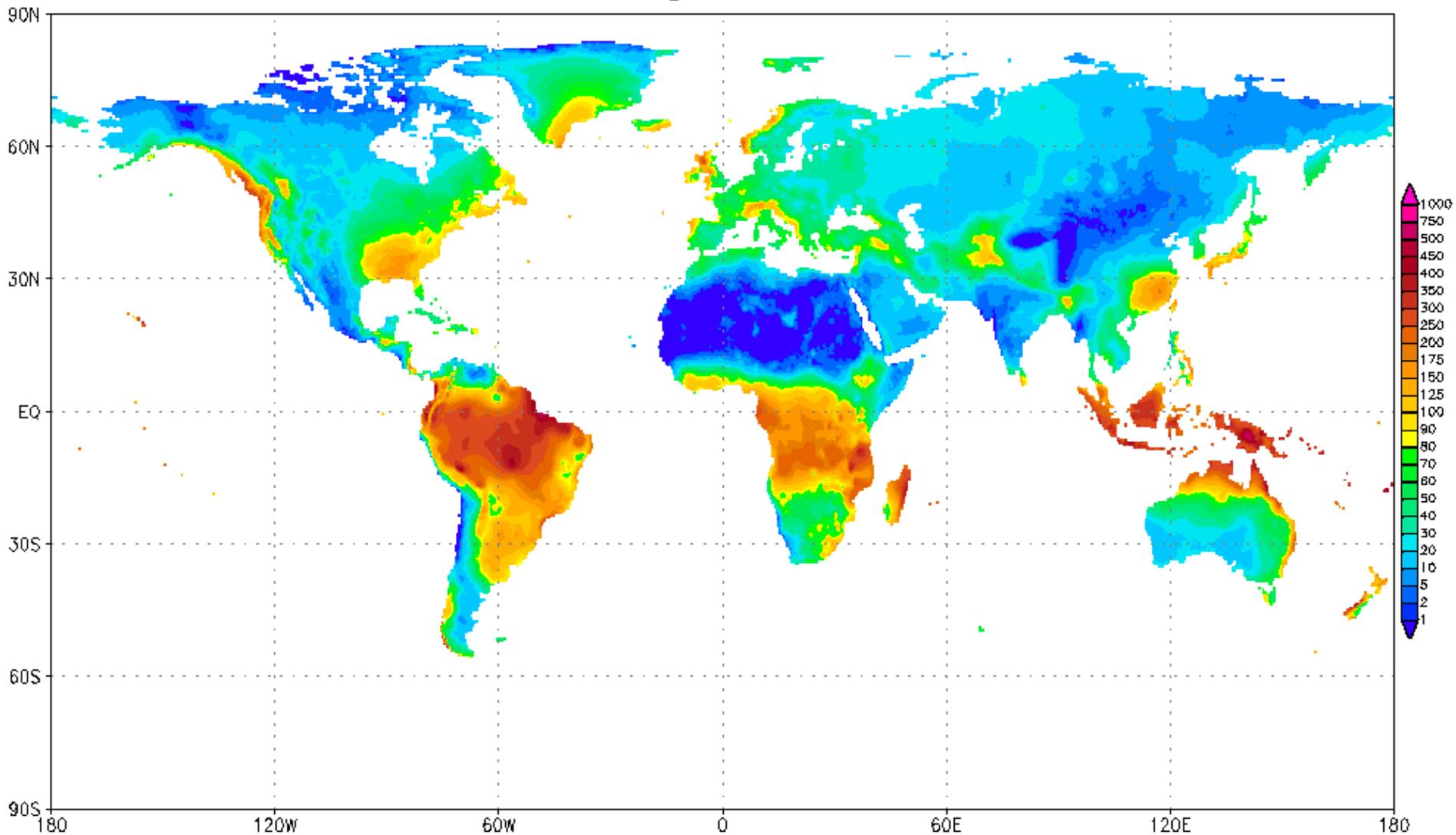
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : FEB



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

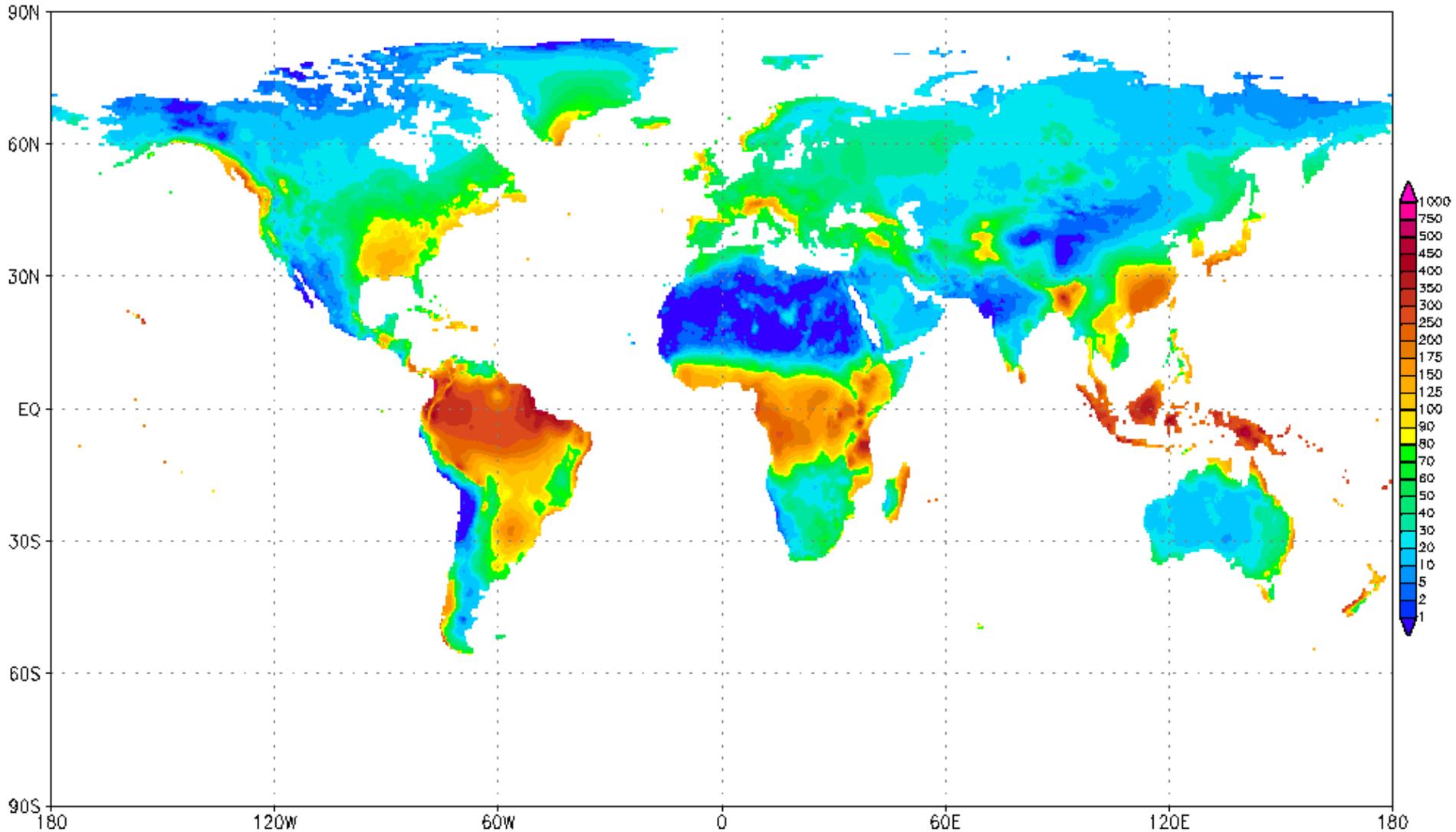
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : MAR



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

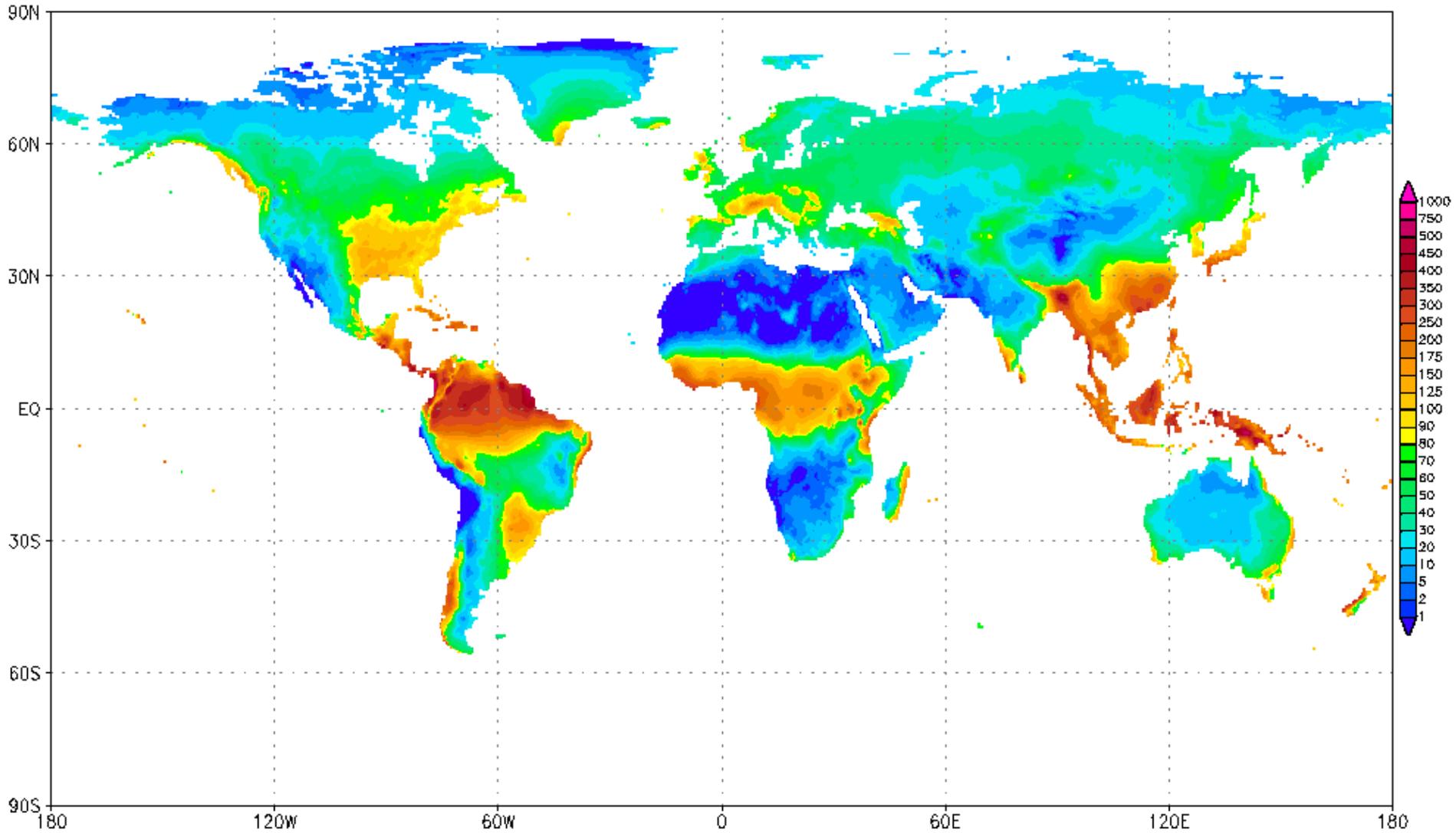
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : APR



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

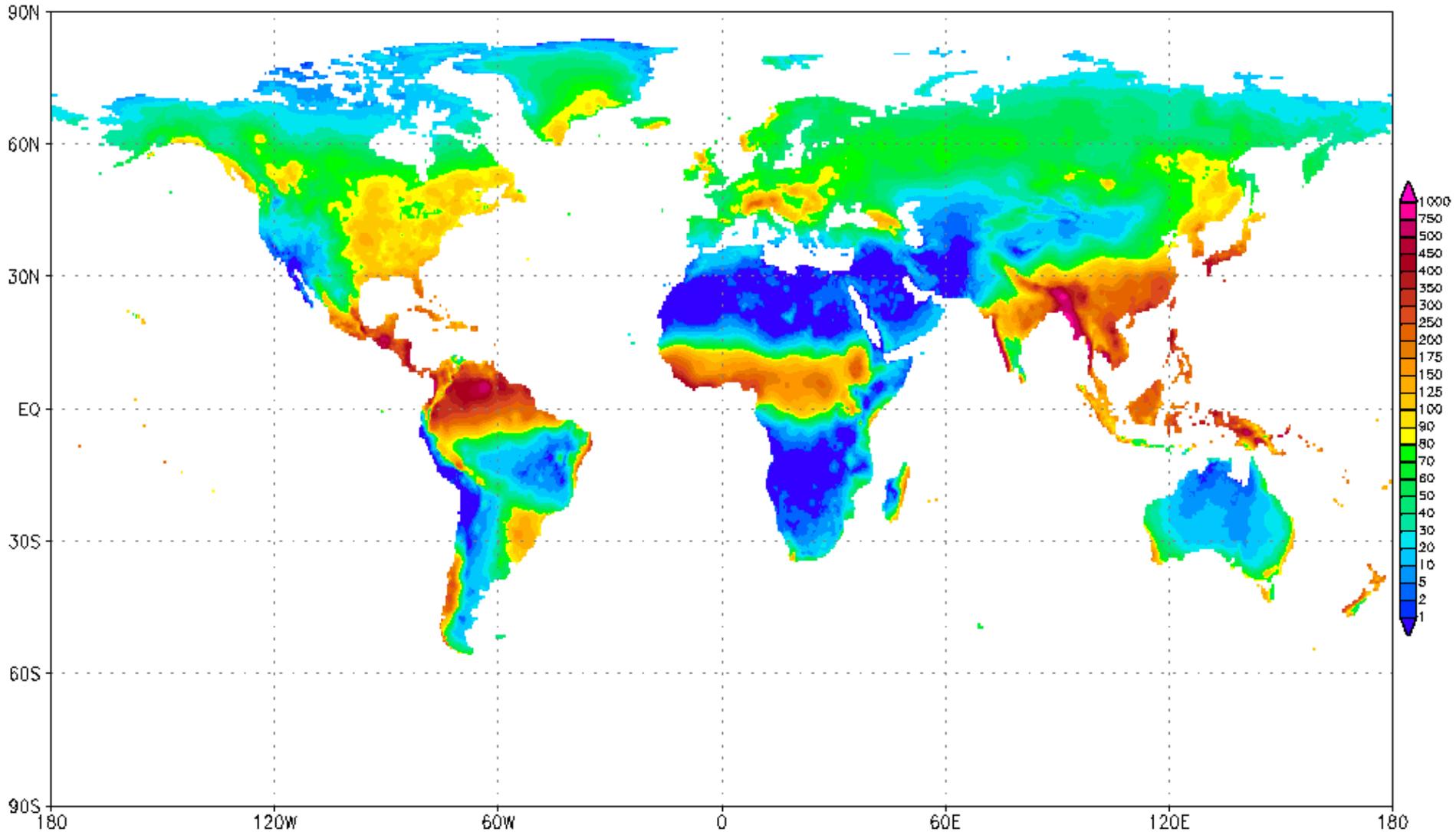
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : MAY



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

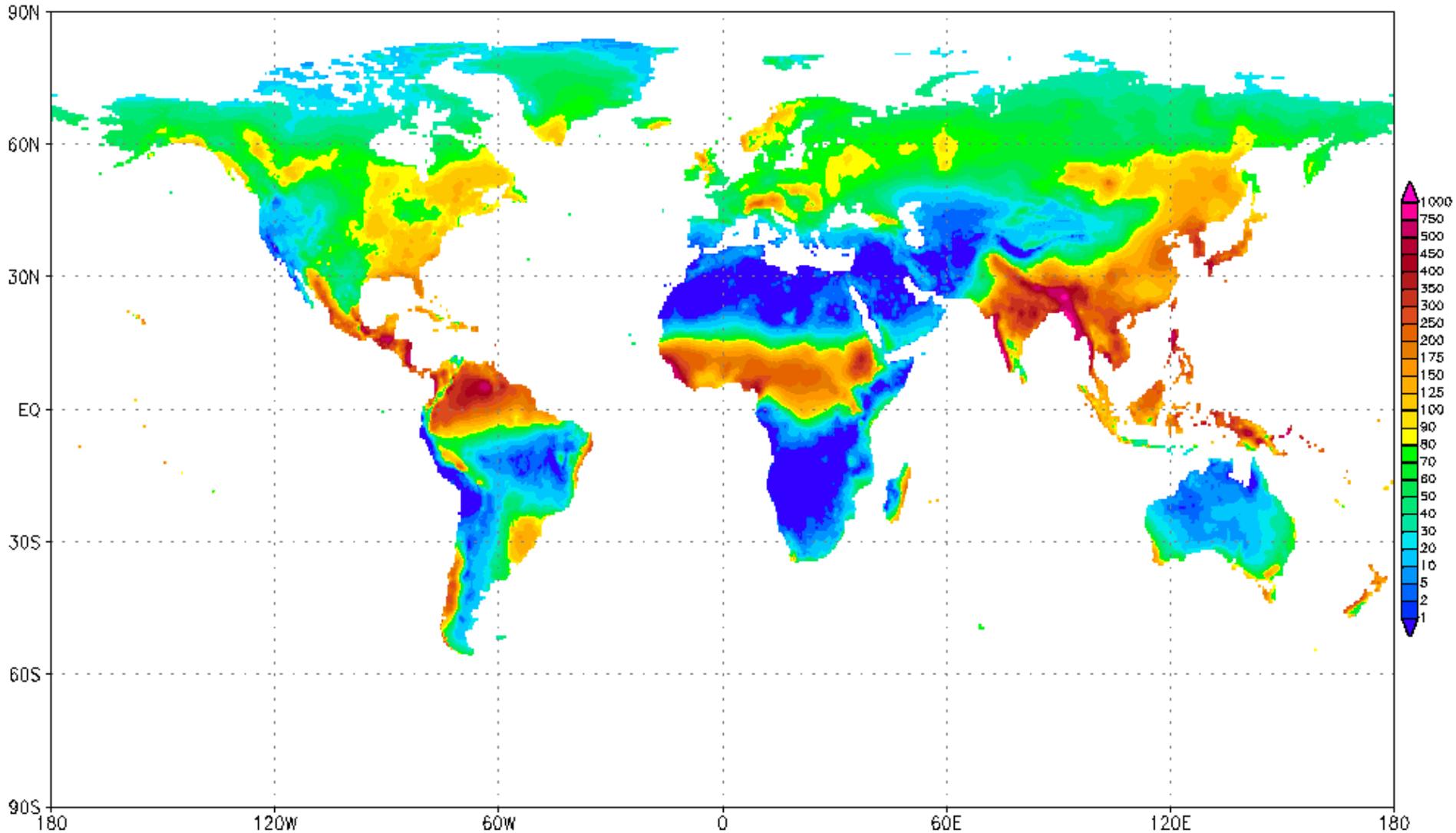
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : JUN



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

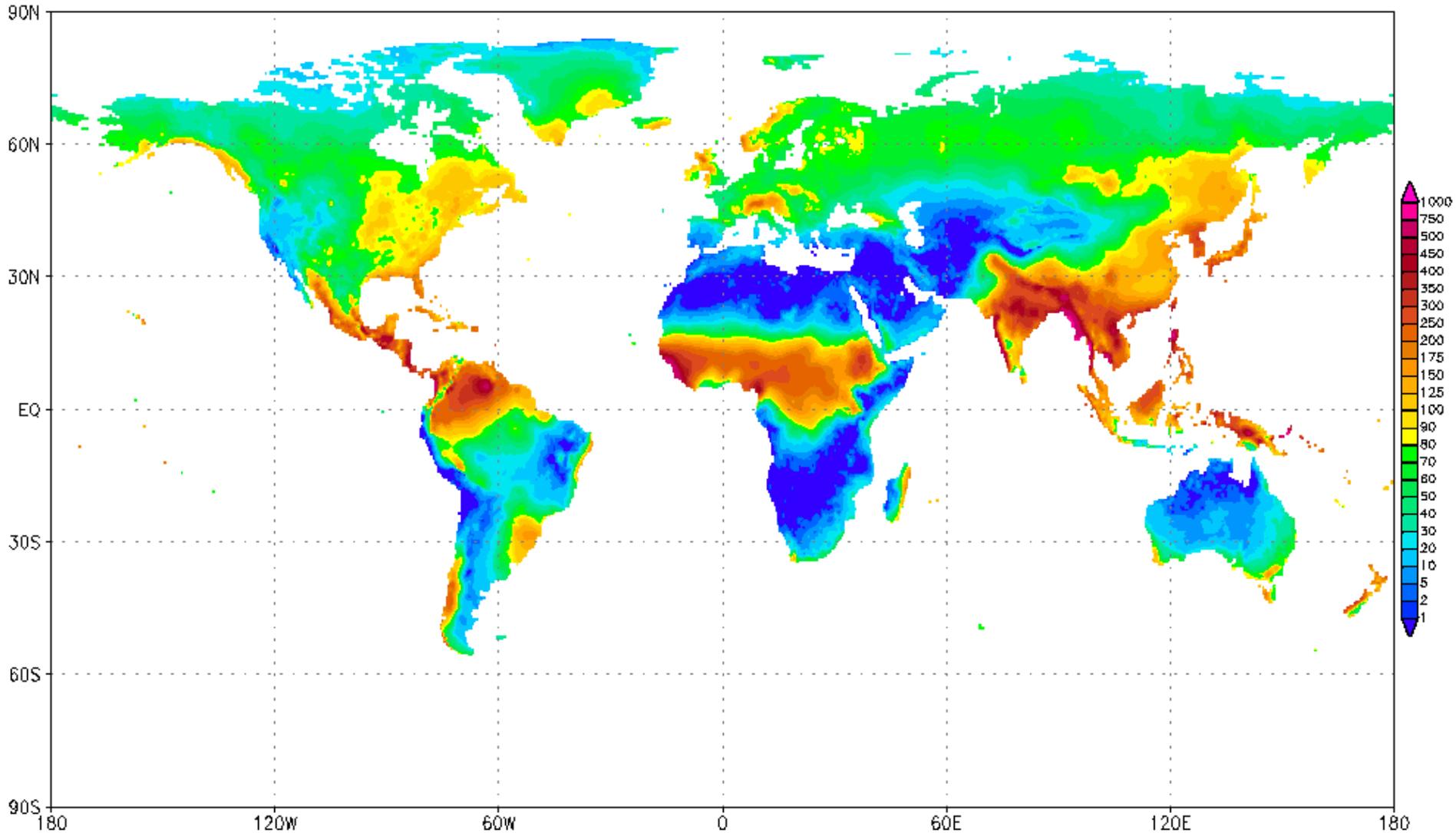
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : JUL



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

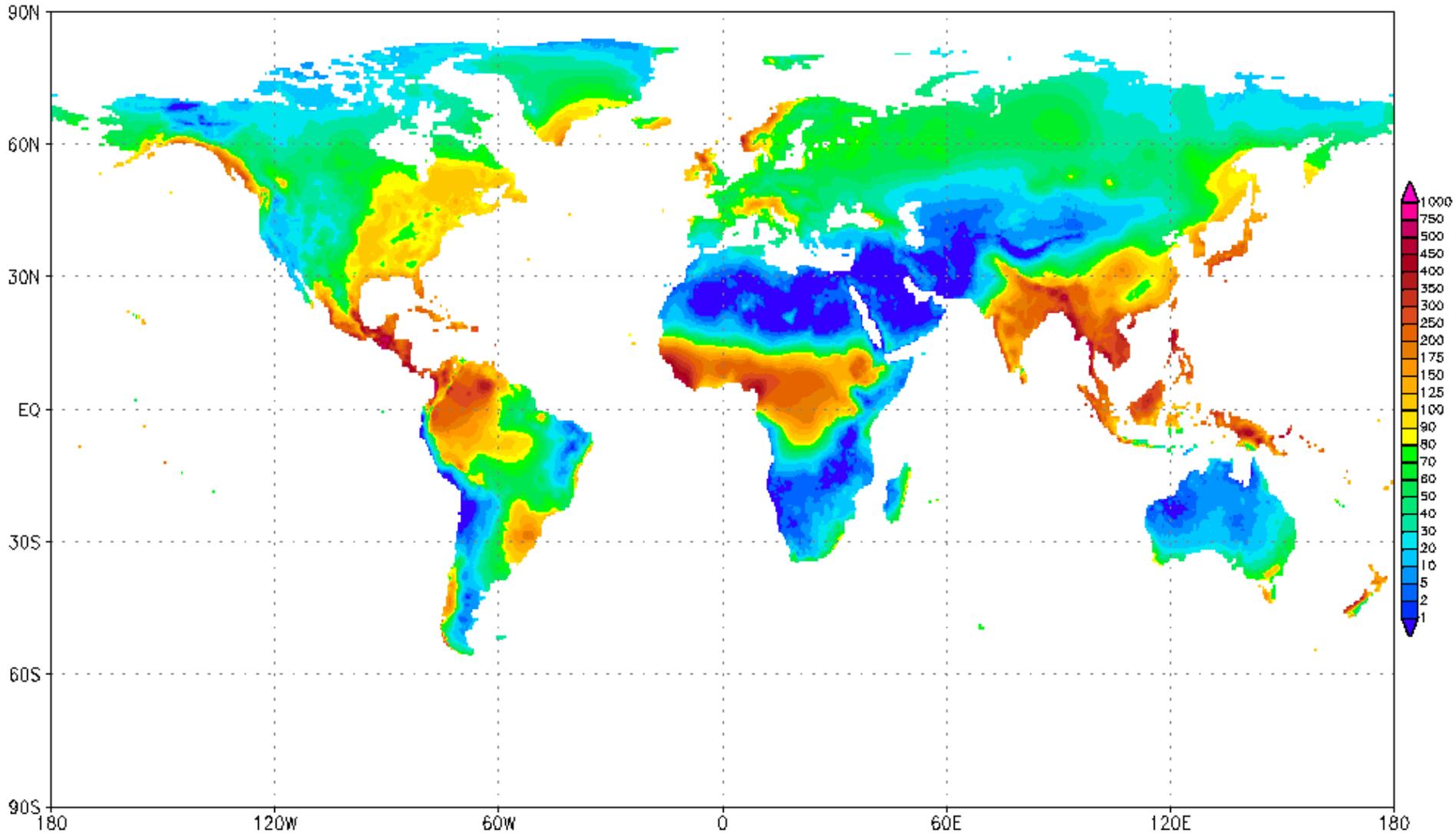
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : AUG



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

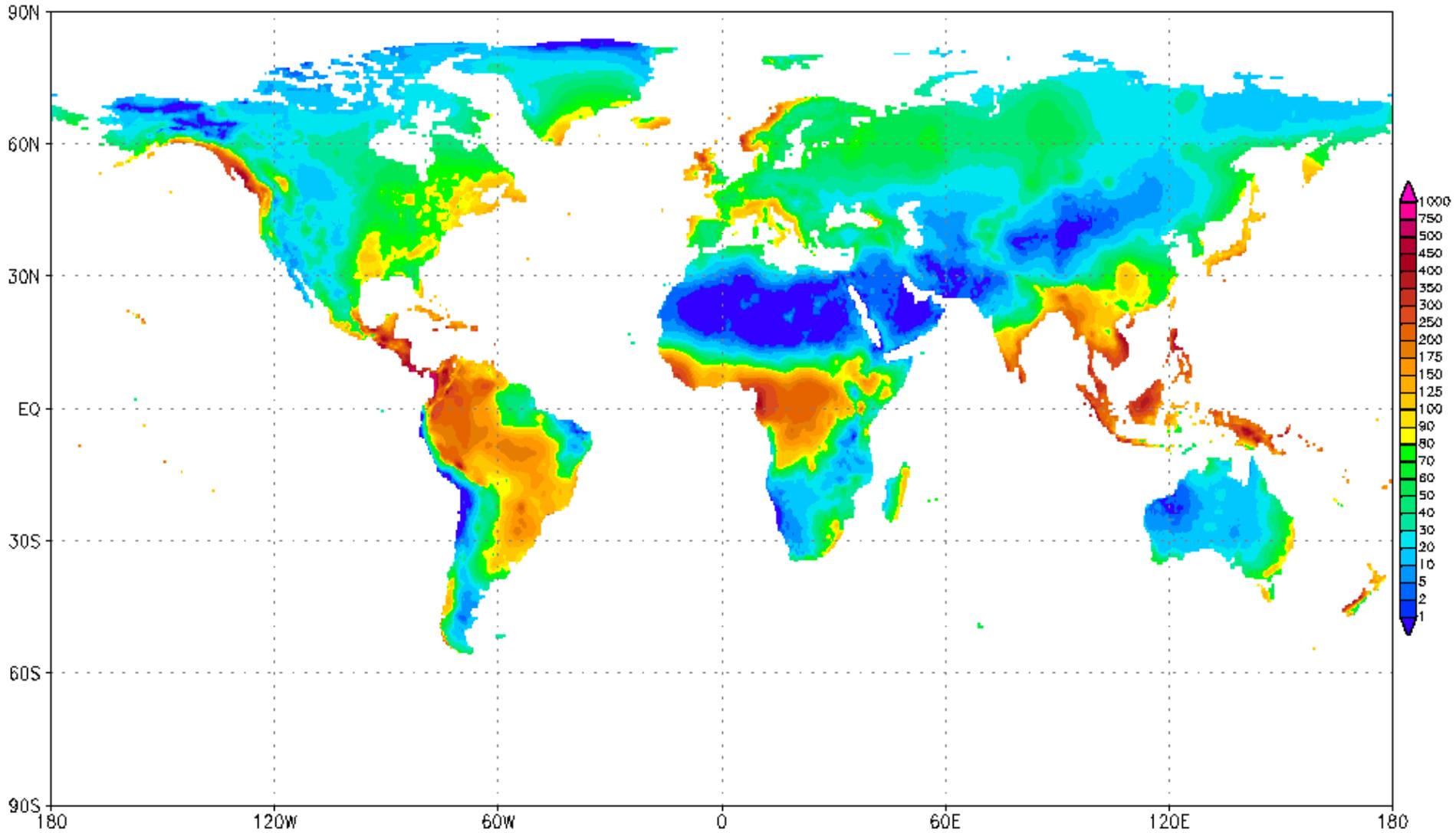
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : SEP



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

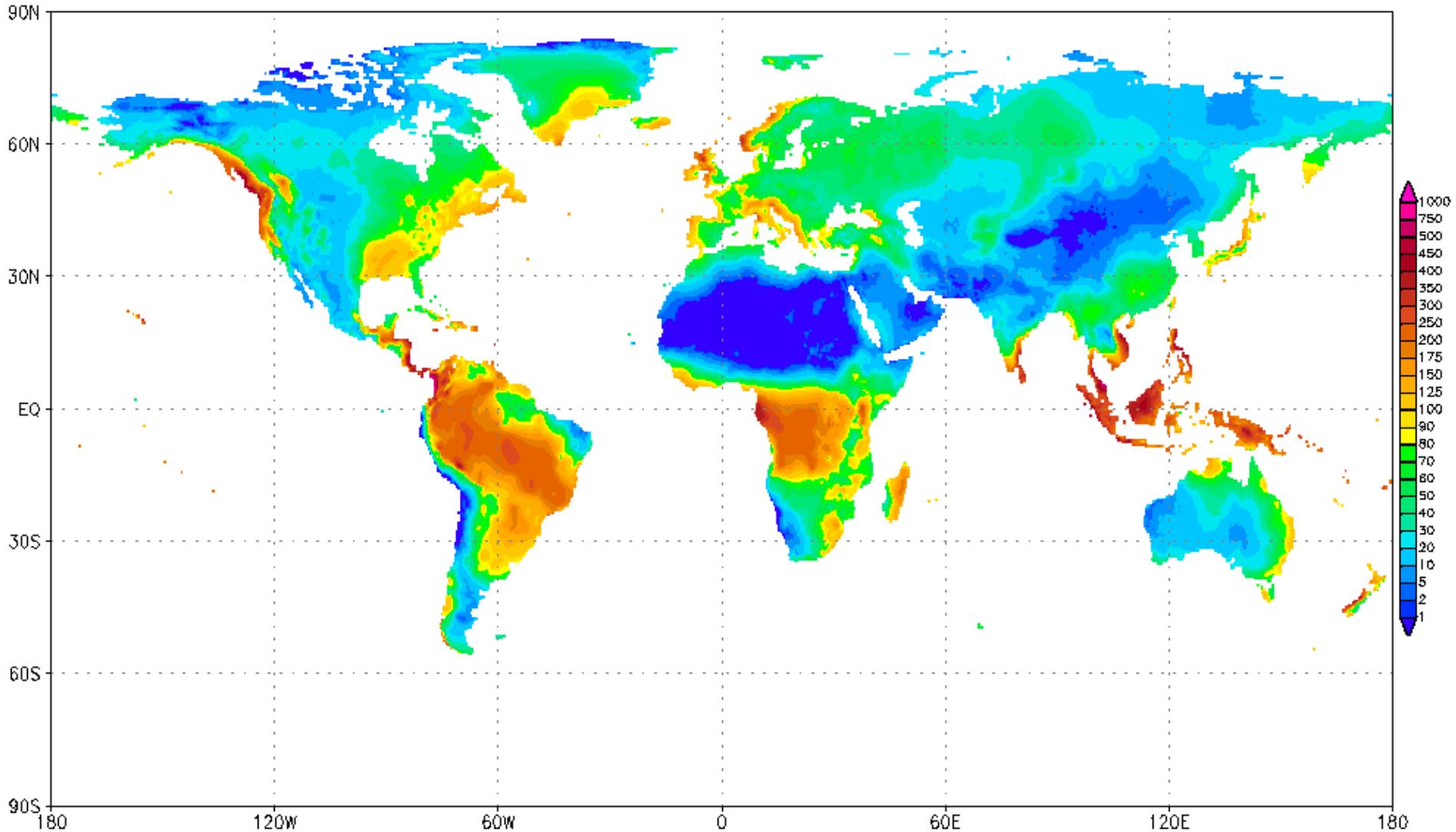
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : OCT



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

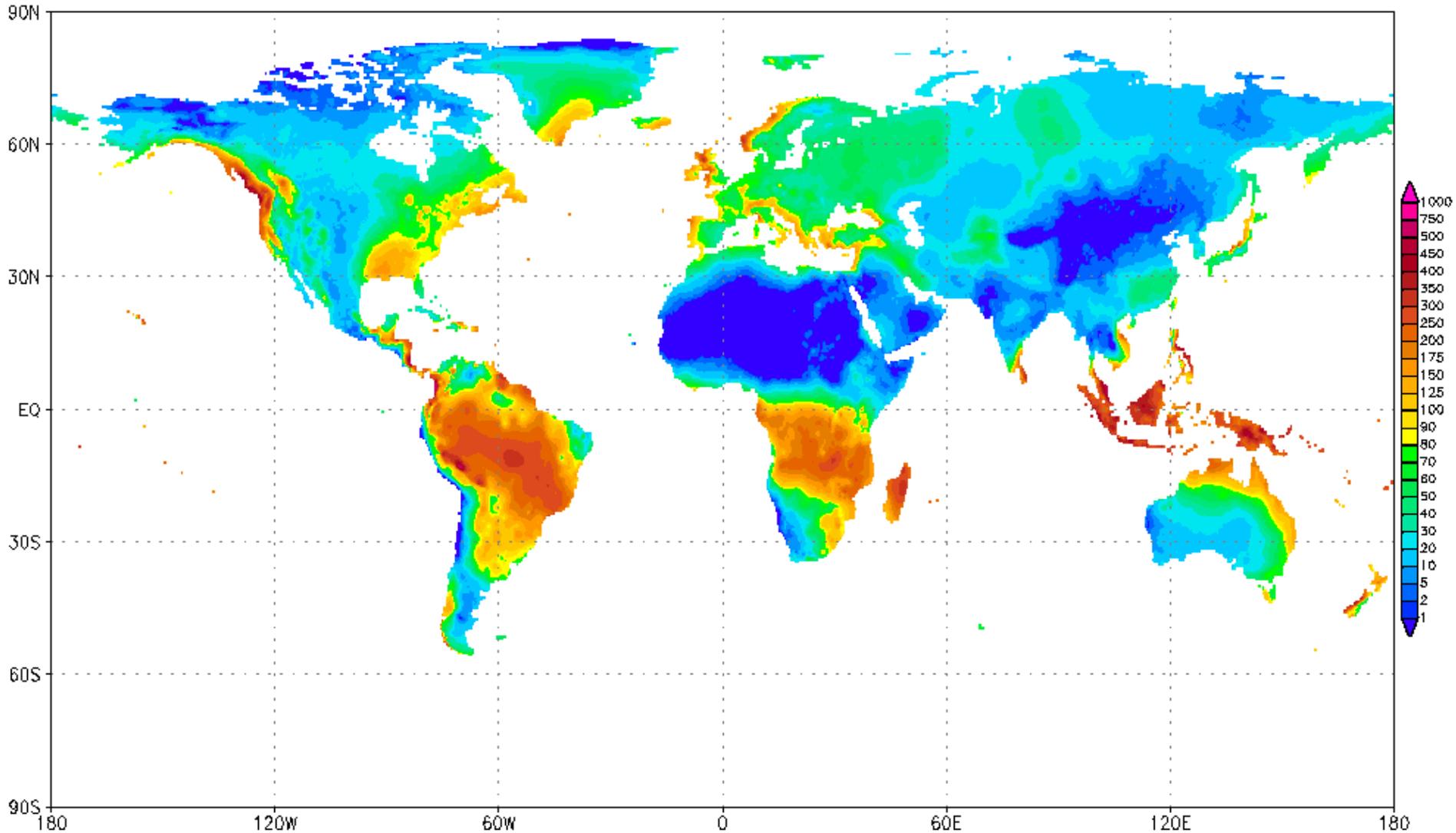
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : NOV



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

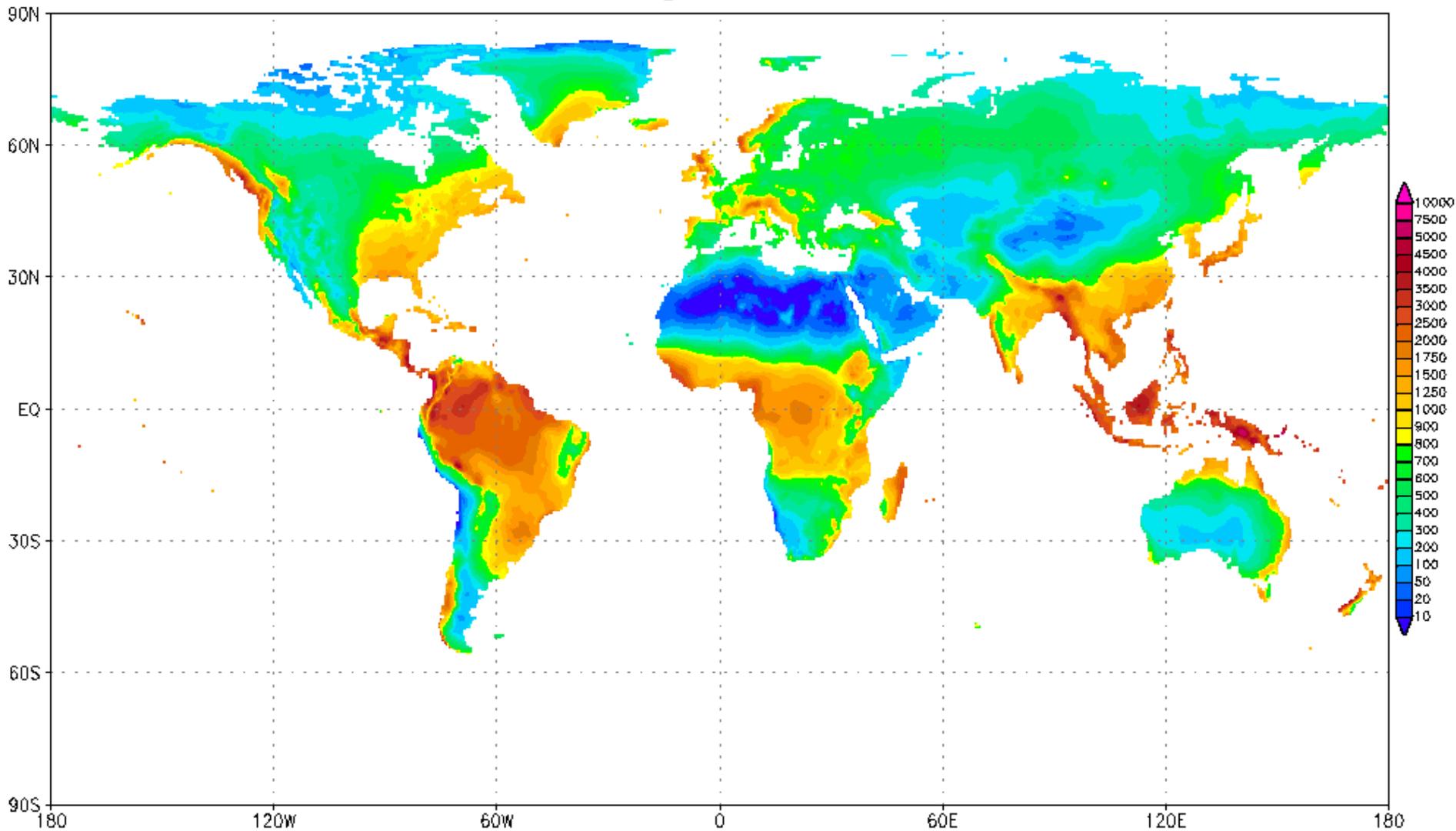
# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : DEC



www.wetterzentrale.de

Daten: IPCC

# Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : Jahr

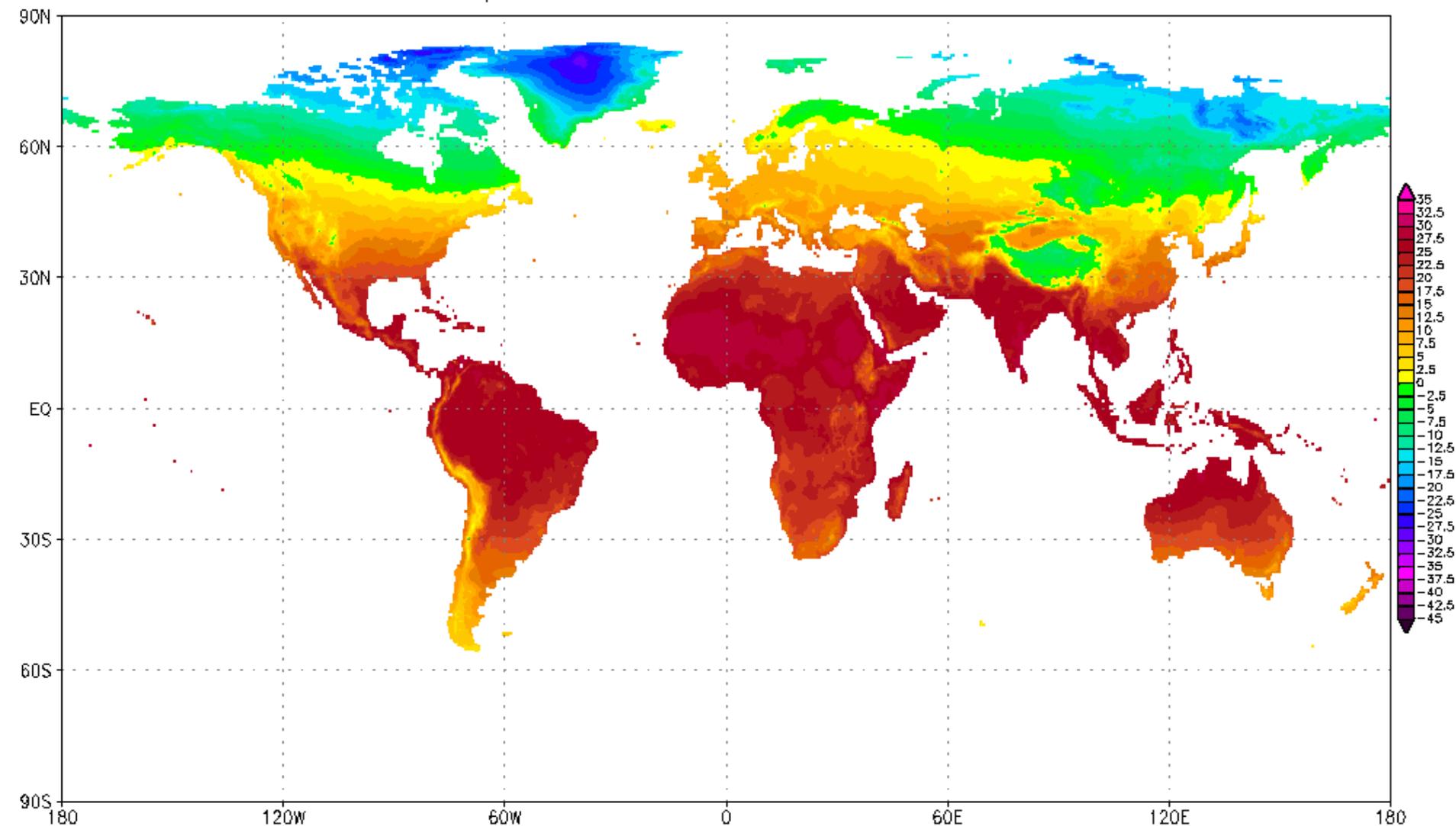


www.wetterzentrale.de

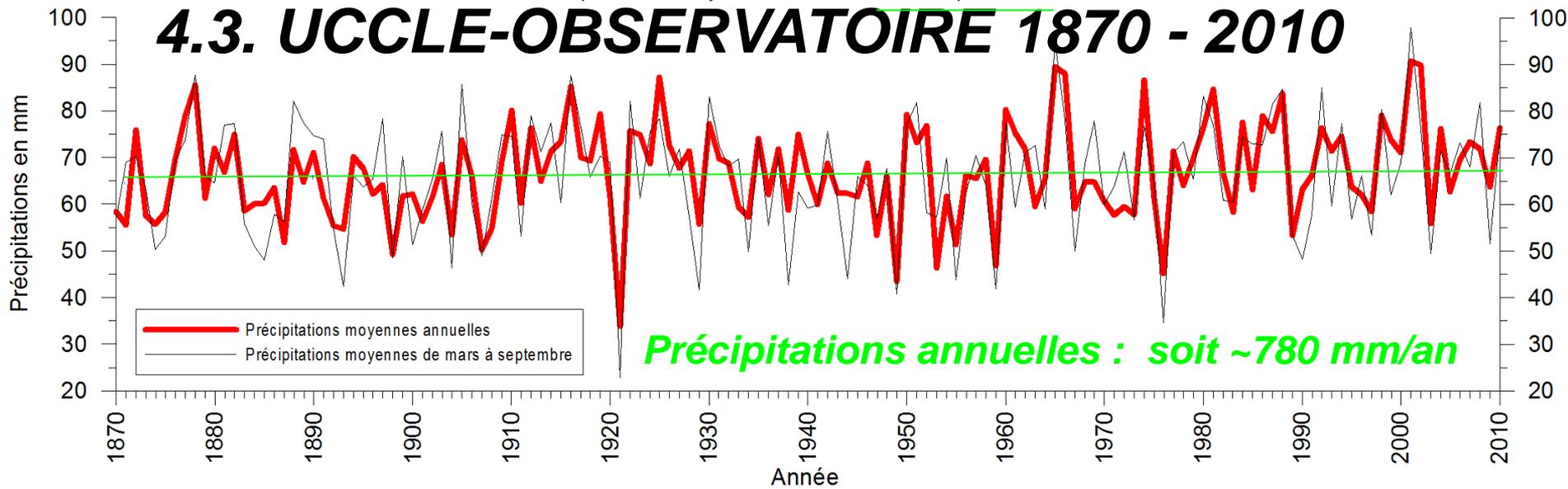
Daten: IPCC

## 4.2. autre cartographie climatique planétaire Tmoy/an

Mittlere Temperatur 1961–90 in Grad C : Jahr

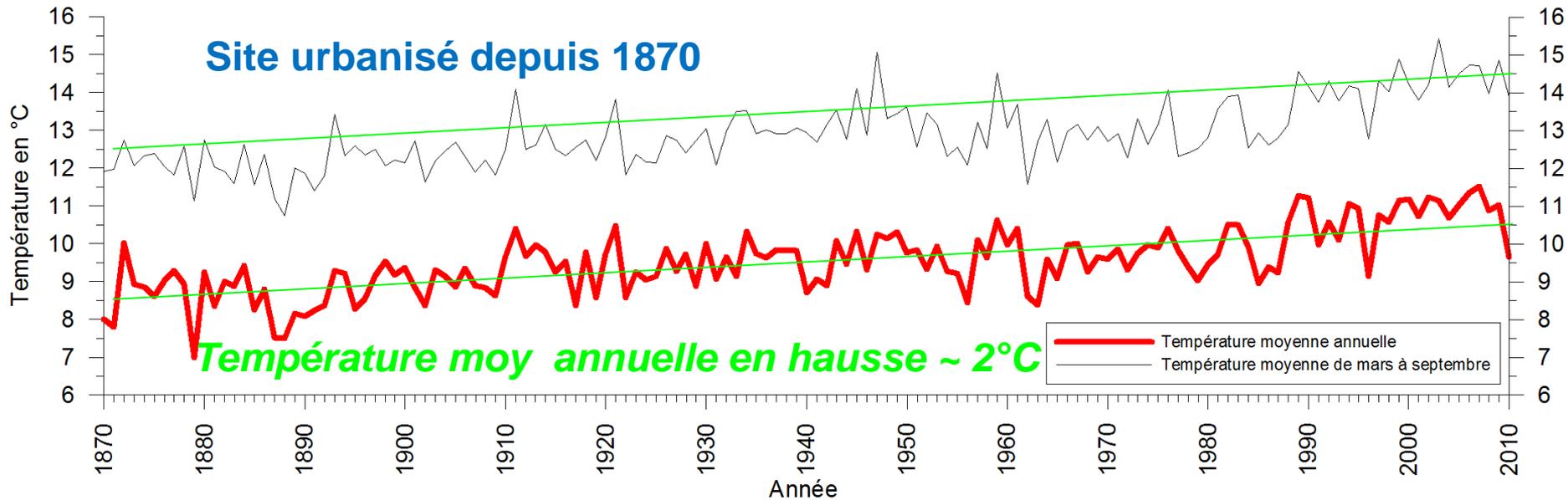


# 4.3. UCCLE-OBSERVATOIRE 1870 - 2010



# UCCLE-OBSERVATOIRE

Site urbanisé depuis 1870



# 5. Phénomènes météorologiques exceptionnels

## 5.1. Illustration d'un saccage pluviométrique en 1980



**Conséquence d'un phénomène pluviométrique exceptionnel**

*Les caravanes imprudemment installées à proximité des cours d'eau  
sont souvent emportées par les crues,  
comme ici, au camping de Houyet, en juillet 1980.*

## ***5.2. Exemple d'un phénomène pluviométrique extrême aux conséquences nuisibles***

***Sart-Tilman et alentours  
Le 29 mai 2008***

# 29 mai 2008 – Ougrée inondation « éclair » ou flash flood



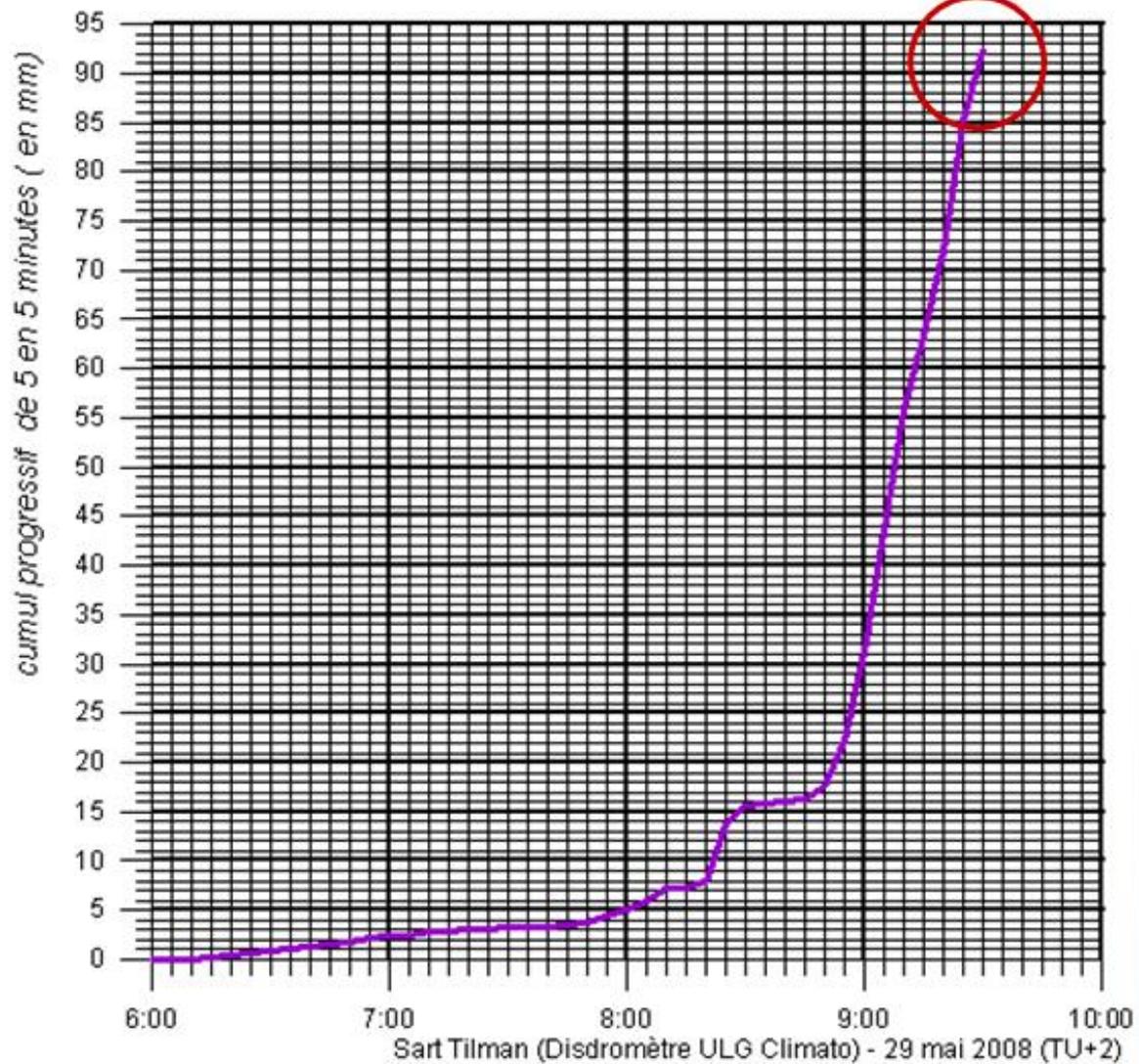
# 1. ANALYSE DE L'ÉVÉNEMENT PLUVIOMETRIQUE DU 29 MAI 2008

- 1.1. Lames d'eau horaires mesurées au Sart Tilman le 29-05-2008 (en jaune : délimitation temporelle de l'épisode pluviométrique exceptionnel)

Heure TU+2	Pluviographe SETHY	Pluviographe Météoroutes	Disdromètre ULg-climato
	Sart Tilman	Sart Tilman	Sart Tilman
de 05 à 06 h	0 mm	0 mm	0 mm
de 06 à 07 h	2.5 mm	2.4 mm	2.4 mm
de 07 à 08 h	3.3 mm	3.0 mm	2.7 mm
de 08 à 09 h	24.2 mm	25.4 mm	26.2 mm
de 09 à 10 h	55.6 mm	60.2 mm	+ de 61 mm*
de 10 à 11 h	0.9 mm	1.0 mm	-
de 11 à 12 h	4.9 mm	4.0 mm	-
de 12 à 13 h	0 mm	0 mm	-

\* panne de courant

1.3. Cumul progressif (de 5 en 5 minutes) de la lame d'eau précipitée



Aquapôle

Pôle de recherche  
d'expertise en sciences de l'eau



- Durée de retour du cumul pluviométrique (valeurs calculées pour la commune de Liège : source Région wallonne : [http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Archive/idf/visualisation\\_commune.jsp?province=6&commune=3341&type=11&action=OK](http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Archive/idf/visualisation_commune.jsp?province=6&commune=3341&type=11&action=OK))**

(Les écarts types sur les estimations sont indiqués entre parenthèses)

D\T	2 mois	3 mois	6 mois	1 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans	200 ans
<b>10 min</b>	4.4 (0.7)	5.5 (0.5)	7.5 (0.5)	9.7 (0.7)	12.0 (1.0)	15.4 (1.5)	18.1 (2.0)	21.1 (2.7)	22.9 (3.1)	25.4 (3.8)	28.9 (4.9)	32.7 (6.2)
<b>20 min</b>	5.8 (1.1)	7.3 (0.8)	9.9 (0.7)	12.7 (0.8)	15.8 (1.2)	20.2 (1.8)	23.8 (2.5)	27.6 (3.3)	30.0 (3.9)	33.2 (4.8)	37.8 (6.1)	42.7 (7.8)
<b>30 min</b>	6.8 (1.2)	8.4 (0.9)	11.4 (0.7)	14.6 (0.9)	18.1 (1.4)	23.0 (2.1)	27.1 (2.9)	31.5 (3.9)	34.2 (4.5)	37.8 (5.5)	43.0 (7.1)	48.5 (9.0)
<b>1 heure</b>	8.5 (1.2)	10.4 (1.0)	14.0 (0.9)	17.8 (1.1)	21.9 (1.6)	27.7 (2.5)	32.6 (3.3)	37.8 (4.5)	41.0 (5.2)	45.2 (6.3)	51.4 (8.1)	58.0 (10.3)
<b>2 heures</b>	10.3 (1.2)	12.5 (1.0)	16.5 (0.9)	20.8 (1.2)	25.4 (1.6)	32.1 (2.5)	37.6 (3.4)	43.4 (4.6)	47.1 (5.4)	51.9 (6.6)	58.9 (8.6)	66.3 (10.9)
<b>6 heures</b>	13.4 (1.4)	16.0 (1.1)	20.6 (1.1)	25.5 (1.2)	30.9 (1.6)	38.5 (2.4)	44.8 (3.3)	51.6 (4.5)	55.8 (5.3)	61.4 (6.6)	69.4 (8.5)	78.0 (11.0)
<b>12 heures</b>	15.9 (1.5)	18.7 (1.2)	23.7 (1.2)	29.1 (1.5)	34.8 (2.0)	43.2 (2.8)	50.0 (3.6)	57.4 (4.7)	61.9 (5.5)	68.0 (6.6)	76.7 (8.5)	86.0 (10.9)
<b>1 jour</b>	19.2 (1.8)	22.3 (1.6)	27.8 (1.7)	33.8 (2.3)	40.1 (3.1)	49.3 (4.4)	56.9 (5.5)	65.0 (6.7)	70.1 (7.5)	76.7 (8.6)	86.3 (10.5)	96.7 (12.7)

24.9 mm

41.7 mm

62.9 mm

76.7 mm

&gt; 90 mm

➔ **Phénomène pluviométrique pluricentenaire**

## *Records*

- **EN BELGIQUE :**

- **La plus grande précipitation :**

- en moins de 12 h a eu lieu le 24/06/1953 avec deux orages successifs qui ont donné un total de 242 mm d'eau dans le pluviomètre à Herbesthal (Lontzen) ;

- **L'épaisseur de neige la plus importante relevée au cours du siècle en Belgique a été mesurée le 09/02/1953 à Botrange (Waimmes) avec 115 cm de neige ;**

# ***En guise de comparaison :***

PARAMÈTRES	RECORD	DATE	STATION	PAYS
Plus fortes chutes de pluie en 1 minute	31 mm	04/07/1956	Unionville	États-Unis
Plus fortes chutes de pluie en 12 heures	1140 mm	26/01/1980	Grand Ilet La Réunion	France
Plus fortes chutes de pluie en 24 heures	1828.8 mm	Du 7 au 8 janvier 1966	Foc-Foc La Réunion	France
Plus fortes chutes de pluie en 1 mois	9296.4 mm	Juillet 1861	Cherrapunji	Inde

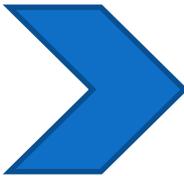
## ***5.3. Vaison-la-Romaine le 22 Septembre 1992***

***(saisie images avec une caméra vidéo)***

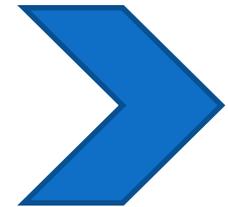
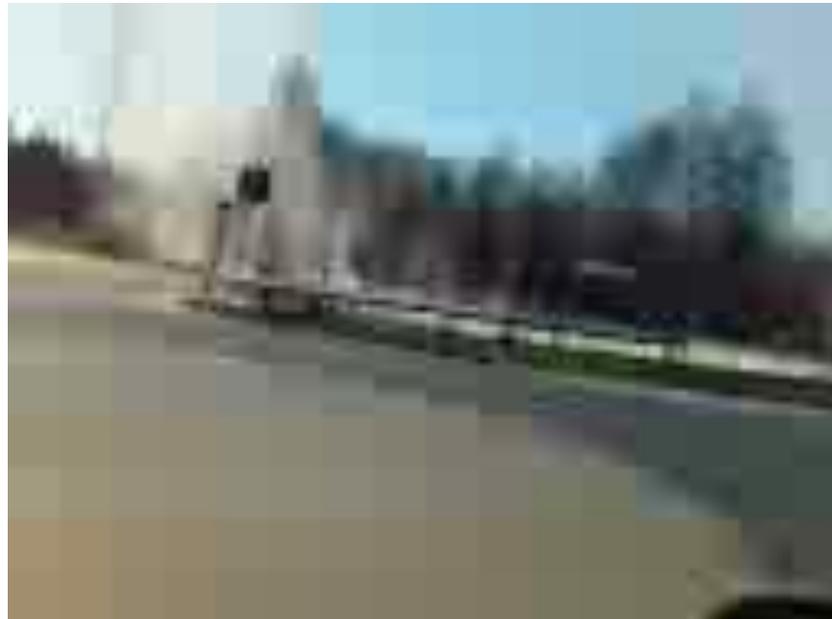


# 5.3. Autres phénomènes météorologiques extrêmes

## ***Pour les amateurs de football : surprise, surprise***



***Au Signal de Botrange – dust devil  
17 avril 2007 – 15h00  
(saisie des images à partir d'un GSM)***



# Records mondiaux de température

PARAMÈTRES	RECORD	DATE	STATION	PAYS
Température mini absolue	-89.2°C	21/07/1983	Vostok	Antarctique
Température maxi absolue	57.8°C	13/9/1922	Al'Aziziyah	Libye
Température moyenne annuelle la plus basse	-57.8 °C		Polyus Nedostupnosti	Antarctique
Température moyenne annuelle la plus haute	34 °C	1960 à 1966	Dallol	Éthiopie
Plus grande variation de température en 24 h	55.6°C : de 6.7 à -49 °C	du 23 au 24 janvier 1916	Browning Montana	États-Unis

**Bref, restons optimistes et surtout  
adaptions nous à la très grande variabilité  
du climat.**

**La météo ne devient pas folle mais nous  
devenons de plus en plus vulnérables  
face aux aléas hydro-météo  
de même intensité qu'auparavant.**

# 6. Et nos moyens de calculs ?

- ~1950 : Premiers ordinateurs centraux



## Supports des données :

- Cartes perforées
- Rubans perforés
- Bandes magnétiques
- Réseaux filaires internes
- Disques magnétiques
- etc ... jusqu'à aujourd'hui

- *~1980 : Premiers ordinateurs de bureau*

1981 fut un grand tournant dans l'histoire de l'ordinateur avec l'apparition du premier ordinateur personnel (Personal Computer).



## 7. BILAN

- **Les outils météo satellitaires** étant tellement récents (moins de 30 ans pour la plupart), nous ne disposons pas encore de séries de données modernes assez longues et complètes pour affirmer quoique ce soit à propos d'un dérèglement de la météo ni d'un changement de la fréquence comme de l'intensité des phénomènes météo catastrophiques.
- **La climatologie moderne** ne se limite plus à l'analyse des températures ou des précipitations.

- ***Accélération des pressions anthropiques sur l'environnement***

- ***remembrement rural et agriculture de masse***

- ***exode rural dans les pays de développement comme exode urbain chez nous***

- ***tourisme de luxe ou de masse en milieu côtier ou montagnard***

- ***explosion démographique et paupérisation des populations provoquant l'invasion des plaines alluviales des grands fleuves et deltas***

.....

- **Modification perméabilité des surfaces**
  - **Modification de l'albedo des surfaces**
  - **Modification de la rugosité des surfaces**
- 
- **Les régions les plus exposées sont en bordure de l'oeucumène et des zones déjà en difficultés climatiques**

**Bien d'autres modifications  
de l'interface sol-atmosphère  
sont tellement rapides, importantes et souvent  
non réfléchies  
ou  
déraisonnables  
que nous devenons de plus en plus vulnérables  
aux aléas du climat.**

**Les gaz à effet de serre et la hausse du niveau de la mer  
sont devenus les boucs émissaires de nos responsabilités  
collectives sur nos territoires.**

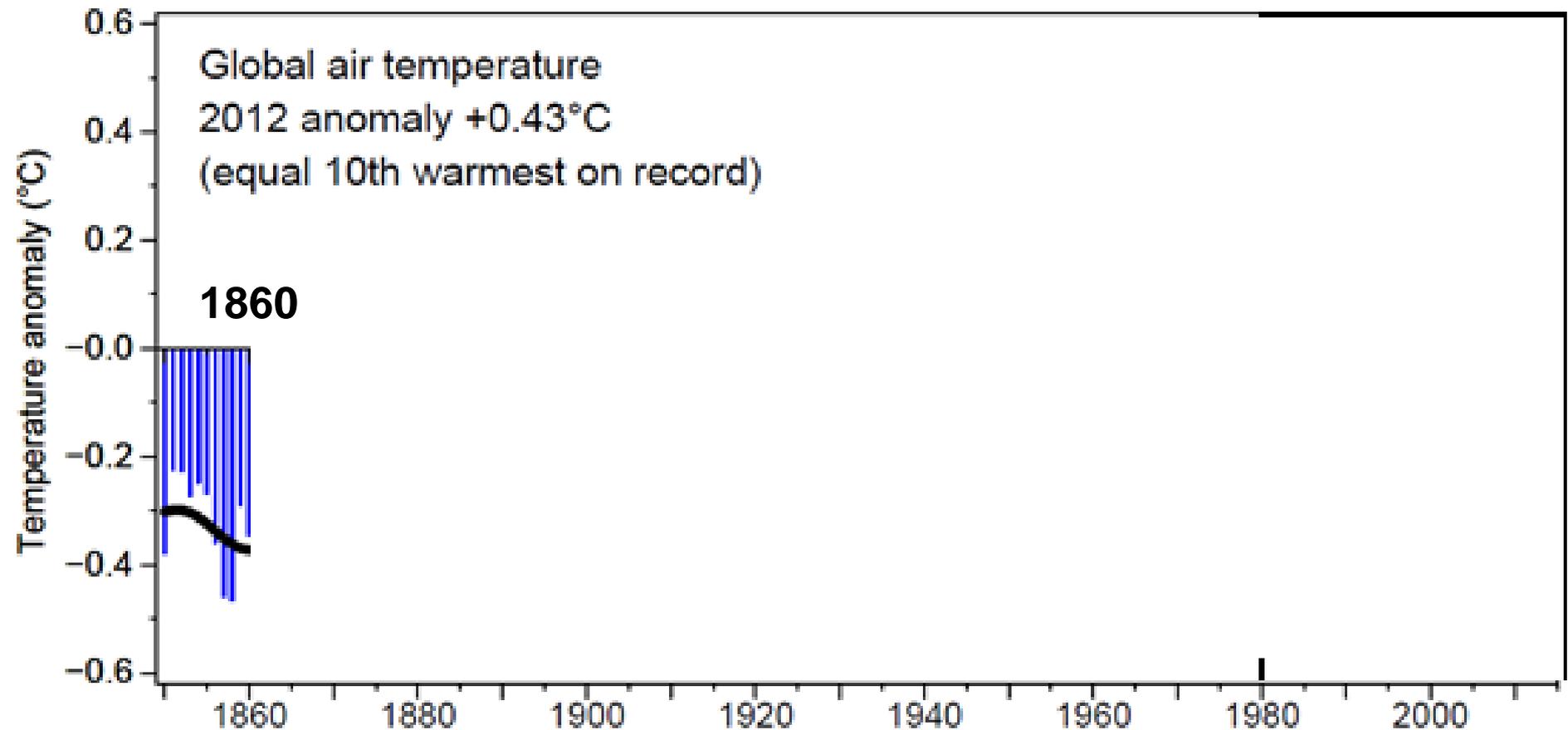
# *Cerises sur le gâteau climatologique*

- Évolution extrêmement rapide des vecteurs de médiatisations :
  - Transferts des observations météo (par les professionnels) :
    - Telex
    - Réseaux filaires
    - Réseau de satellites de télécommunications
  - Transferts des informations (par les médias) :
    - Telex, Journaux, Périodiques
    - Radio, Télévision
    - Téléphone, Fax, Internet, GSM
    - Vidéoscopes, Smartphones, Tablettes
    - Réseaux sociaux

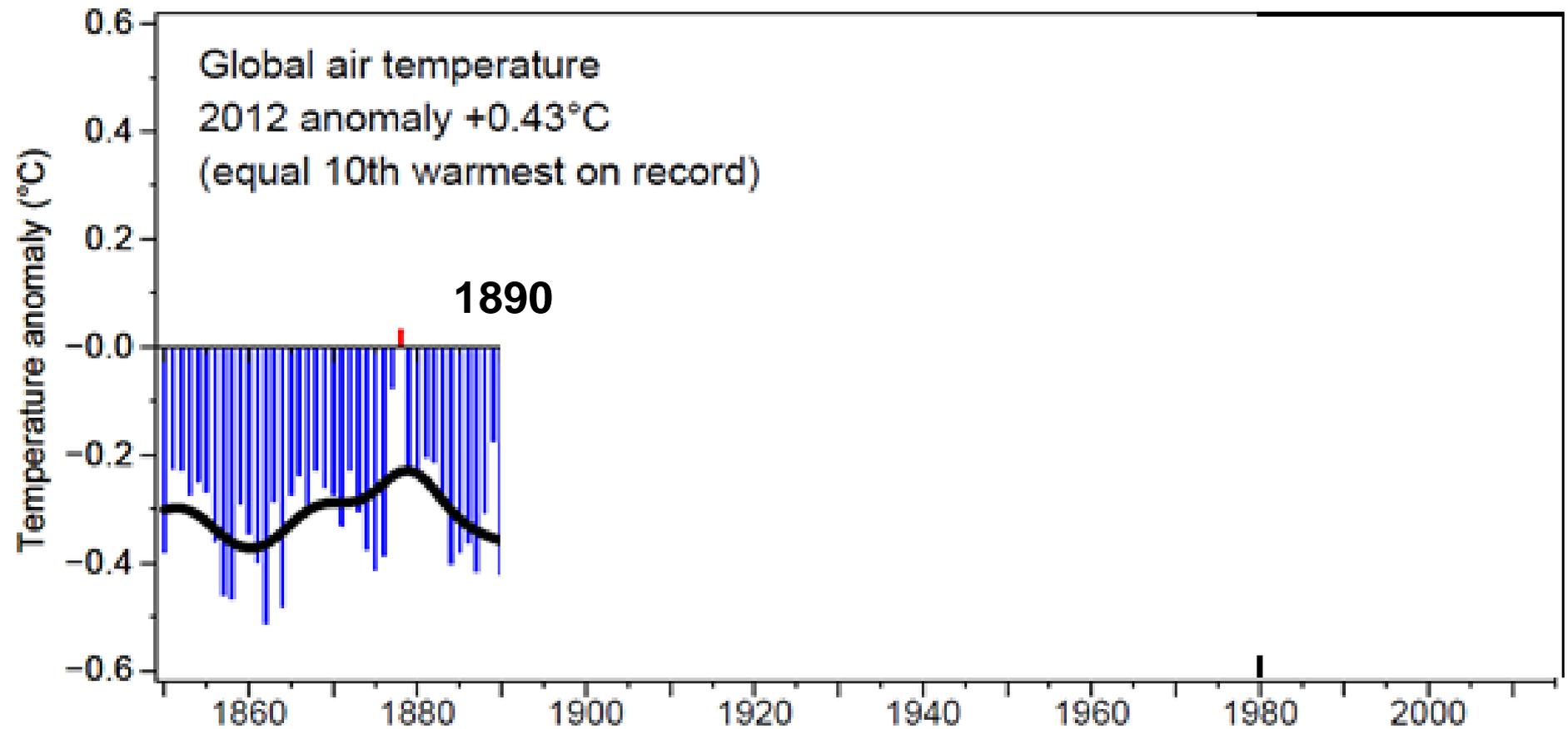


**Augmentation de  
la vitesse de  
communication  
vers le public**

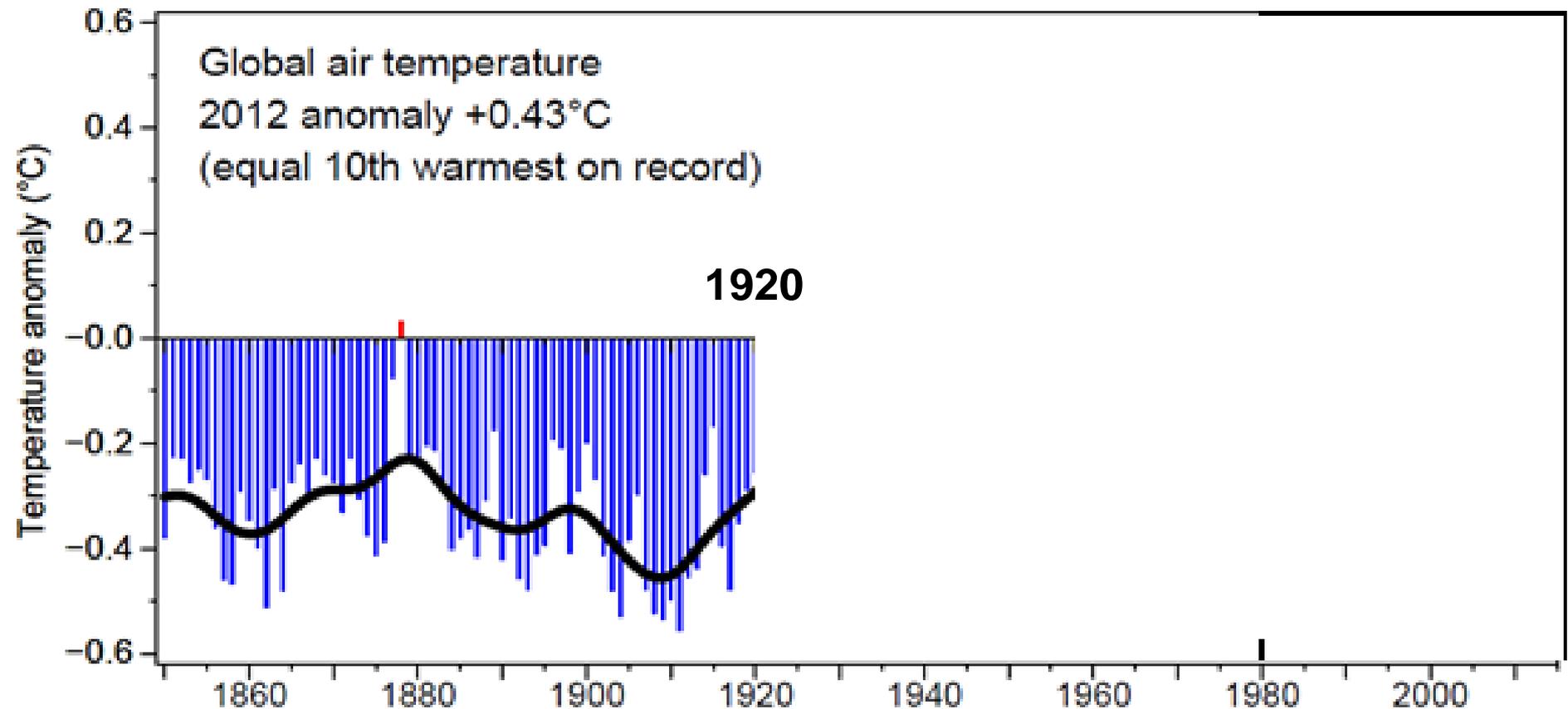
# Augmentation de la température moyenne de la planète (1850-2012)



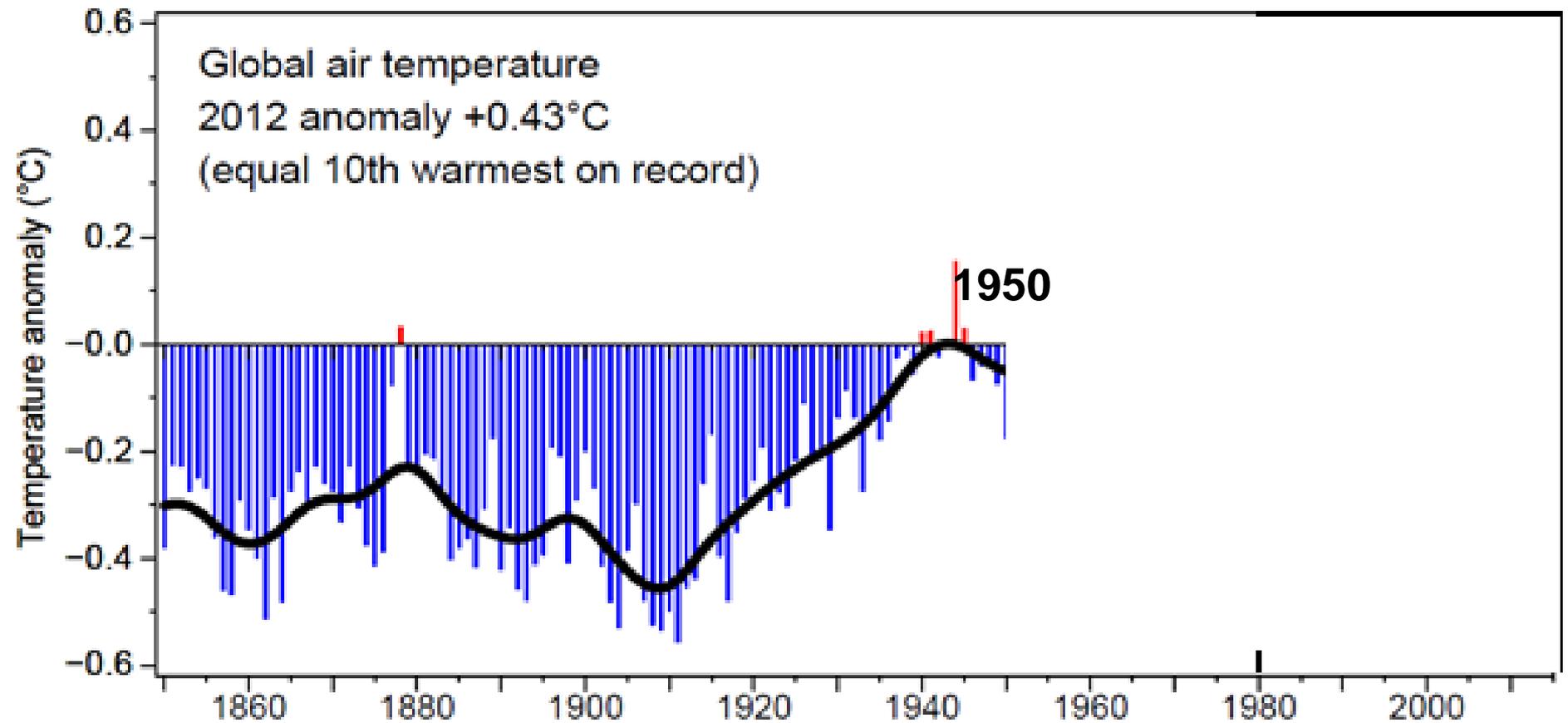
# Augmentation de la température moyenne de la planète (1850-2012)



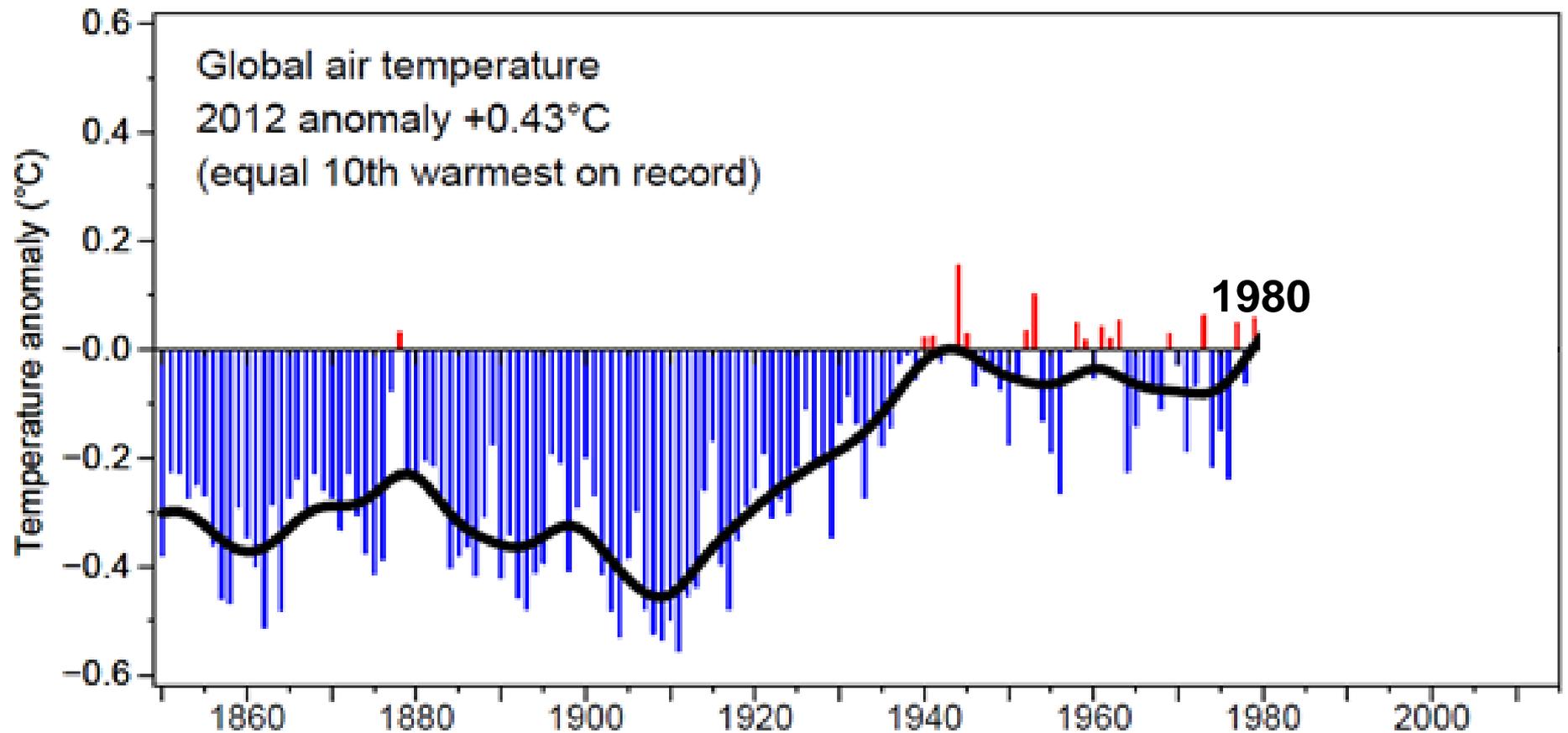
# Augmentation de la température moyenne de la planète (1850-2012)



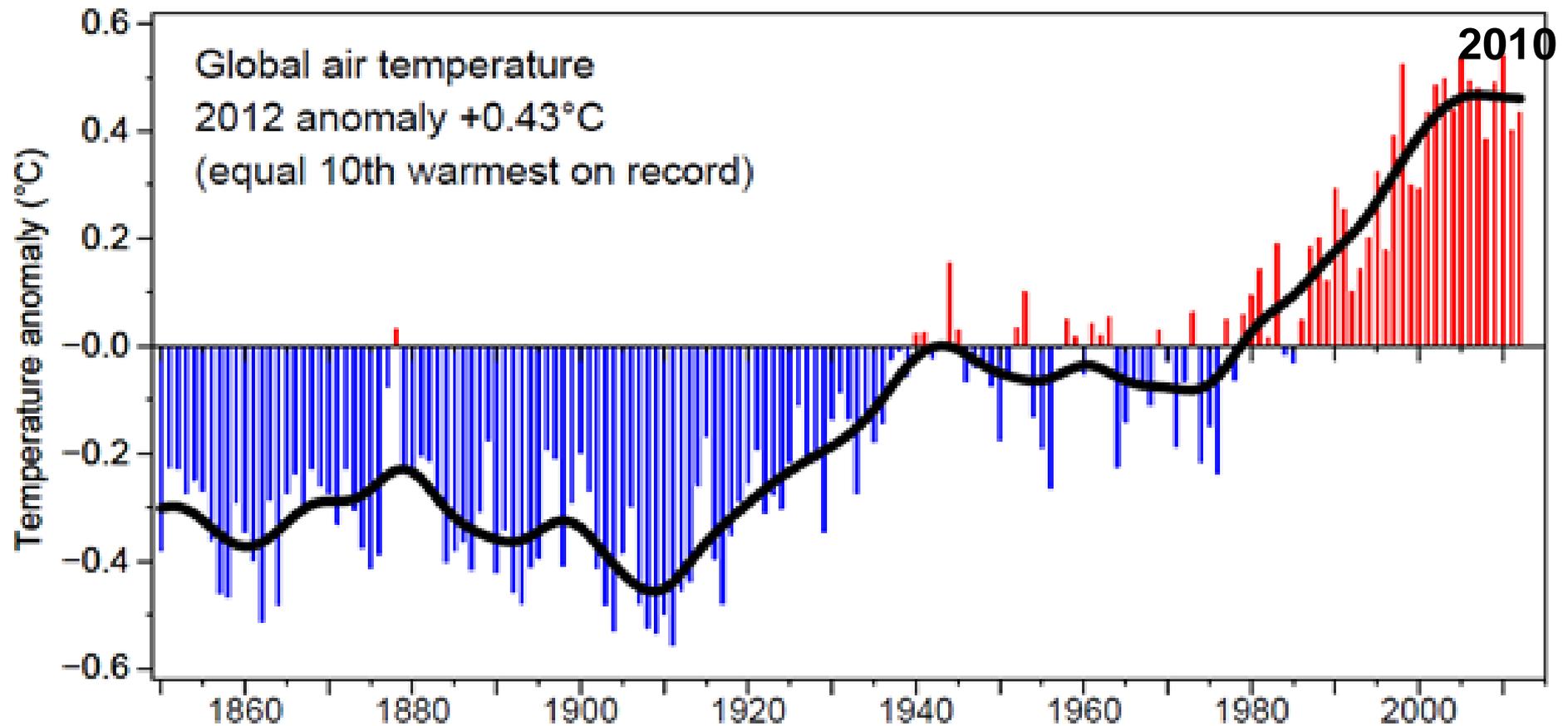
# Augmentation de la température moyenne de la planète (1850-2012)



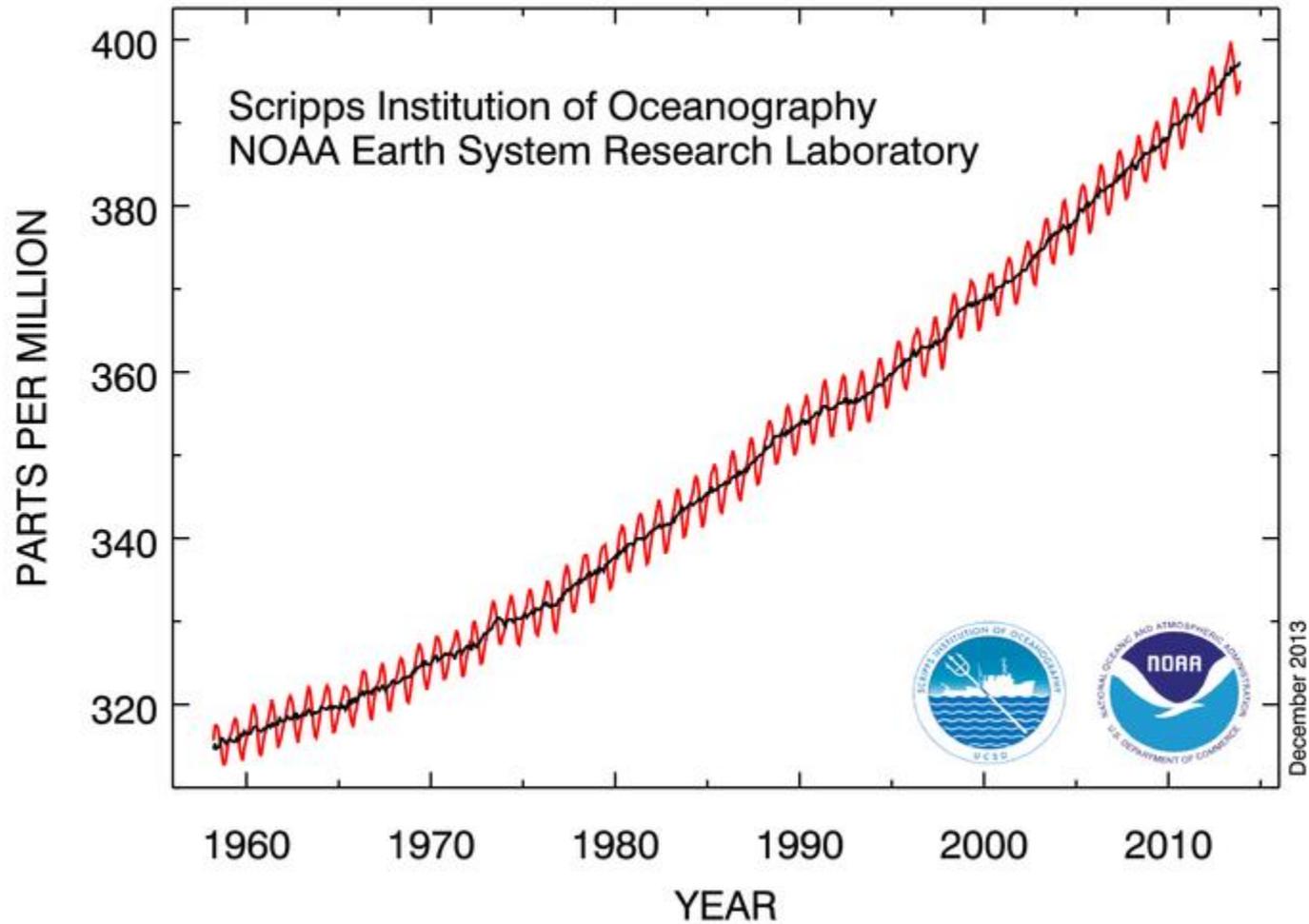
# Augmentation de la température moyenne de la planète (1850-2012)

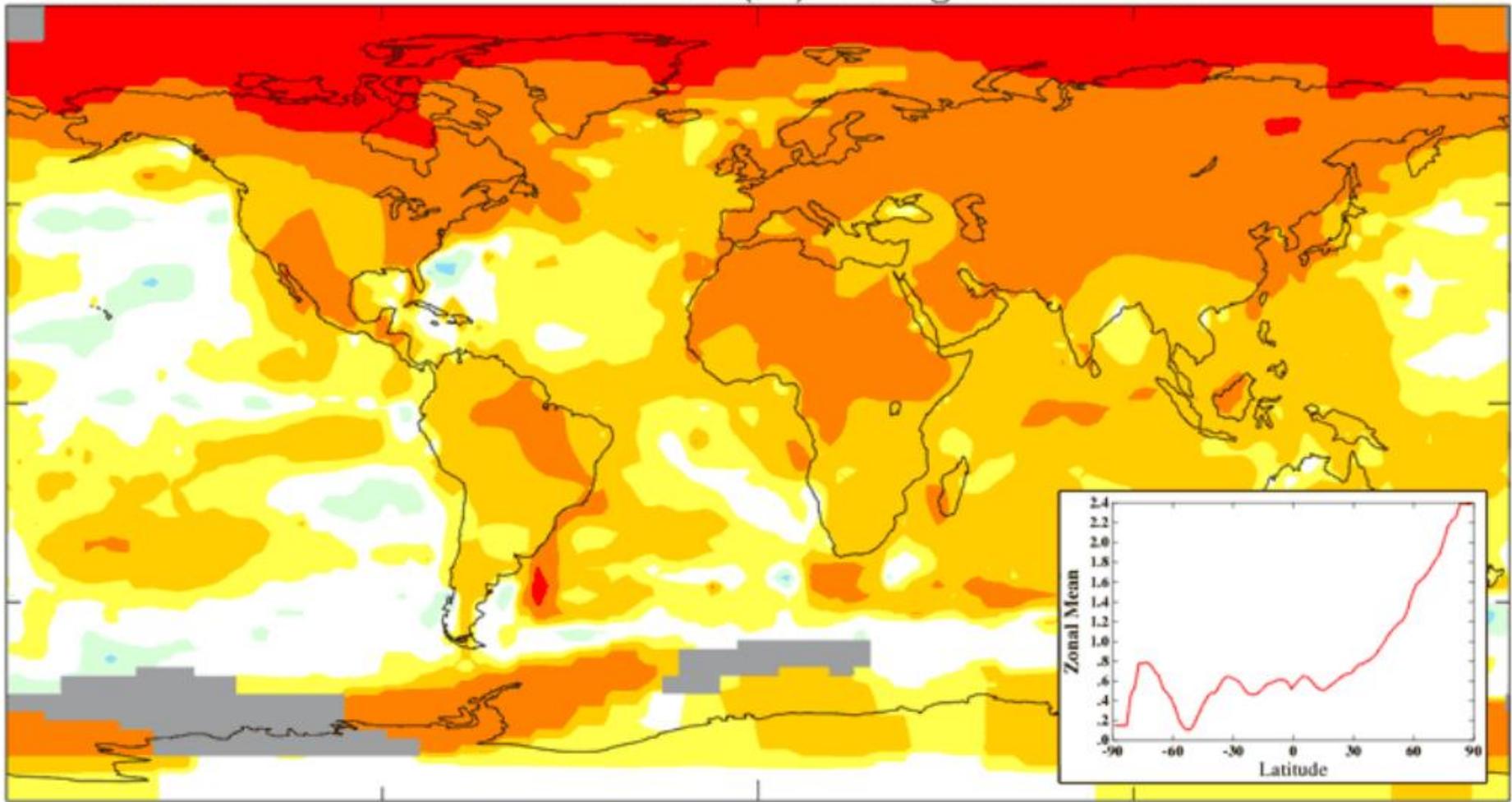


# Augmentation de la température moyenne de la planète (1850-2012)



# Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory





This image shows trends in mean surface air temperature over the period 1960 to 2011. Notice that the Arctic is red, indicating that the trend over this 50 year period is for an increase in air temperature of more than 2° C (3.6° F) across much of the Arctic, which is larger than for other parts of the globe. The inset shows linear trends over the period by latitude.

—Credit: [NASA GISS](#)

Date	Africa	Asia	Europe	North America	South America	Oceania	Total (mil-lions)	New Data from 2011 Nation. Geogr. TV Prog.
	plus Madagasc	plus USSR / Mideast		Canada US Mexico Carrib.	plus Central America	plus Aus-tralia New Zealand Philip-pines		
10,000 BC							1	5,000 year incre-ments
5,000 BC							5	
2,000 BC							27	1,000 year incre-ments
1,000 BC							50	
0 A.D.							200	500 year incre-ments
500							300	
1000							400	
1500							500	
1650		327	103	0.5	12	2	600	500
1750		475	144	3	11	2	750	50 year incre-ments
1800		597	192	5.3	19	2	900	
1810				7.2			1,000	10 years
1820				9.6				
1830				13				

1830				13				1 B
1840				17				10 year incre-ments
1850		741	274	23	33	2	1,171	
1860				31				
1870				39				
1880				50				
1890				63				
1900		915	423	76	63	6	1,608	
1910				92				
1920		997	485	105.7	92		1,834	
1930		1,069	530	122.7	110		2,008	
1940		1,173	579	131.7	132		2,216	10 year incre-ments
1950		1,272	594	150.7	162	12	2,406	
1960		1,665	641	178.5	208		2,972	
1970							3,700	
1980	470	2,601	484*	372	242	23	4,400	
1990							5,100	
1997	750	3,477	508*	464	329	29	5,852	
2000	803	3,686	729	487	348	30	6,080	3 years
2005	891	3,913	729	512	371	32	6,450	5 years
2005 Pop. Distrib.	13.8%	60.7%	11.3%	7.9%	5.7%	0.5%	99.0%	
*Missing data for Russssia explains the 5% or so difference in the total.								

# En guise de conclusion :

- **Dès 1990**, apparition de controverses sectaires en parallèle avec les déclarations du GIEC
- **Fin des années 1990**, première instrumentation mondiale dans le Pacifique équatorial et compréhension physique du phénomène El Niño
- Passage d'une époque quasi sans climatologues (**1970**) à une époque truffée de pseudo-climatologues (**~2000**)



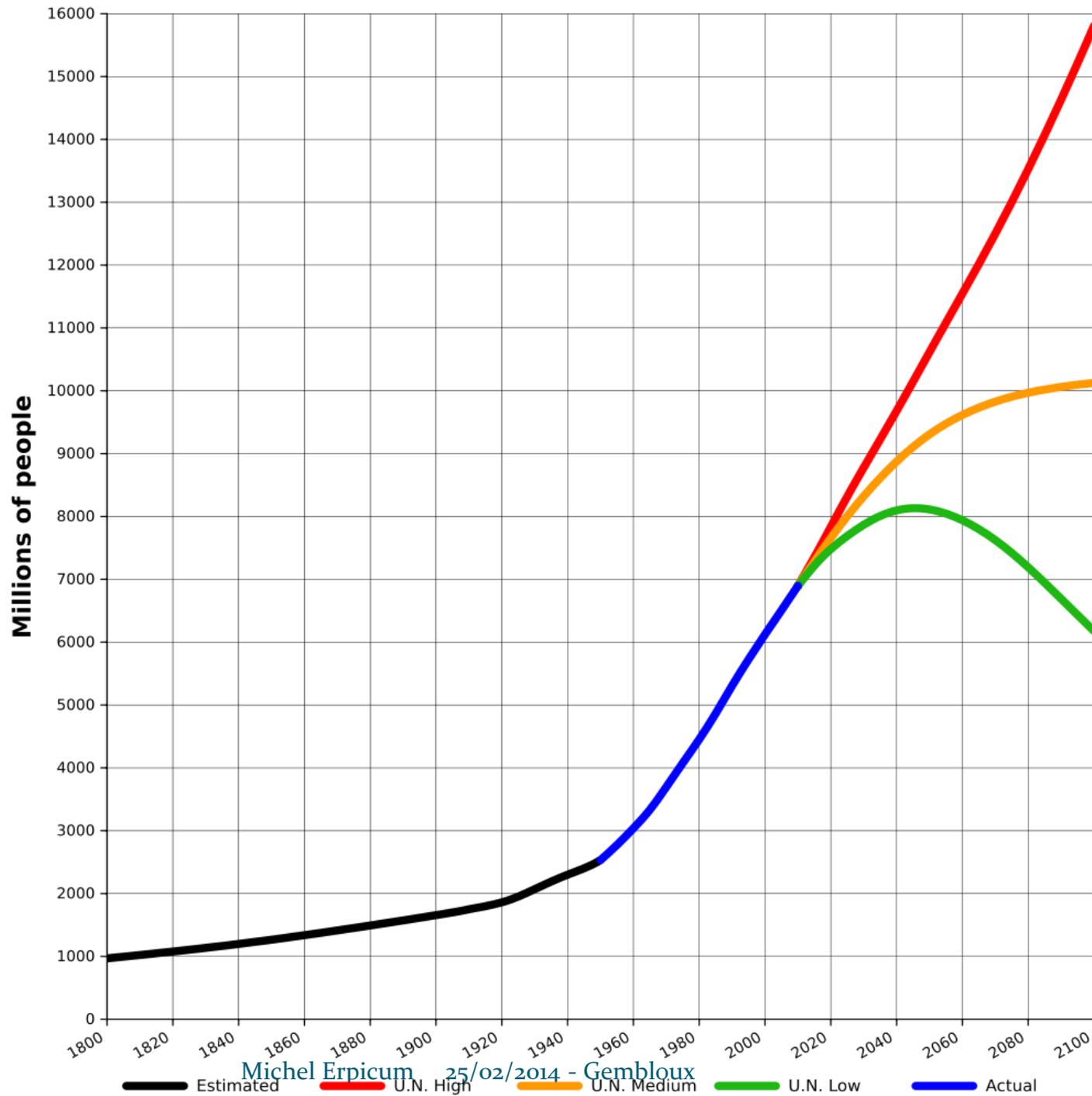
*Laboratoire de  
Climatologie et  
Topoclimatologie*



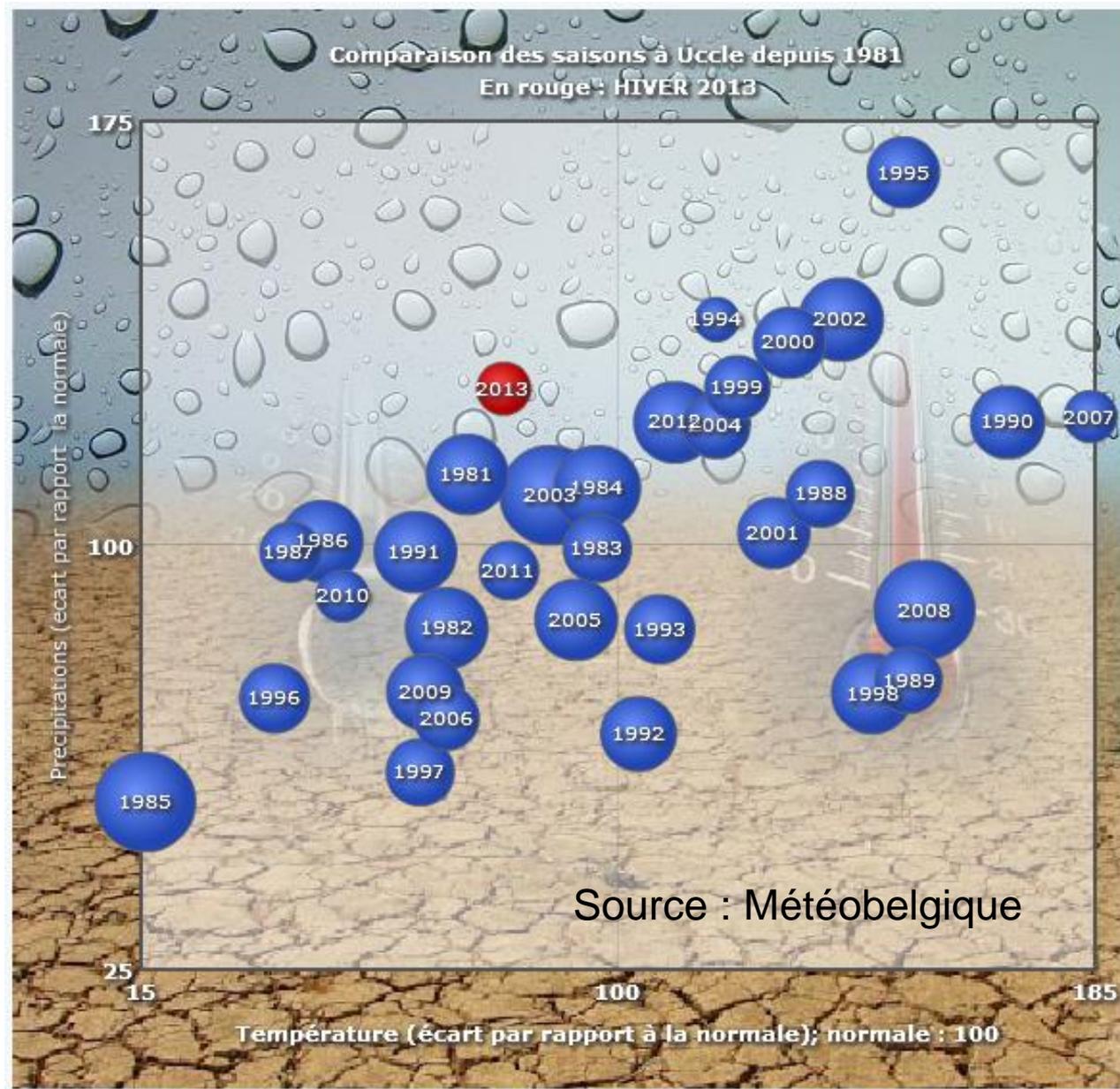
Université  
de Liège



**Société Géographique  
de Liège**



Michel Erpicum, 25/02/2014 - Gembloux



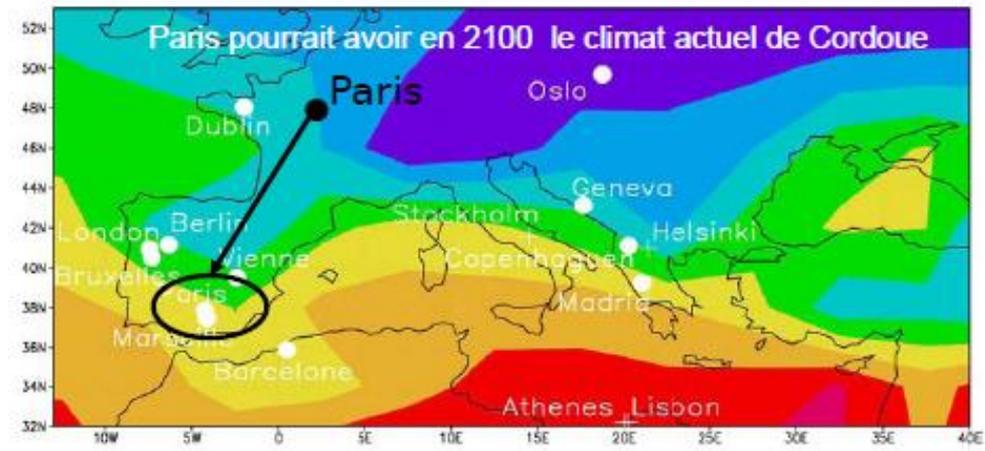
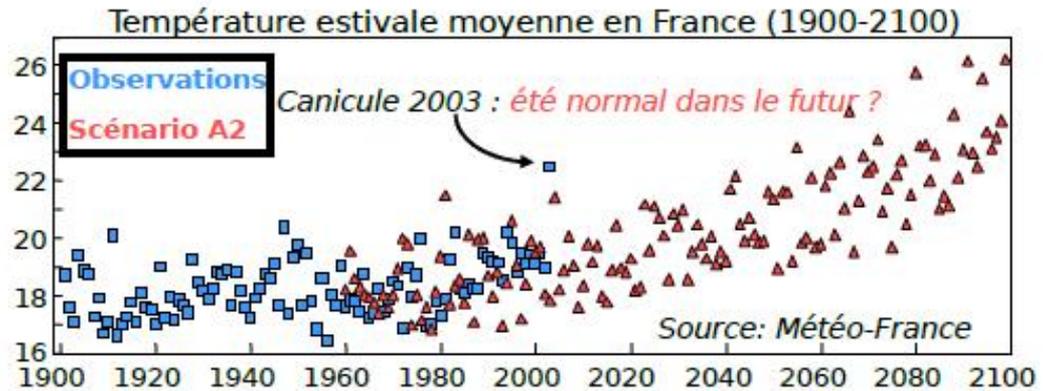
# Villes et changement climatique

**En 2050,**  
**la canicule de 2003 se reproduira :**

- tous les 10 ans ?
- tous les 5 ans ?
- tous les 2 ans ?

C'est quoi déjà la question...?

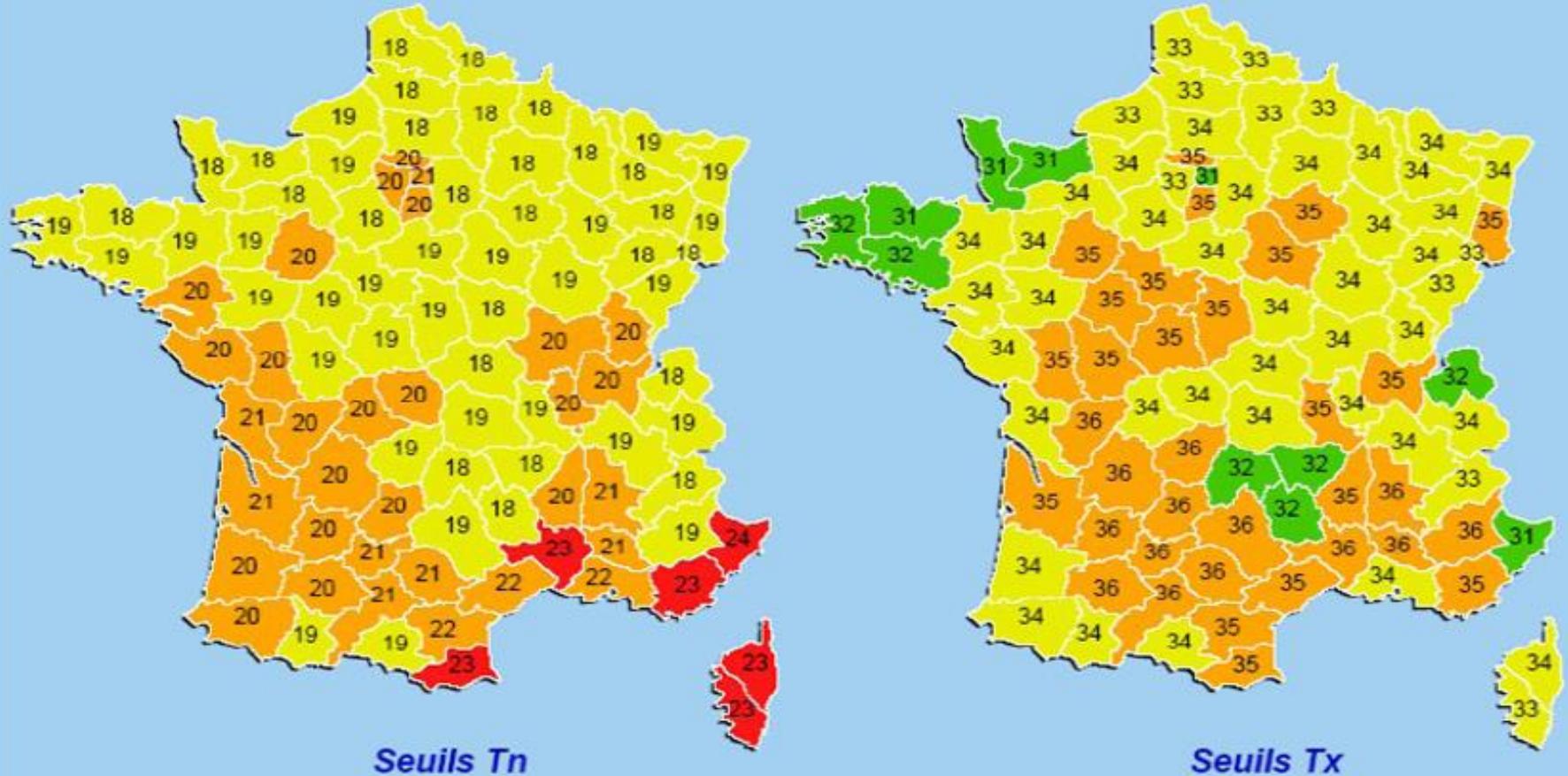
« C'est quoi déjà la question? »



Source: Hallegatte et al., 2006

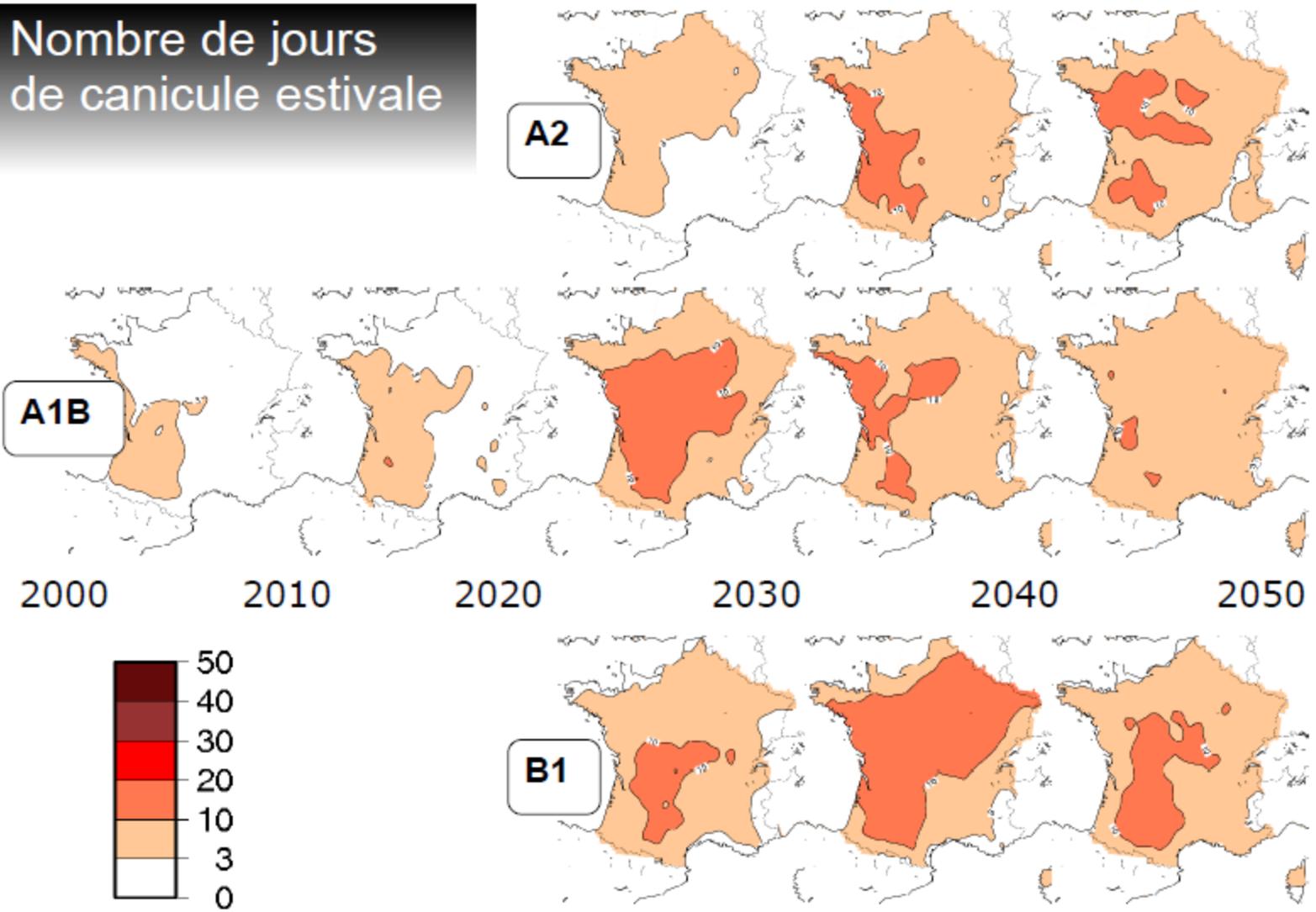
## CARTE DE VIGILANCE CANICULE

*Seuils applicables en 2005 pour l'aide à la décision*



Les seuils prennent en compte les variations spatiales de la vulnérabilité

# Nombre de jours de canicule estivale



Source : Météo-France