

PIERRE ROGNON
(1931-2010)

Fue un prestigioso geógrafo y geólogo francés especializado en el desierto sahariano y los problemas derivados de la desertificación.

TÍTULOS UNIVERSITARIOS

Licenciado en Geografía (julio de 1955).

Doctorado en Letras (enero de 1968).

Doctorado en Ciencias Naturales (septiembre de 1971)

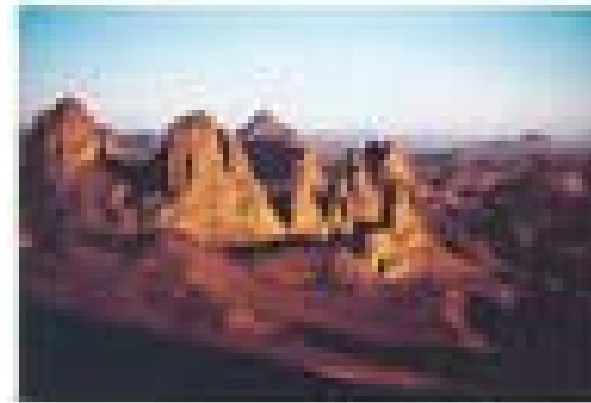
- 1957/1962. Ayudante en el *l'Institut de Géographie de l'Université* de Argel - Miembro del *Institut de Recherches Sahariennes*
- 1962/1964. Adjunto, más tarde Encargado de investigación en el CNRS. *Laboratoire de Géographie physique* - París.
- 1964/1968. Encargado de Enseñanza y Director del Laboratorio de Geografía Física.
- 1968/1970. Comisionado como ingeniero geólogo en la división de Geología del *Institut Français du Pétrole*.
- 1971. Catedrático de Geografía Física en La Sorbona (París).
- 1973. Catedrático de Ciencias de la Tierra en la Universidad Pierre et Marie Curie (París).
- 1976/1989 Director de equipo CNRS (ERA 684 más tarde UA722) *Paléoclimats et paléoenvironnements en régions arides pour la reconstitution des climats des trente derniers millénaires au Sahara*.
- 1973/2000: Profesor en el Laboratorio de Geodinámica de Medios Continentales . Universidad Pierre et Marie Curie de. París
- 2000/2004 : Profesor Emérito en la Universidad Pierre et Marie Curie de. París.

DÉSERTIFICATION ET AMÉNAGEMENT AU MAGHREB

sous la direction de
Geneviève COUDÉ-GAUSSEN
et Pierre ROGNON



Biographie d'un désert



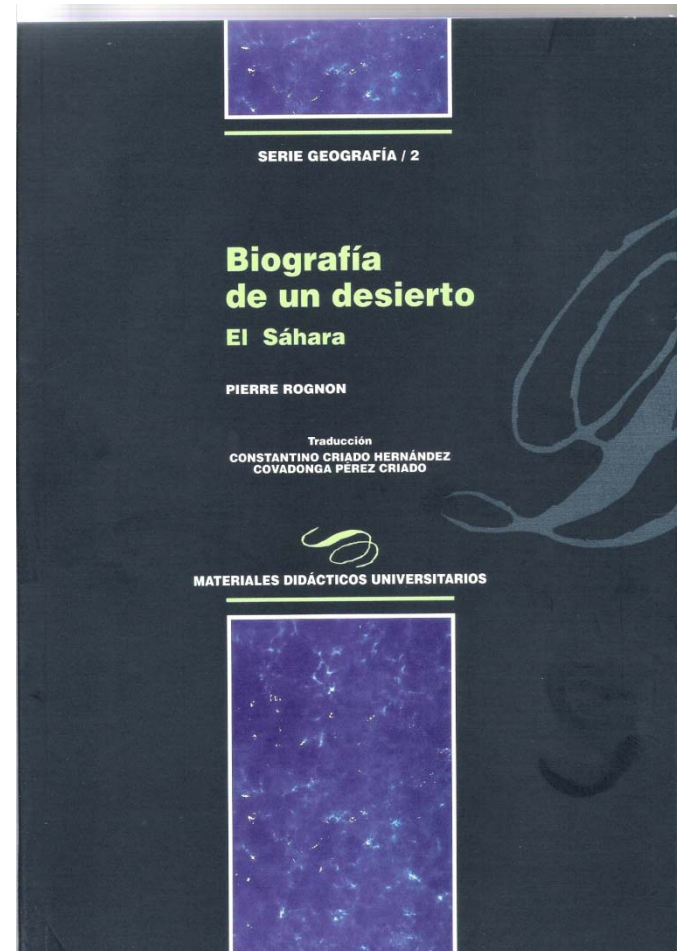
le Sahara

Pierre Rognon



La versión española de *Biographie d'un desert*

- 346 páginas
- 20 figuras (B/N)
- 22 fotografías (B/N)
- Editado por el Servicio de Publicaciones de la ULL.
- Precio 16 euros



Paleoclimas del Sáhara



Dr. Constantino Criado
Dpto. Geografía. ULL

A black and white satellite-style map of Africa is shown in the background. The map is centered on the continent, with the Sahara Desert region highlighted in a lighter shade. Overlaid on the map is text in yellow and black. The title 'Paleoclimas del Sáhara' is in yellow, while the explanatory text and the author's name are in black. The text is centered on the map.

Paleoclimas del Sáhara

*África está dividida en cuatro partes.
La tercera se llama en árabe “Es-sah-ra” que
significa “desierto”*

Leo Africanus (1550)

Índice

¿Qué es el Sáhara?



¿Cómo se estudian los paleoclimas?

¿Cuales son las causas de los cambios climáticos?

¿Desde cuando el Sáhara es un desierto?

¿Han cambiado los climas del Sáhara en los últimos 2 Ma?

¿Qué ha ocurrido en los últimos 20 ka?

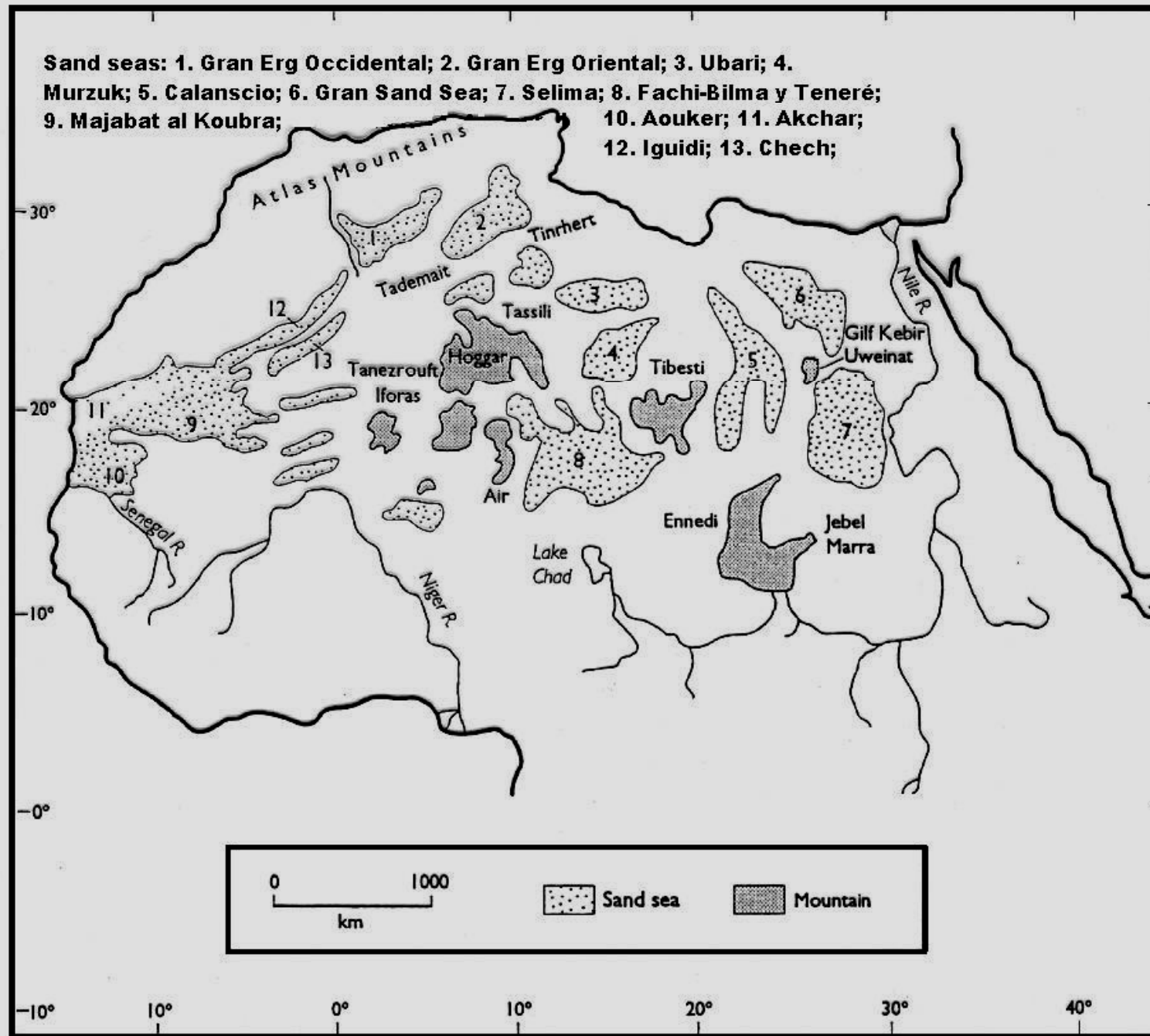
¿ Que ocurre hoy y que pasará en el futuro?

El Sáhara es el desierto mayor del mundo con una extensión en torno a los 8 millones de km².

Sus límites son netos, salvo al sur donde enlaza con el mundo tropical a través del Sahel.

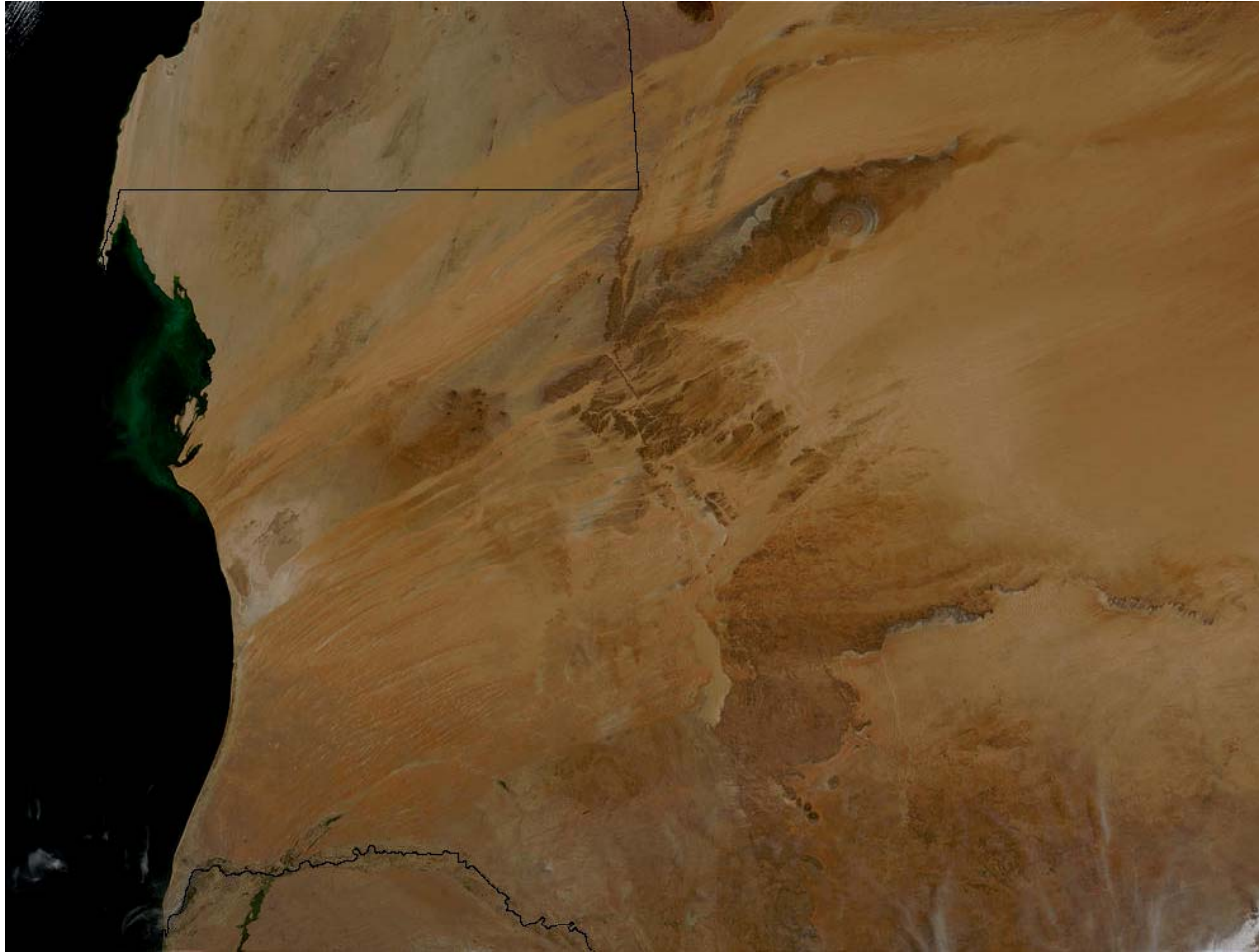
Los paisajes son variados apareciendo áreas montañosas por encima de los 3.000 m de altitud (Hoggar, Tibesti, Ennedi, Air, Adrar de Los Iforas,...), mesetas (Tanezrouft, Tassili, Tademait y Tihert), *hammadas*, *regs*, *shebkas* y *chotts*; los grandes *ergs* ocupan el 28% de su superficie.

Sand seas: 1. Gran Erg Occidental; 2. Gran Erg Oriental; 3. Ubari; 4. Murzuk; 5. Calanscio; 6. Gran Sand Sea; 7. Selima; 8. Fachi-Bilma y Teneré; 9. Majabat al Koubra; 10. Aouker; 11. Akchar; 12. Iguidi; 13. Chech;





Mauritania



Oued El Abiod



Adrar (Mauritania)





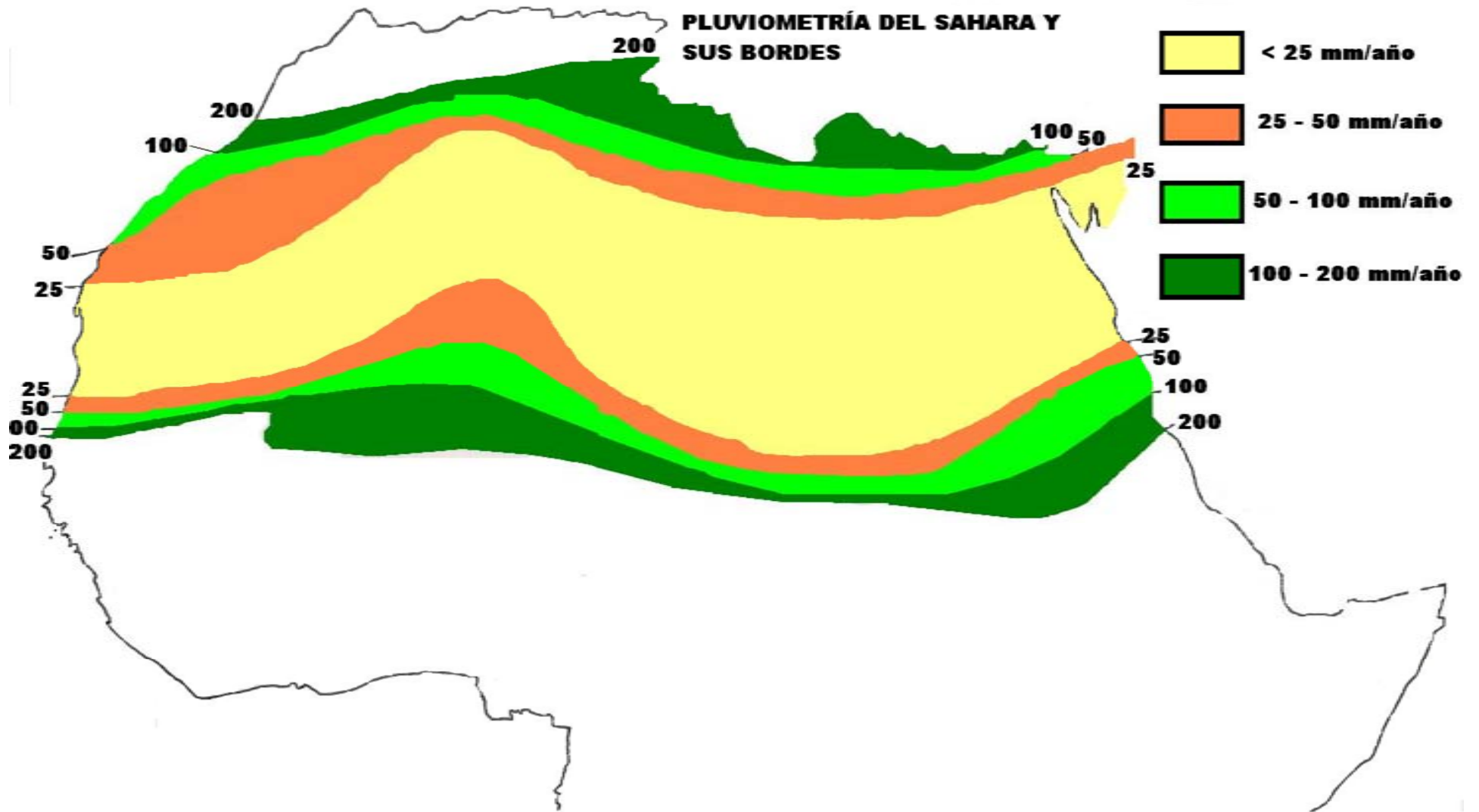
*Regs y
Hammada*



Sebjas

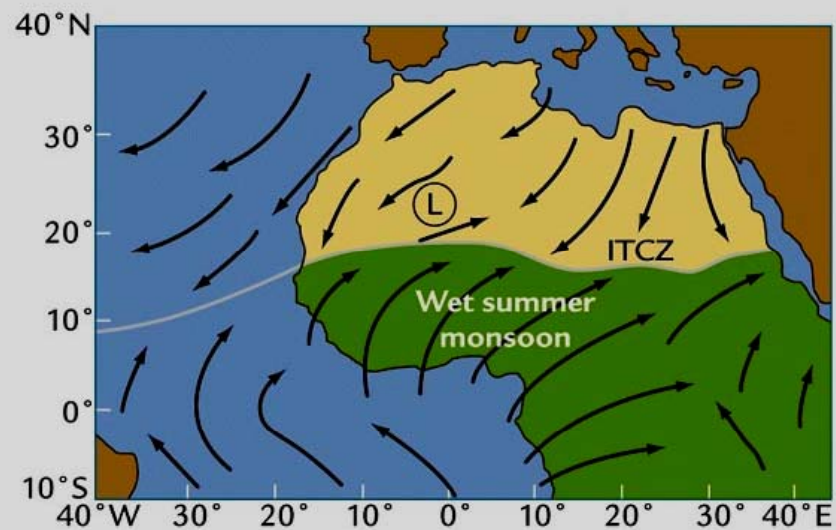


Precipitaciones en el Sáhara

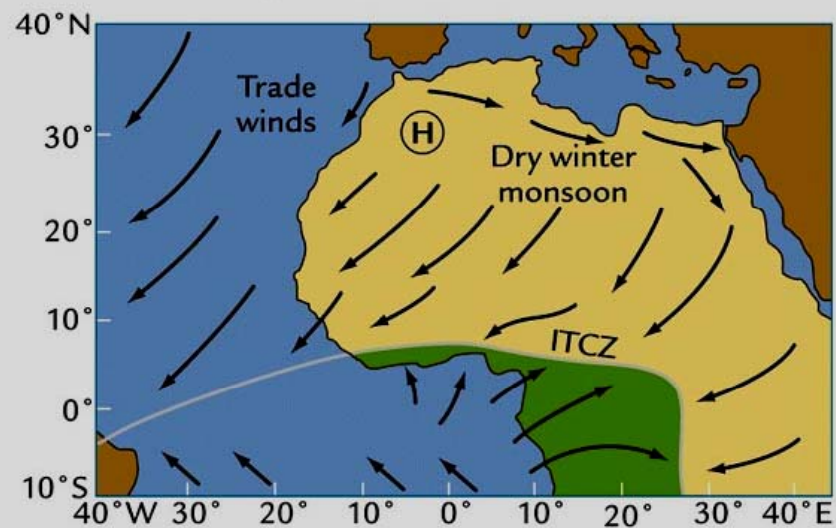


Las escasas precipitaciones tienen dos orígenes diferentes. La parte norte se beneficia de las borrascas del frente polar, que se balancean entre 5° y 15° de latitud.

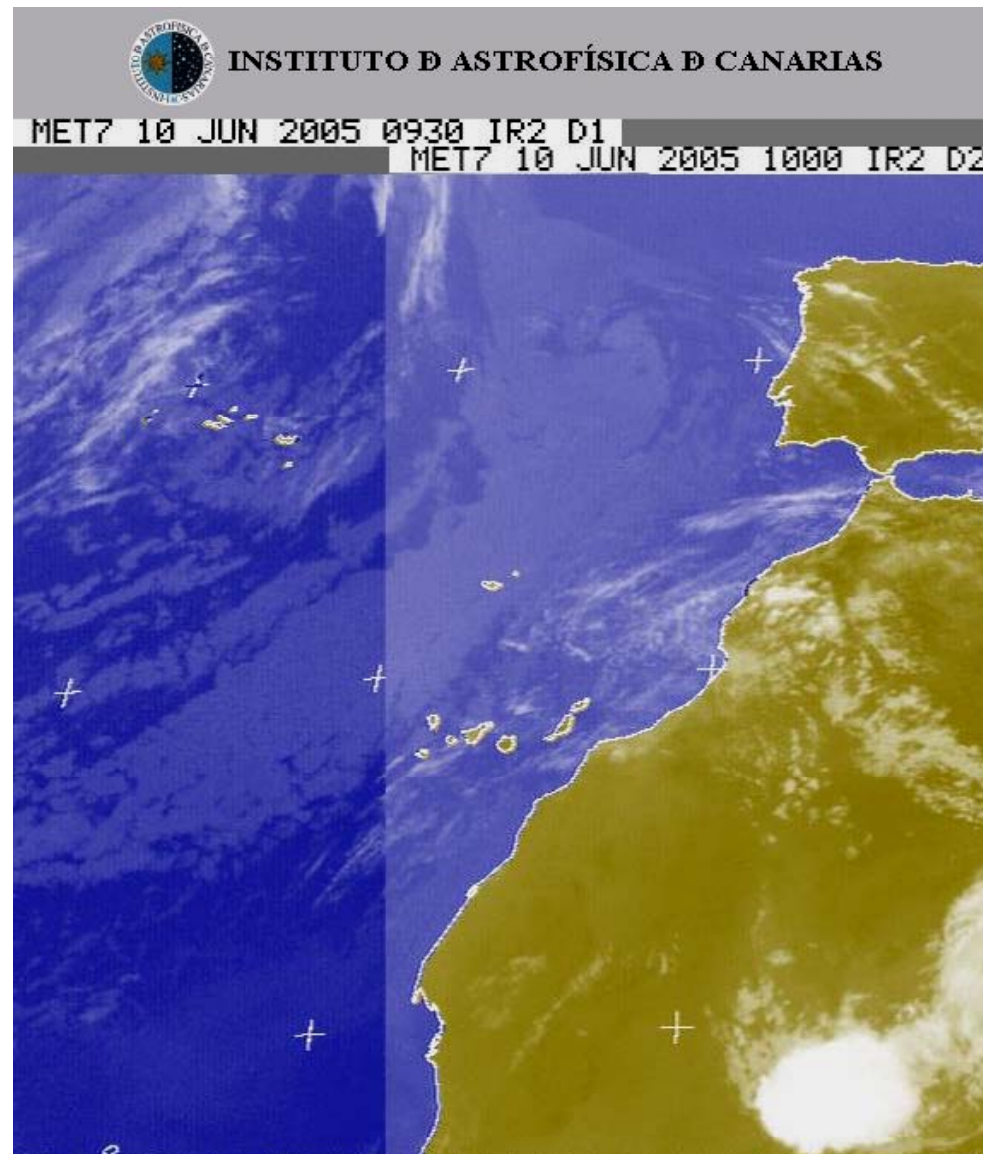
El lado sur se beneficia del monzón de verano (ITCZ) que llega a alcanzar los 18° N.

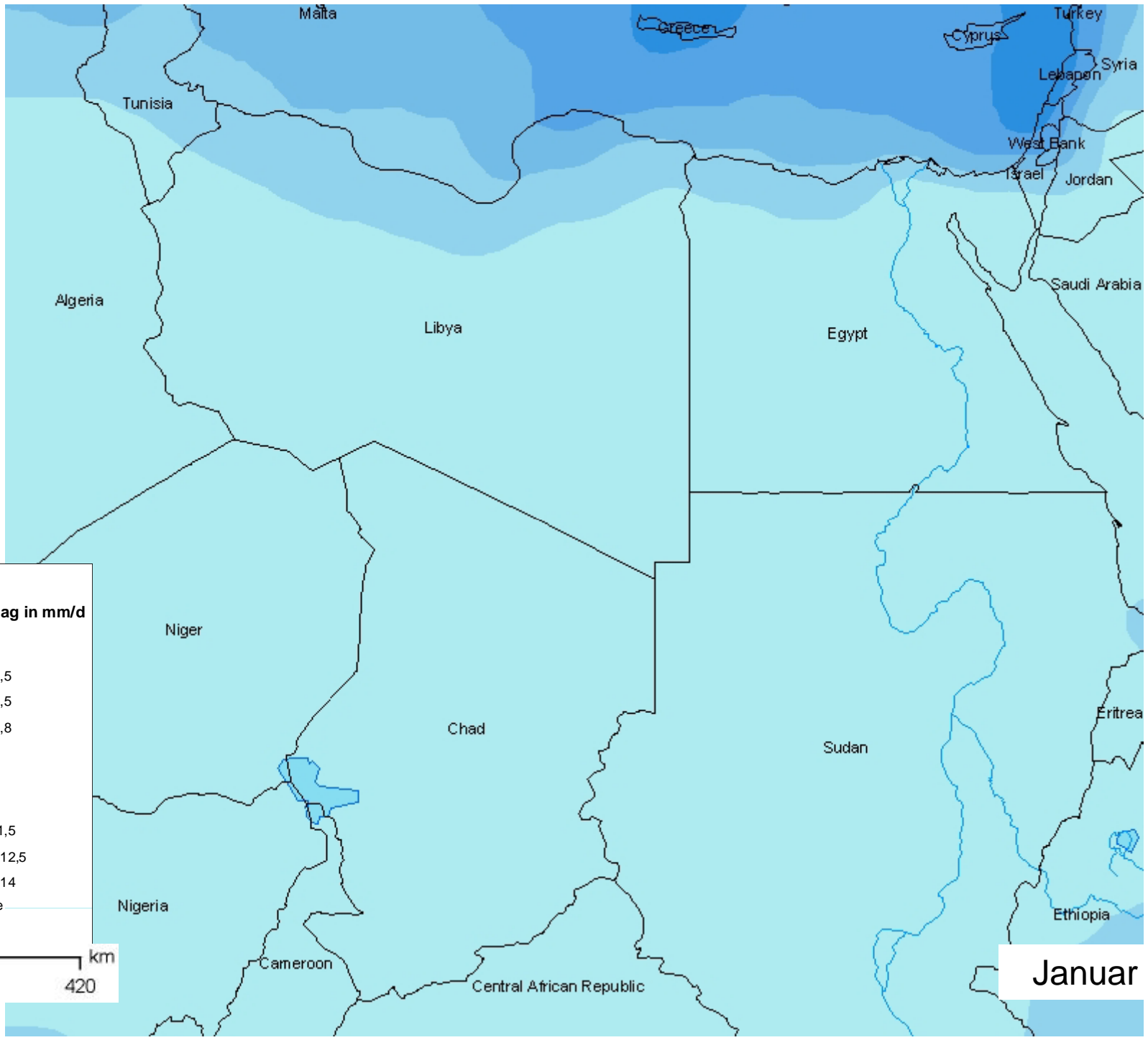
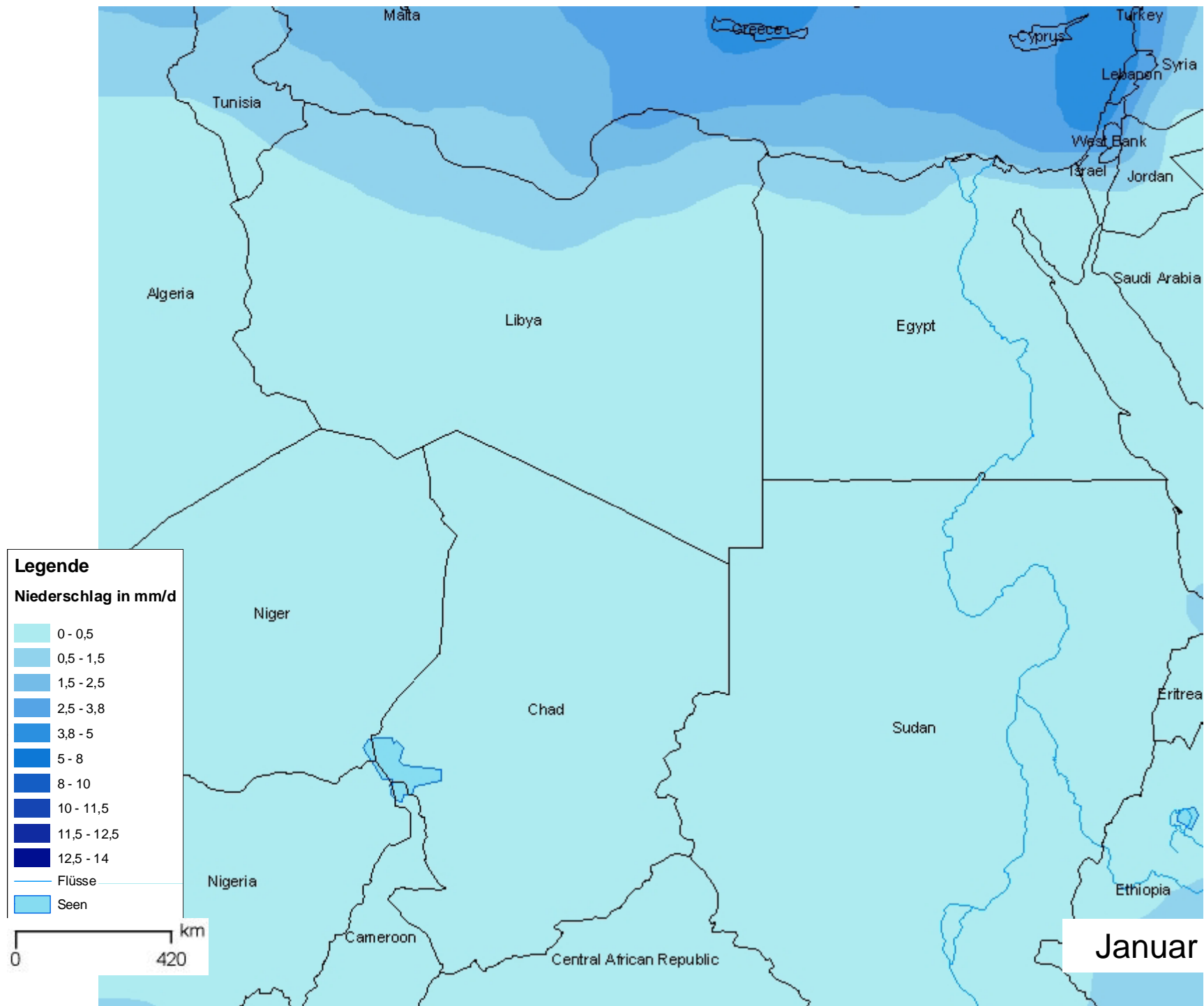


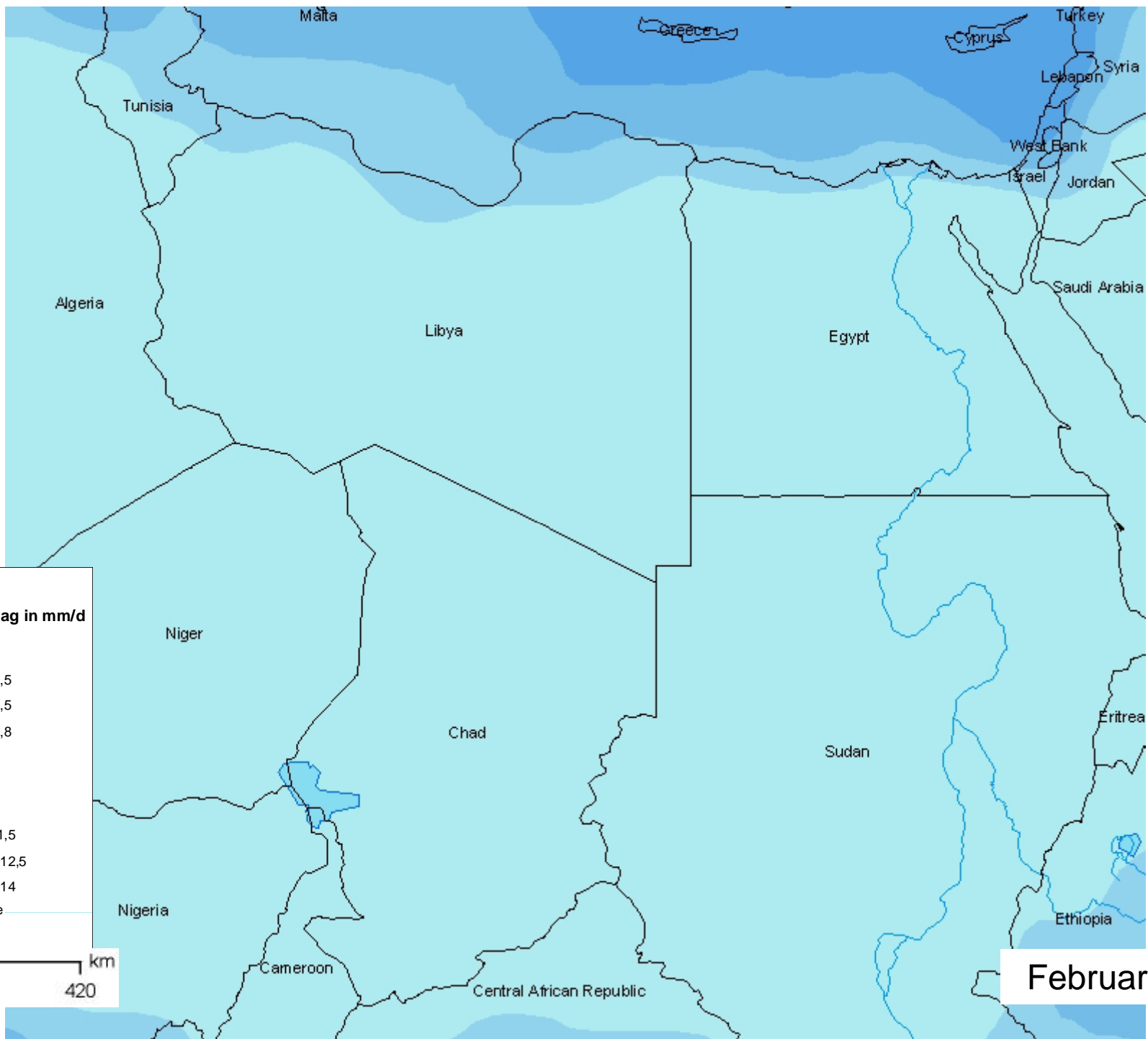
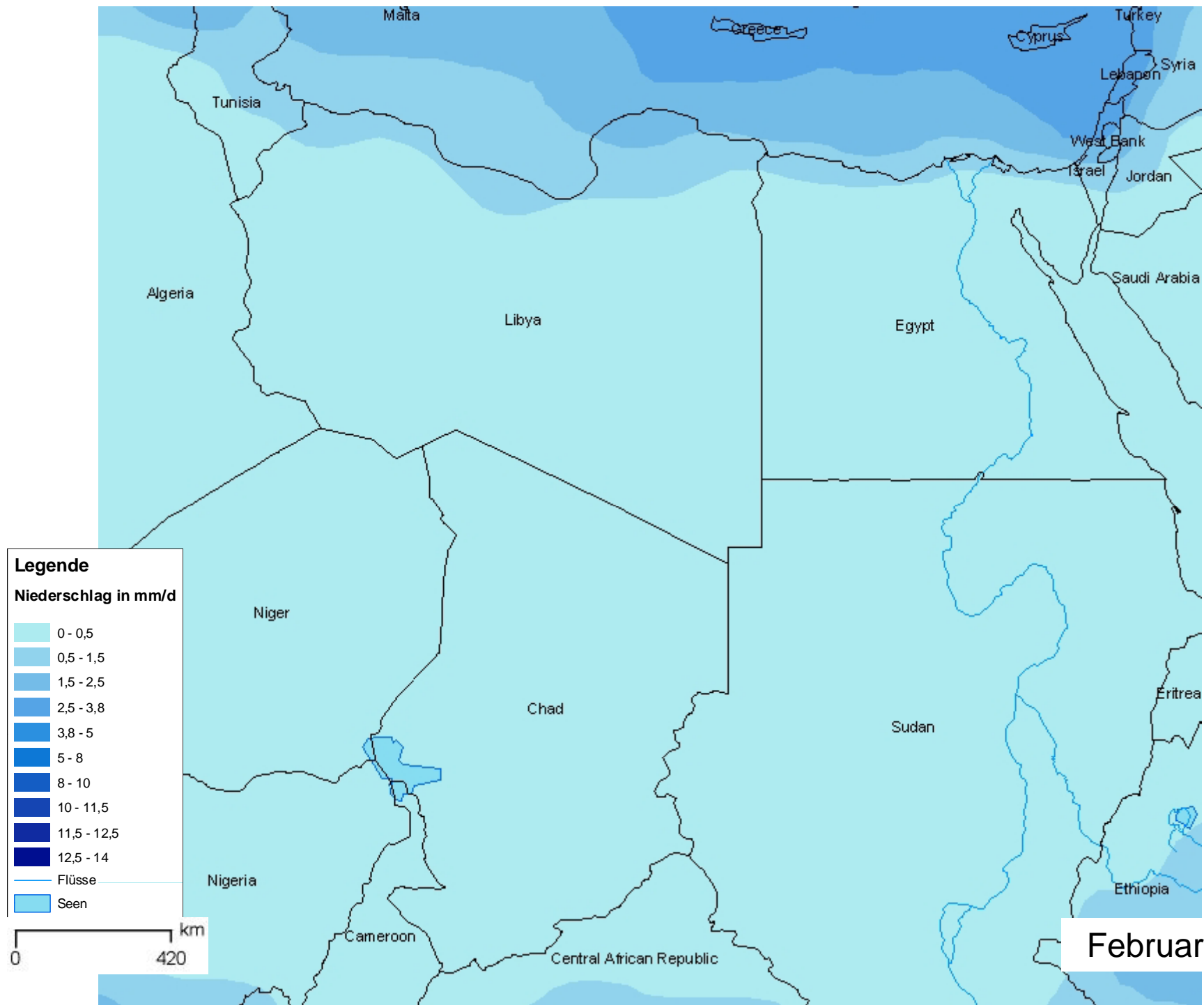
A Northern hemisphere summer

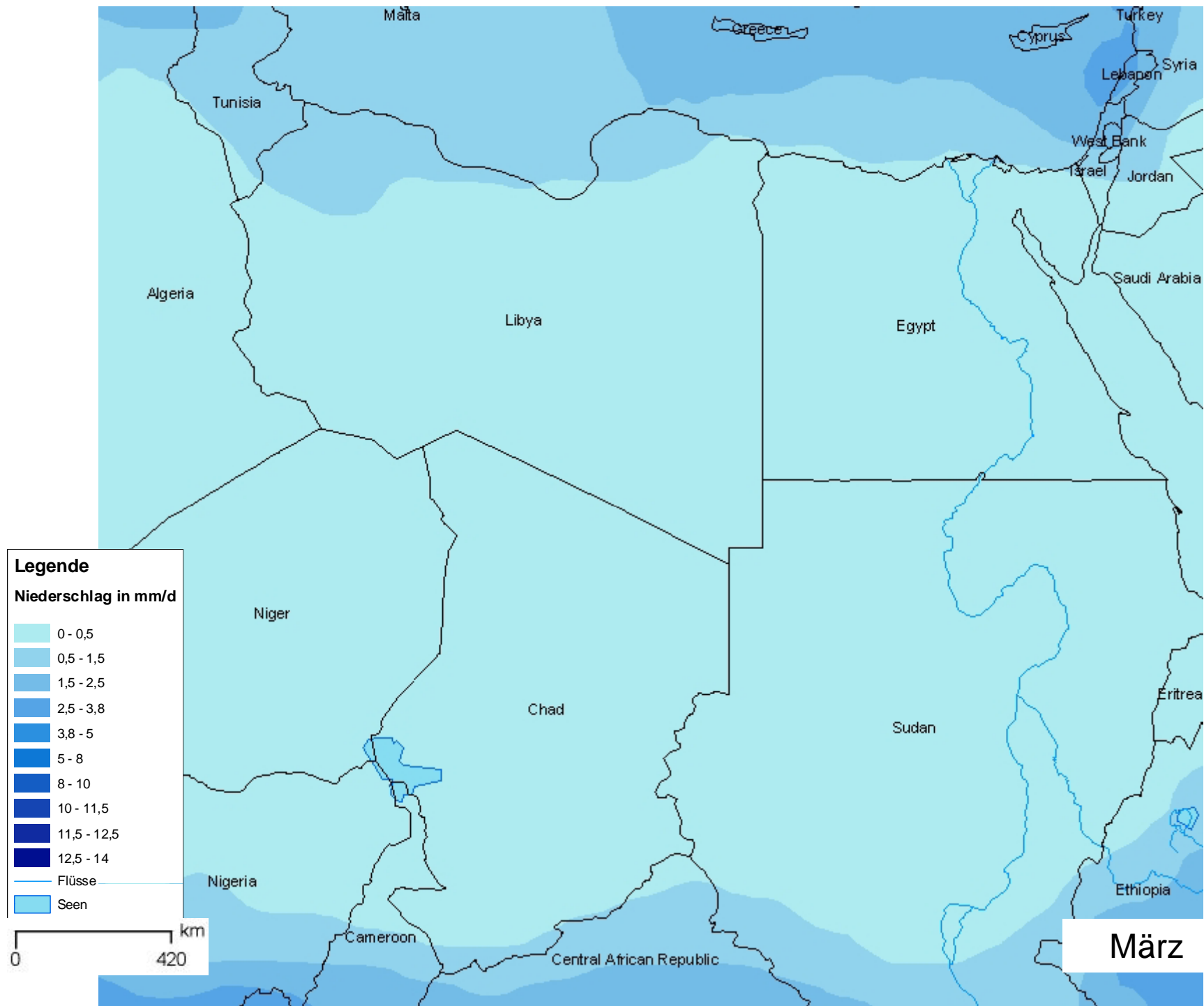


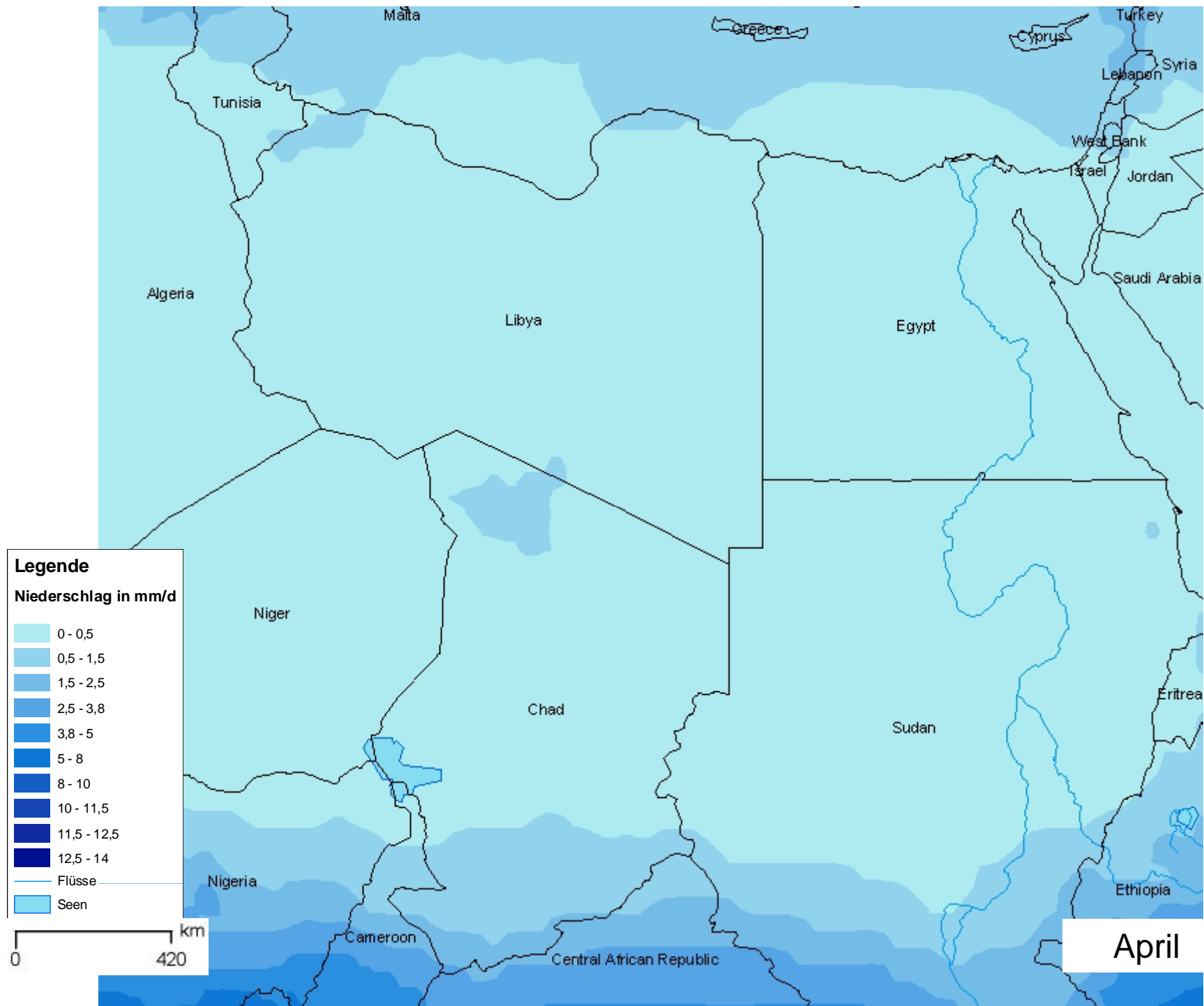
B Northern hemisphere winter

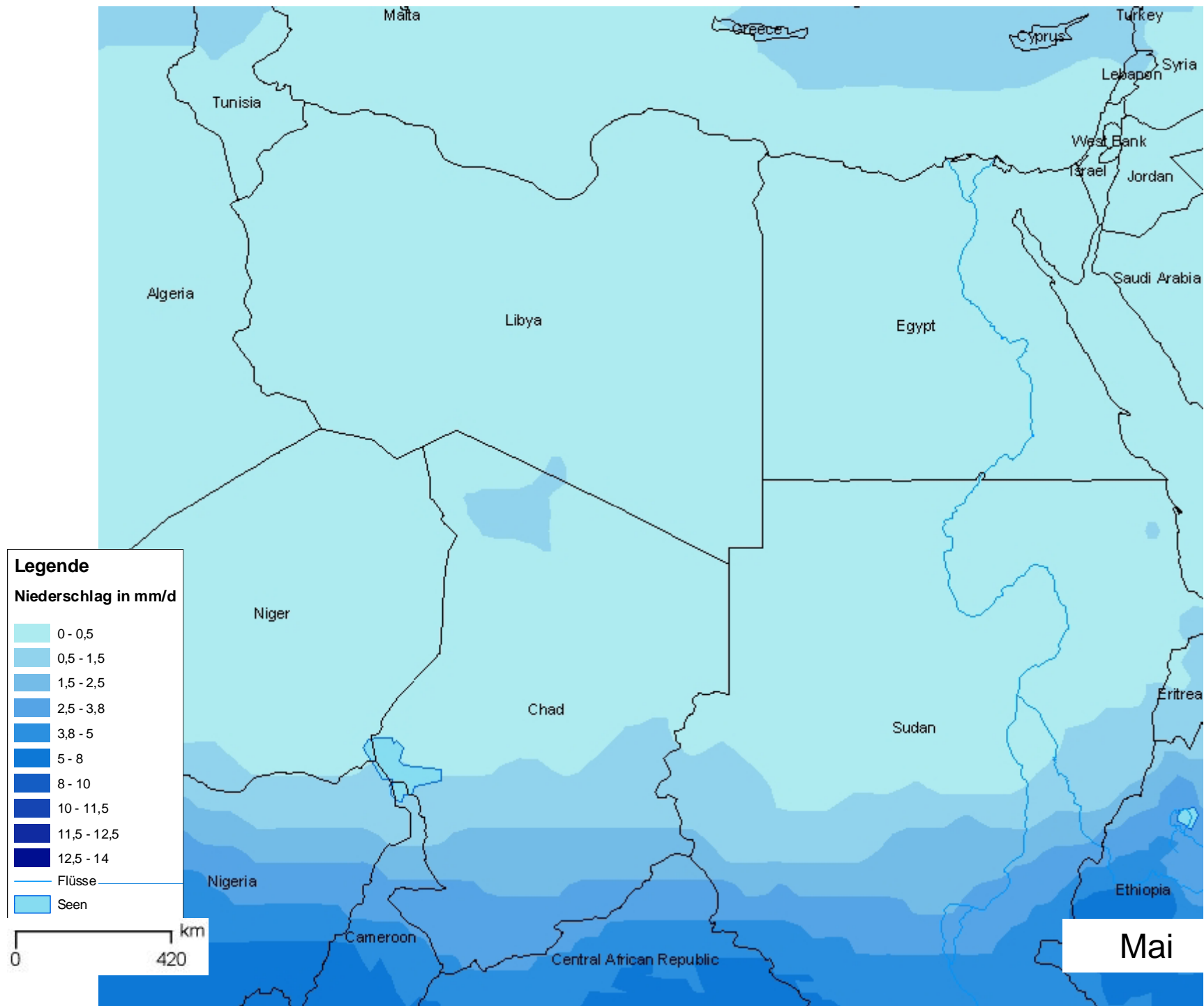


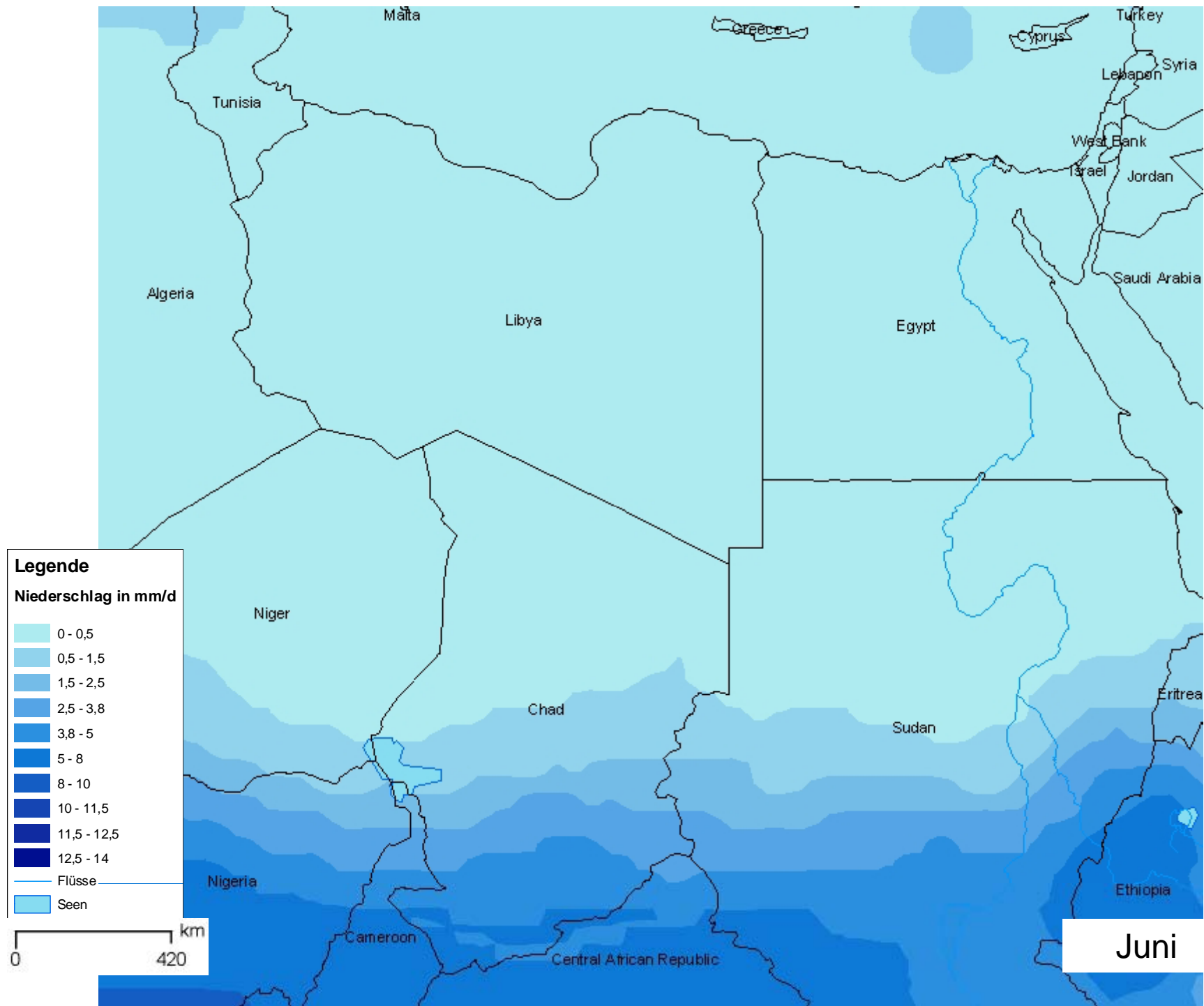


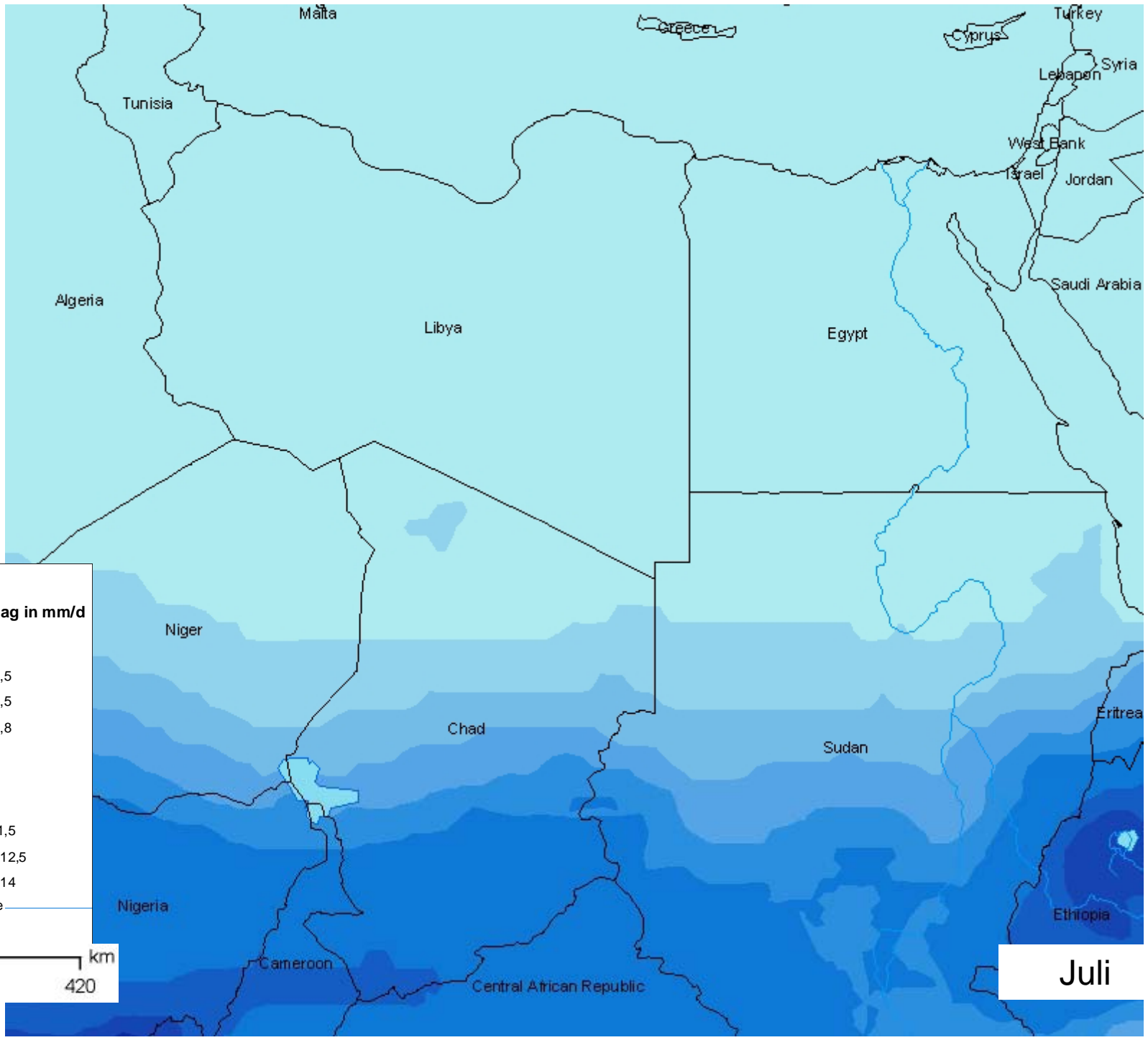
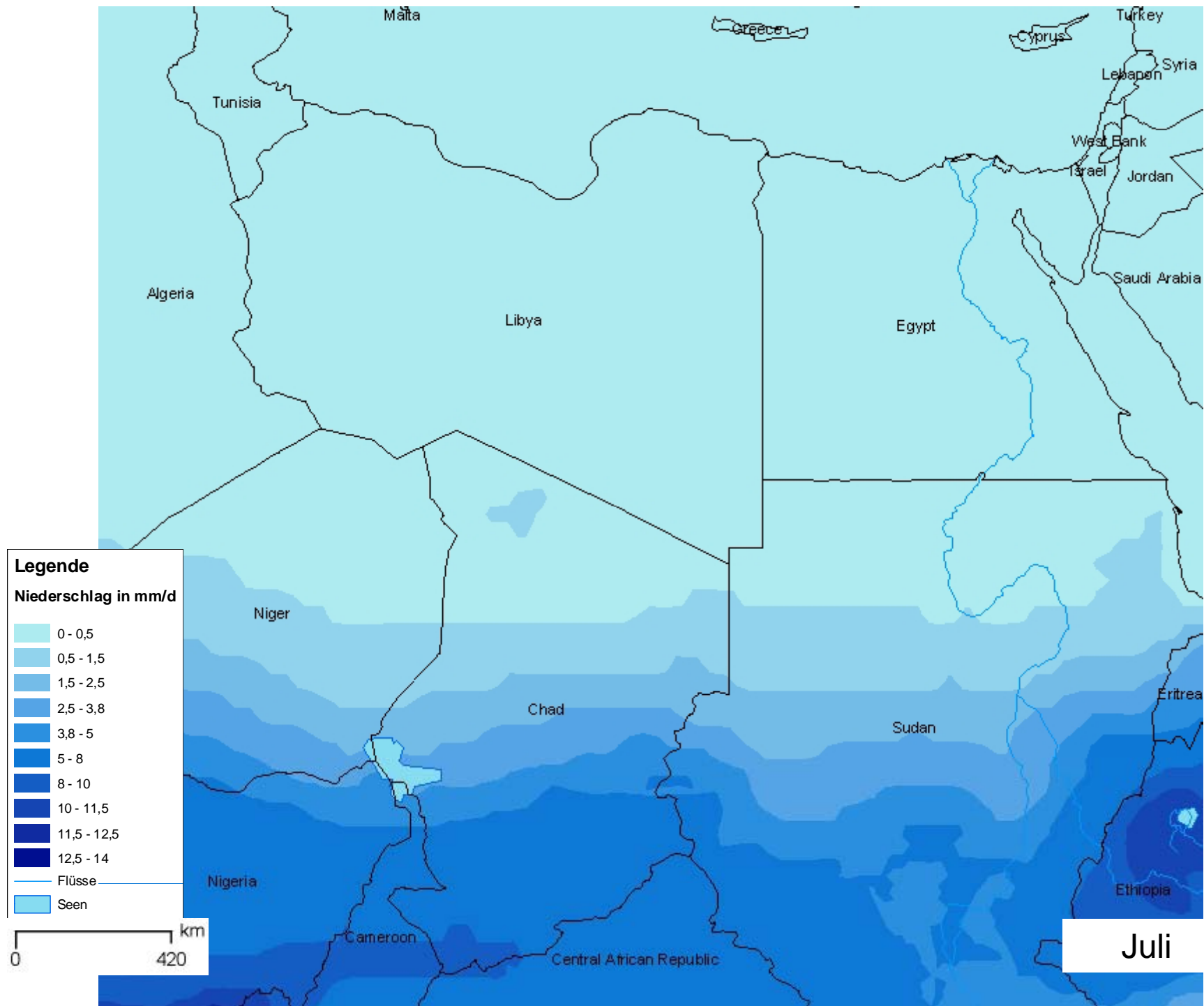


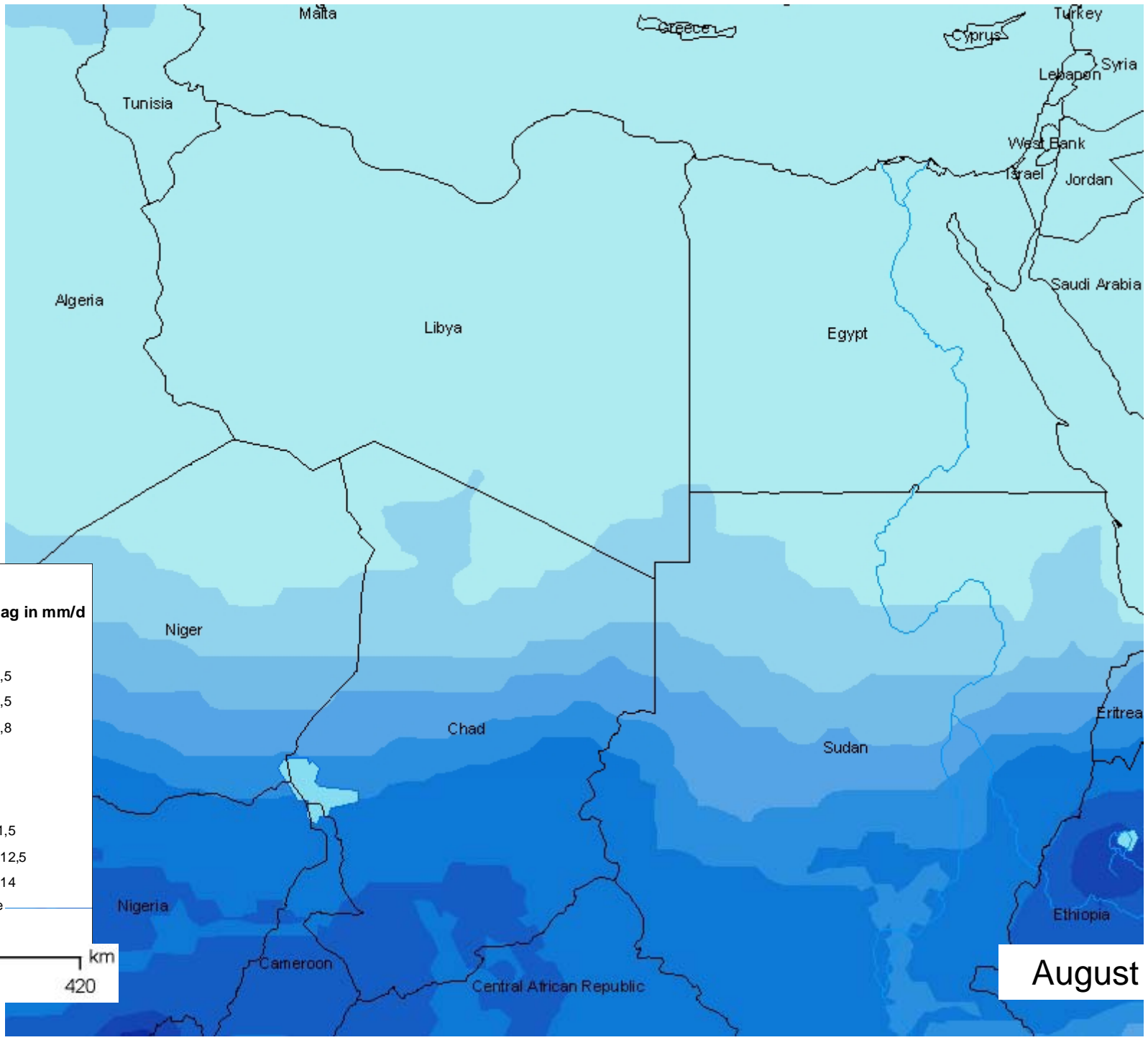
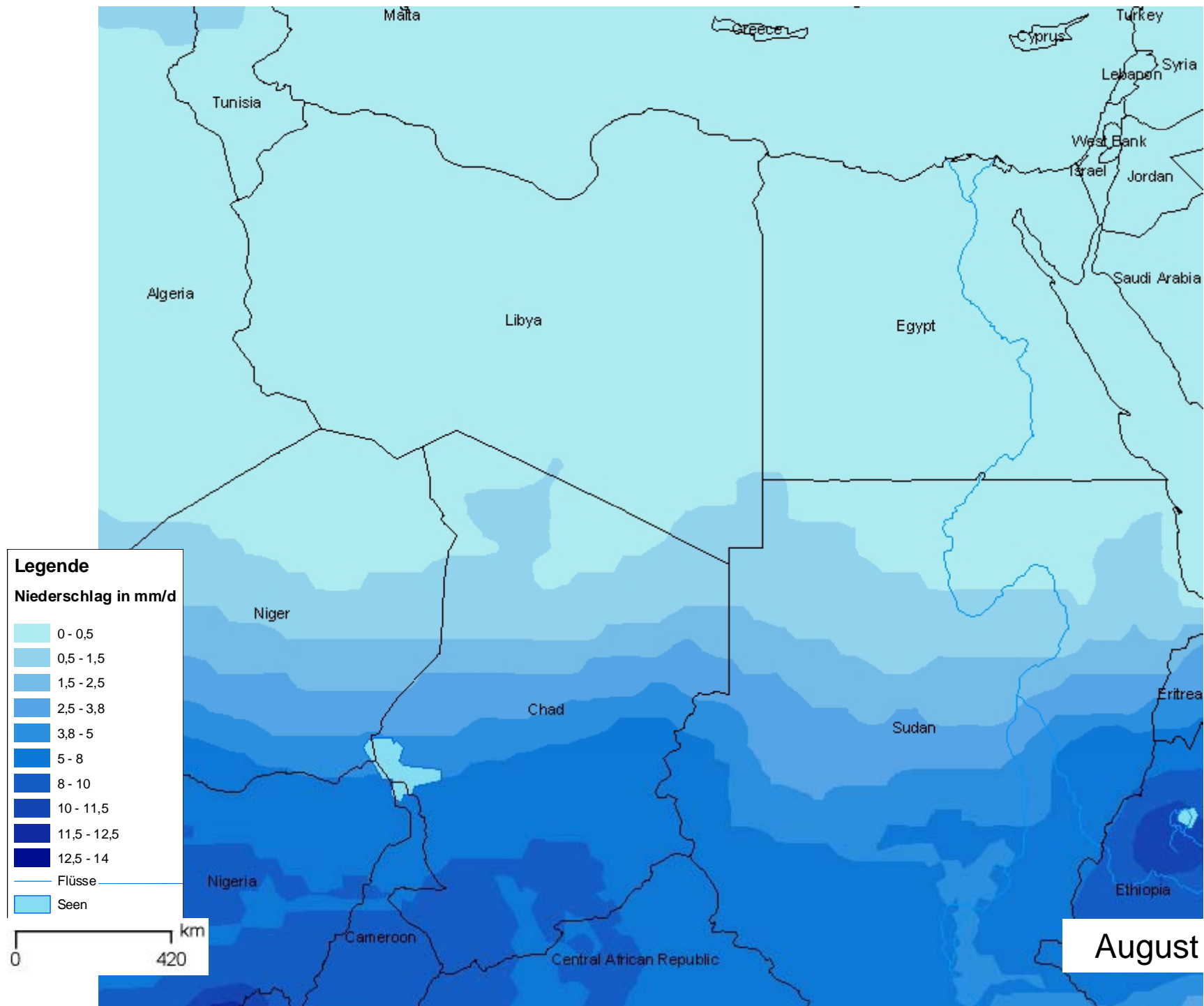


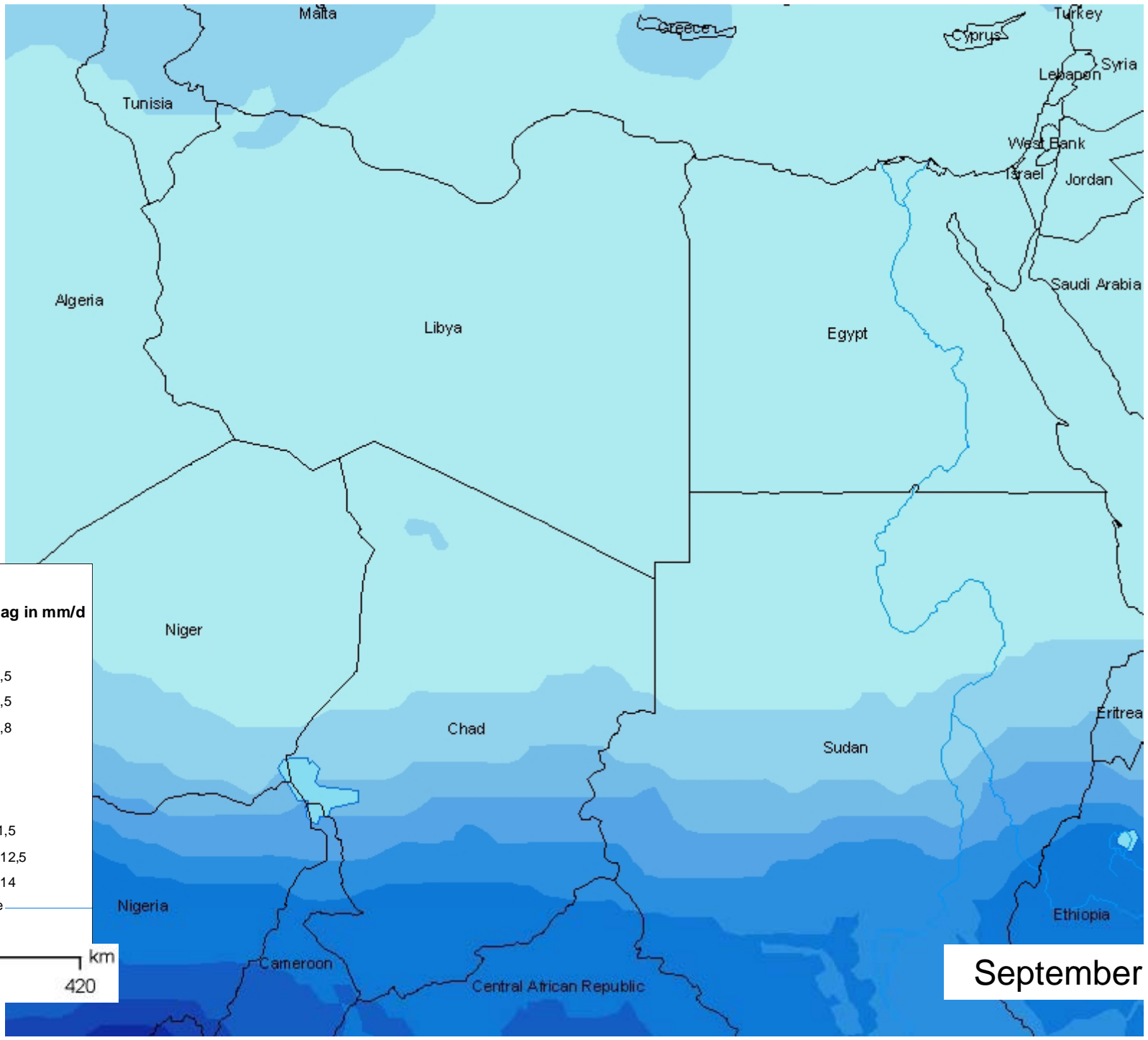
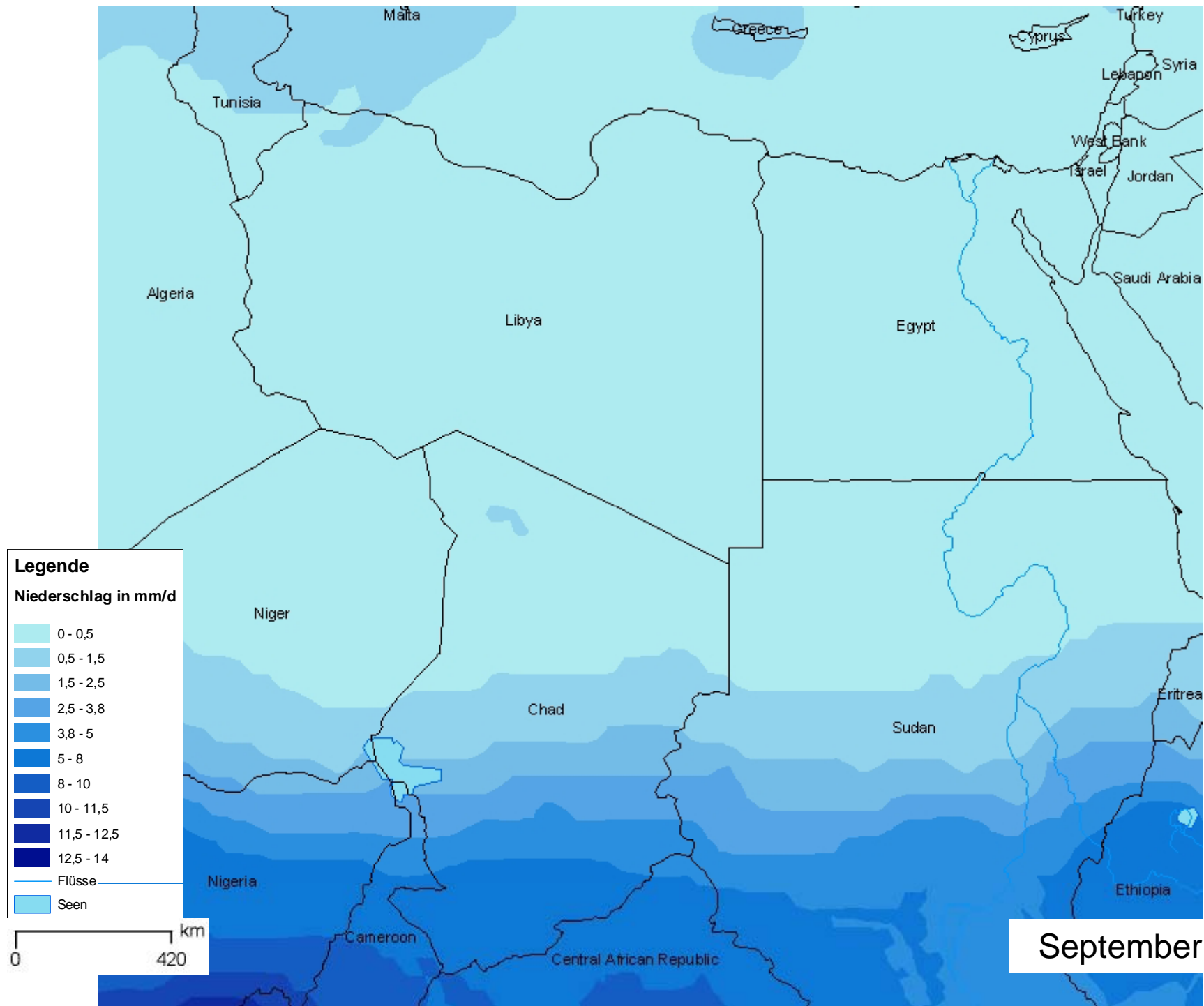


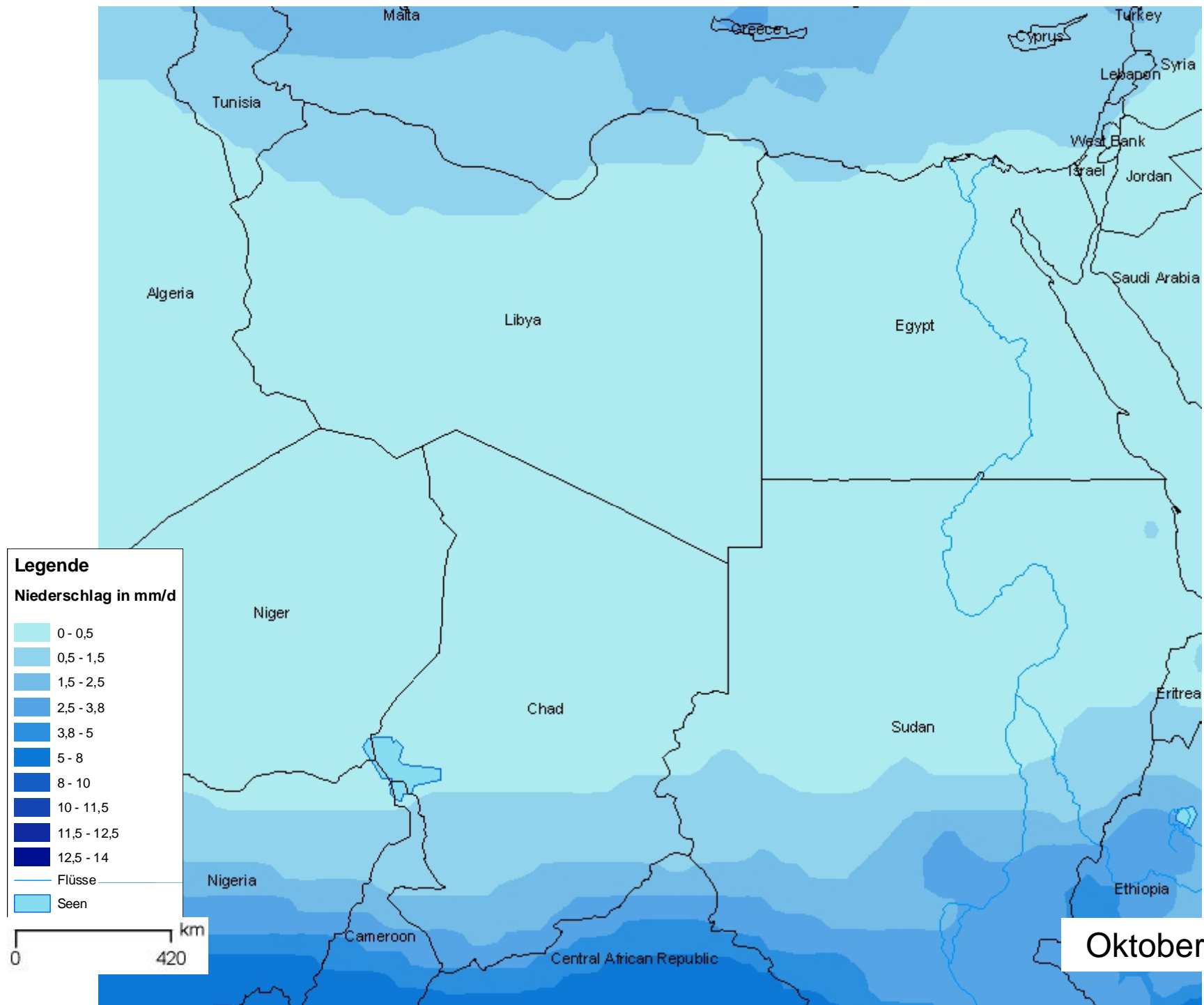


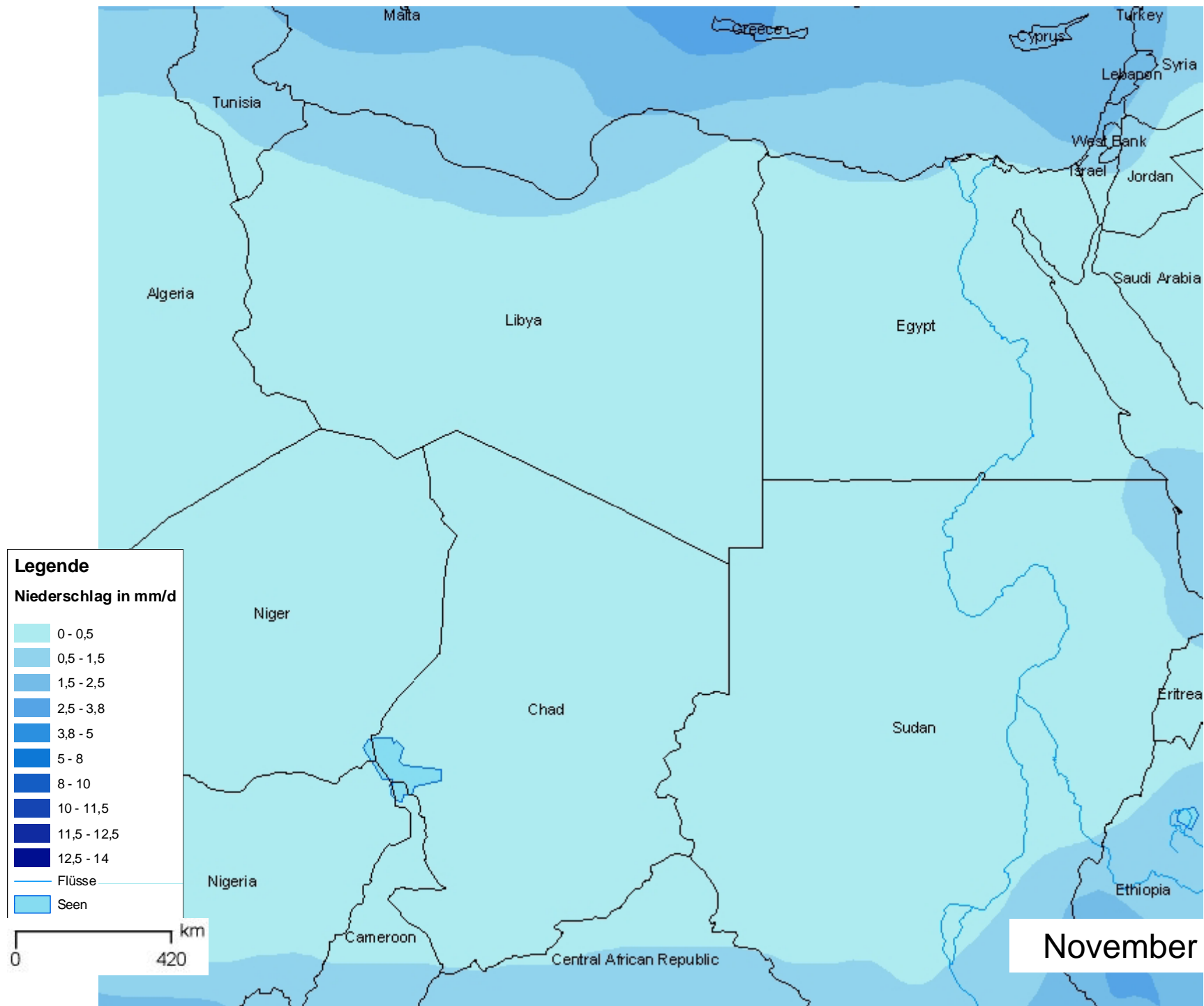


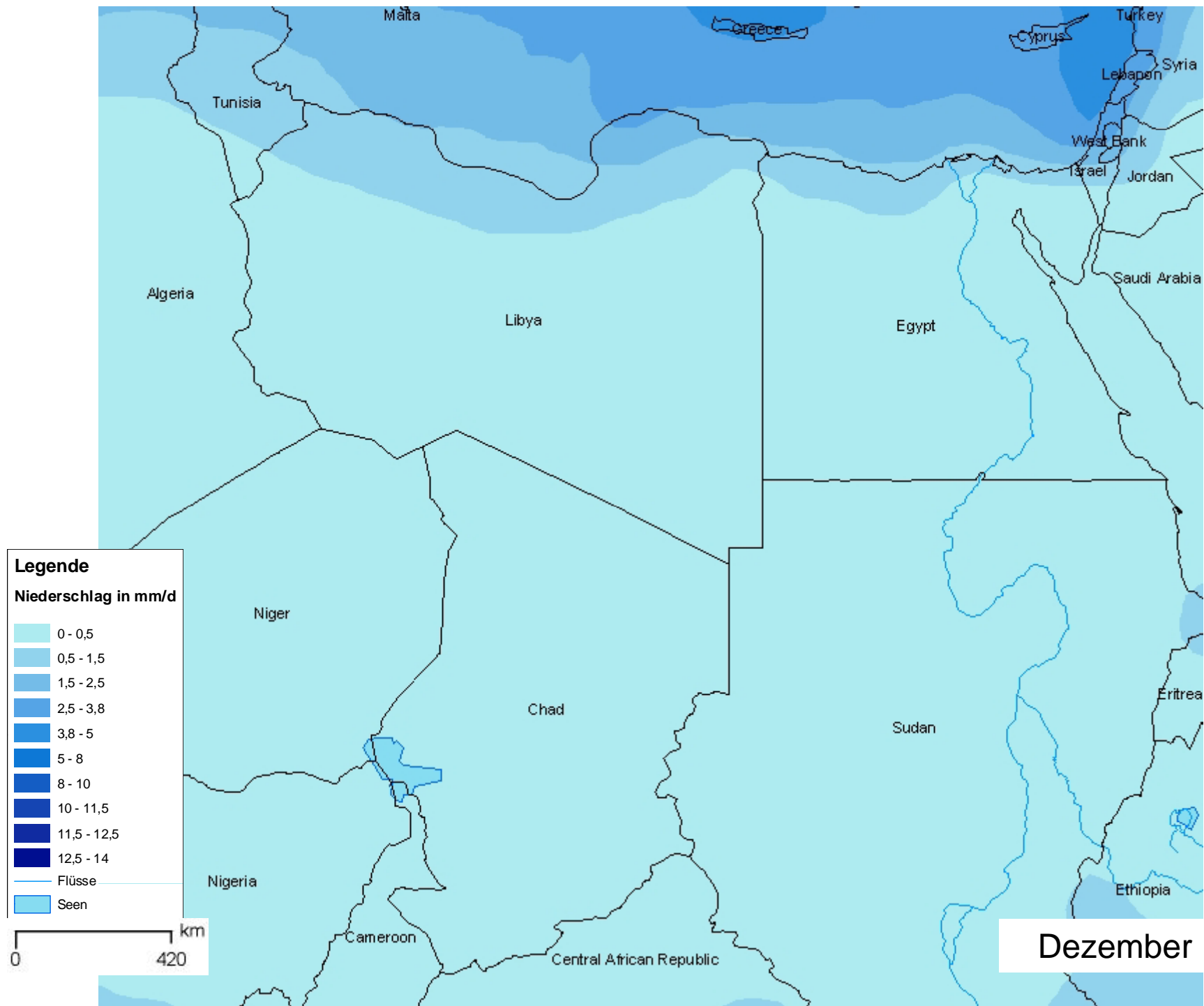


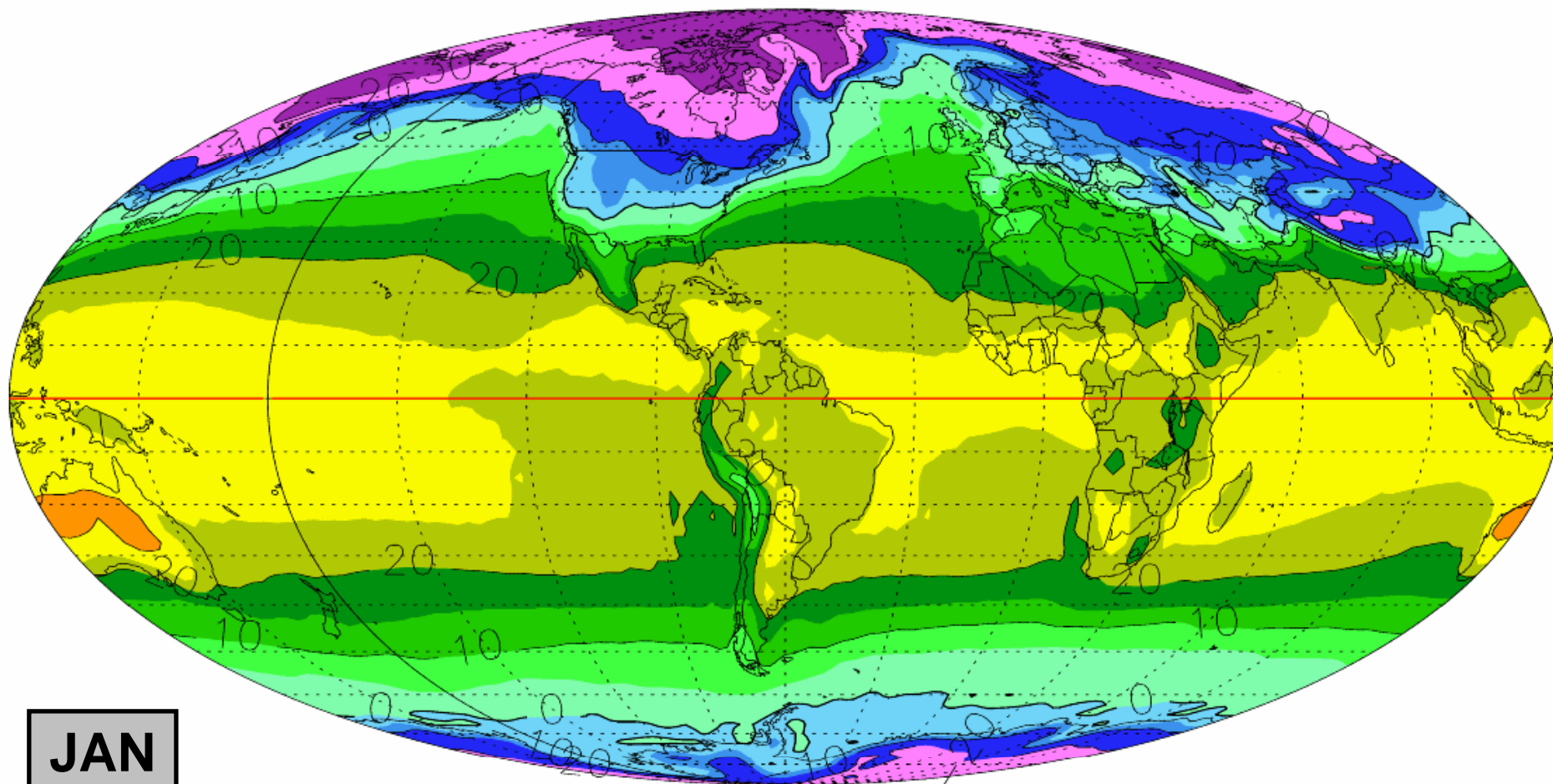




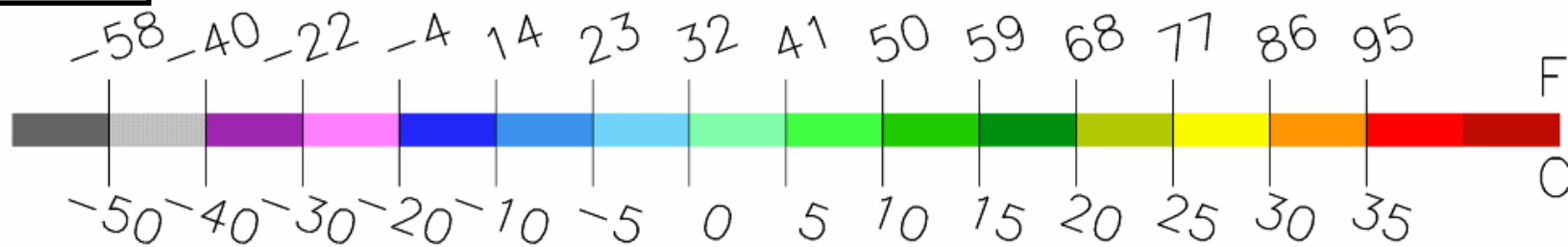




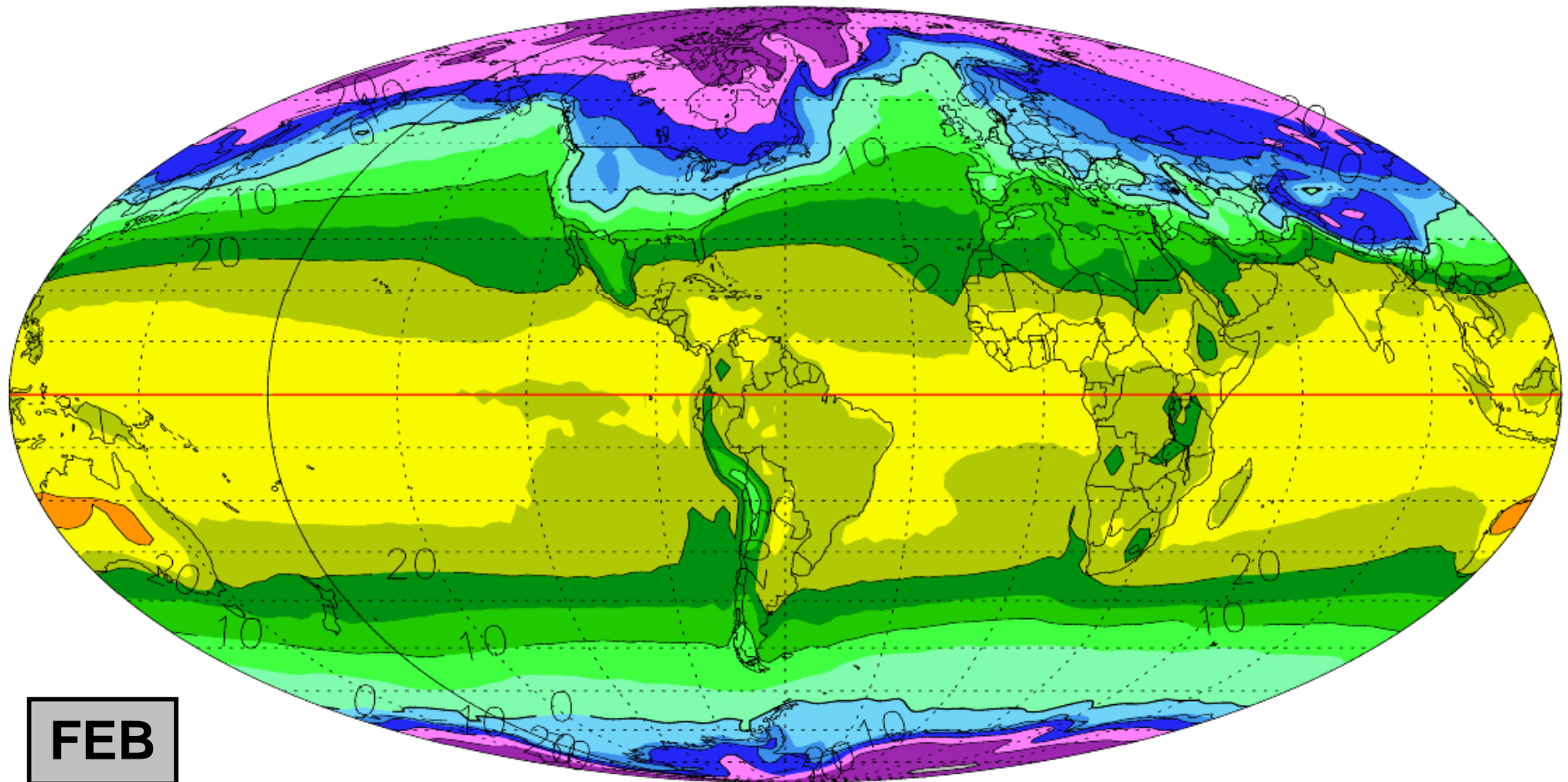




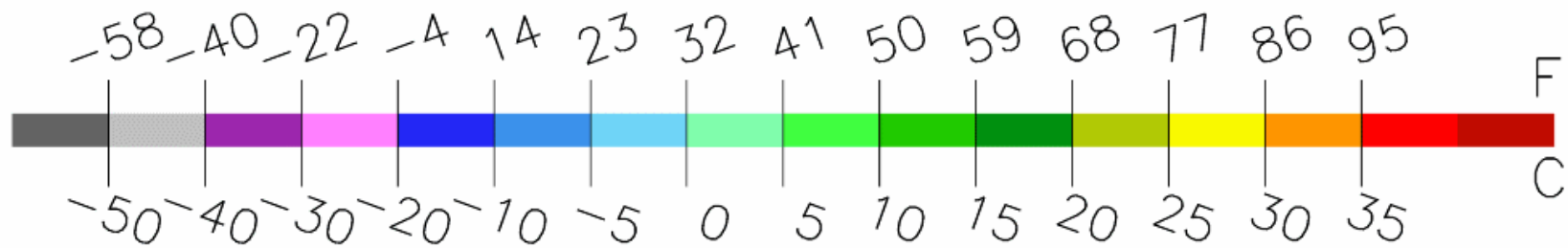
JAN



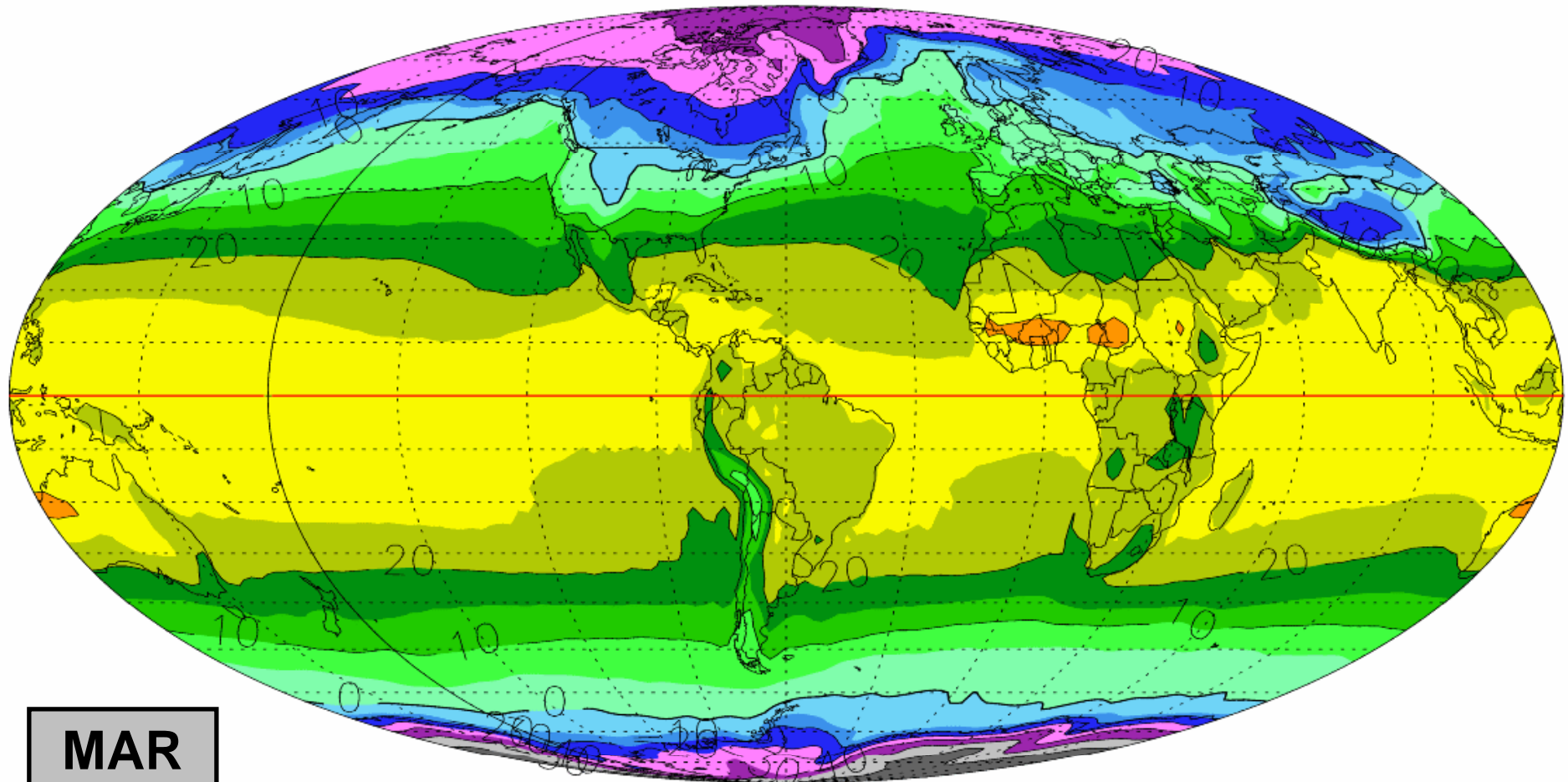
Surface Air Temperature (SAT) monthly mean



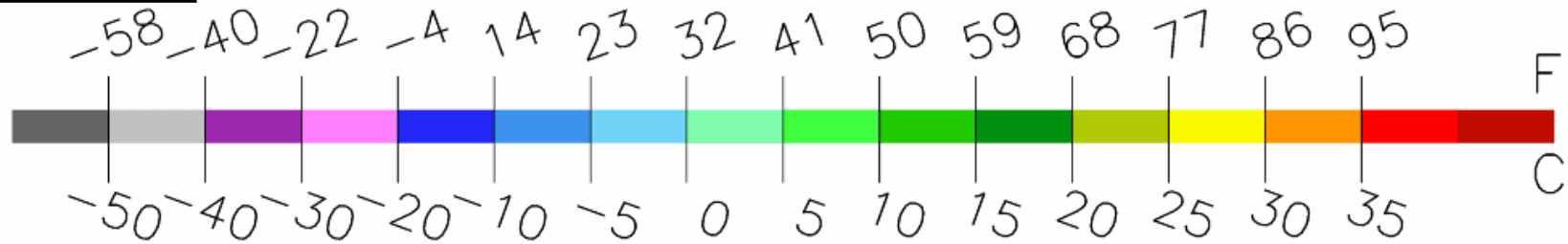
FEB



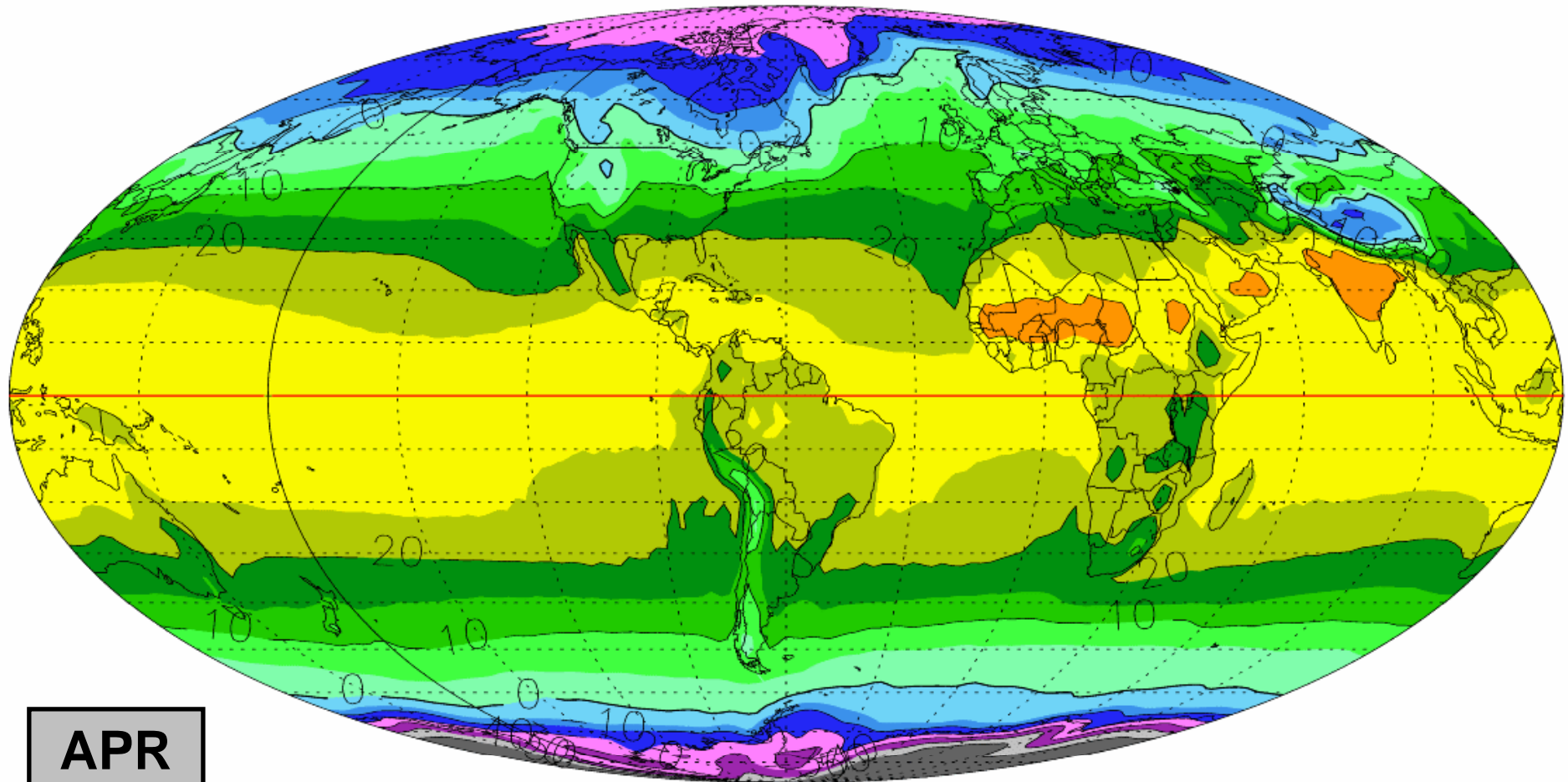
Surface Air Temperature Mar Monthly Mean



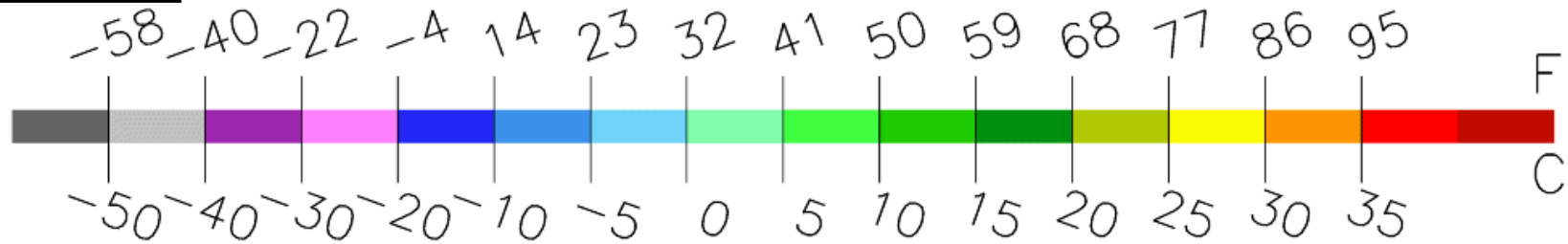
MAR



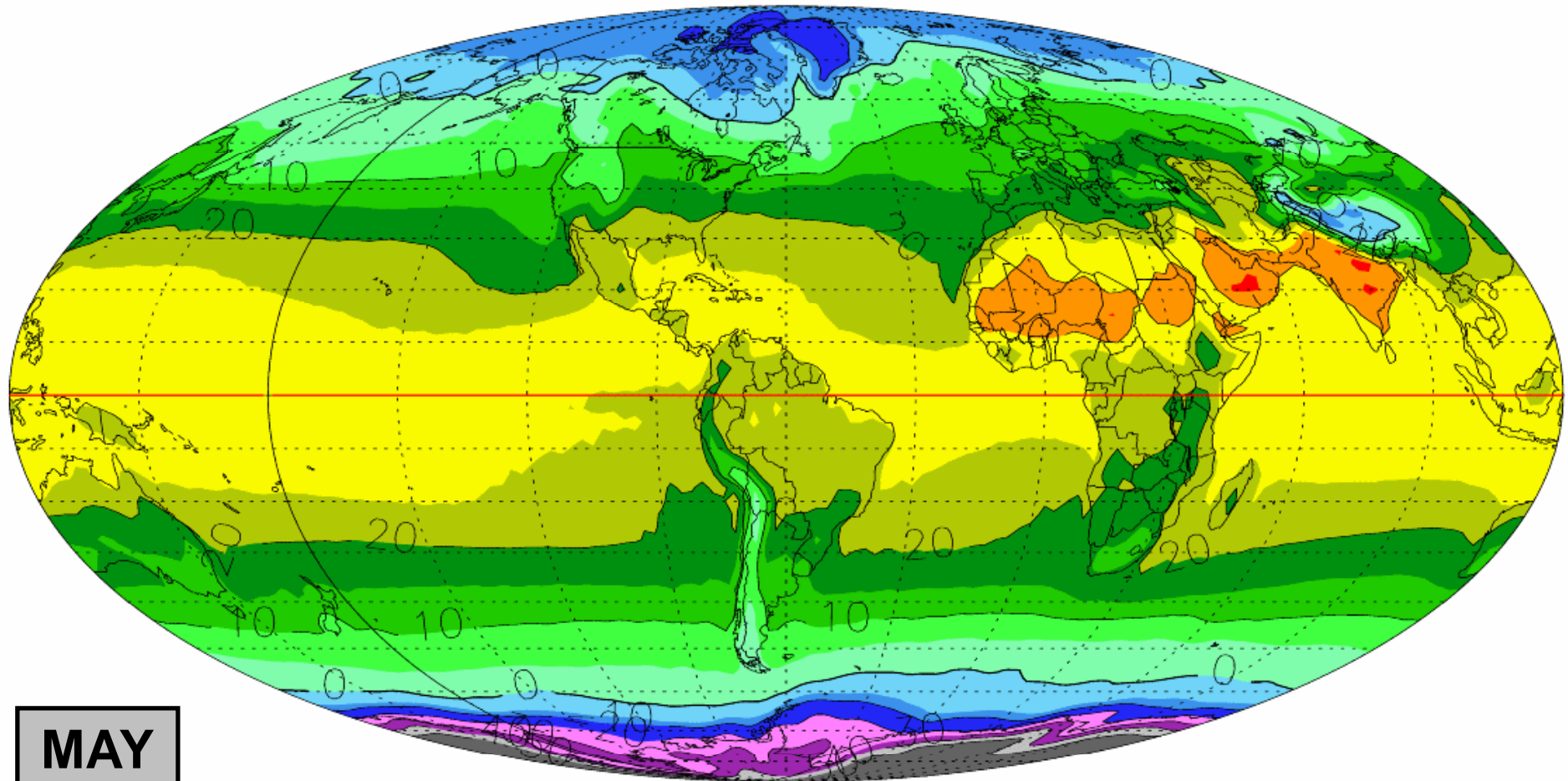
Surface Air Temperature Apr Monthly Mean



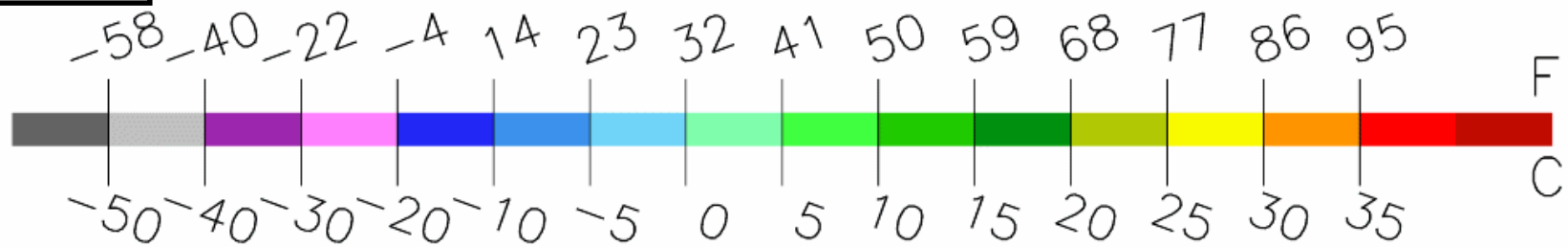
APR



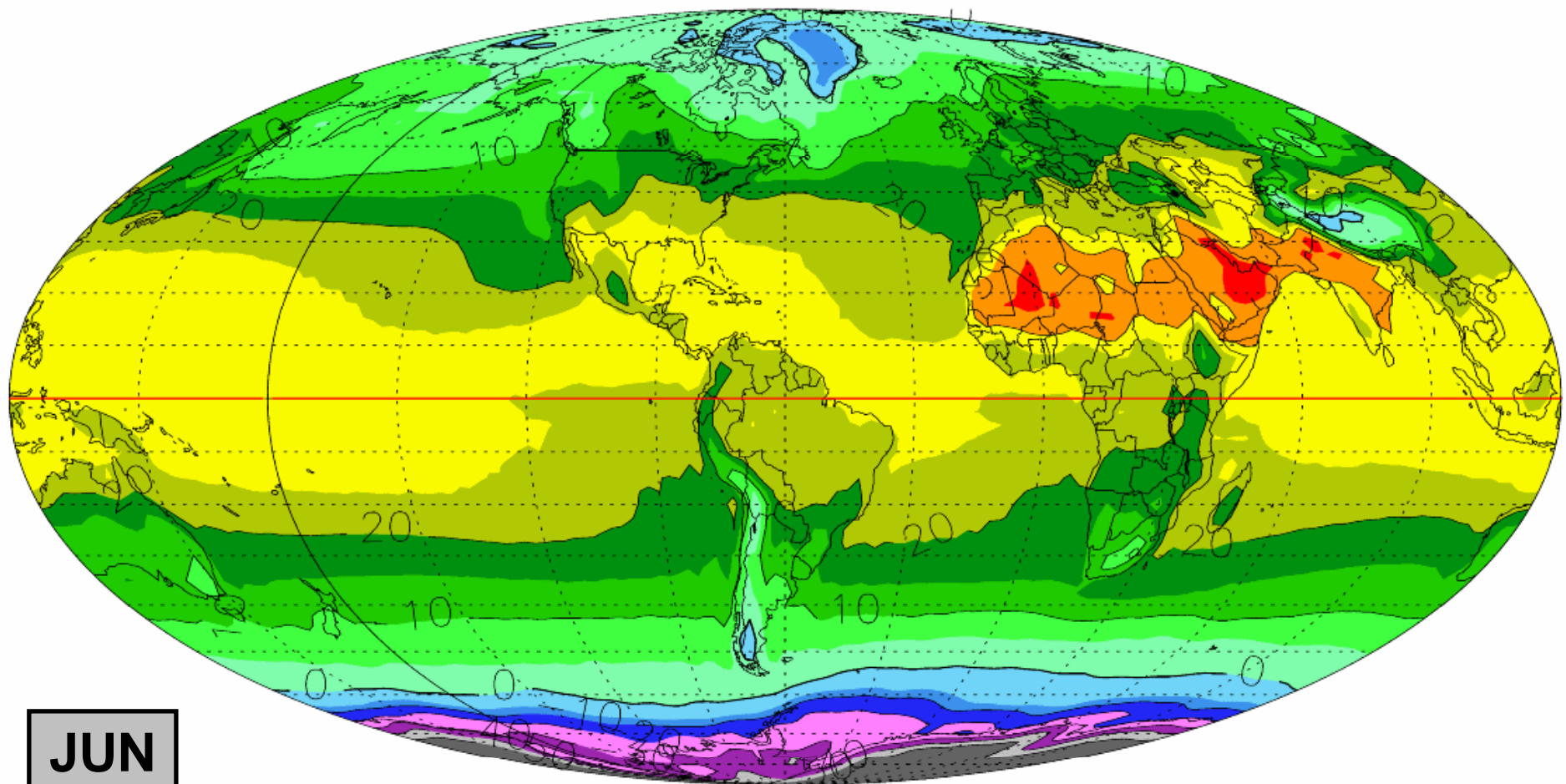
Surface Air Temperature May Monthly Mean



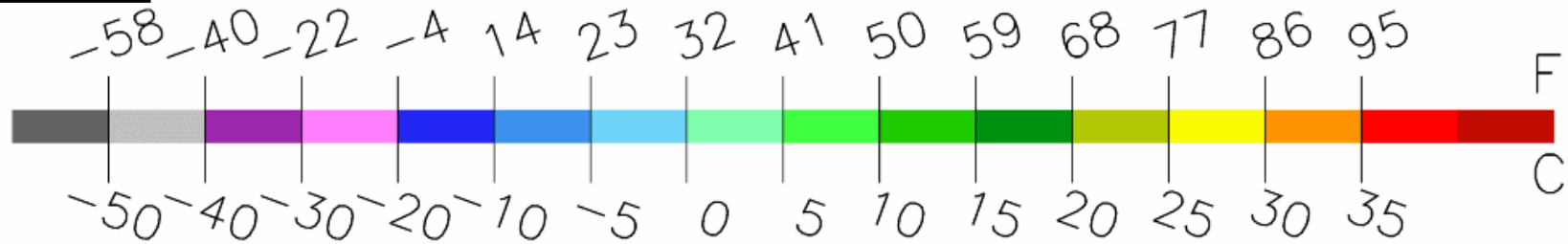
MAY



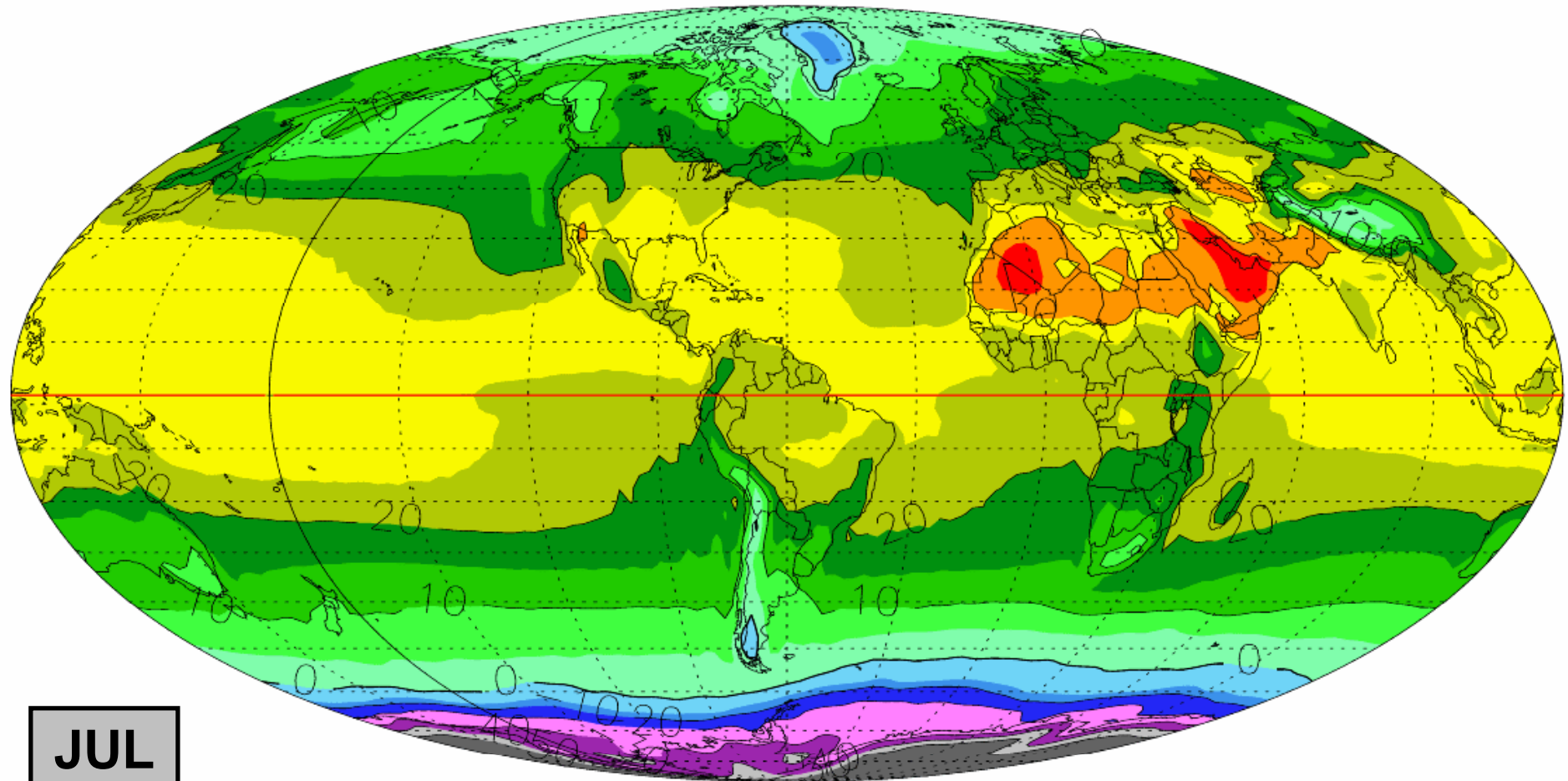
Surface Air Temperature Jun Monthly Mean



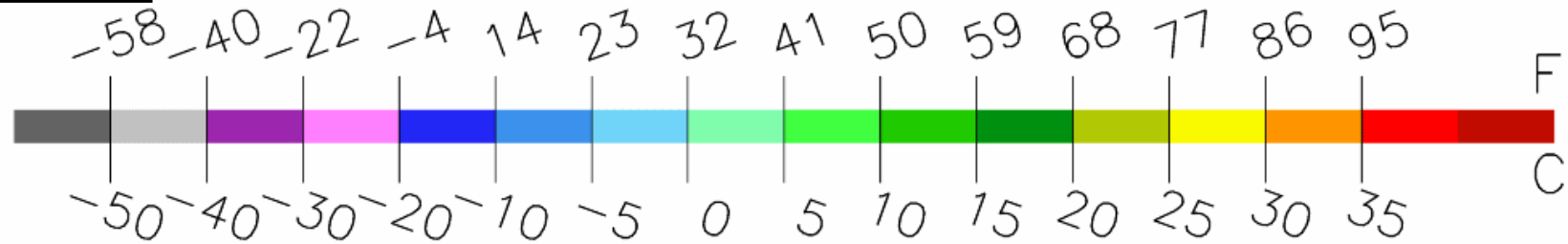
JUN



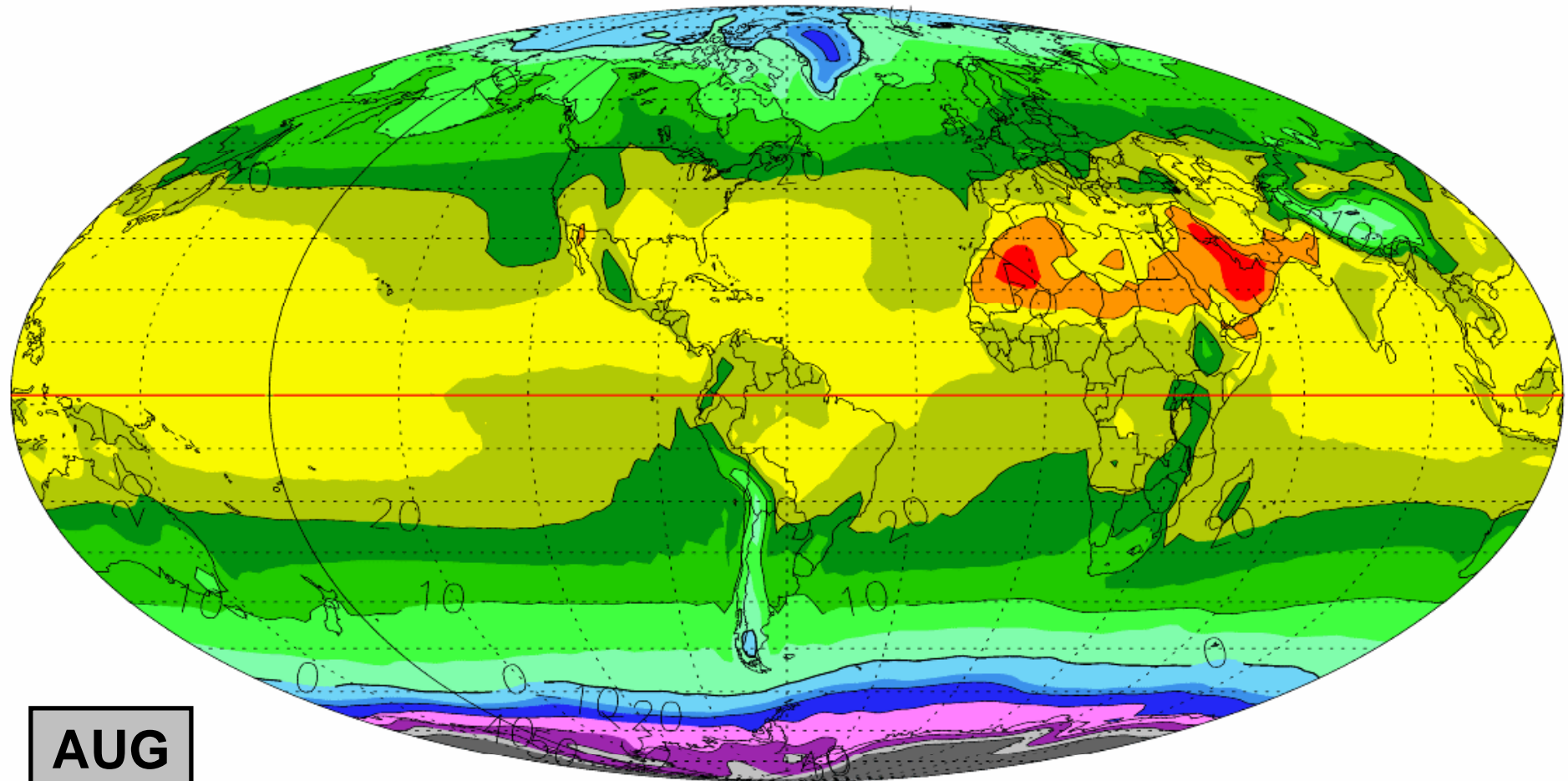
Surface Air Temperature Jul Monthly Mean



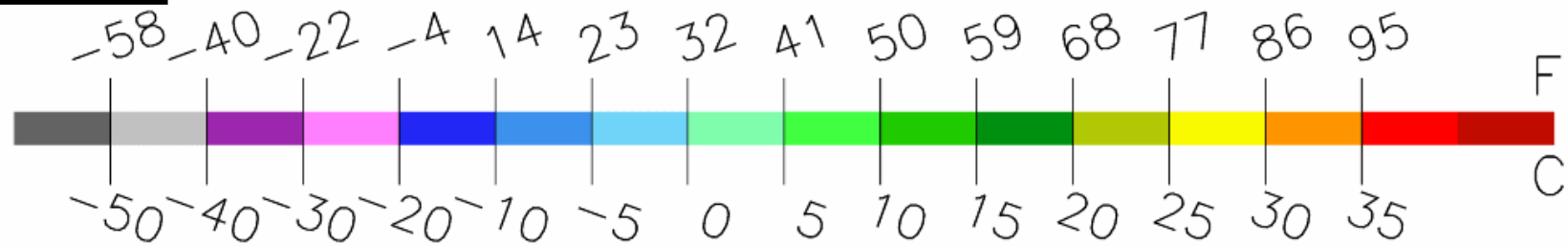
JUL



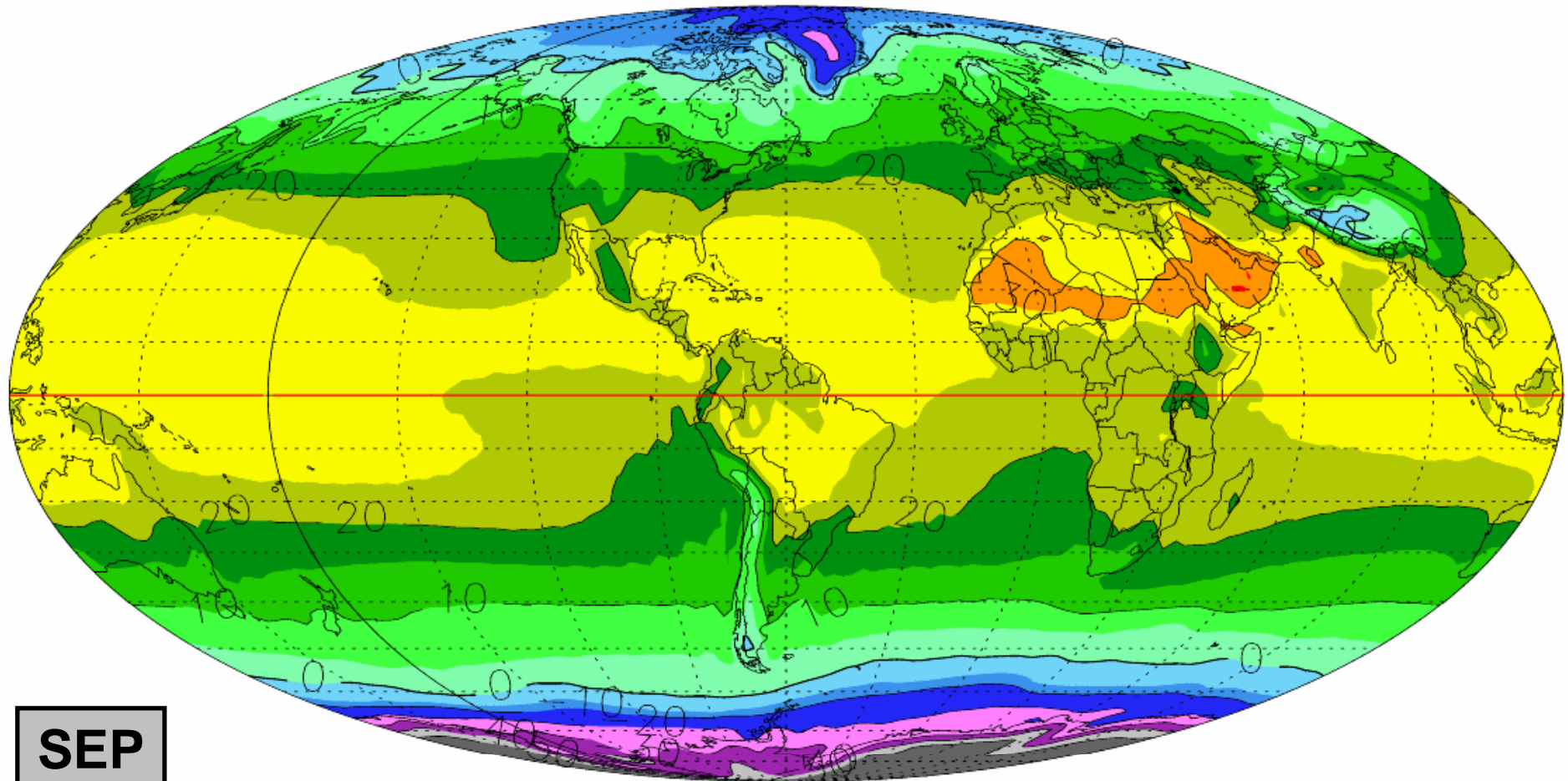
Surface Air Temperature Aug Monthly Mean



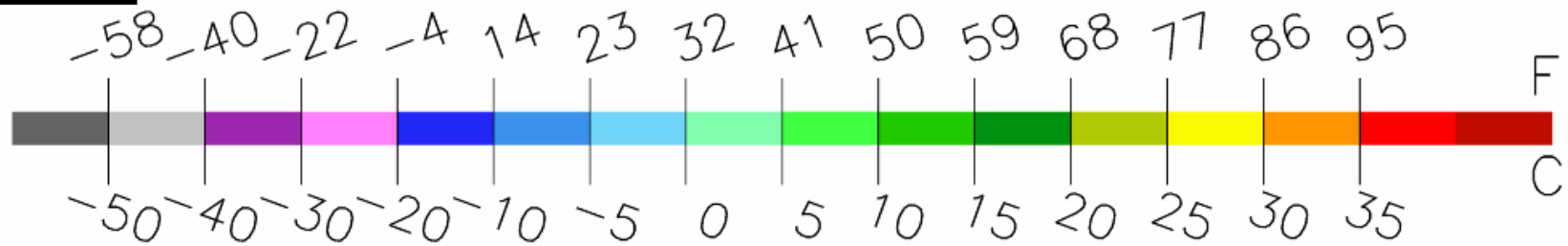
AUG



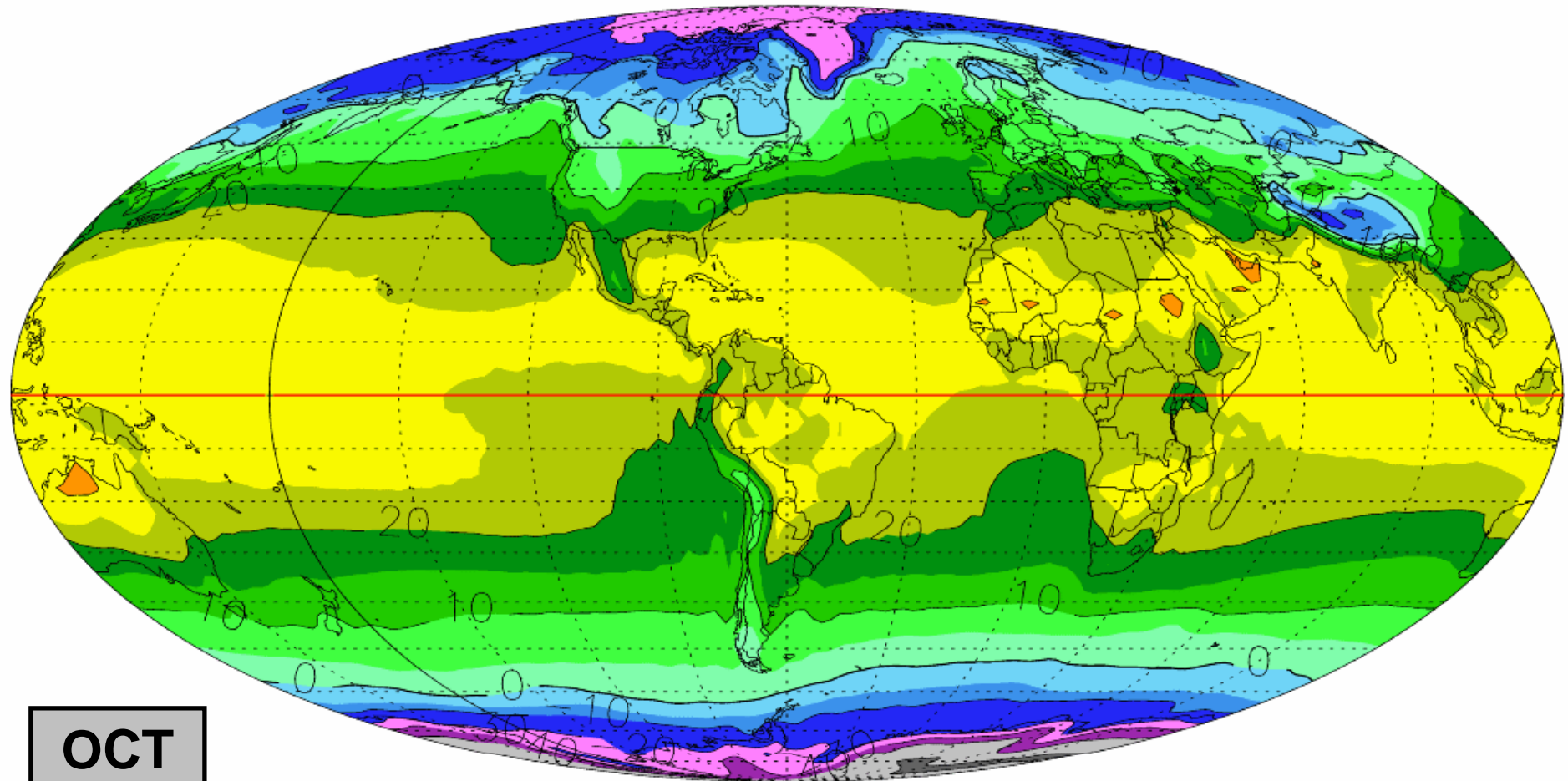
Surface Air Temperature Sep Monthly Mean



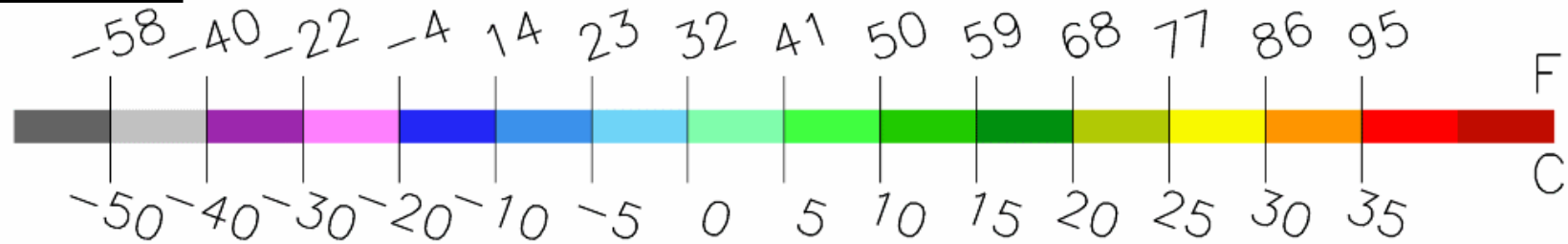
SEP



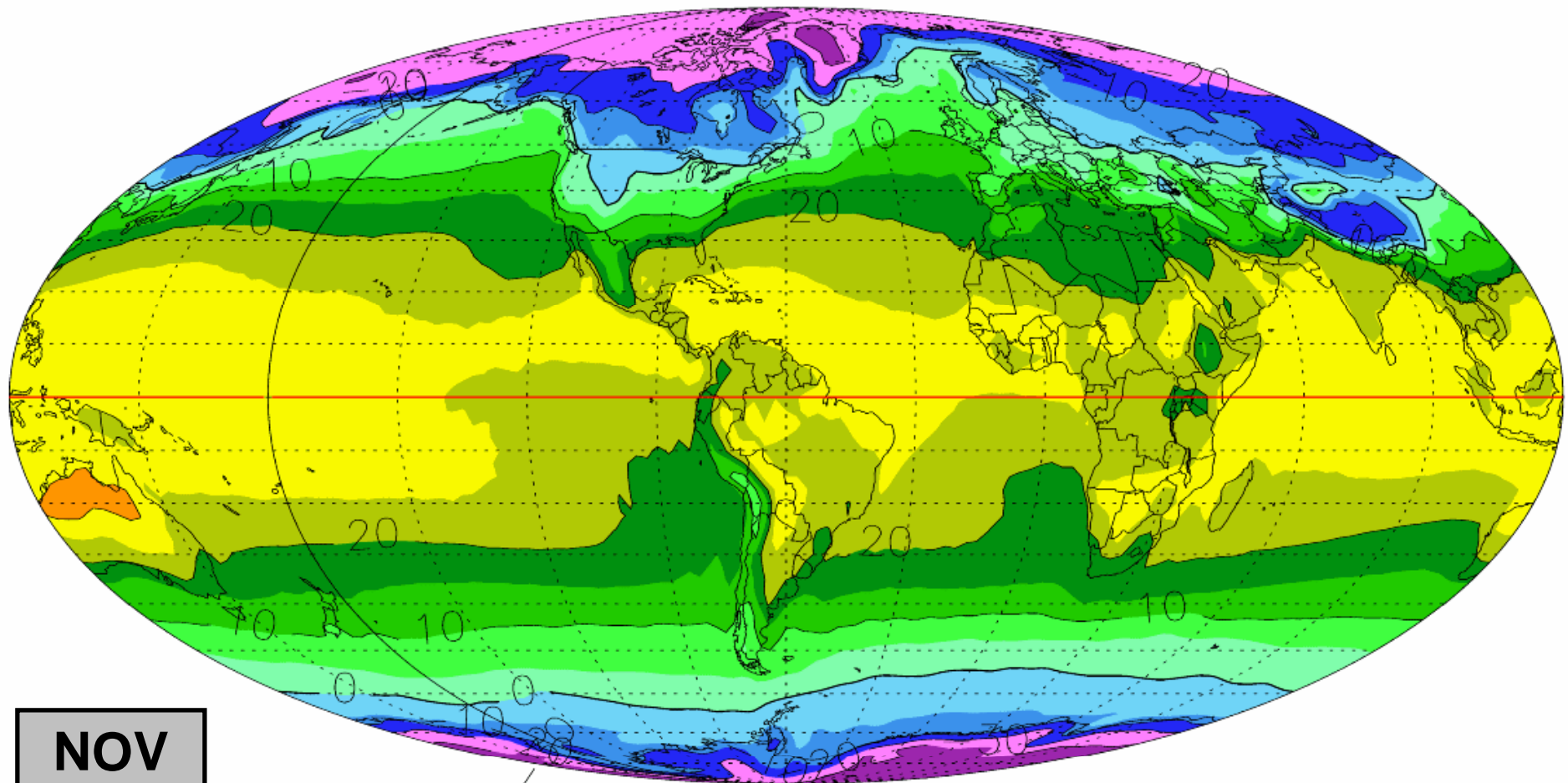
Surface Air Temperature Oct Monthly Mean



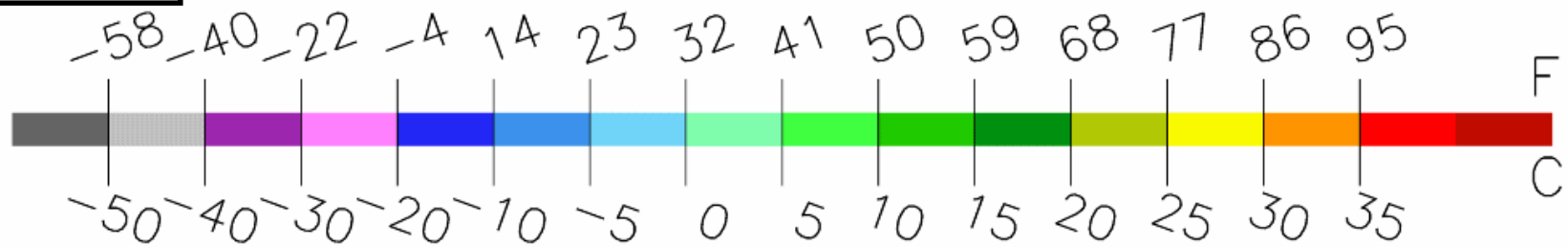
OCT



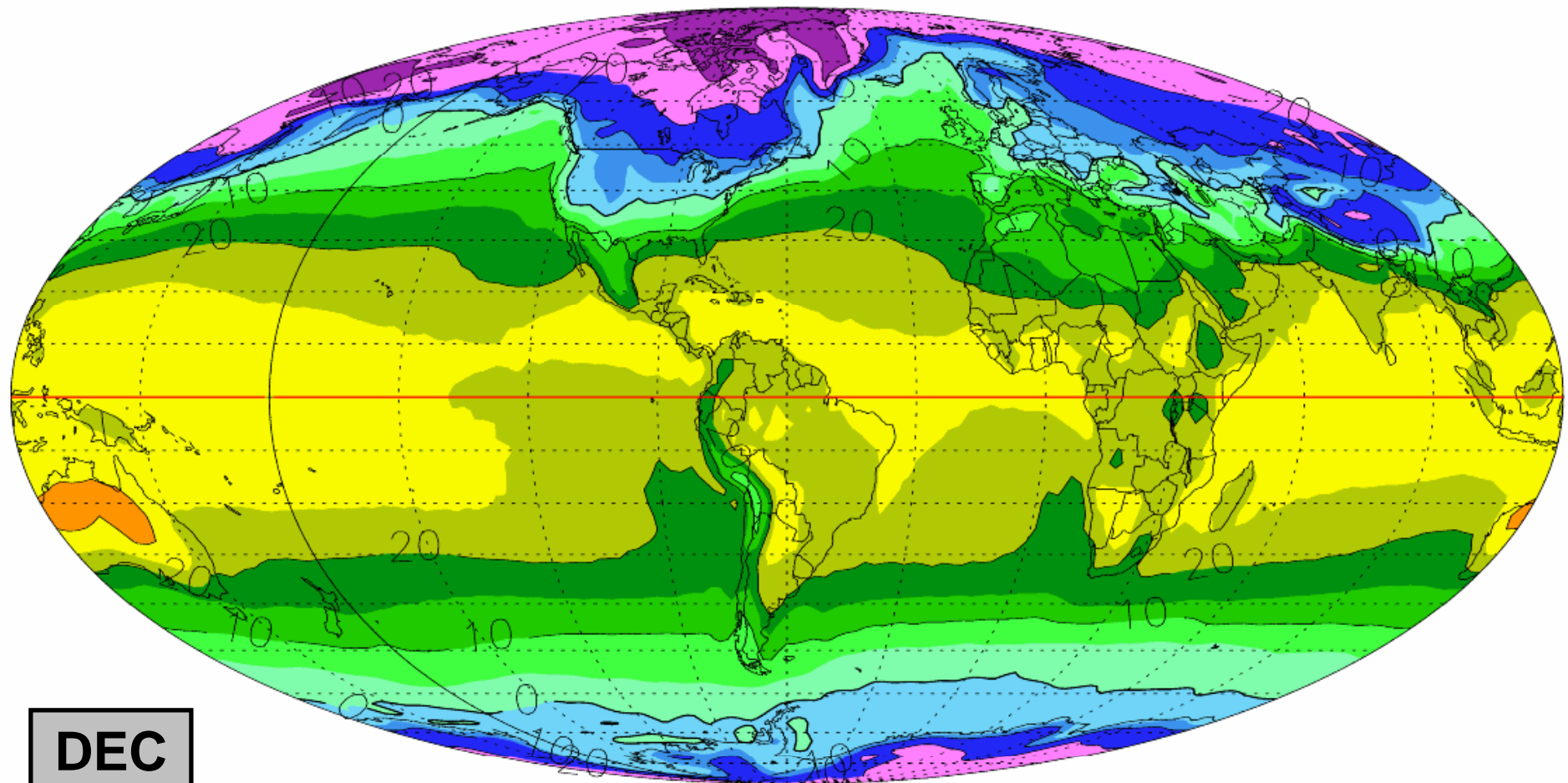
Surface Air Temperature Nov Monthly Mean



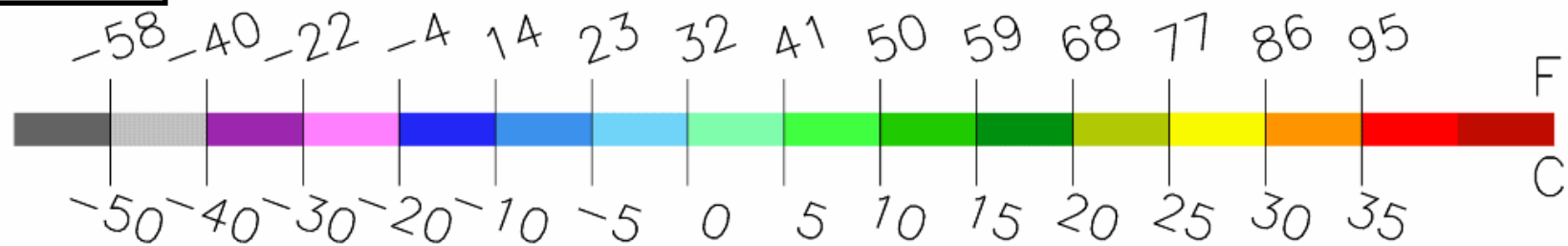
NOV

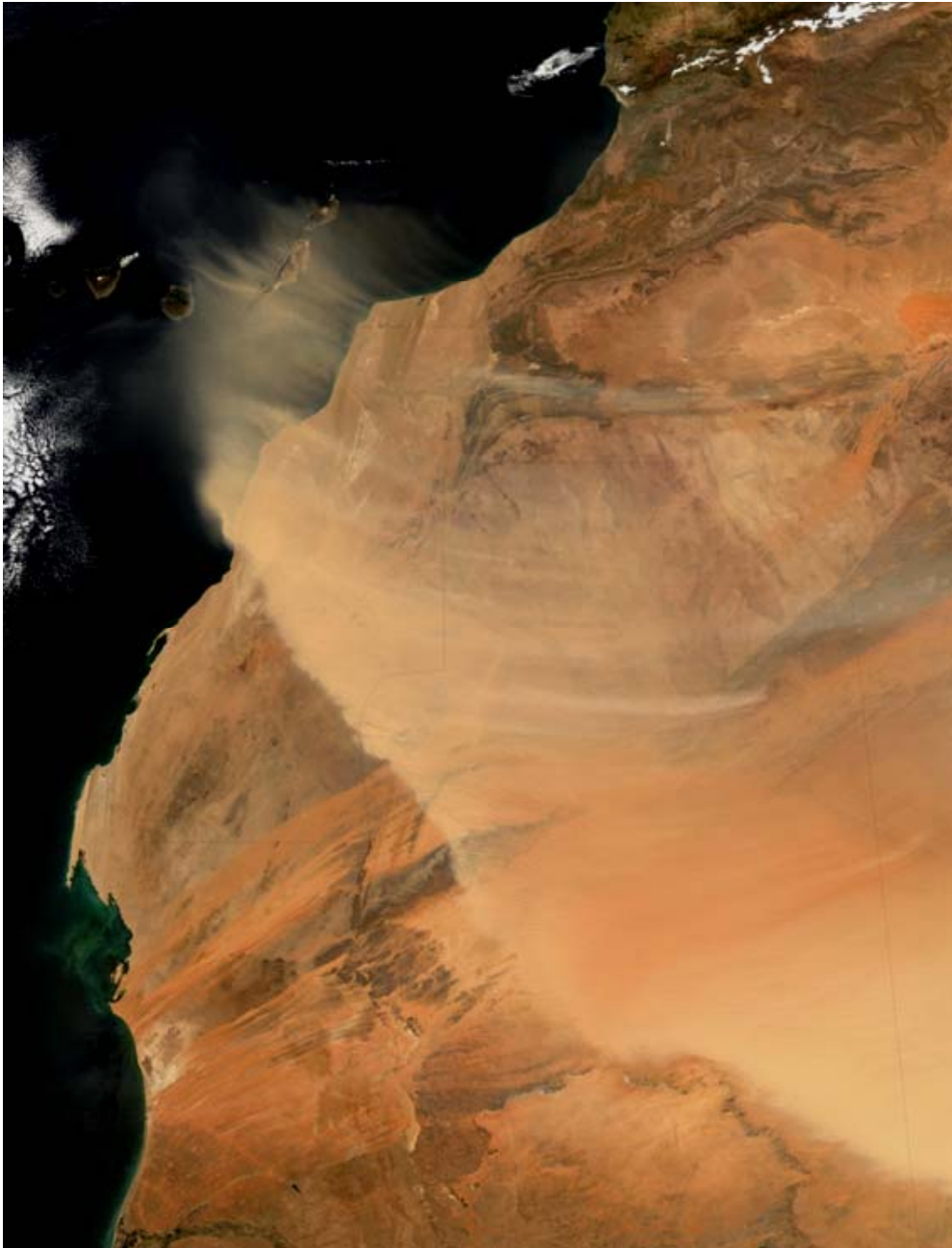


Surface Air Temperature Dec Monthly Mean



DEC





Dust-storm sobre un amplio sector del Sáhara.

¿Cómo se estudian los paleoclimas?



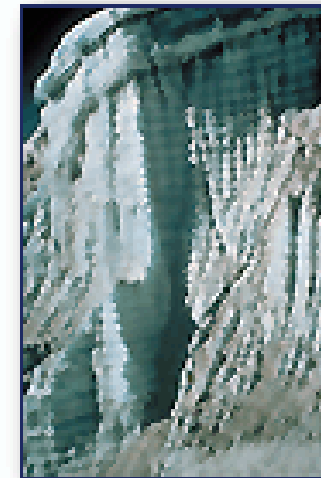
PROXY DATA

Registros naturales e históricos de la variabilidad climática que permiten rastrear el clima de épocas anteriores a los últimos 140 años

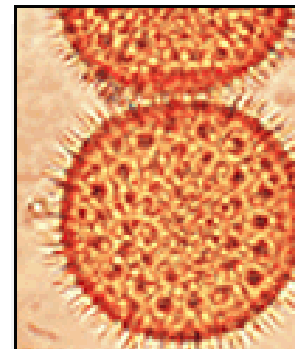
Anillos de crecimiento de los árboles



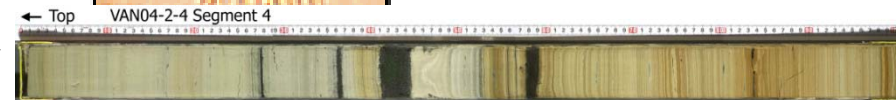
Estudio de la composición química del hielo glaciar



Análisis de pólenes



Sedimentos oceánicos y lacustres



Corales



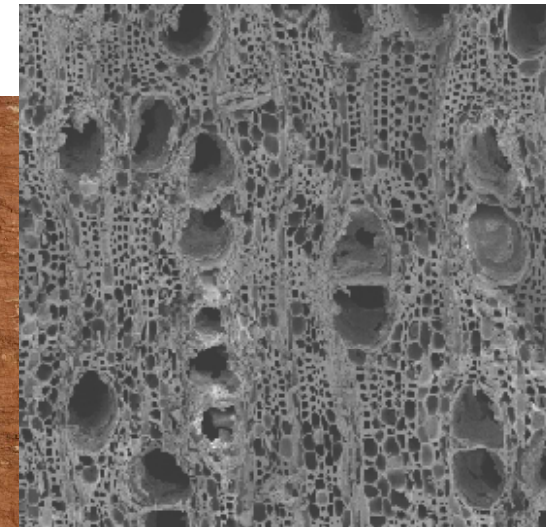
Estudio de paleosuelos



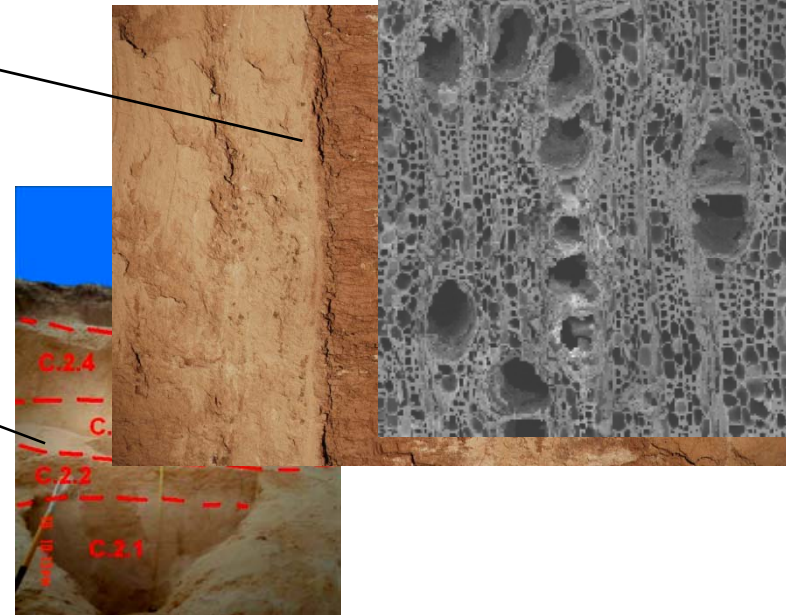
Paleontología y micropaleontología



Antracología



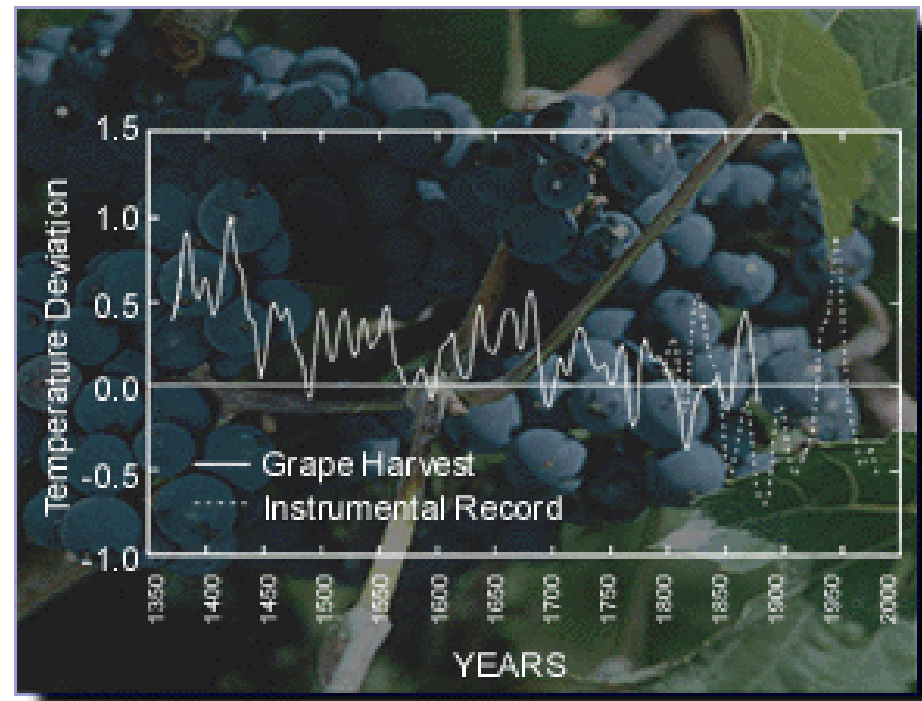
Formas de relieve y sedimentos asociados



Estudios arqueológicos



Datos históricos



Técnicas de datación

Uno de los principales problemas del estudio del Cuaternario es la datación de los fenómenos naturales.

En la actualidad hay un cierto número de técnicas, útiles pero con limitaciones importantes

Técnicas de datación al uso

- Paleomagnetismo
- K/Ar
- Th/U
- ^{14}C
- TL, OSL y IRSL
- Cosmogénicos
- Paleotermómetro: el isótopo $\delta^{18}\text{O}$

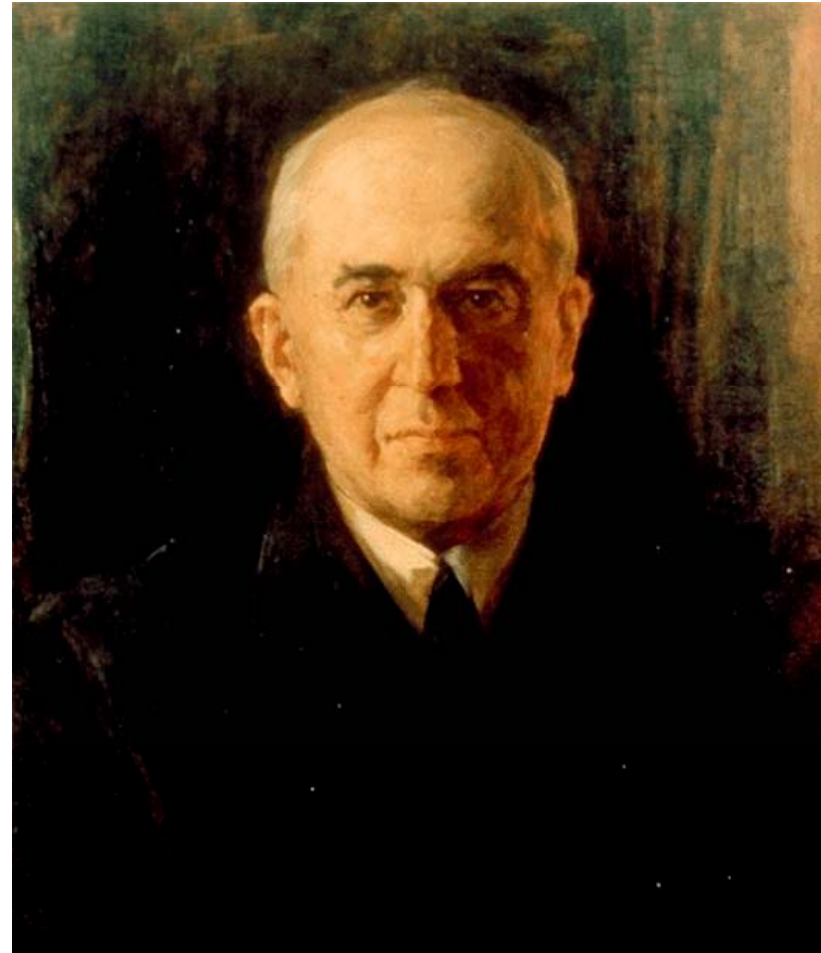
¿Cuáles son las causas de los cambios climáticos?

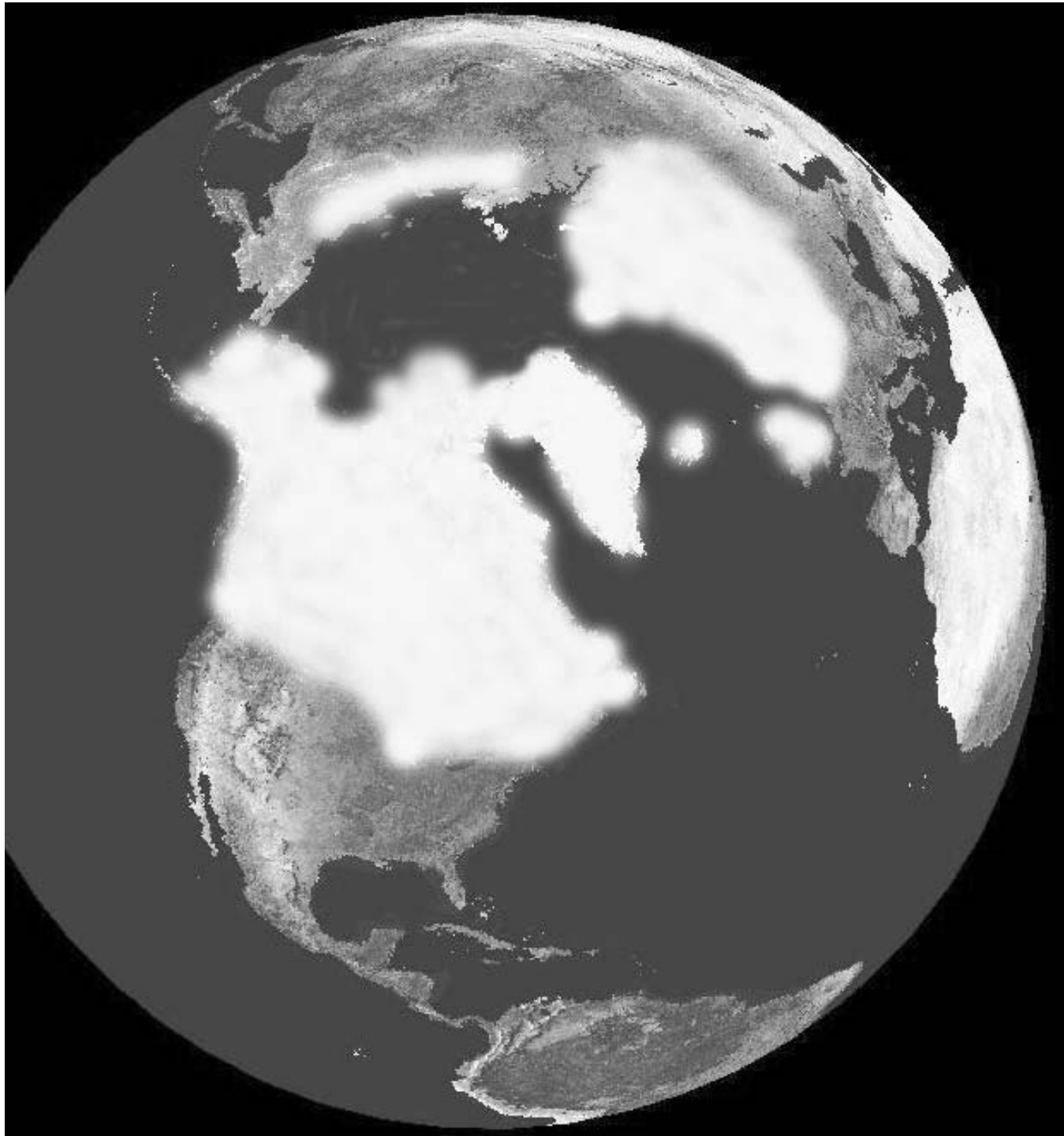


Los ciclos de Milankovicht

Milutin Milankovicht

1941: La expansión y retirada de los glaciares cuaternarios son debidas a cambios estacionales de la insolación (a escala de ka) derivados de factores astronómicos

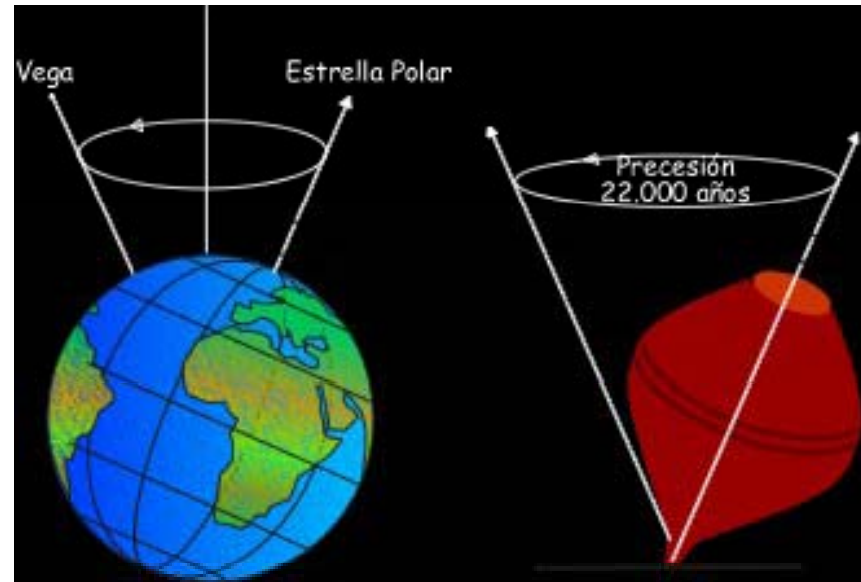




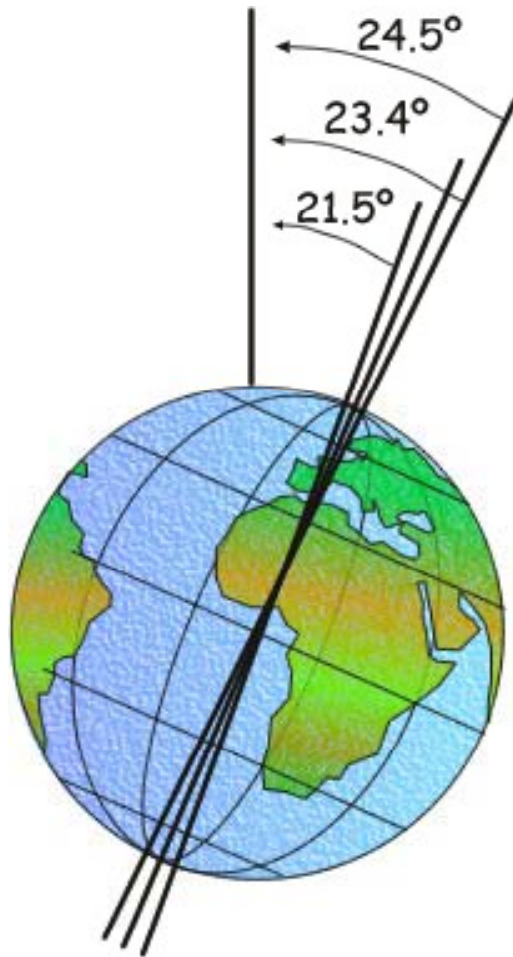
Glaciación

Precesión de equinoccios

- Perihelio 147×10^6 km del sol (3 enero)
- Afelio 152×10^6 km del sol (4 julio).
- Periodicidad 22 ka
- 11 ka BP perihelio en junio y afelio en diciembre



Variación de la inclinación del eje

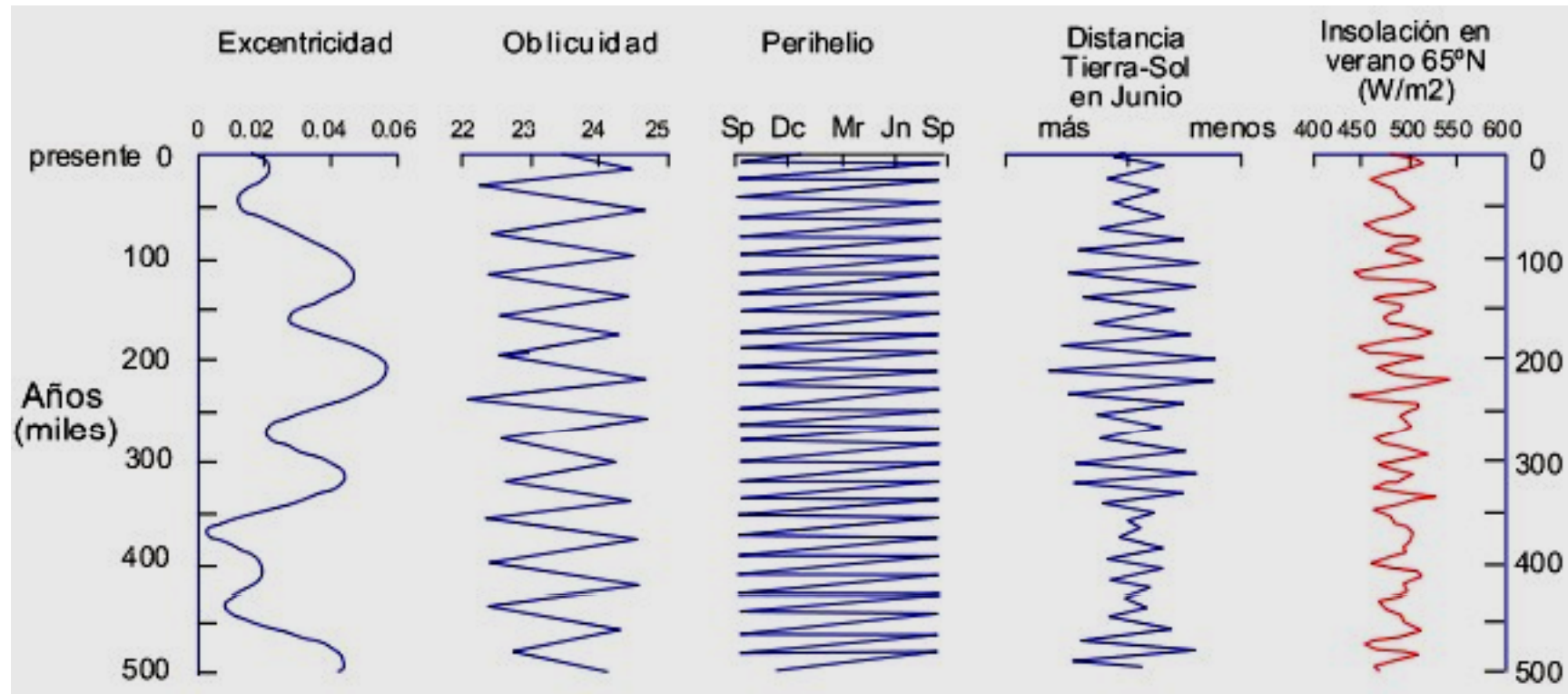


- Varía con periodicidad 41 ka
- Hoy es $23^{\circ} 4'$
- Oscila entre $24,5^{\circ}$ y $21,5^{\circ}$



- Excentricidad de la órbita
- Periodicidad 98 ka

Ciclos de Milankovitch y variación de la insolación a 65° N



¿Desde cuando el Sáhara es un desierto?



La antigüedad del Sáhara se sitúa en torno a 7 Ma

Multitud de cambios climáticos en el Cuaternario (2,5 Ma)

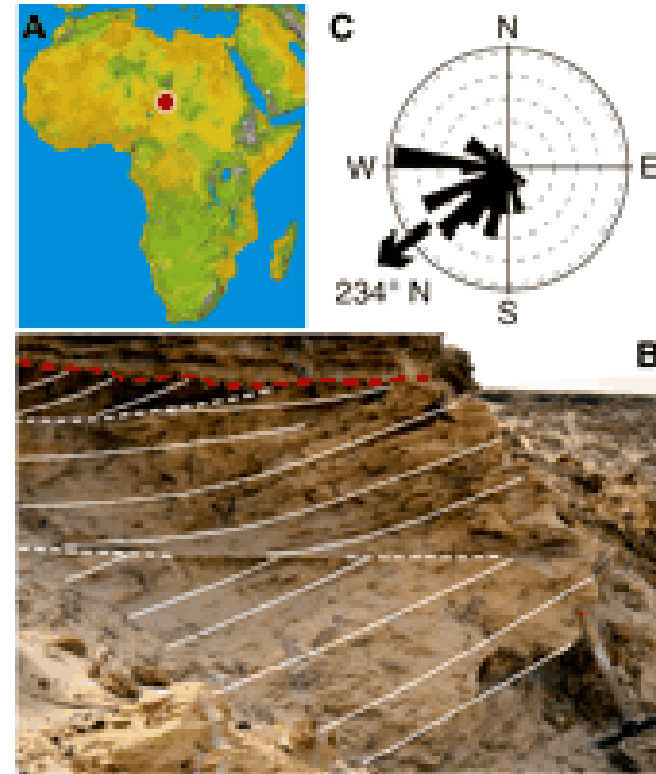
Fases húmedas: vida vegetal, animal y poblamiento humano

Fases áridas: desaparición de signos de vida y poblamiento humano

[gondwana.exe](#)

En Tchad dunas cubiertas por sedimentos lacustres conteniendo restos de *Sahelanthropus tchadensis*

Las dunas señalan vientos de ENE-WSW



¿Han cambiado los climas del Sáhara
en los últimos 3 Ma?



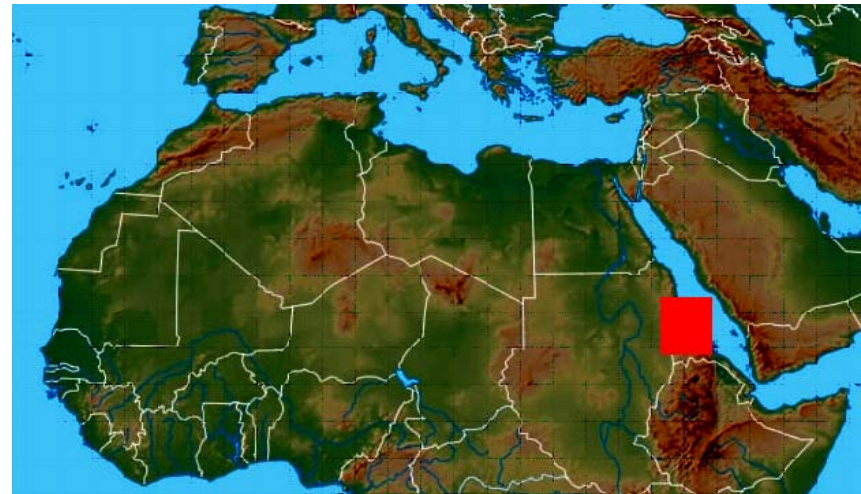
- No existe ningún corte privilegiado en que se reconozcan todos los cambios climáticos del Pleistoceno.
- Los datos son escasos y proceden de lugares distantes entre sí.

Afar

Clima húmedo entre 3,4 y 2,6 Ma. Lagos y fauna de elefantes, rinocerontes, hipopótamos, etc

Mayor aridez (evaporitas) entre 2,5 y 2 Ma

Creciente aridez (gramíneas) y antílopes entre 1,5 y 1,3 Ma



Atakor

- Período árido en el Atakor entre 1,87 y 1,67 Ma



Poblamiento Achelense

Industria lítica (sin fauna asociada)

La única fecha disponible (Th/U) nos sitúa en 350 ka en Bir Tarfawi (desierto occidental egipcio), a orillas de lagos y fuentes hoy desaparecidas, por tanto correspondientes a una pulsación climática húmeda.

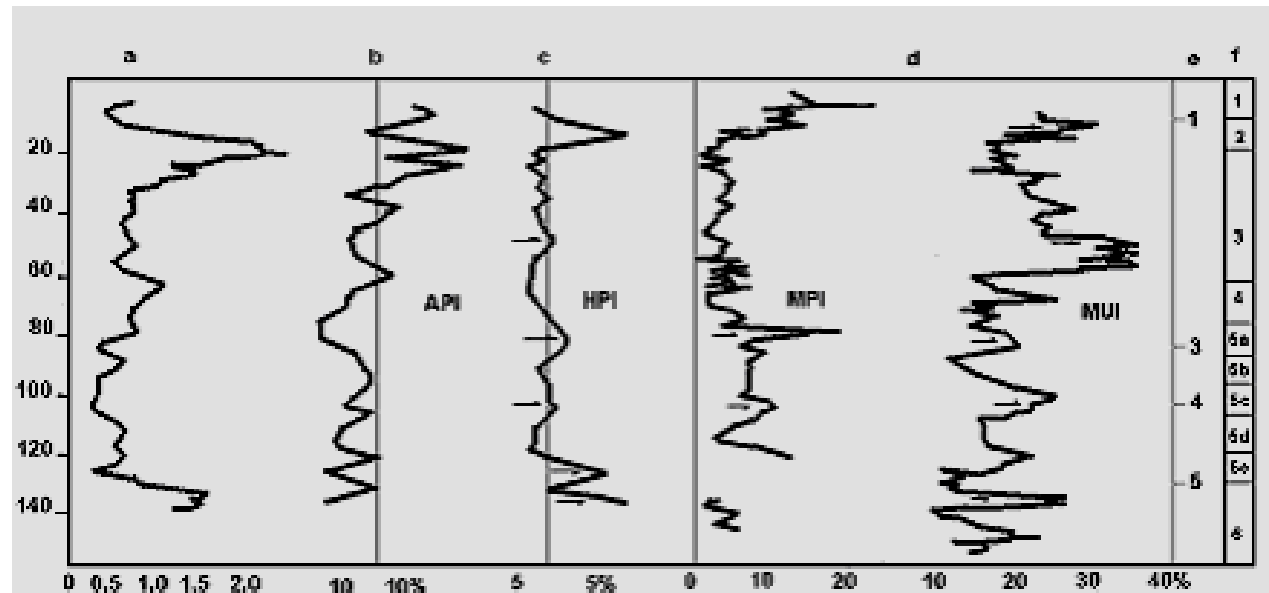


En Mauritania yacimientos en los paredones que bordean el Adrar y el Tagant.

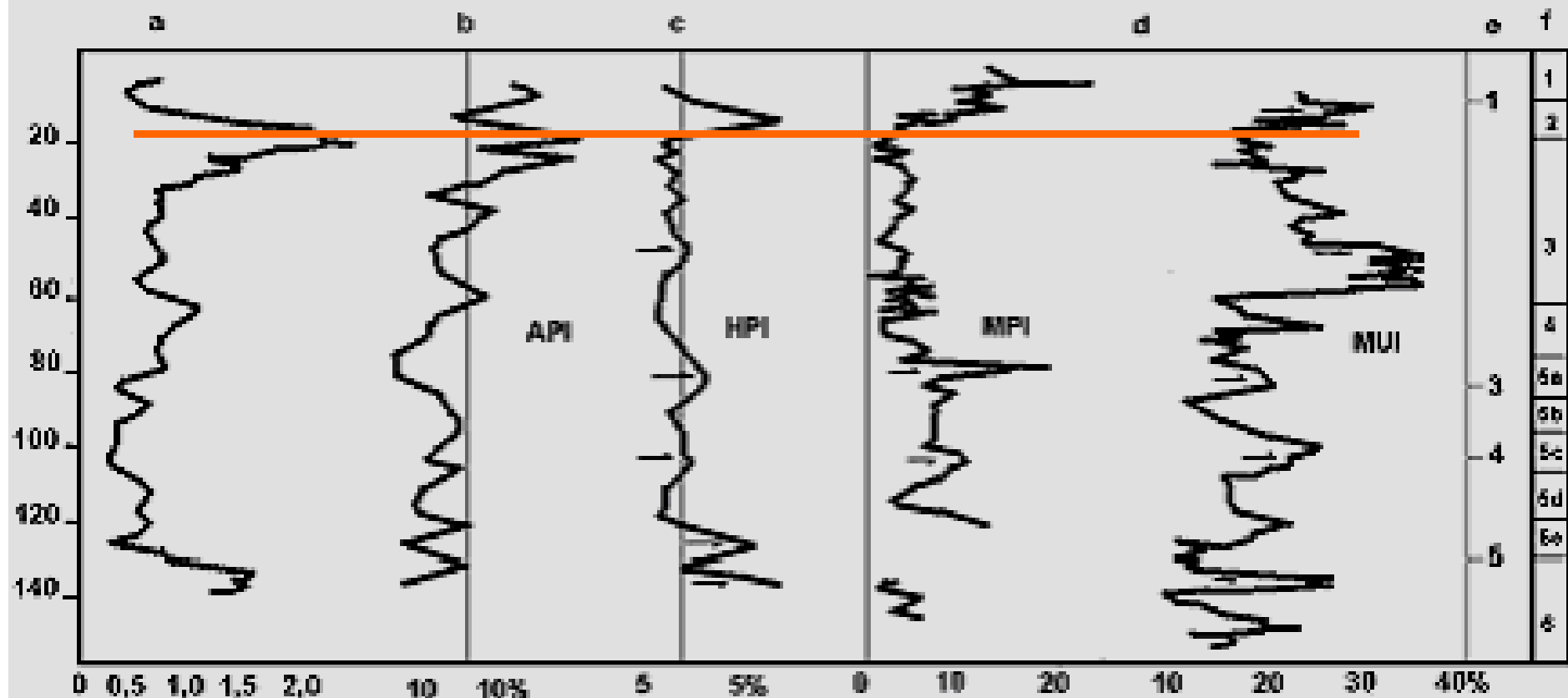
Restos escasos en Sáhara Occidental



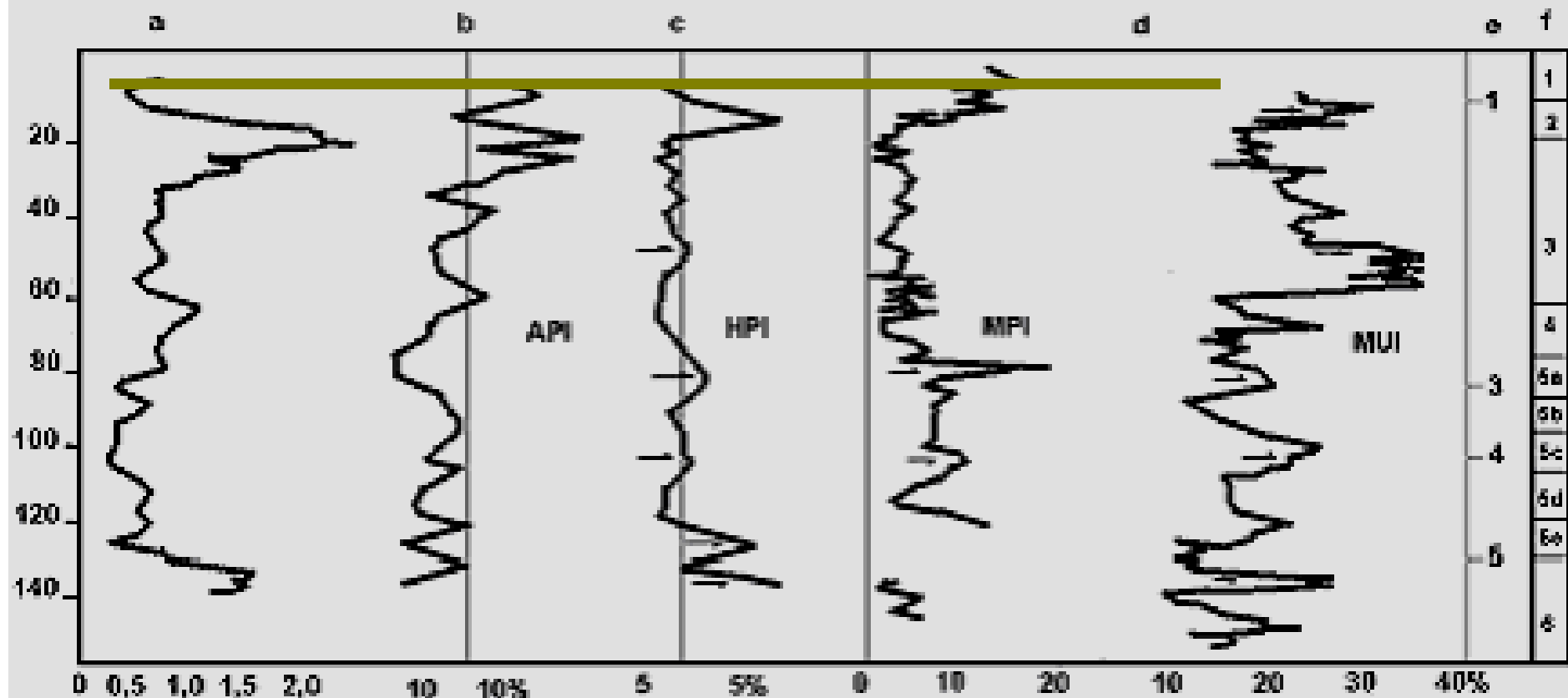
La historia del Sáhara a partir de los sedimentos marinos



- a. Presencia de arena eólica
- b. Pólenes indicadores de aridez
- c. Pólenes indicadores de humedad
- d. Pólenes indicadores del monzón (MPI) y evolución del upwelling (MUI)
- e. Sapropeles del delta del Nilo
- f. Estadios isotópicos



- a. Presencia de arena eólica
- b. Pólenes indicadores de aridez
- c. Pólenes indicadores de humedad
- d. Pólenes indicadores del monzón (MPI) y evolución del upwelling (MUI)
- e. Sapropeles del delta del Nilo



- a. Presencia de arena eólica
- b. Pólenes indicadores de aridez
- c. Pólenes indicadores de humedad
- d. Pólenes indicadores del monzón (MPI) y evolución del upwelling (MUI)
- e. Sapropeles del delta del Nilo

Ateriense

Mejor representado

Piezas pedunculadas.

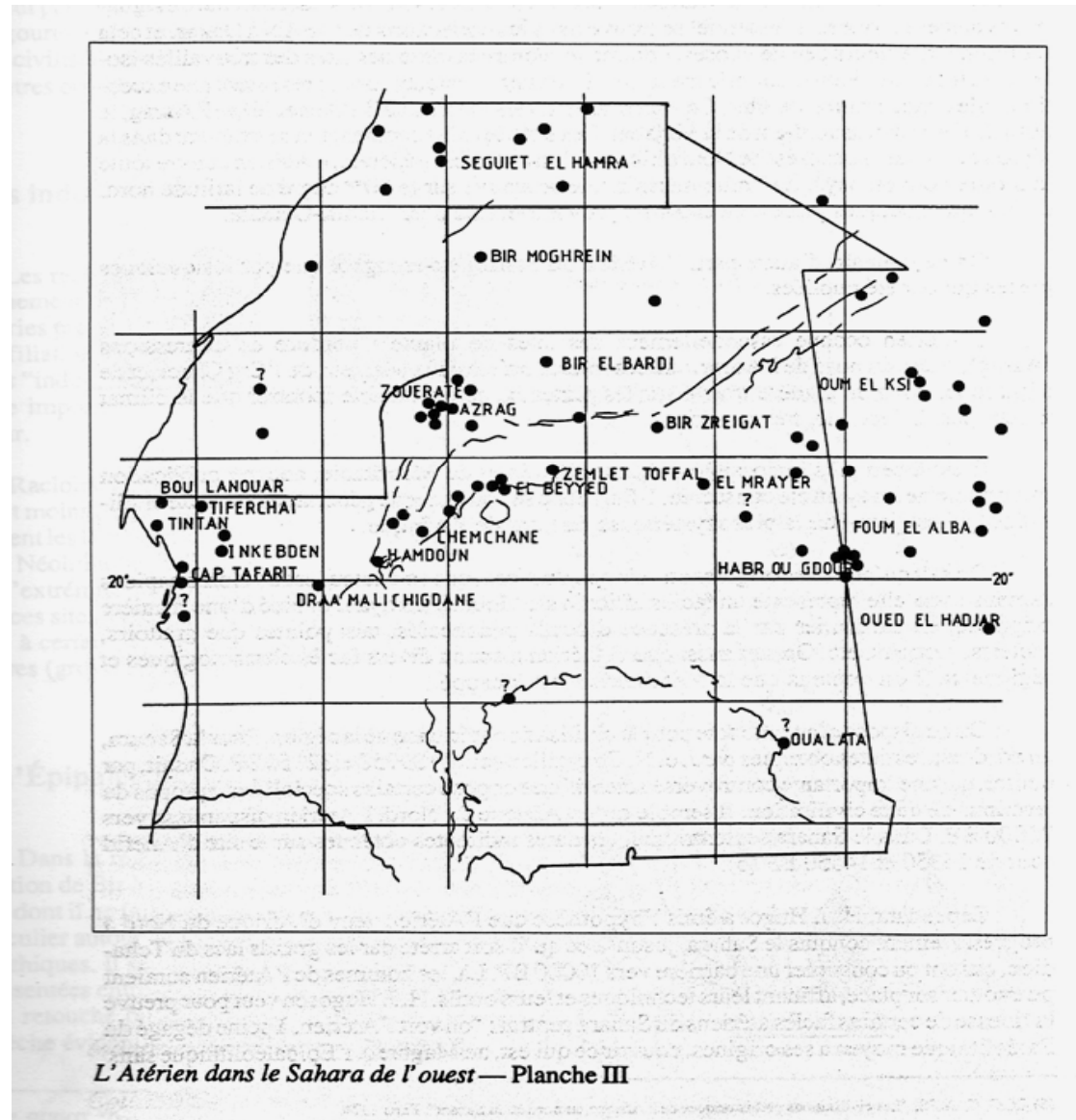
Entre 150 ka y 75 ka al borde de lagos y fuentes

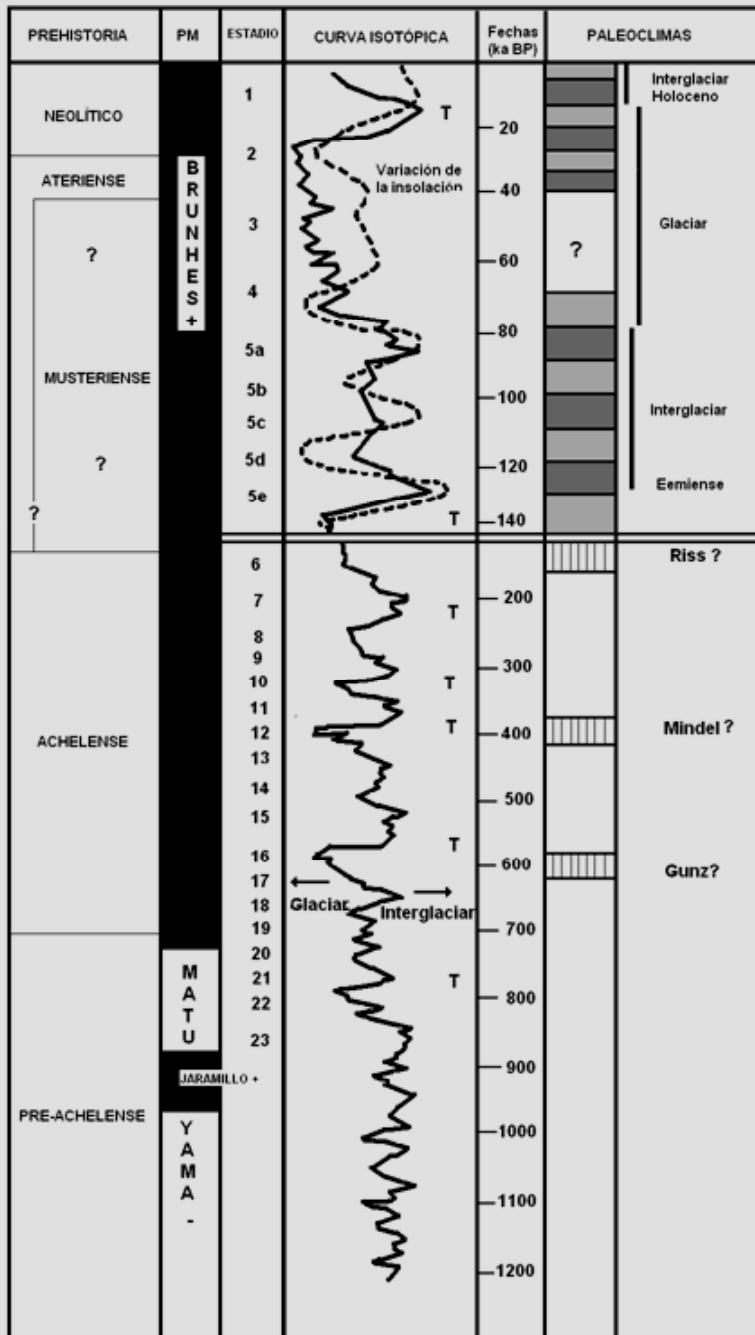
Fauna de elefantes, rinocerontes, hipopótamos, etc).

Quizás hay fases del Ateriense en fases húmedas acaecidas entre 46-40 ka, 38-22 ka (Tchad), 28-24 ka (Sudán), 21 ka y 40-21 ka (Mauritania) y en el norte del Sáhara hasta el 15 ka.



Ateriense en Mauritania y Sáhara Occidental



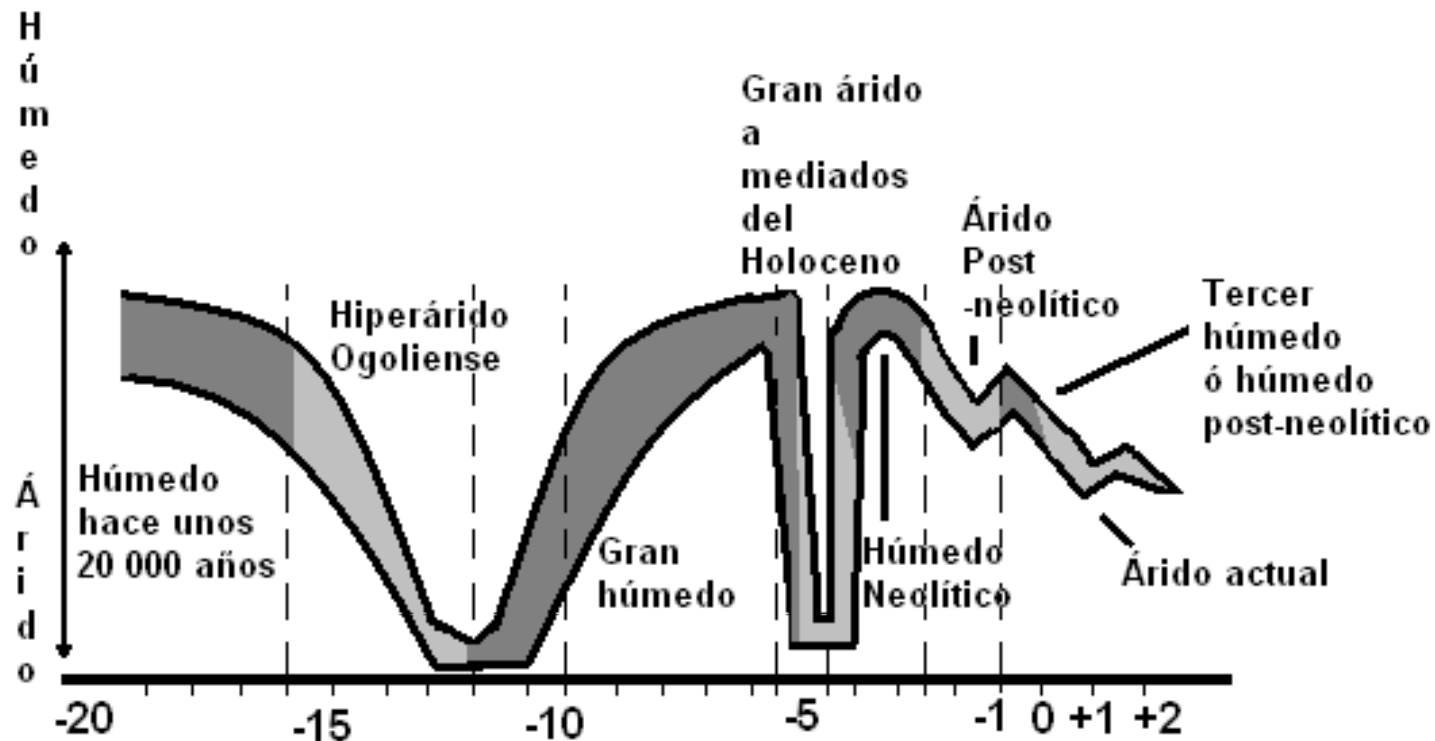


Esquema evolutivo con indicación de fases culturales, estadios isotópicos, periodos paleomagnéticos y cronología absoluta. Gris oscuro: húmedo; gris claro: árido

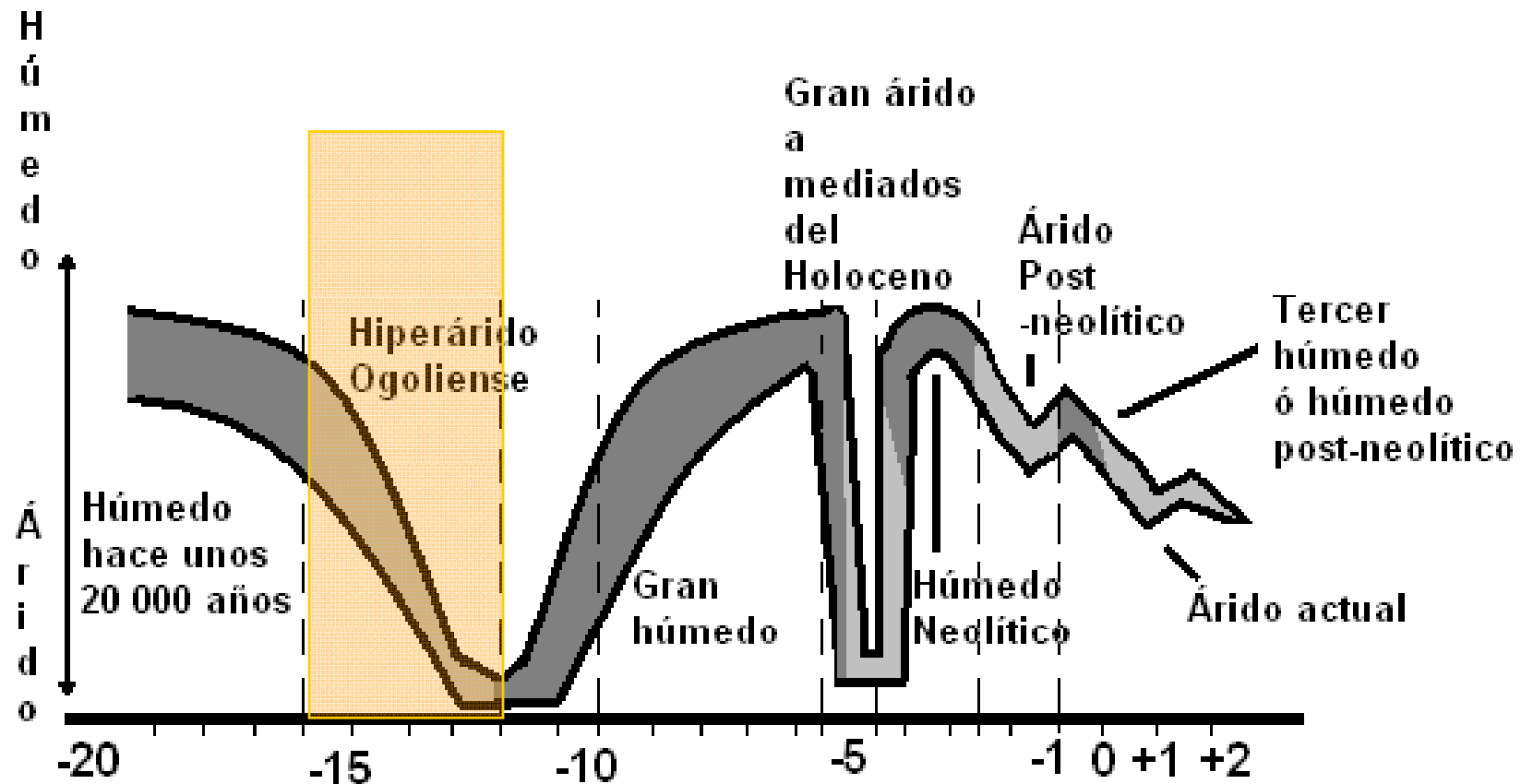
¿Qué ha ocurrido en los últimos 20 ka?



Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka

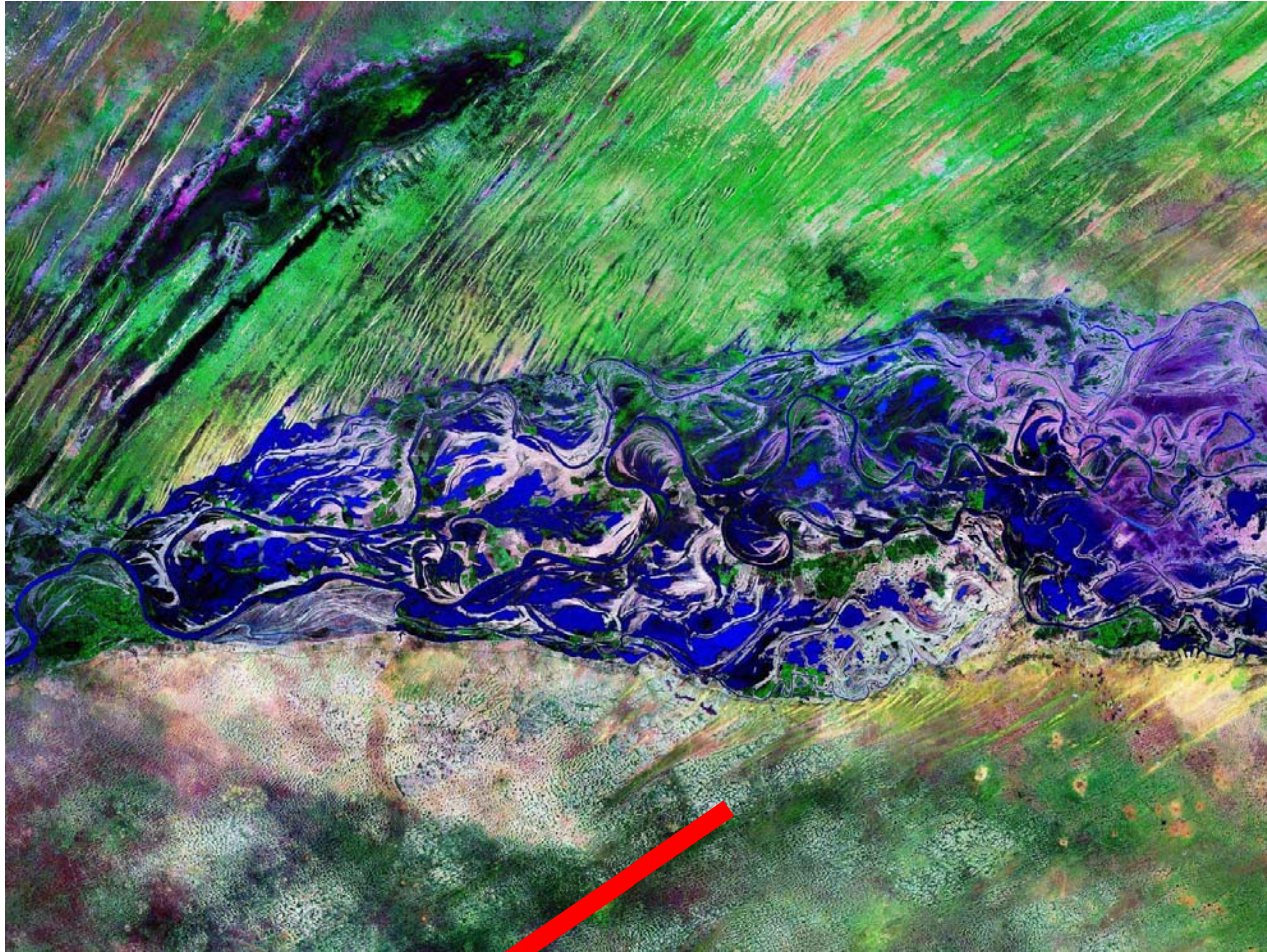


Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka



El Ogoliense (20 ka – 11 ka)

A finales de la última glaciación el clima del Sáhara – especialmente su lado sur- se hace tan árido que desaparece todo signo de poblamiento. Los arenales se desplazan en dirección sur y sepultan la desembocadura del Río Senegal y convierten el Níger en un río endorreico. Se calcula que el Sáhara se expandió unos 2,5 millones de km².



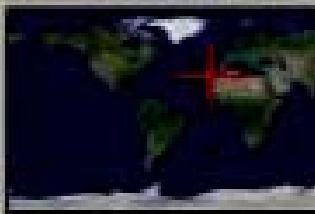
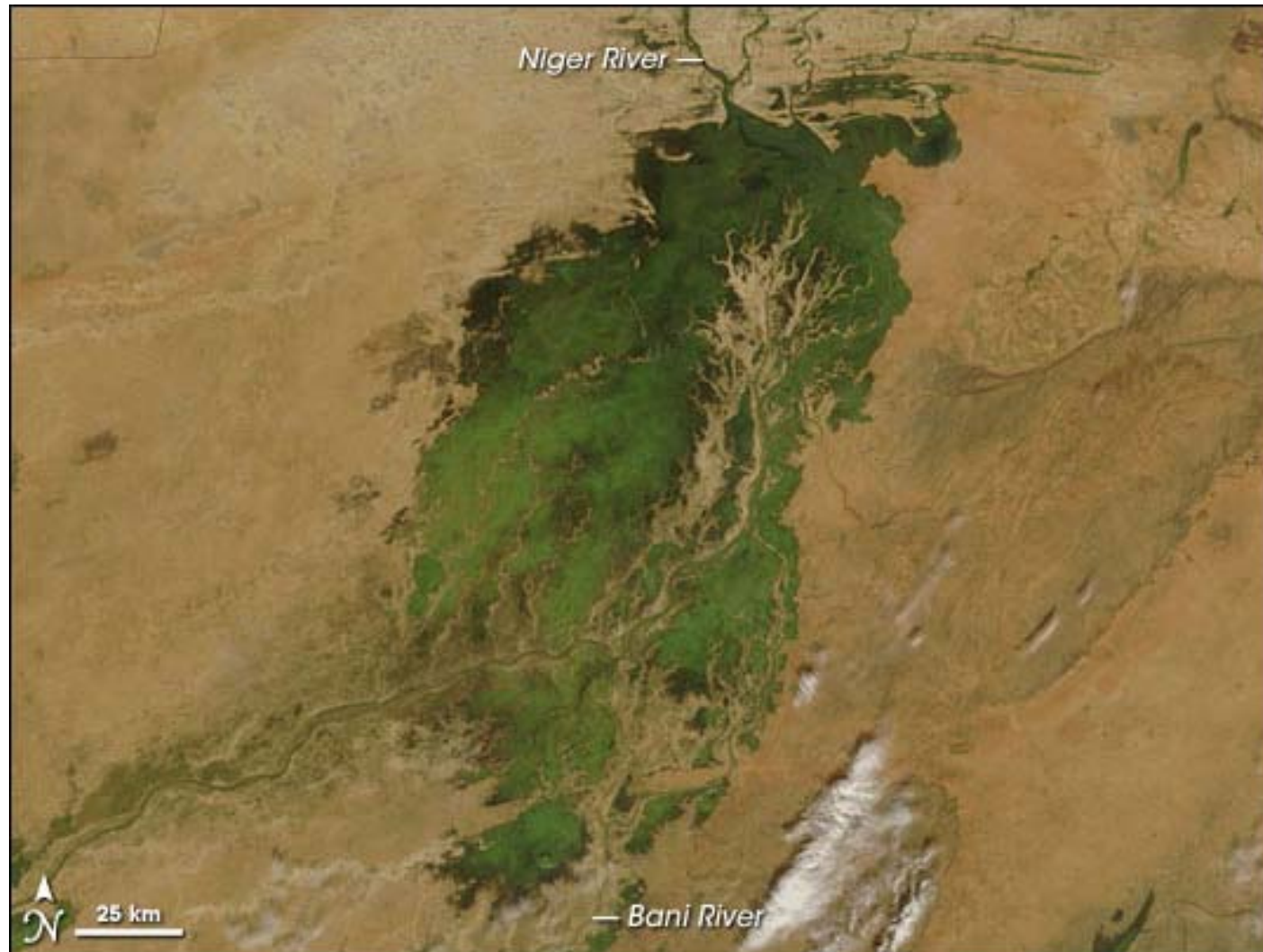


Image © 2006 DigitalGlobe

Google

El delta interior del Níger



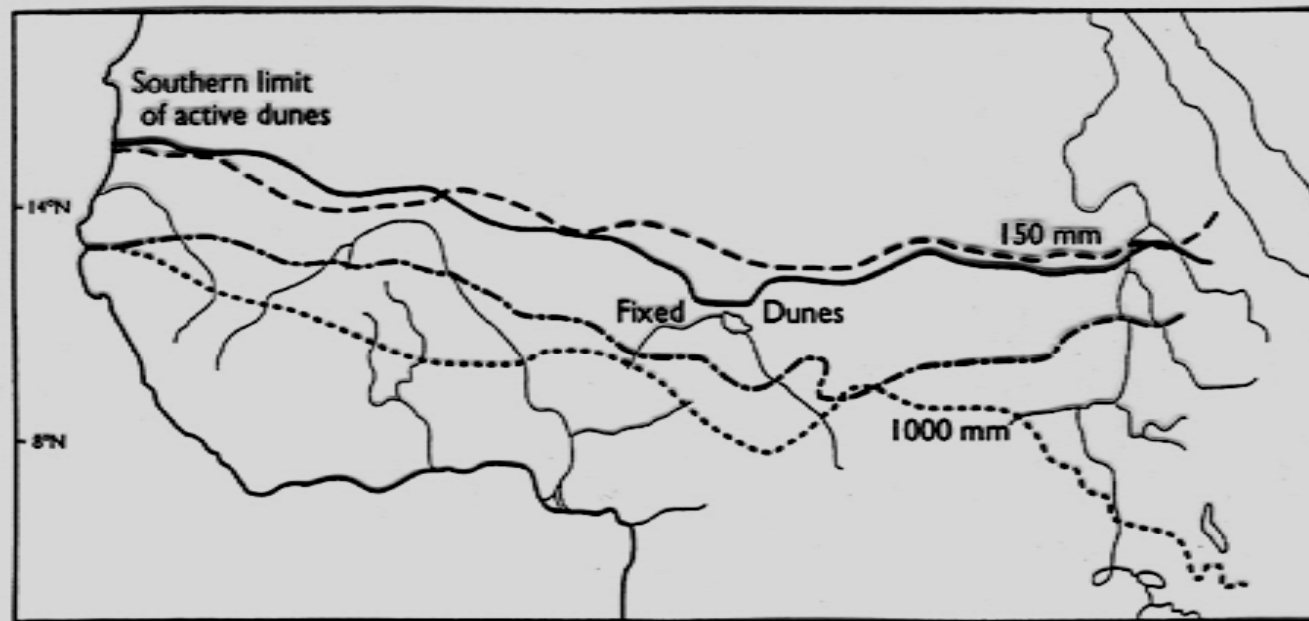


Fig. 13.13. The southern Sahara and Sahel showing extent of active and fixed (vegetation-stabilized) dunes.

Límite actual de las dunas activas en el Sáhara y límite de las fijadas en el Sahel.

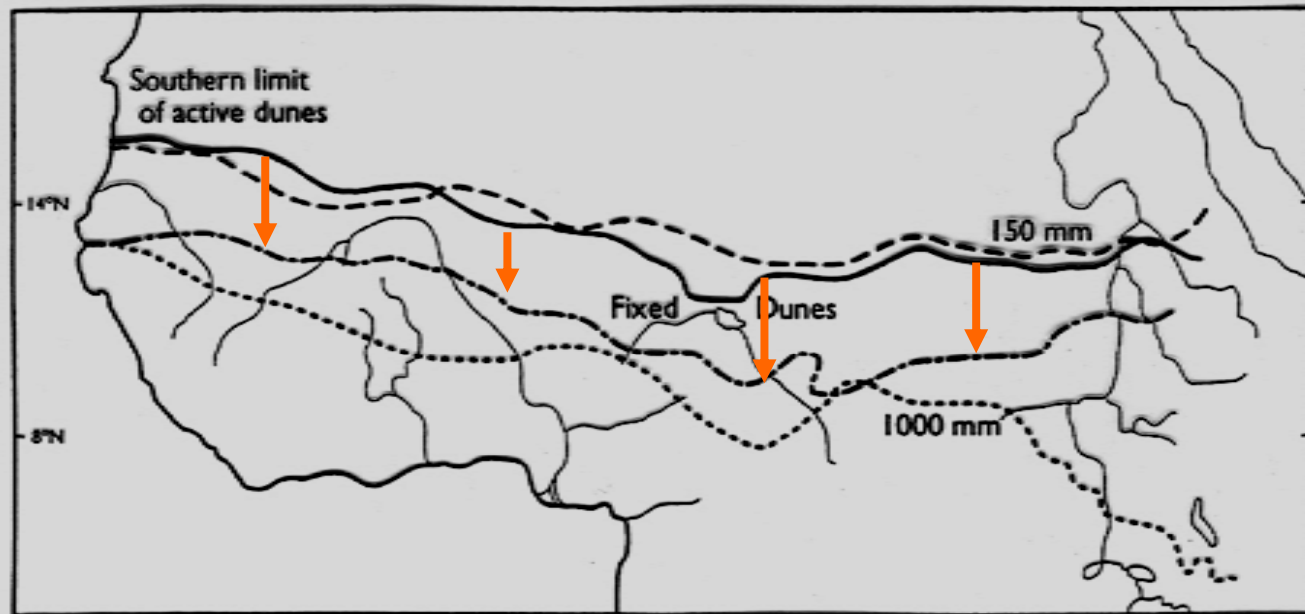
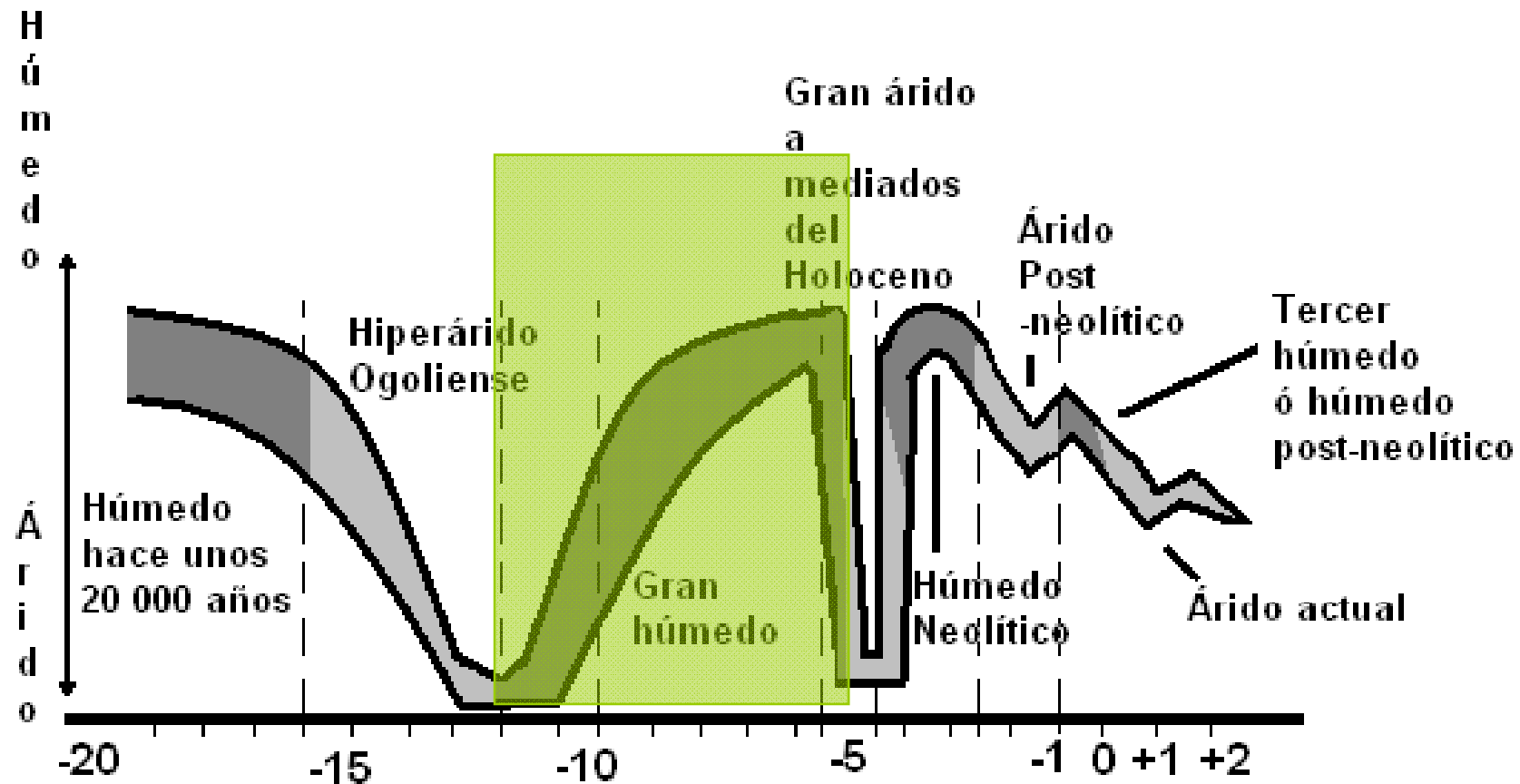
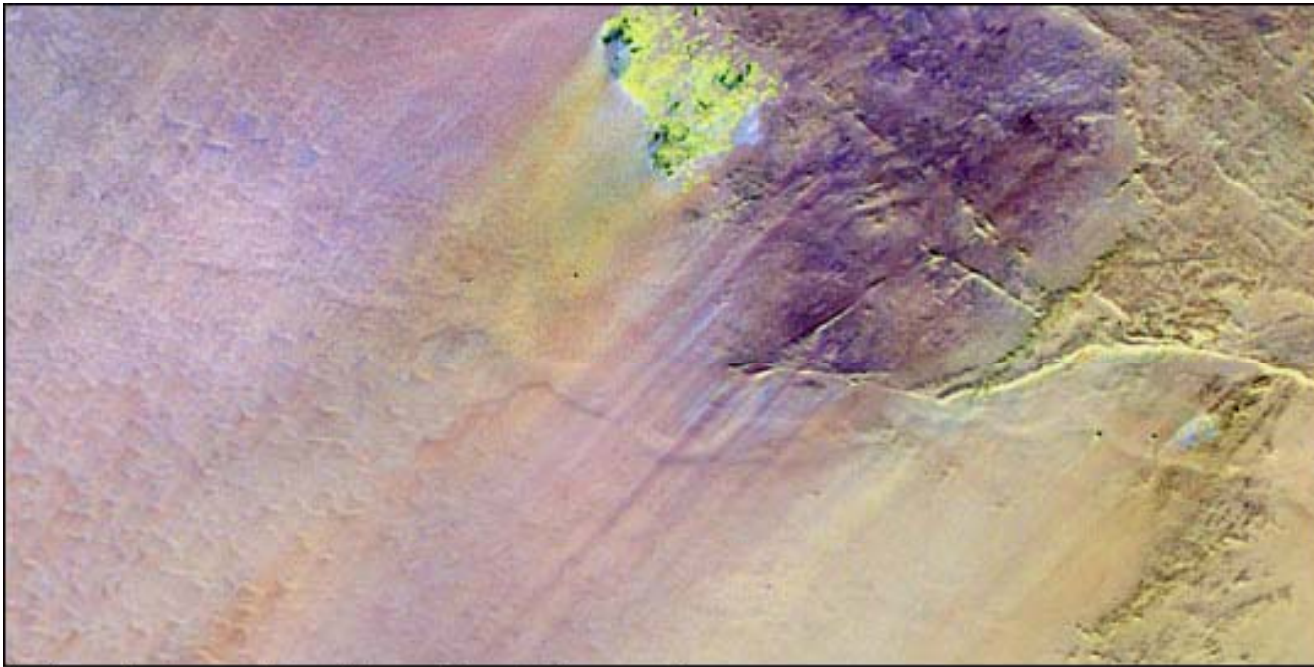


Fig. 13.13. The southern Sahara and Sahel showing extent of active and fixed (vegetation-stabilized) dunes.

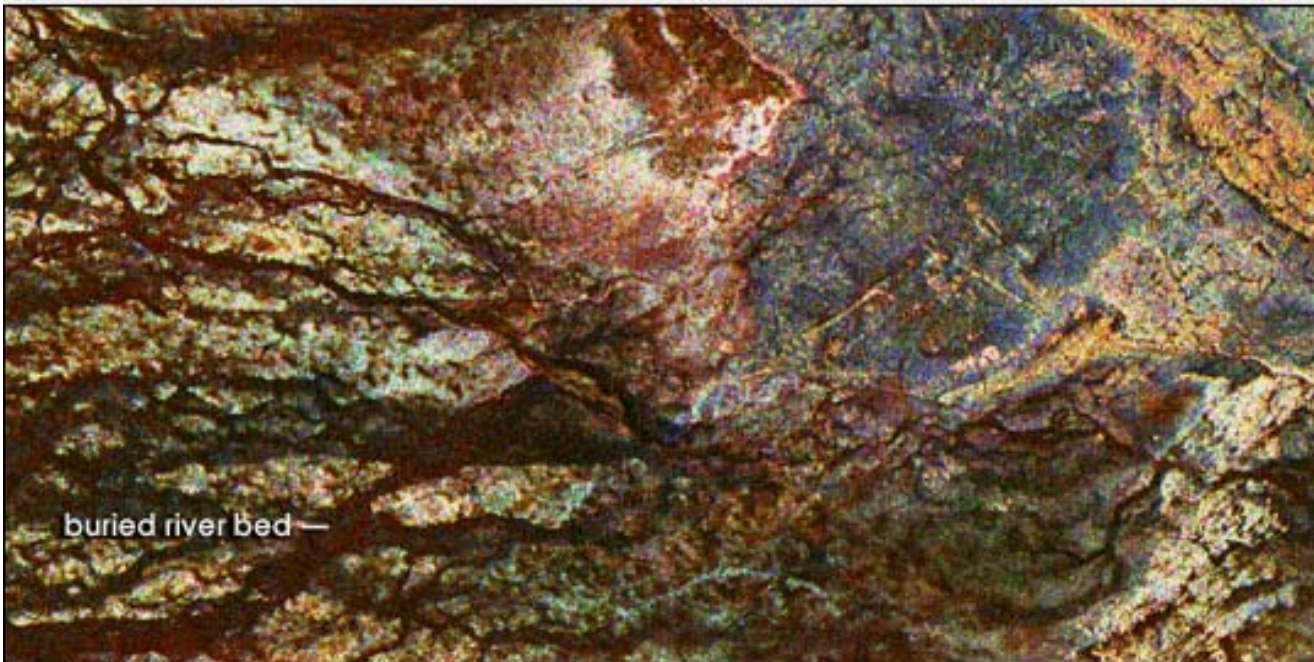
Límite actual de las dunas activas en el Sáhara y límite de las fijadas en el Sahel.

Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka





Surface features of the Sahara Desert (Landsat)



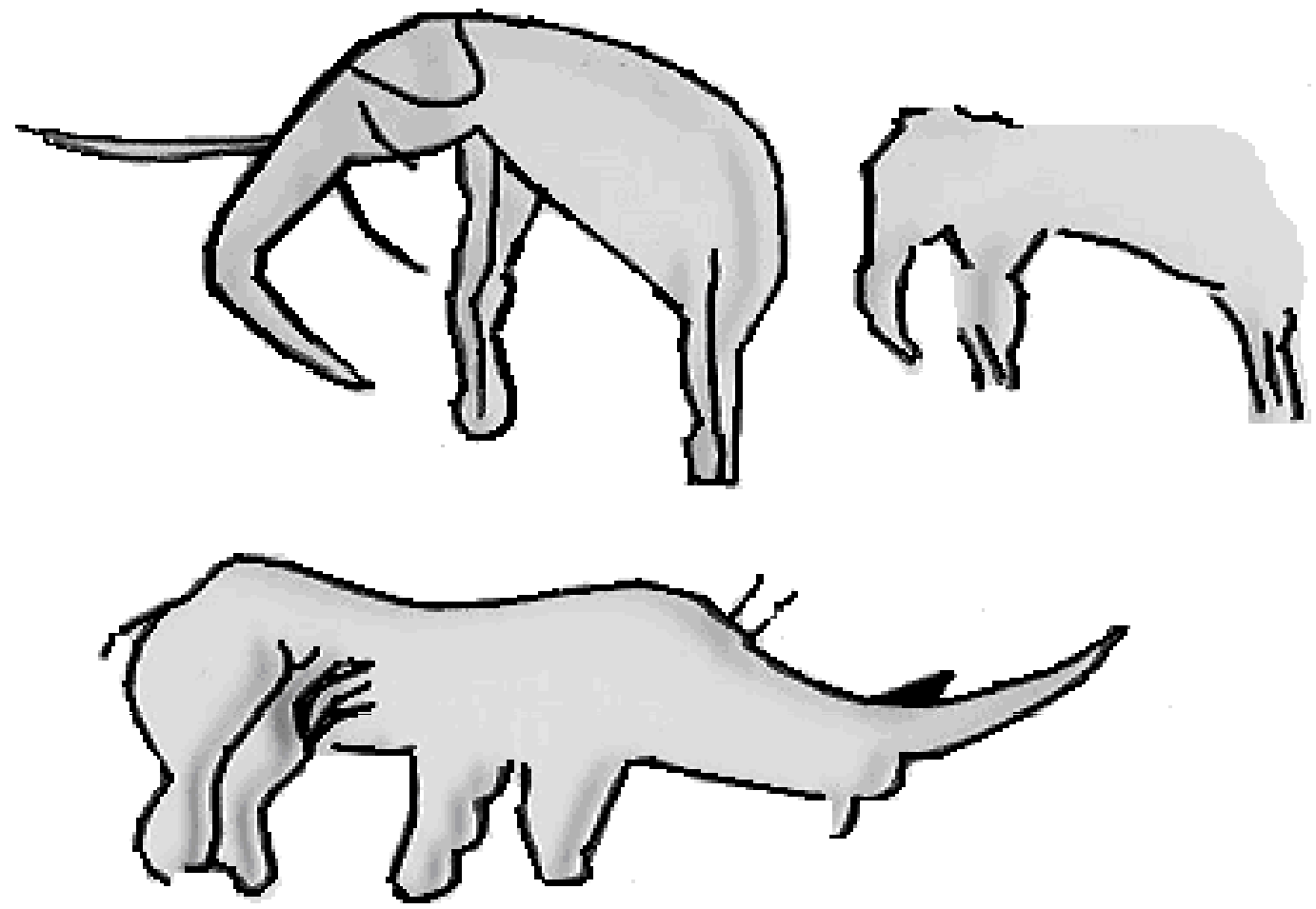
Ancient features hidden beneath the surface (radar)

Redes
enterradas
bajo la arena
en el Sáhara
oriental
(imágenes de
radar)

Fauna desaparecida del Sáhara



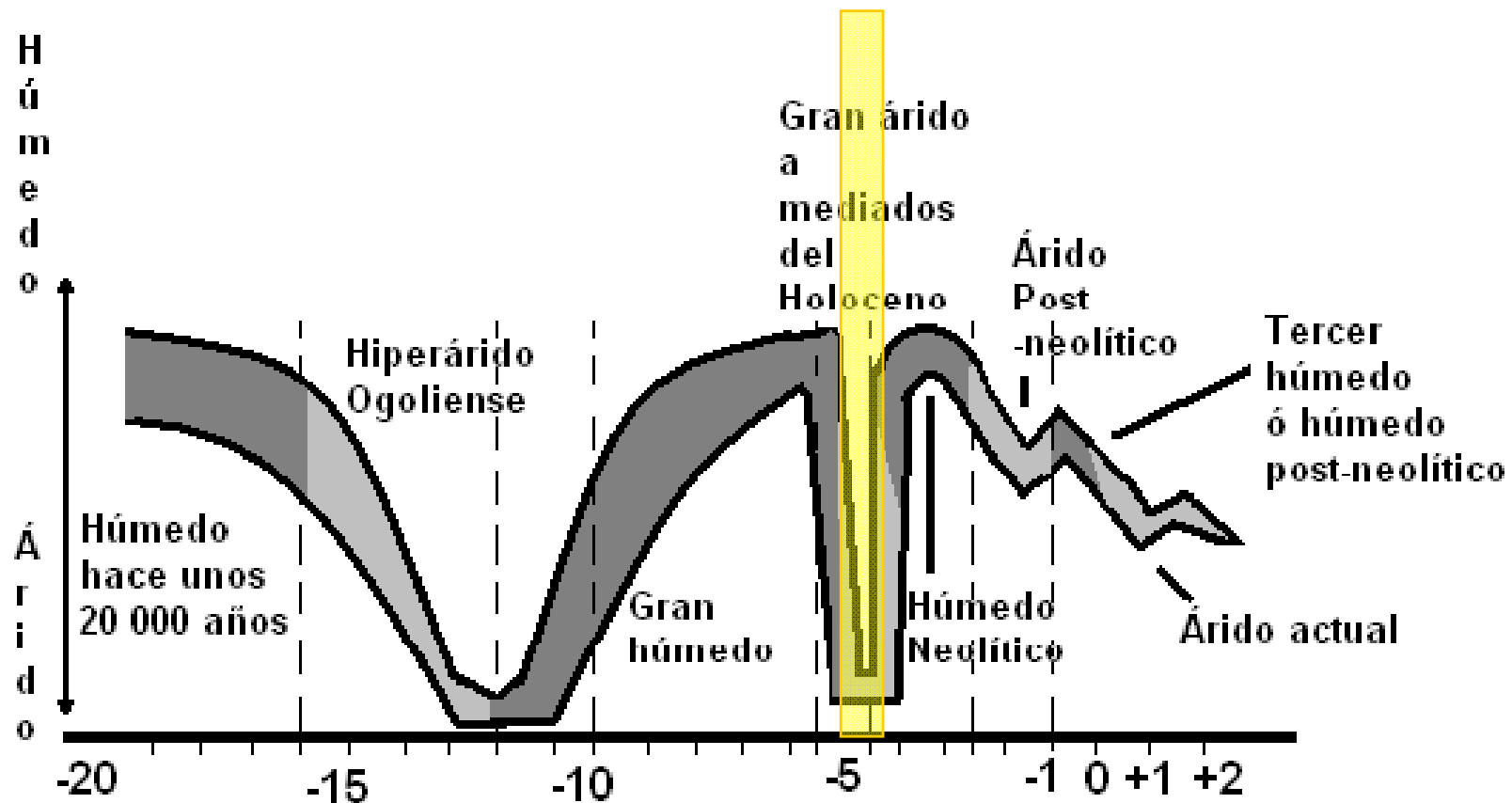
Calcos de grabados de fauna en Saguia-el-Hamra (Buhaliense)



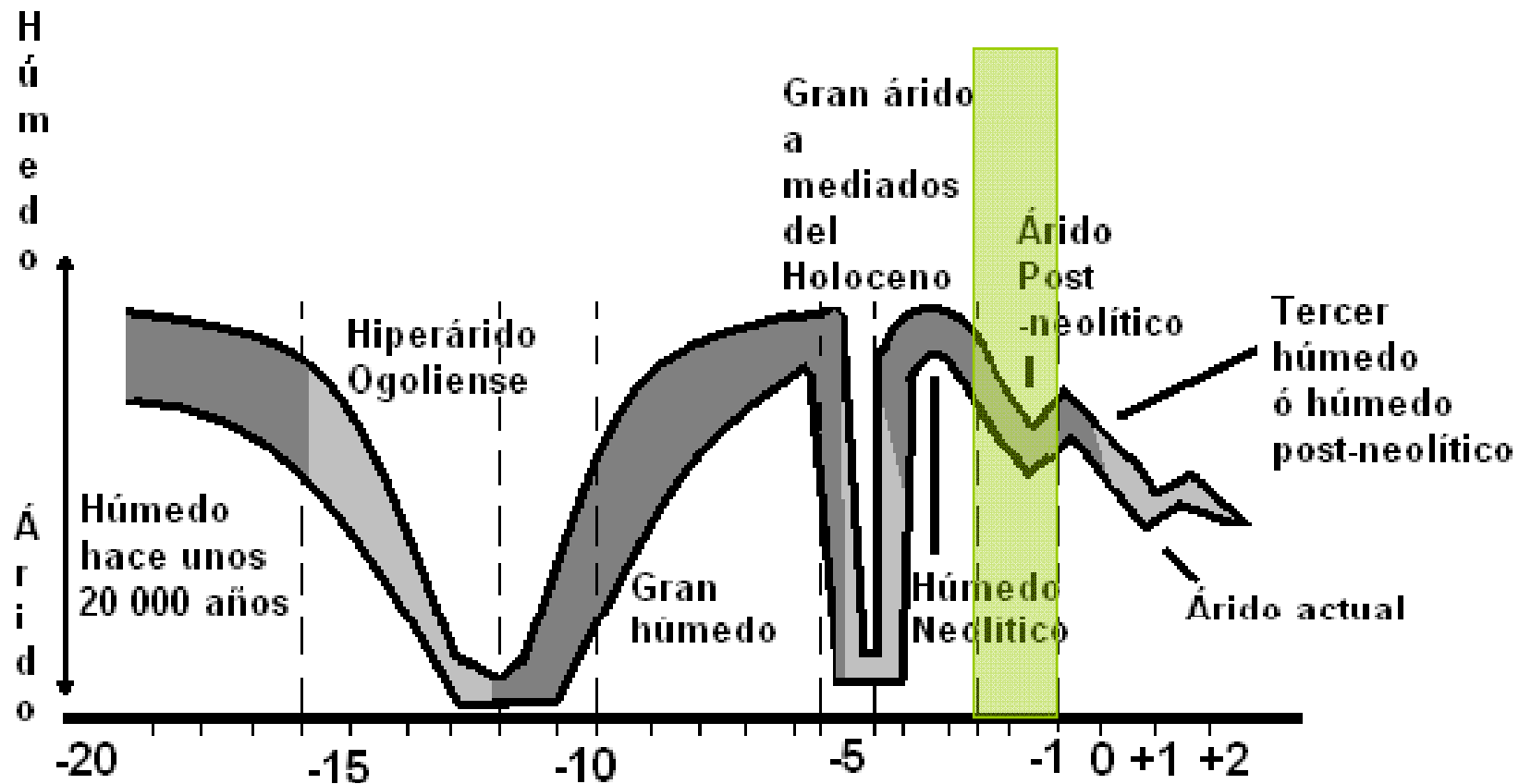




Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka



Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka



Pinturas del periodo Bovidiense

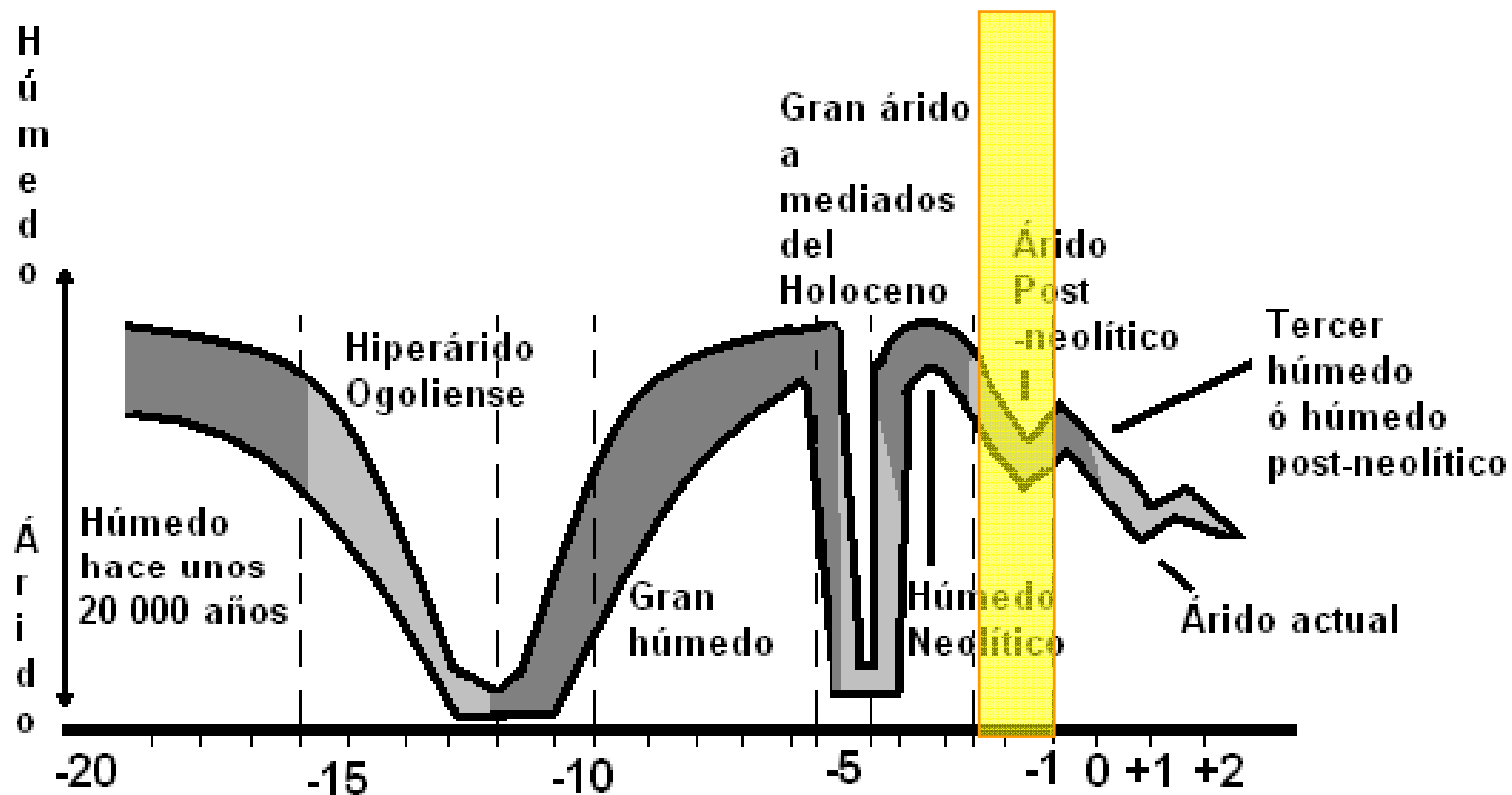




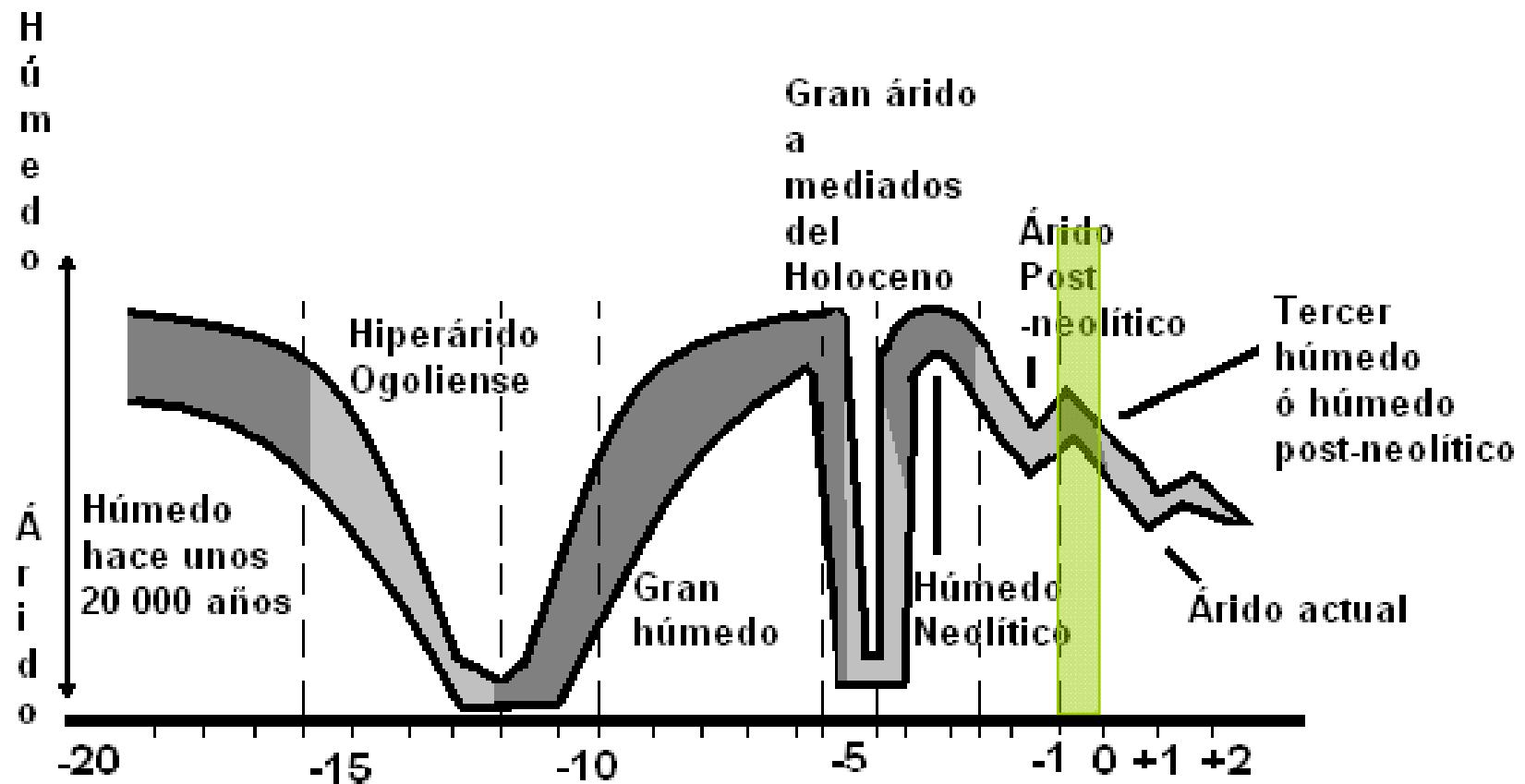
Pastores Peul



Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka



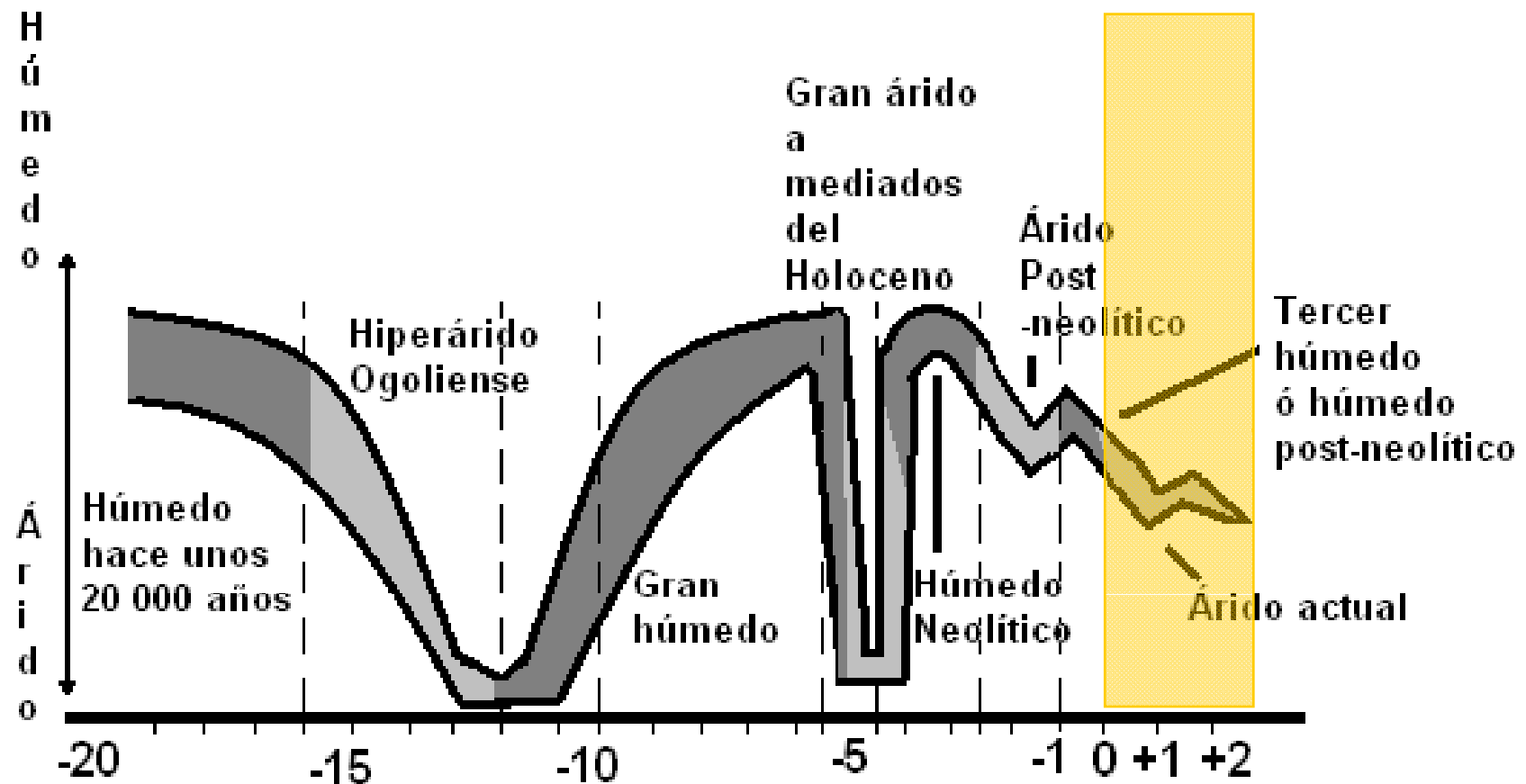
Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka



Representaciones de carros (Periodo Equidiense, I milenio a.C.)



Evolución paleoclimática del sur del Sáhara en los últimos 20 ka



Los últimos 2000 años

En torno a la Era el Sáhara está vacío.

La creciente aridez genera un abandono paulatino del Sáhara, demasiado seco para mantener los modos de vida que existían hasta esas fechas

En torno al cambio de Era se producen importantes transformaciones tecnológicas;

- a) la introducción del dromedario
- b) Introducción de la palmera datilera

El arte parietal se manifestó en el llamado estilo *Cameliense*.



Escritura tiffinagh y representación de avestruces (periodo Cameliense)



¿ Que ocurre hoy y que pasará en el futuro?



El Sáhara hoy

Crisis ambiental

La más importante ha sido, sin duda, la gran sequía que afectó al Sahel entre 1968 y 1986 que, además de generar un incremento de la frecuencia y magnitud de las tormentas de polvo, ocasionó un impresionante éxodo humano hacia las ciudades y el colapso de los modos de vida tradicionales

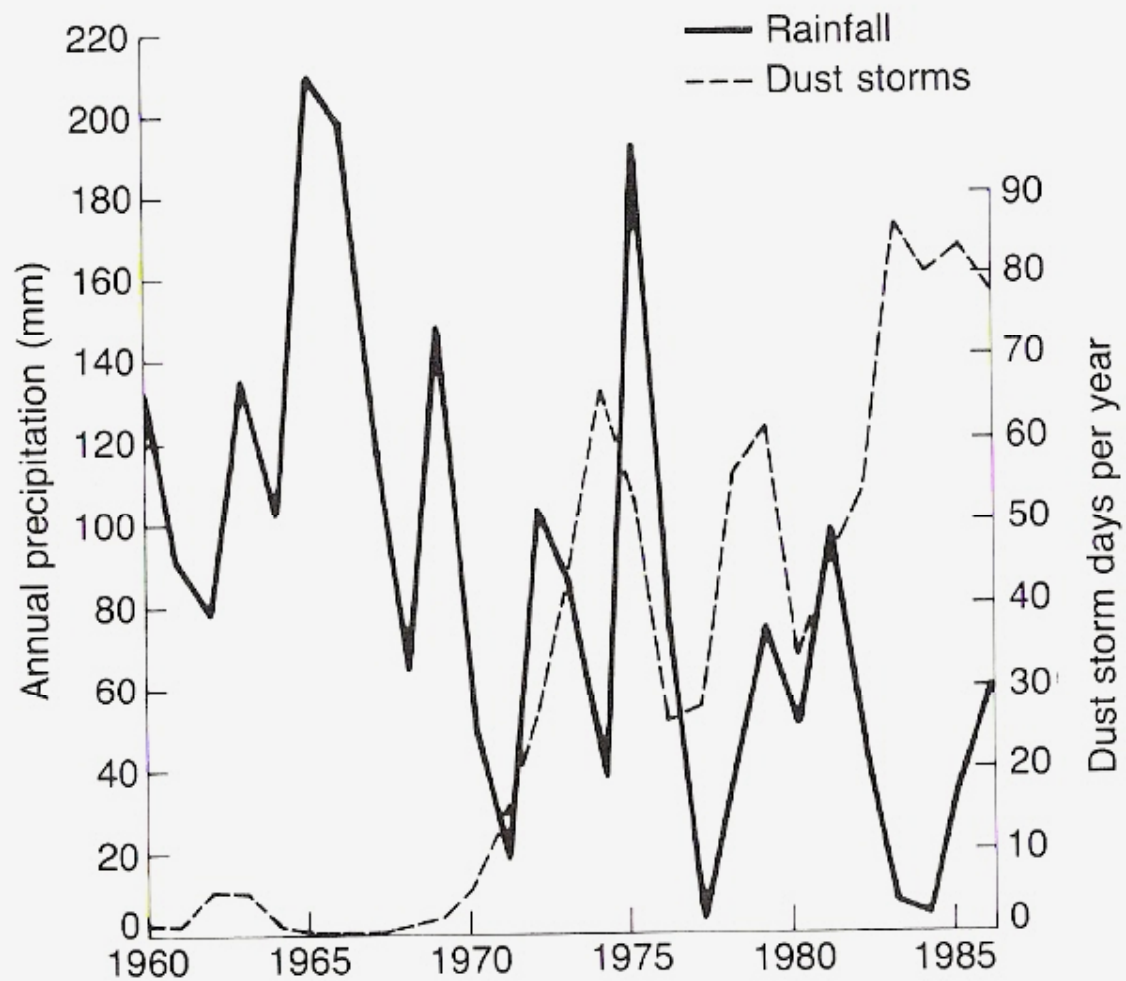
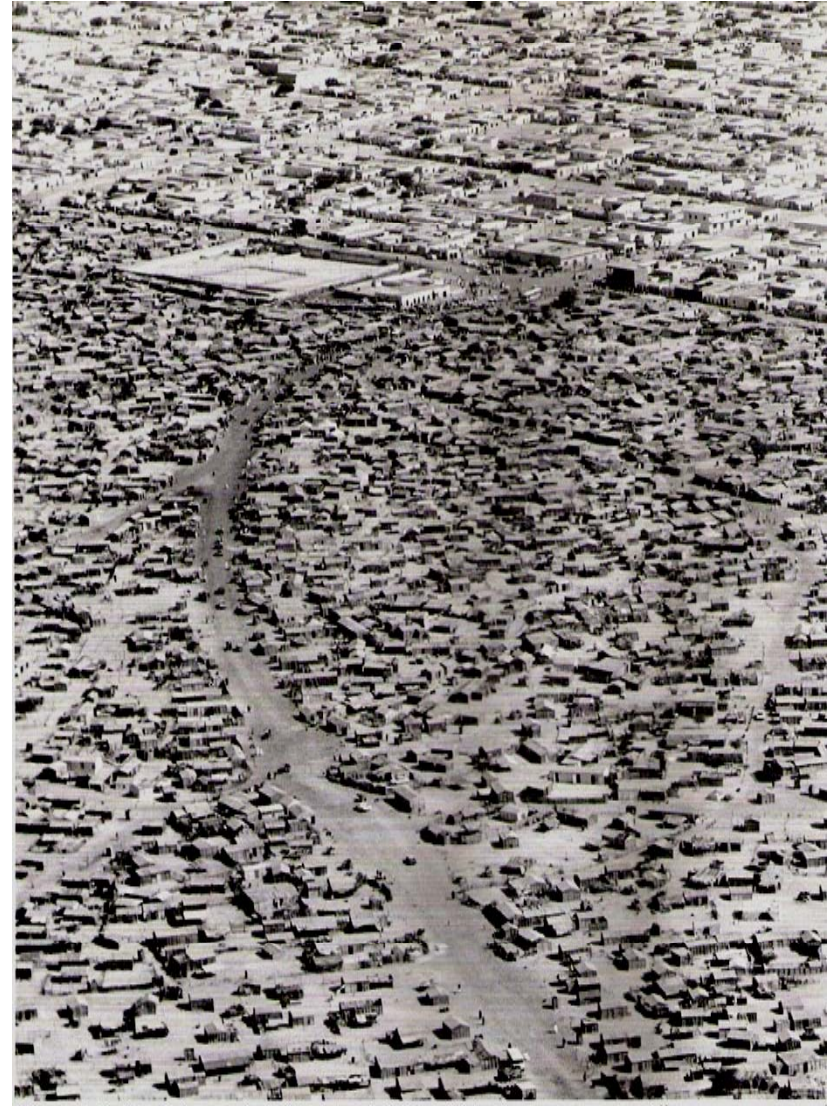
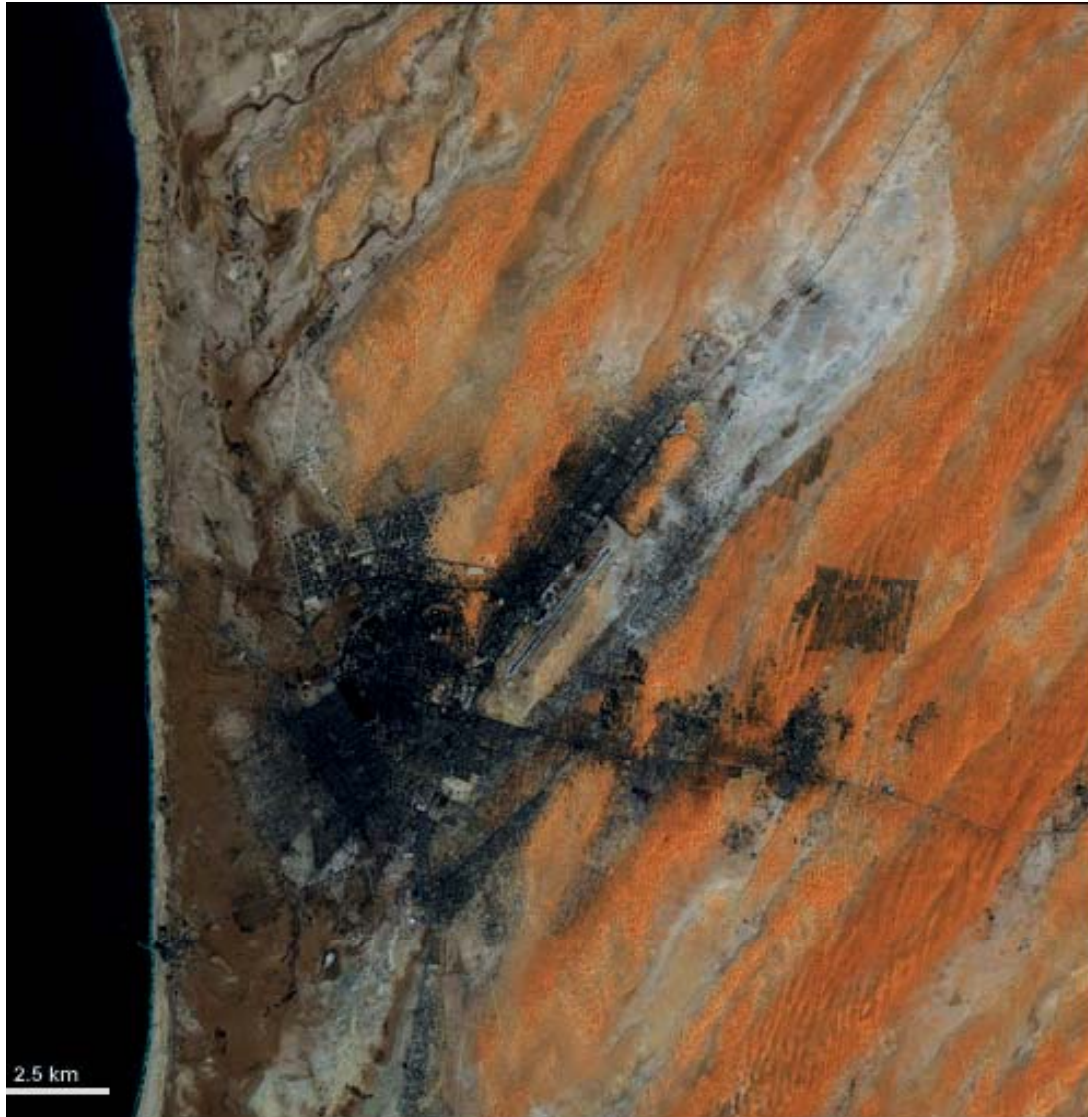
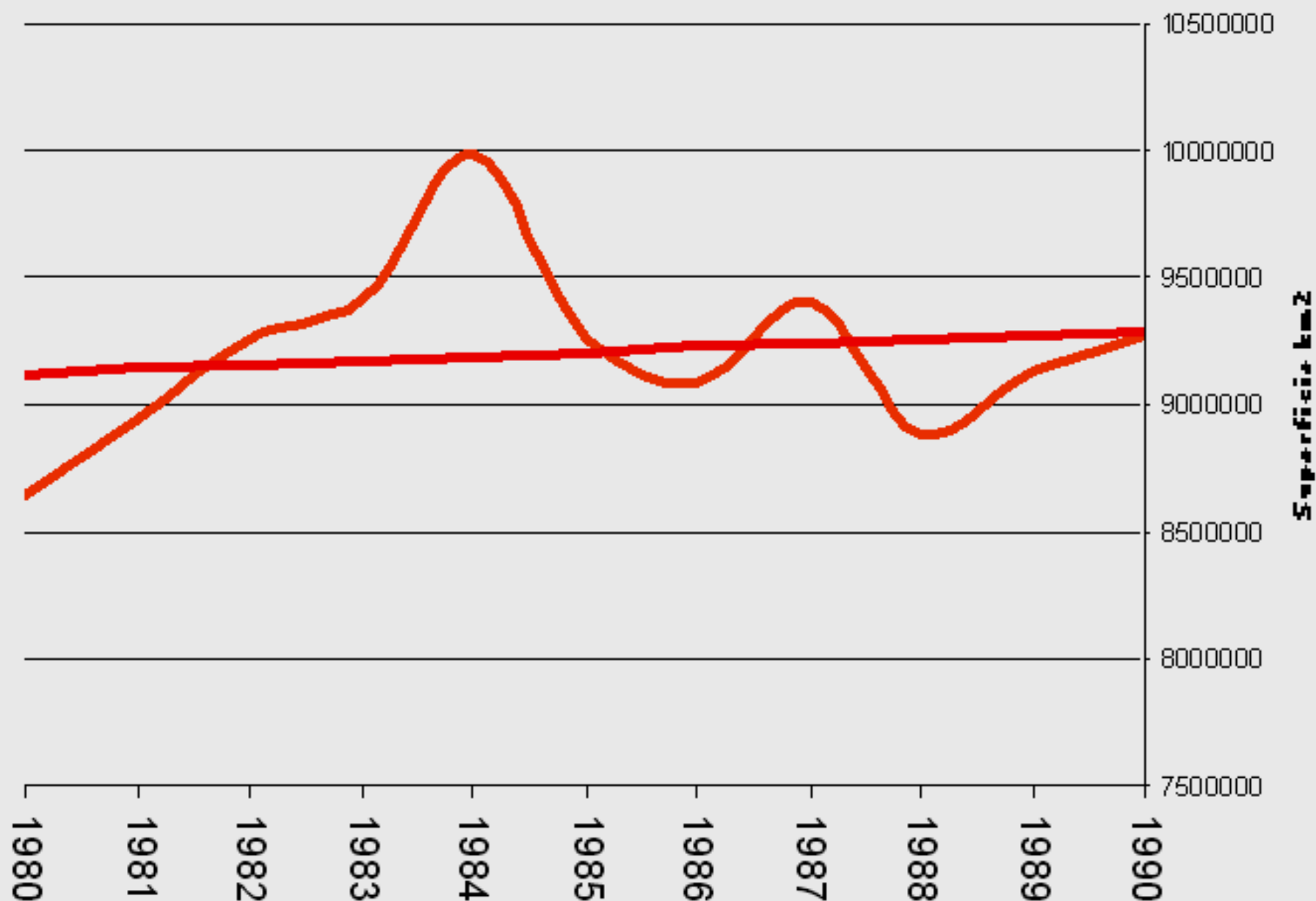


Figure 2.5 Annual variation in rainfall and dust storm days at Nouakchott, Mauritania

Nouakchott



Variación superficial del Sáhara 1980-1990



El cambio climático

Los modelos apuntan a una disminución del volumen total de las precipitaciones y un aumento de su irregularidad en la franja norte del Sáhara, , con las consiguientes pérdidas de cosechas, agostamiento de los pastos, sobrepastoreo y desprotección de las formaciones superficiales frente a los procesos geomorfológicos hídricos y eólicos.

Para la franja saheliana aún no hay una proyección clara, siendo probable que el aumento de la temperatura del océano Atlántico provoque un incremento del monzón (ITCZ), pero si tenemos en cuenta un ascenso estimado de las temperaturas medias anuales en 2º C para el 2050, con el consiguiente incremento de la ETP, puede ocurrir que se dé la paradoja de que a unas precipitaciones algo mayores le corresponda un aumento de la aridez.