

SCHIMBĂRILE CLIMATICE – realitatea zilelor noastre

Opțional clasa a XI-a

Prof. Gabriel Dascălu



- **Vremea** reprezintă starea elementelor meteorologice (temperaturi, precipitații, vânt) dintr-un anumit spațiu geografic mai restrâns, dintr-un interval scurt de timp (câteva ore sau zile). Vremea este prognozată/prezisă de către meteorologi care utilizează diferite instrumente și aparate (termometru, anemometru, barometru etc.).

- **Clima** reprezintă starea medie a elementelor meteorologice pentru o perioadă lungă și pentru spații geografice mari. De exemplu, clima României este caracterizată sub următoarea formă: 4 anotimpuri, ierni geroase, veri călduroase cu frecvente secete, temperaturi medii anuale de aprox. 11 grade C, vânturi de vest.



Stație meteorologică

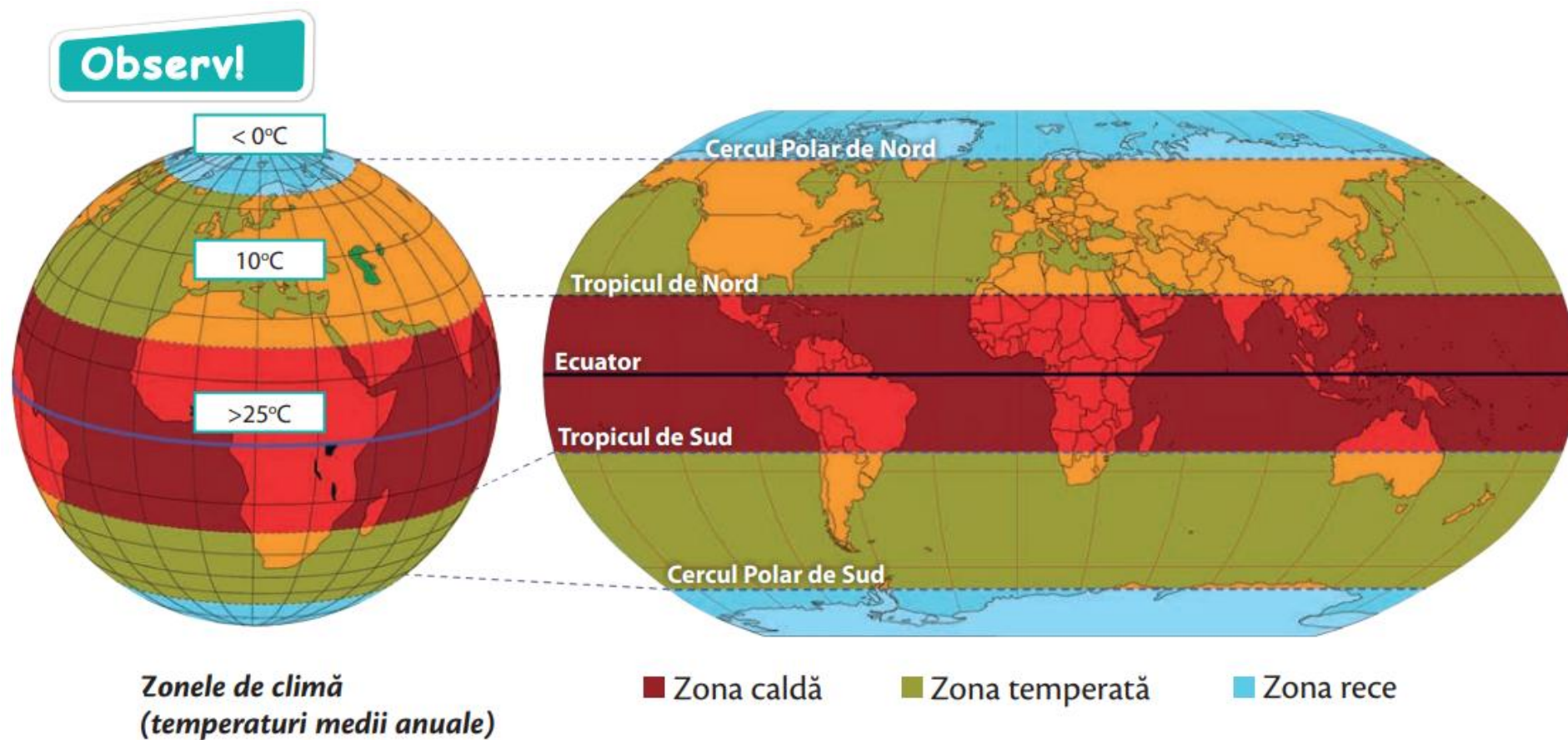


Anemometru

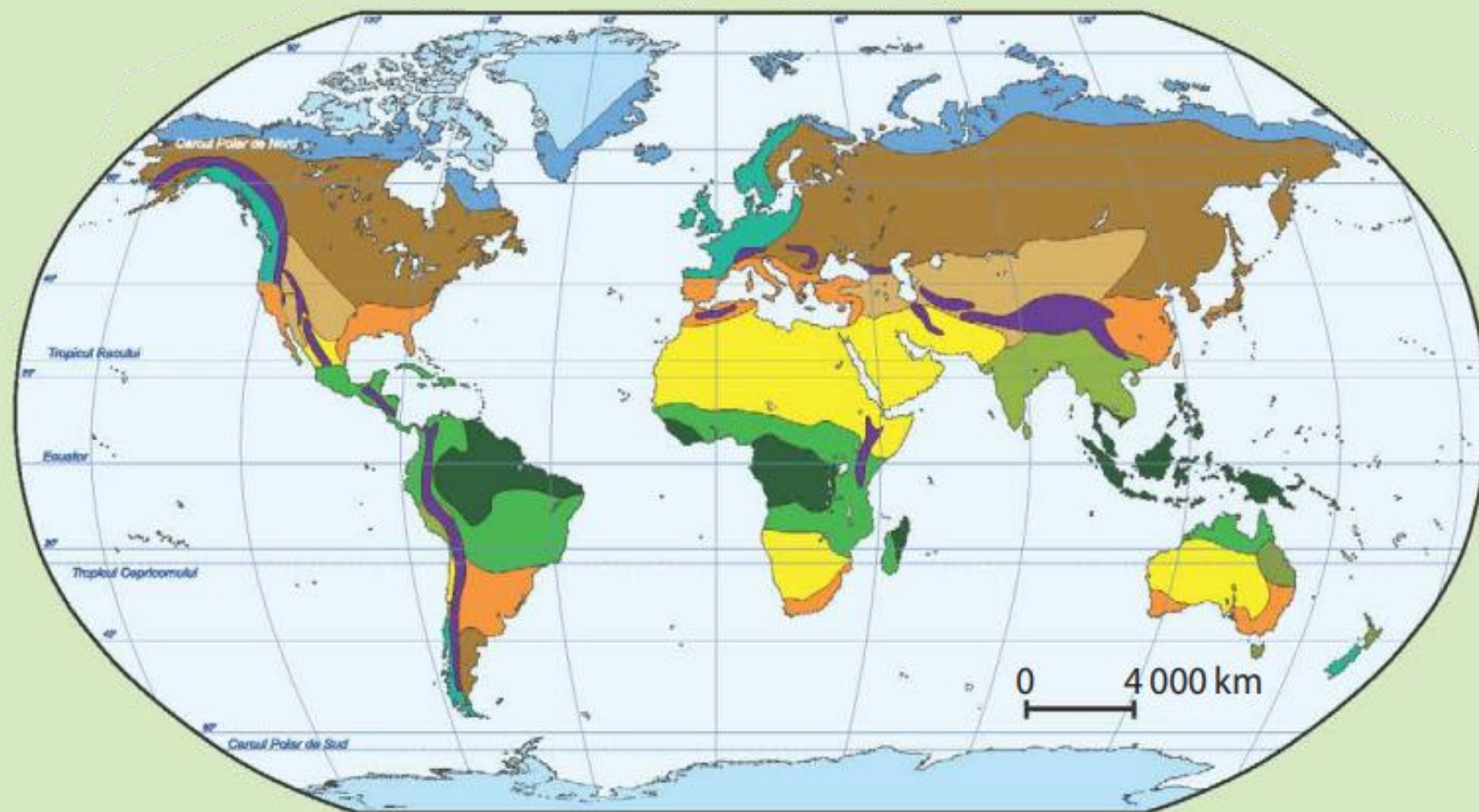


Barometru

- Datorită formei sferice, există 3 zone de climă, fiecare cuprinzând mai multe tipuri de climate.

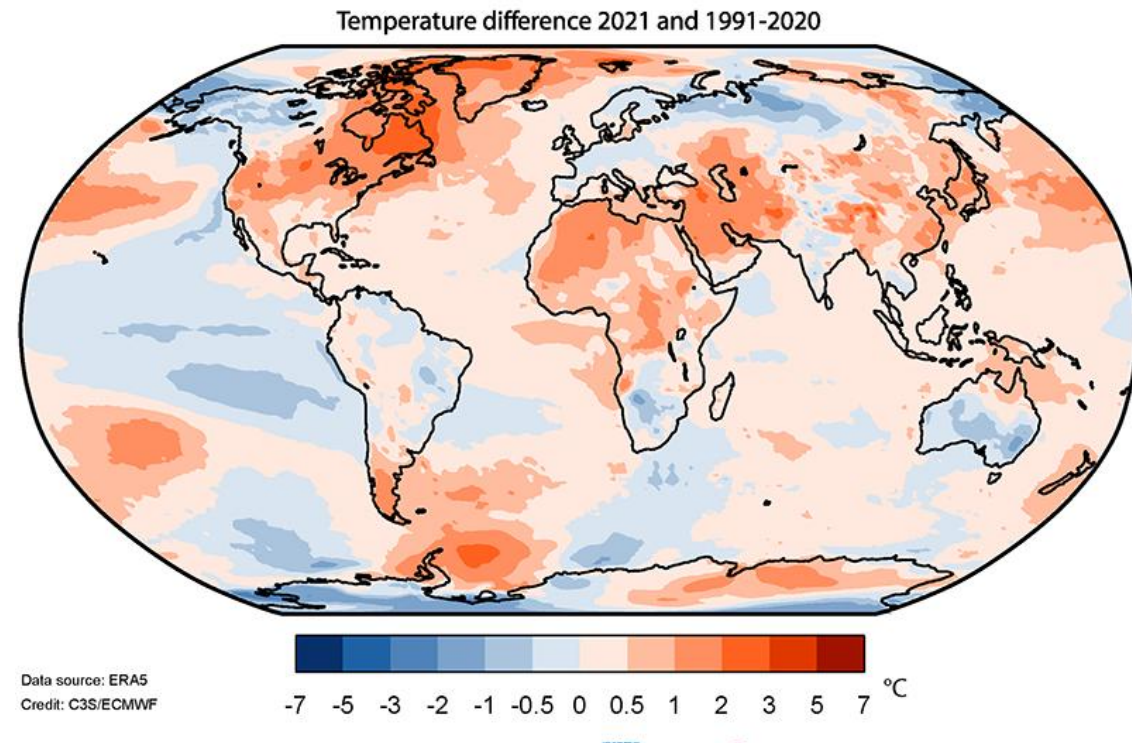


Harta tipurilor de climă

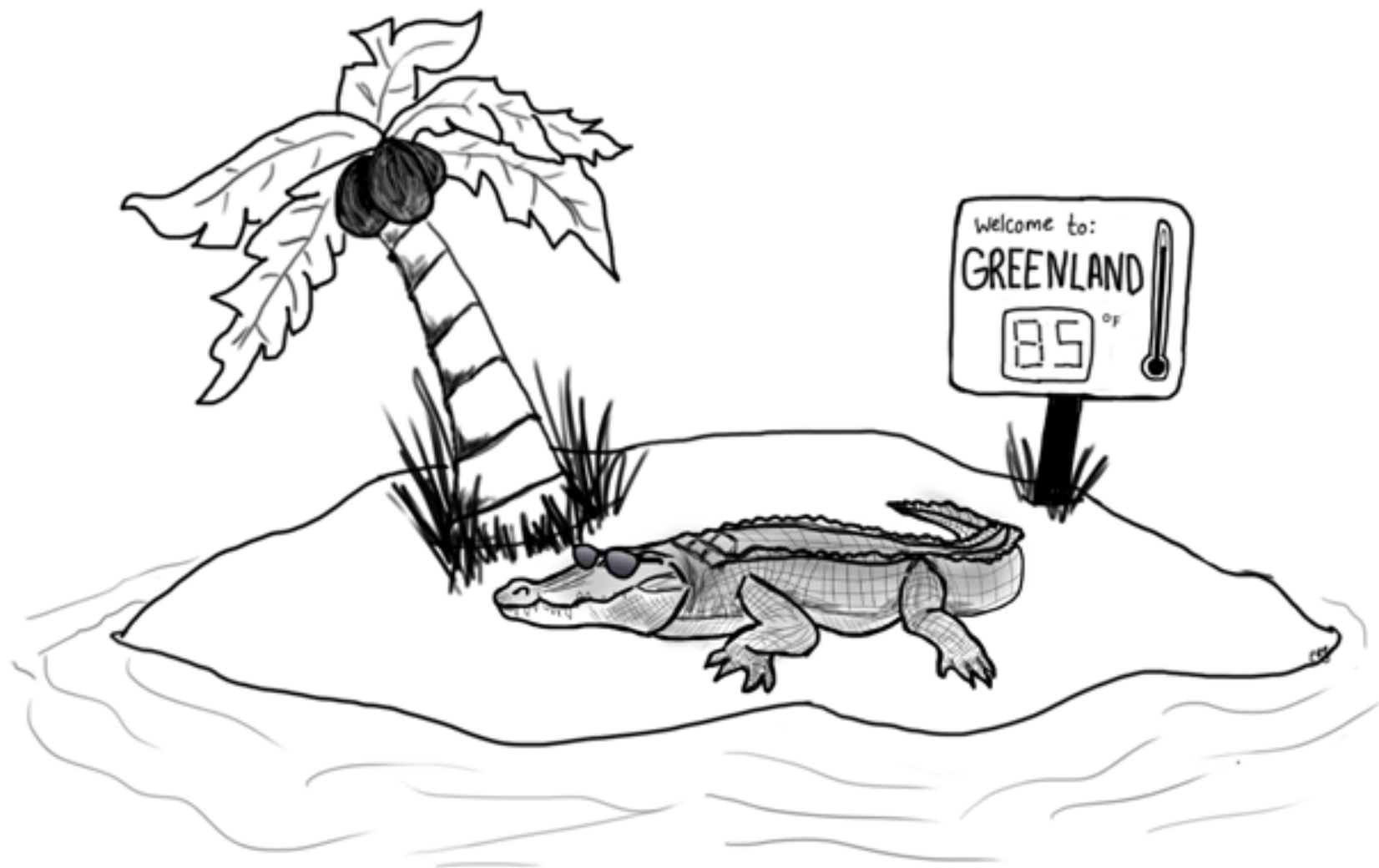


 Climă ecuatorială	 Climă tropicală uscată	 Climă temperat-continentală	 Climă polară
 Climă subecuatorială	 Climă subtropicală	 Climă temperat-continentală aridă	 Clima munților înalți
 Climă tropicală umedă (musonică)	 Climă temperat-oceanică	 Climă subpolară	

- De-a lungul milioaneilor de ani, clima a suferit modificări semnificative. De obicei, planeta oscilează între perioade reci (*glaciațiuni*) și perioade calde (*interglaciațiuni*). Ultima glaciațiune s-a terminat acum 10 000 de ani. *În prezent, clima este într-o rapidă modificare sub forma unei încălziri, iar principala cauză o constituie activitatea omului.*

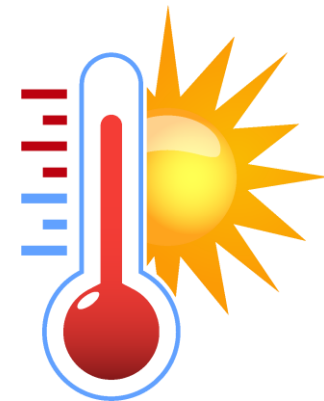
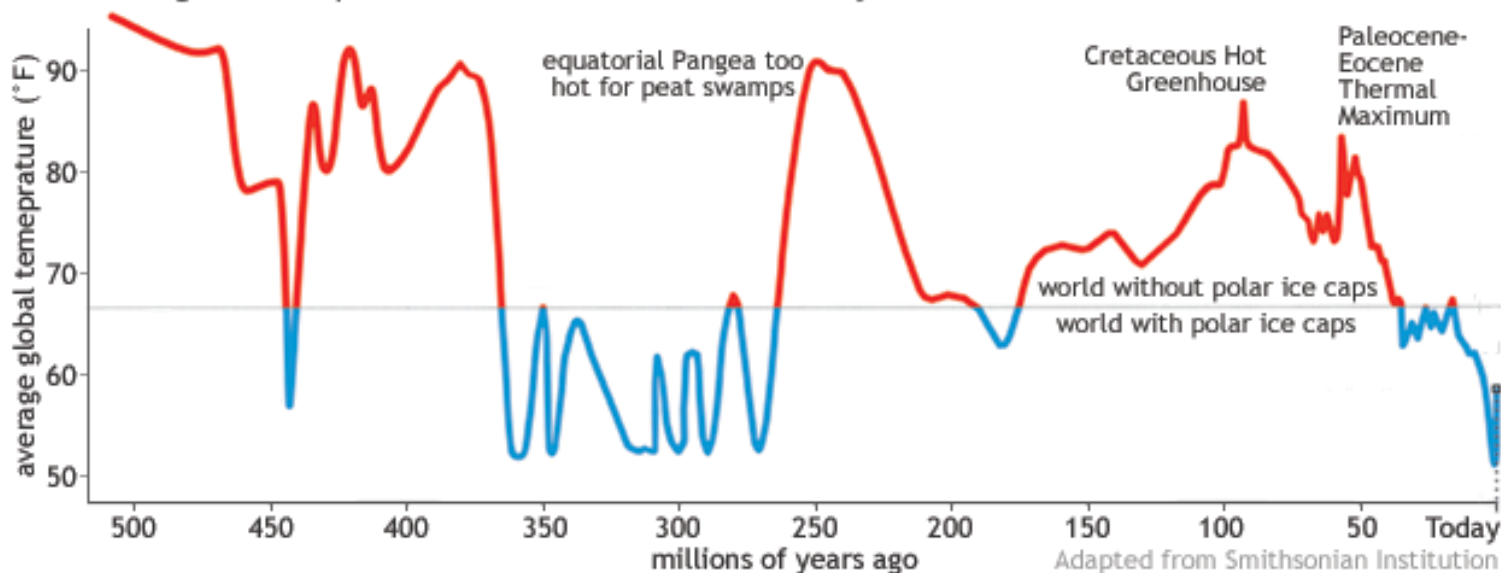


Efecte ale schimbărilor climatice (încălzirii globale)



56 million years ago

Estimated global temperature over the last 500 million years

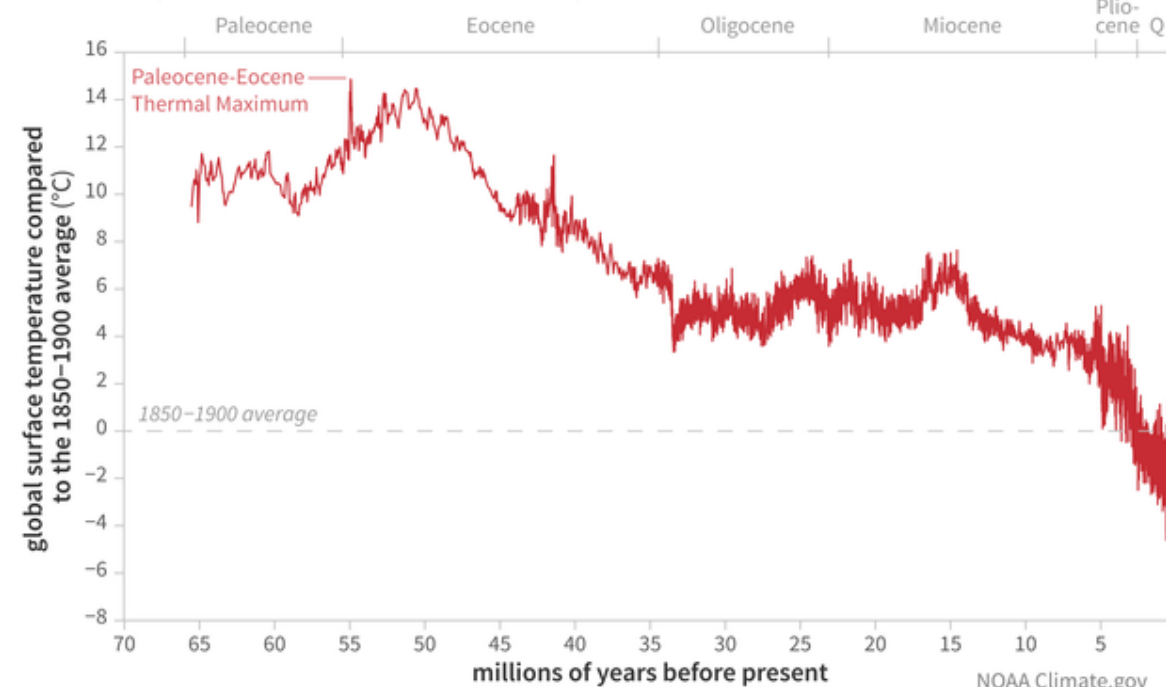


Evoluția temperaturilor medii globale în ultimele 65 milioane de ani

Evoluția temperaturilor medii globale în ultimele 500 milioane de ani

Schimbările climatice se referă la modificările pe termen lung ale tiparelor de temperatură și vreme la nivel global sau regional. Aceste schimbări pot include *creșterea temperaturii medii globale, modificări în precipitații, creșterea frecvenței și intensității evenimentelor meteorologice extreme* (cum ar fi furtuni, secete, inundații) și alte fenomene legate de sistemul climatic al Pământului.

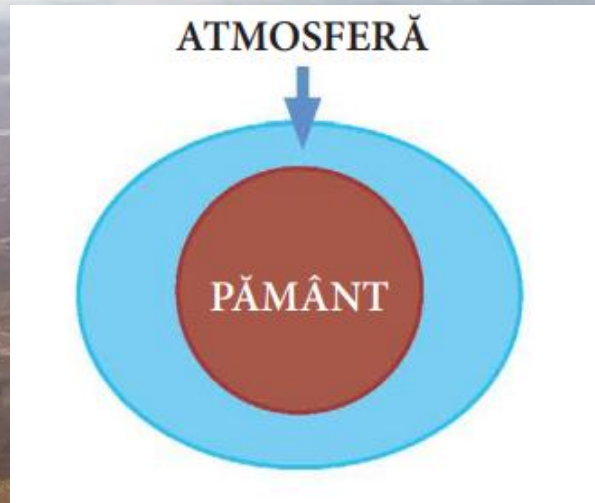
Global temperatures over the last 65 million years



Alcătuirea și structura atmosferei



- Atmosfera terestră este **învelișul gazos**, exterior Pământului, **format din diferite gaze**. Pe lângă gazele ce alcătuiesc aerul, mai există particule de praf, de apă (vapori, cristale de gheață etc.), microorganisme etc.

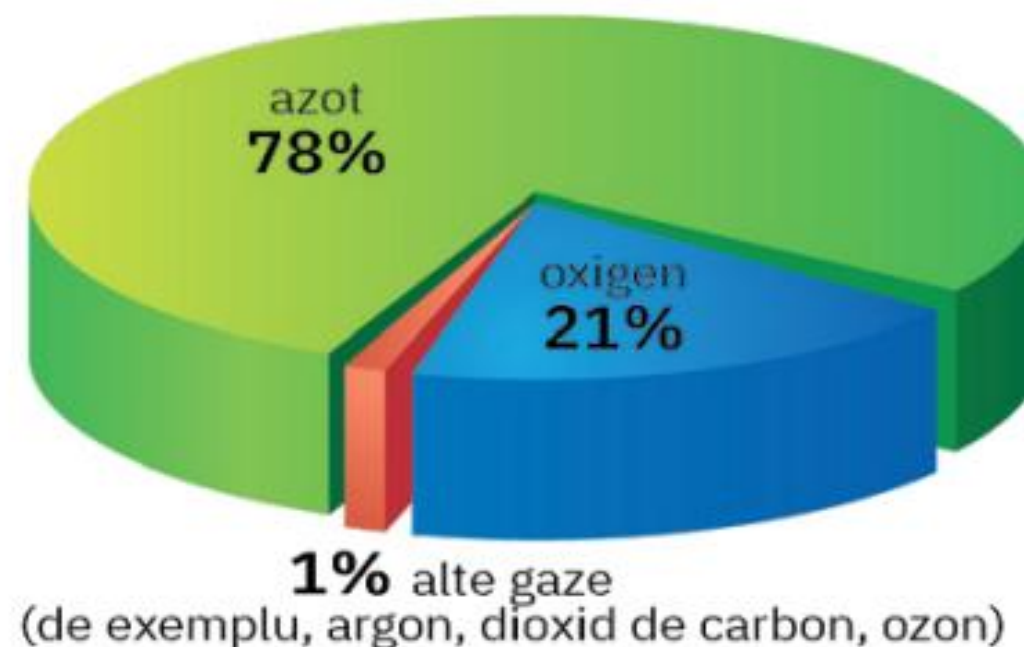


➤ **Principalele gaze** ce compun atmosfera sunt:

- **azotul: 78%** din atmosferă

- **oxigenul: 21%**, gaz fără de care viața animală nu ar fi posibilă

- alte gaze: 1%, printre care mai importante sunt **dioxidul de carbon** (CO_2) și **ozonul**. Creșterea cantității de dioxid de carbon în atmosferă este principala cauză a încălzirii globale.



Compoziția atmosferei

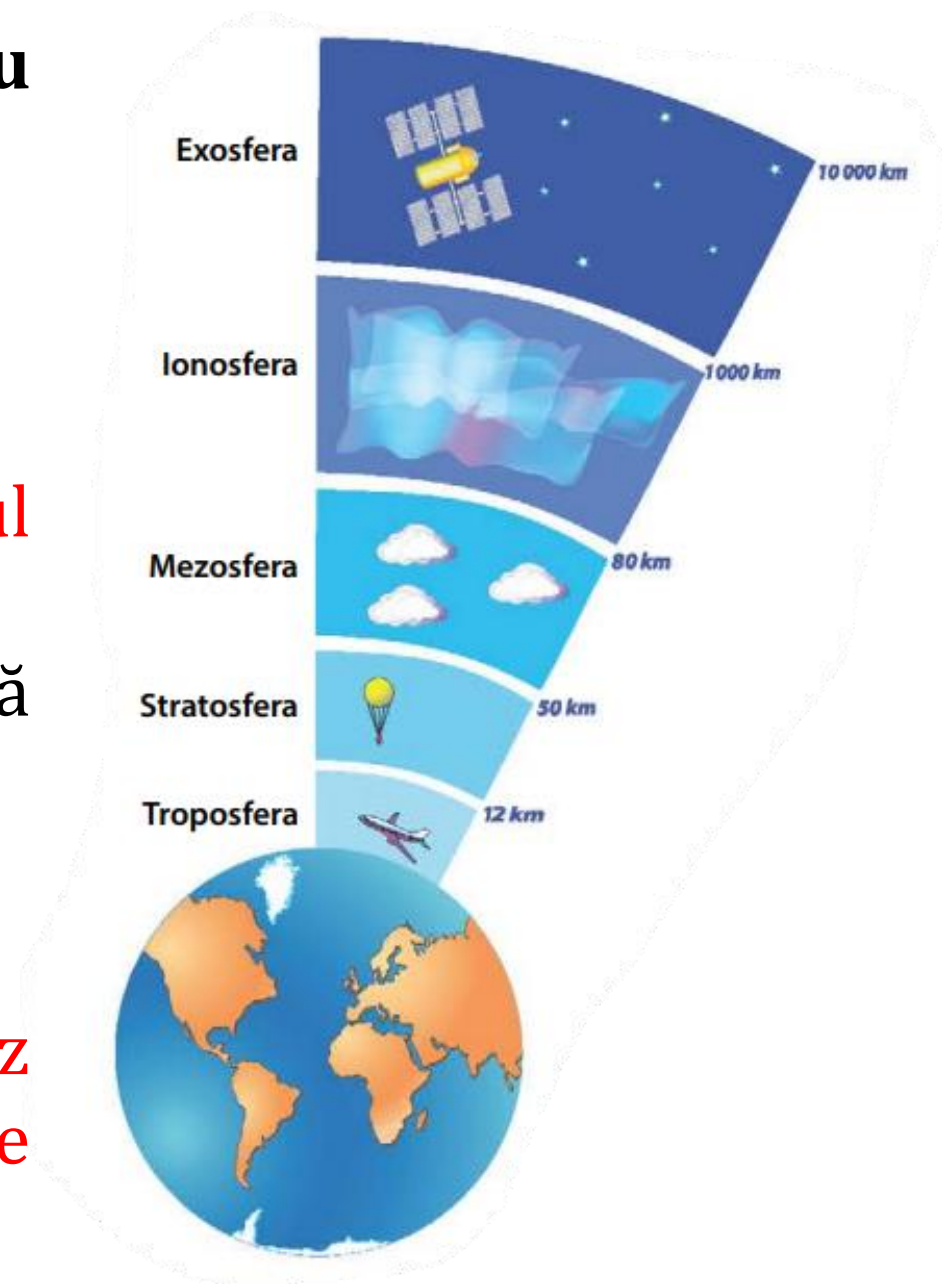
➤ Atmosfera are mai multe straturi, cu caracteristici diferite:

a) Troposfera:

- la contactul cu suprafața terestră;
- 0-15 km;
- aici se află aproape **tot oxigenul atmosferei**;
- aici se formează norii și zboară avioanele;

b) Stratosfera:

- 15-50 km înălțime
- aici se află **un strat subțire de ozon, gaz care filtrează razele ultraviolete nocive vieții**;
- baloane meteorologice;



c) Mezosfera:

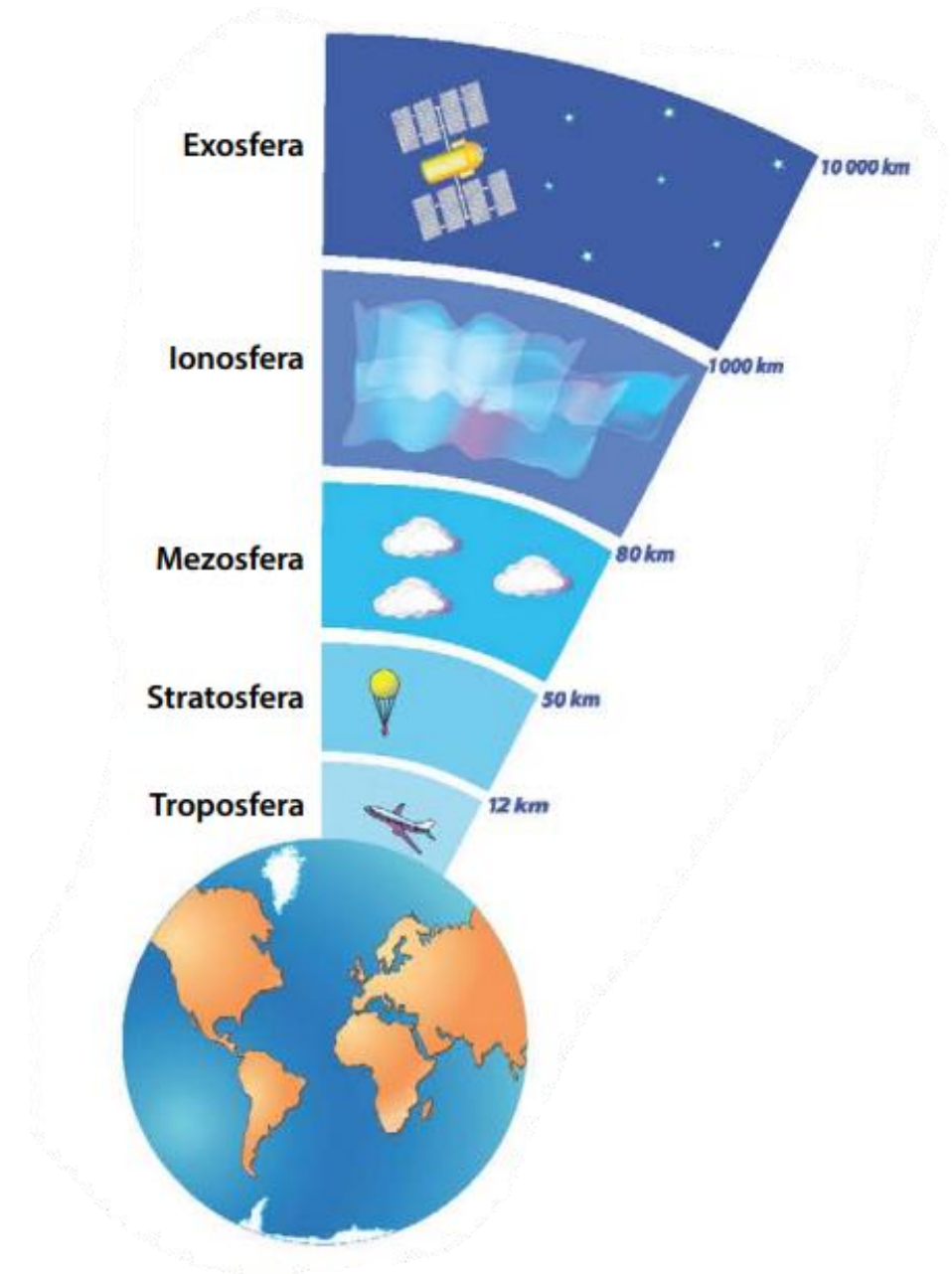
- 50-80 km înălțime;
- nori argintii, vizibili noaptea.

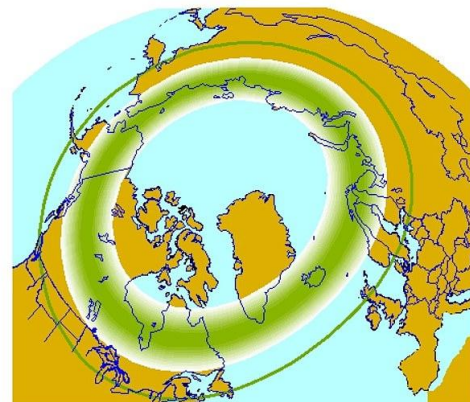
d) Ionosfera/Termosfera:

- 80-100 km înălțime;
- aici se formează aurorele boreale și australe;
- reflectă undele radio, permițând existența telecomunicațiilor.

e) Exosfera:

- >100 km înălțime;
- cel mai gros strat, foarte rarefiat;
- face trecerea spre spațiul interplanetar





***Aura boreală, fenomen
care este vizibil doar în
interiorul celor două
cercuri polare.***

*Norii argintii din
mezosferă*





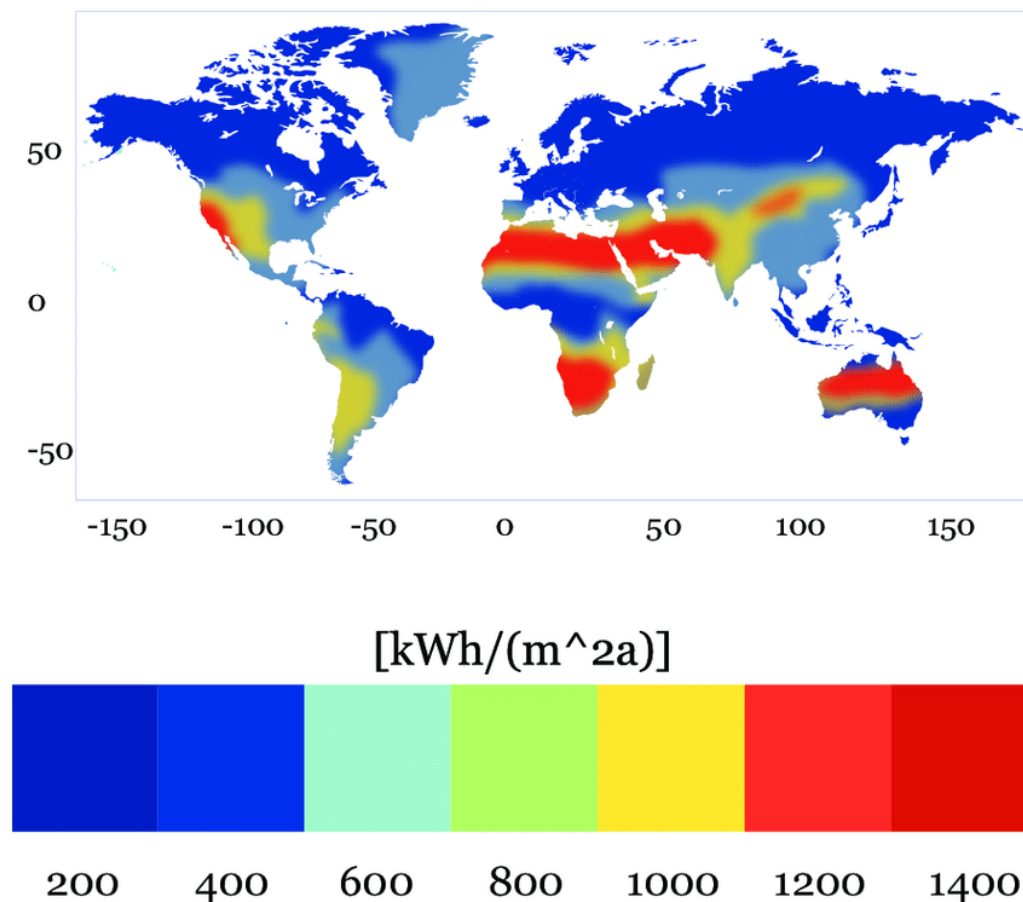
Baloanele meteorologice sunt trimise în stratosferă pentru a culege informații despre elementele meteorologice



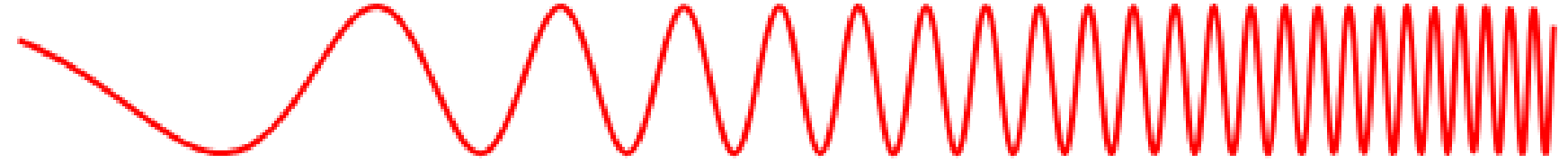
Radiația solară și bilanțul radiativ



- Radiațiile solare sunt transmise direct spre Pământ, cele analizate cu precădere de meteorologie fiind cele ultraviolete, infraroșii și vizibile.
- Cantitatea de energie solară primită de Pământ se numește constantă solară și este egală cu 1,98 cal/min/km² (se măsoară la exteriorul atmosferei).
- Pe drumul ei până la suprafața terestră, radiația solară suferă anumite modificări, astfel există mai multe tipuri de radiații:



Penetrates Earth's Atmosphere?



Radiation Type
Wavelength (m)

Radio
 10^3

Microwave
 10^{-2}

Infrared
 10^{-5}

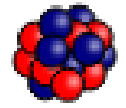
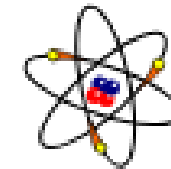
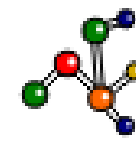
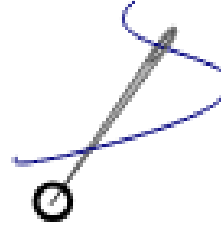
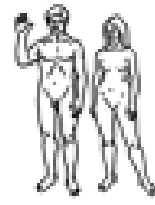
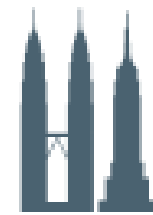
Visible
 0.5×10^{-6}

Ultraviolet
 10^{-8}

X-ray
 10^{-10}

Gamma ray
 10^{-12}

Approximate Scale
of Wavelength



Buildings

Humans

Butterflies

Needle Point

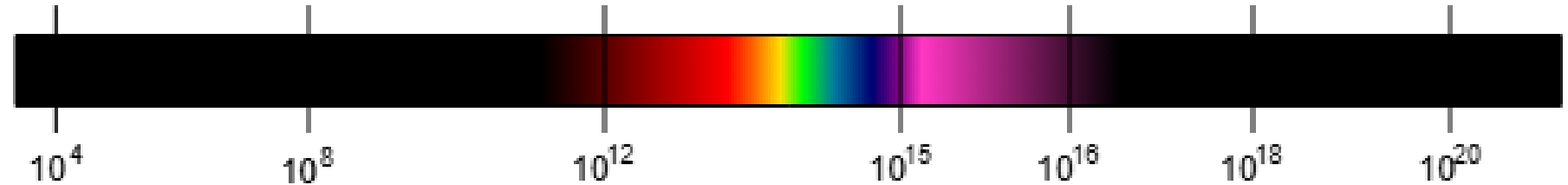
Protozoans

Molecules

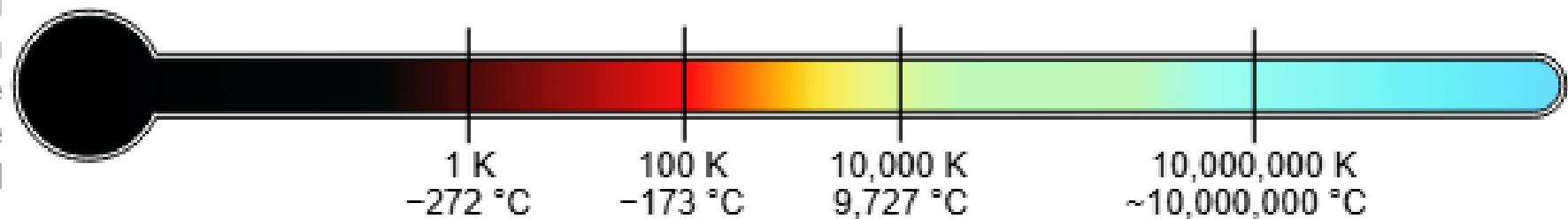
Atoms

Atomic Nuclei

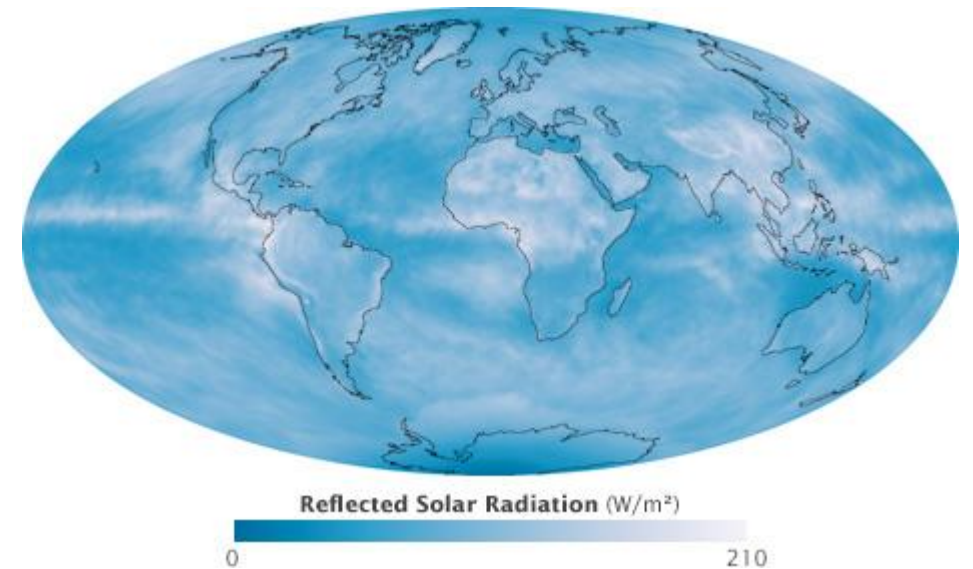
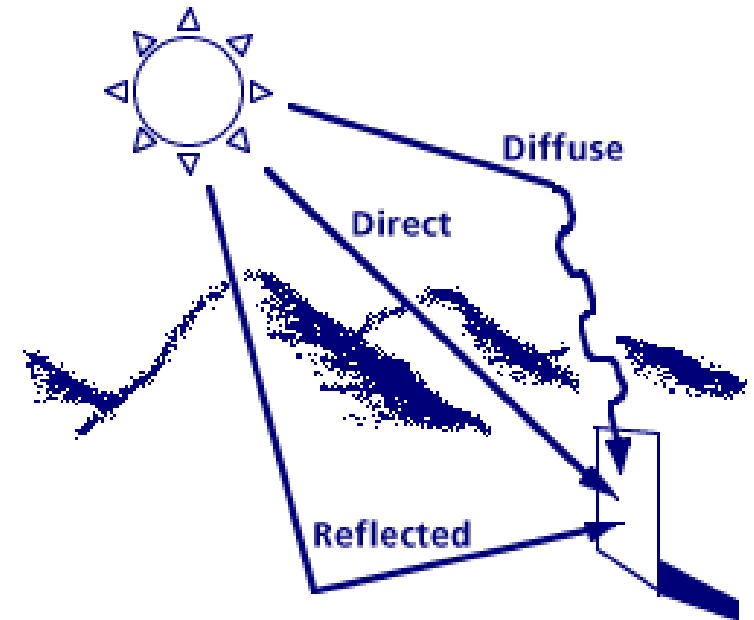
Frequency (Hz)



Temperature of
objects at which
this radiation is the
most intense
wavelength emitted



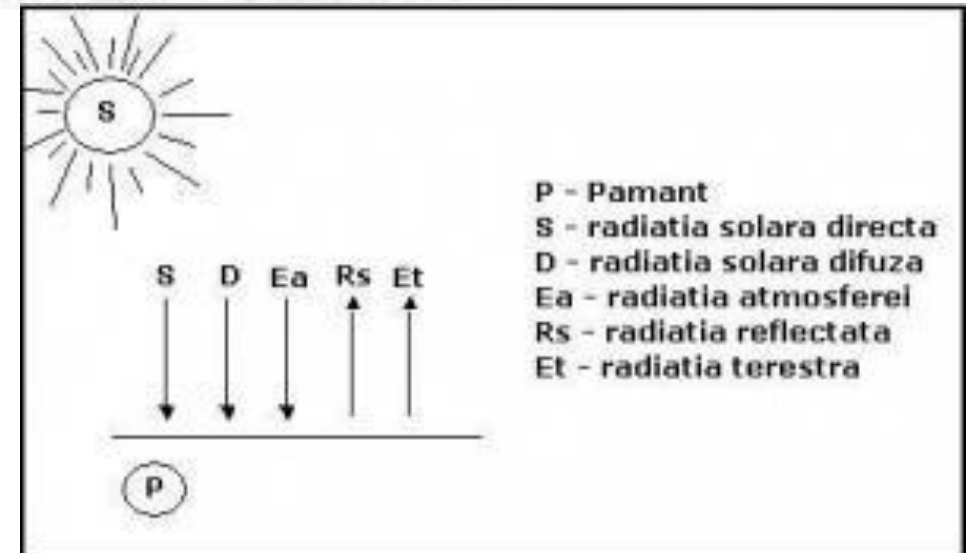
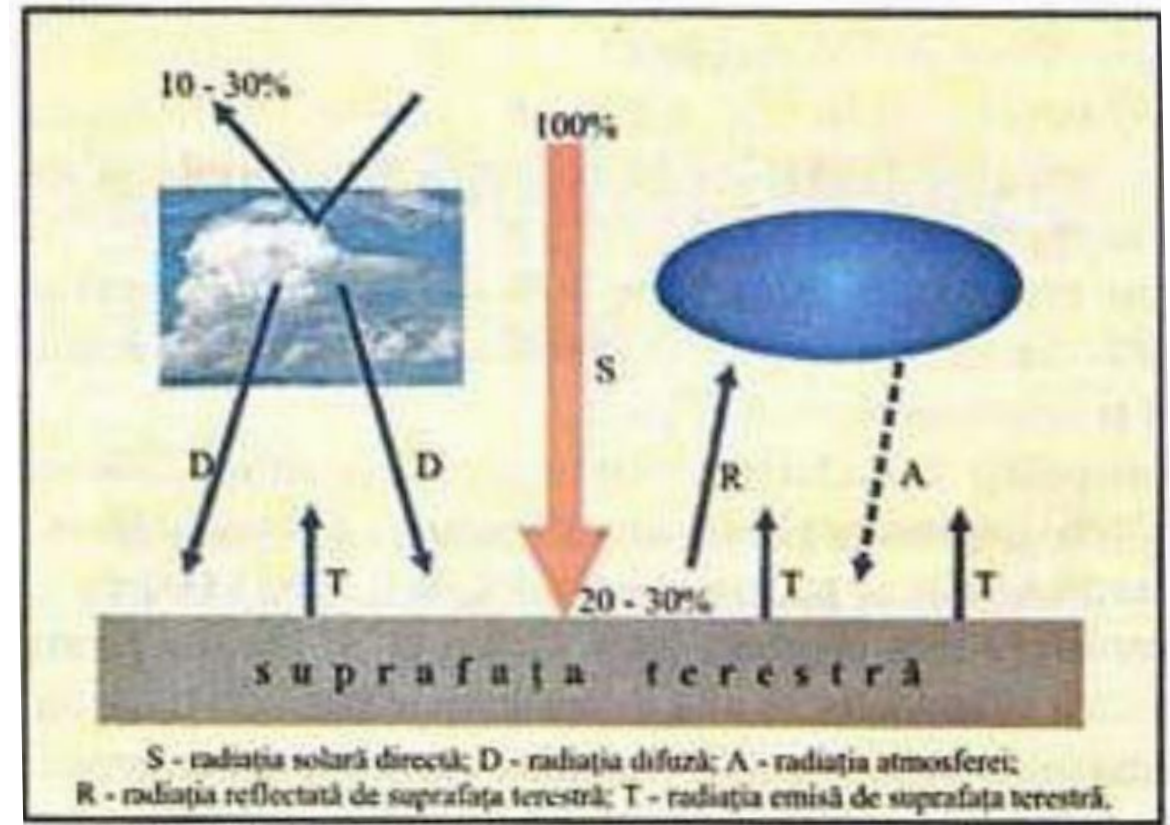
- **Radiația solară directă (S):** radiația care ajunge nemodificată la suprafața terestră (21-27% din total – depinde de unghiul de incidență a razelor solare).
- **Radiația difuză (D):** cea difuzată de moleculele gazelor din atmosferă și care ajunge la suprafața terestră.
- **Radiația reflectată (R):** cea respinsă de suprafața terestră. Aceasta diferă în funcție de **albedou** (*raportul dintre radiația reflectată și cea incidentă*). **Albedoul este mai mare cu cât culoarea suprafeței terestre este mai deschisă:** zăpada (70-90%), nisipul (50%), vegetația (10-30%), solul (10-20%) etc.
- **Radiația atmosferei (A):** cea emisă de atmosferă în urma încălzirii gazelor acesteia.
- **Radiația terestră (T):** cea emisă de suprafața terestră.



- **Bilanțul radiativ** = diferența dintre radiația primită de suprafața terestră și cea cedată de aceasta.

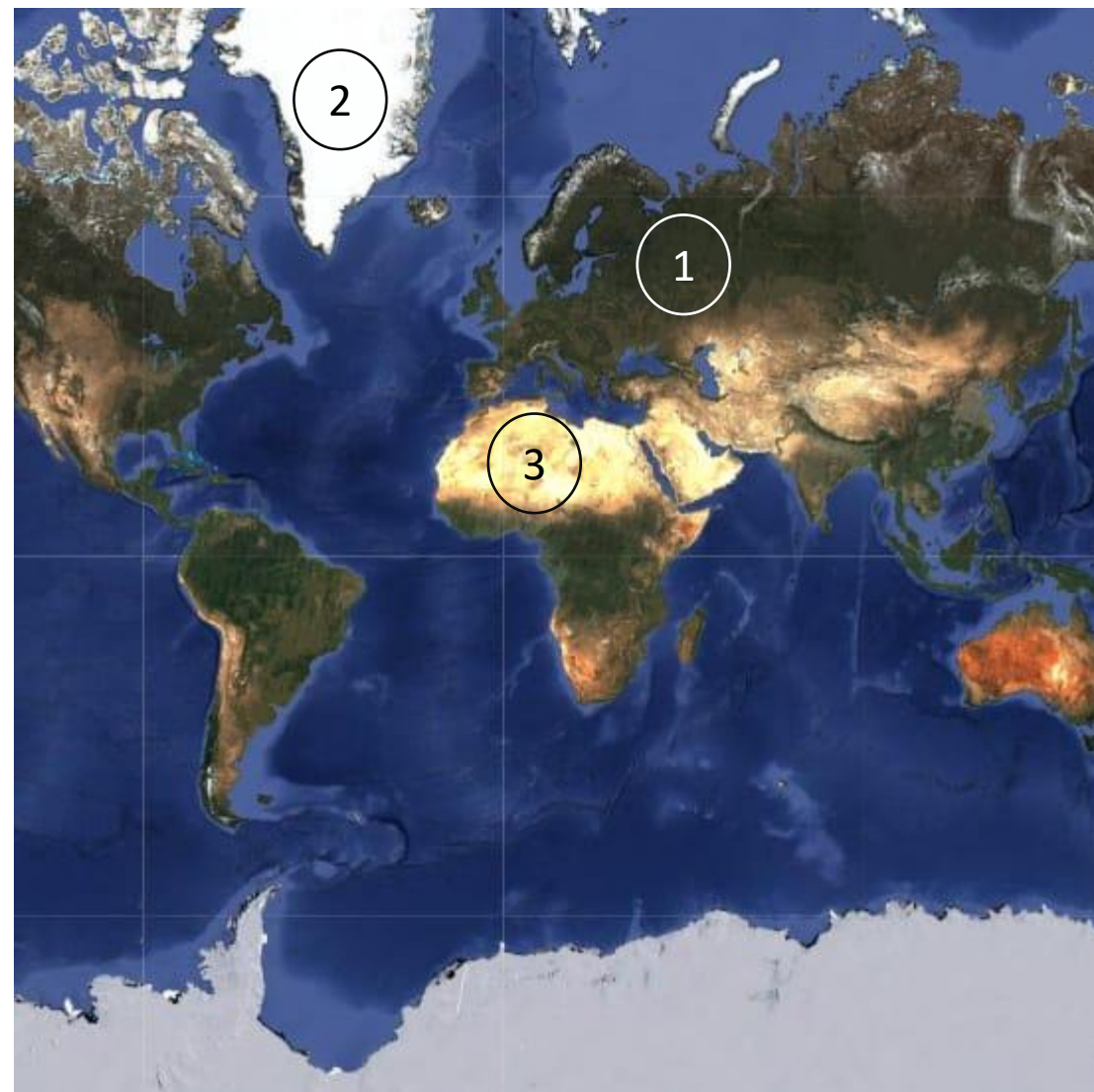
$$Q = (S+D+A) - (R+T)$$

- Acesta este influențat de latitudine, anotimp, momentul zilei, vreme sau albedou.
- Ziua este pozitiv, iar noaptea este negativ.



EXERCIȚII:

1. Ordonăți în ordinea valorilor albedoului suprafețelor marcate cu numere de la 1 la 3 de pe harta alăturată (de la cele mai mari valori la cele mai mici).
2. Explicați faptul că presiunea atmosferică scade odată cu creșterea altitudinii.
3. Într-un punct de pe suprafața terestră se înregistrează următoarele valori ale componentelor bilanțului radiativ: $D = 20 \text{ kcal/cm}^2$; $R = 80 \text{ kcal/cm}^2$, $T = 20 \text{ kcal/cm}^2$, $S = 200 \text{ kcal/cm}^2$ și $A = 10 \text{ kcal/cm}^2$. Calculați bilanțul radiativ al punctului respectiv. Menționați zona de climă căreia îi este specifică valoarea obținută.

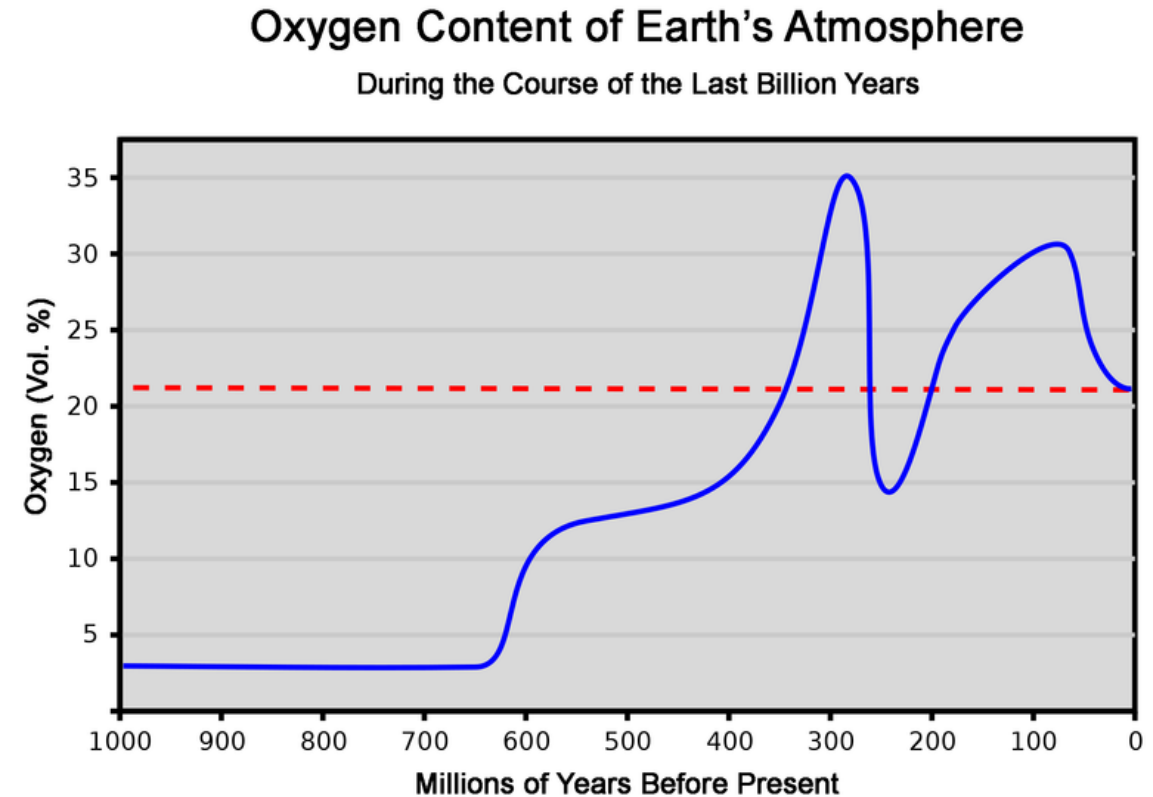


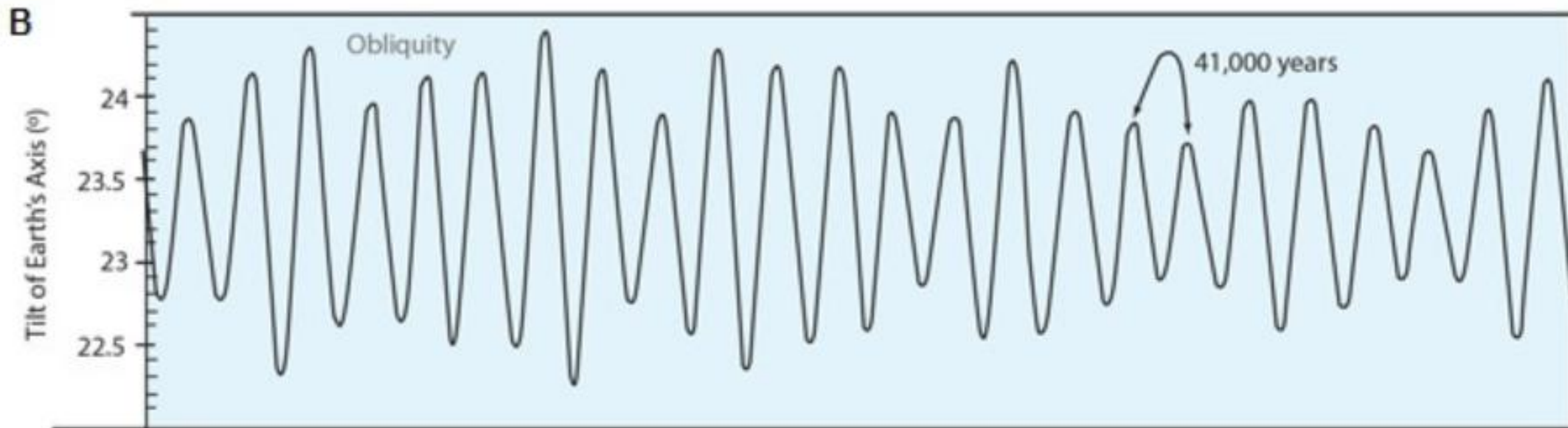
Cauzele schimbărilor climatice



| Trecutul îndepărtat al Terrei

- Schimbările climatice au avut loc de-a lungul istoriei Pământului, fiind cauzate inițial de factori naturali precum variațiile orbitale, activitatea solară, erupțiile vulcanice și modificările compoziției atmosferice. Aceste procese naturale au determinat alternanța perioadelor glaciare și interglaciare, influențând clima globală pe termen lung.

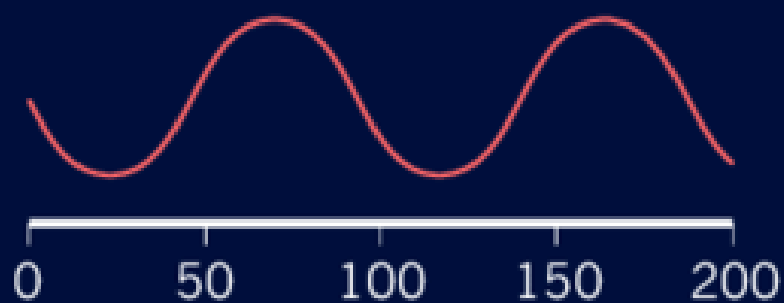
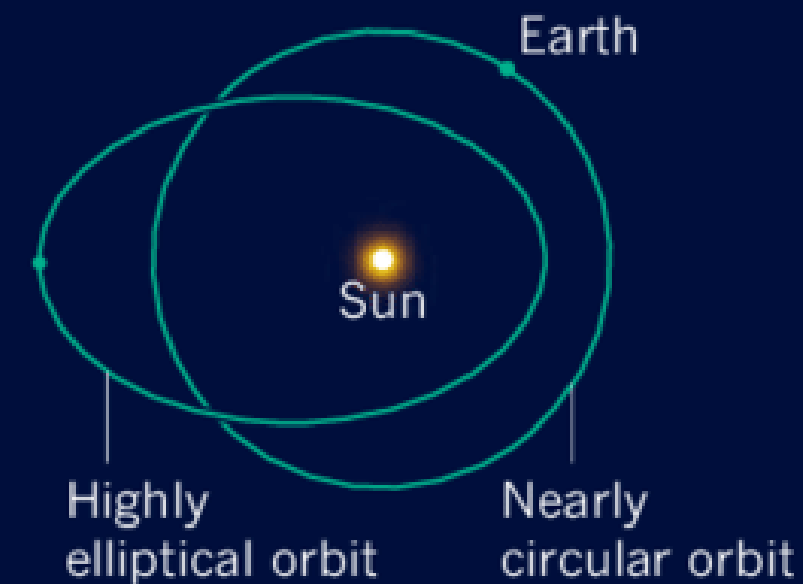




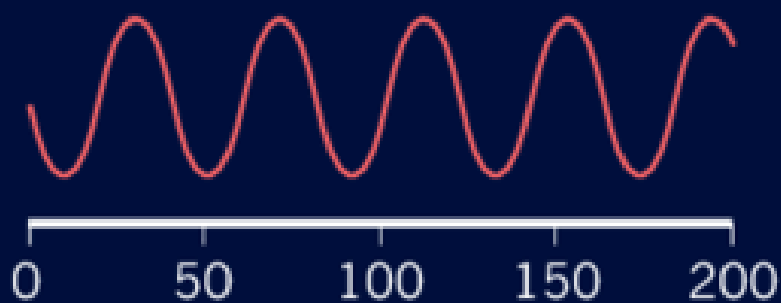
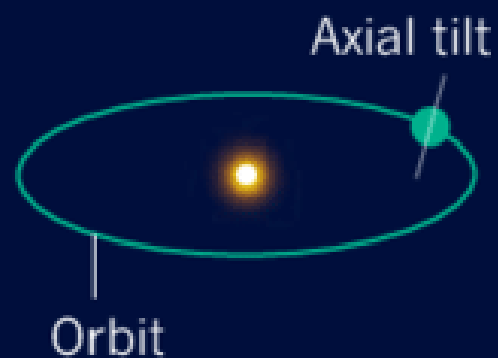
Ciclul Milankovitch – oscilația înclinării axei terestre

- Unghiul de înclinare a axei terestre raportat la perpendiculara pe orbita planetei în jurul Soarelui variază între 22,1 și 24,5 grade. În prezent, aceasta este înclinată la 23,5 grade. Un ciclu durează aprox. 41 000 de ani.
- Când valorile unghiului sunt reduse, au loc glaciațiuni.

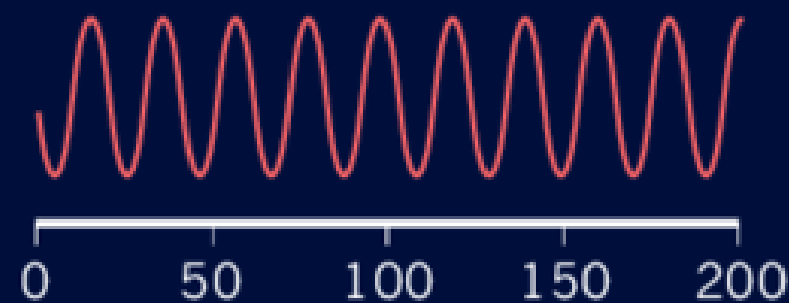
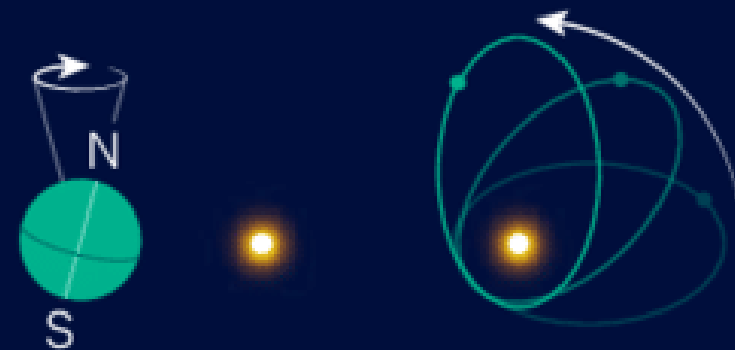
a Eccentricity



b Obliquity

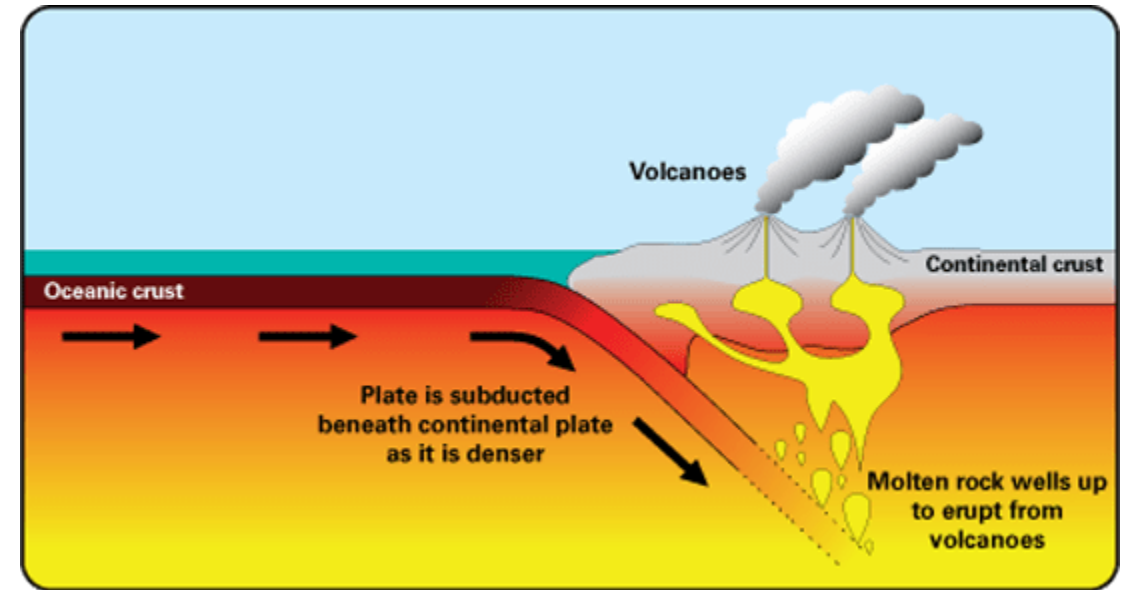


c Precession

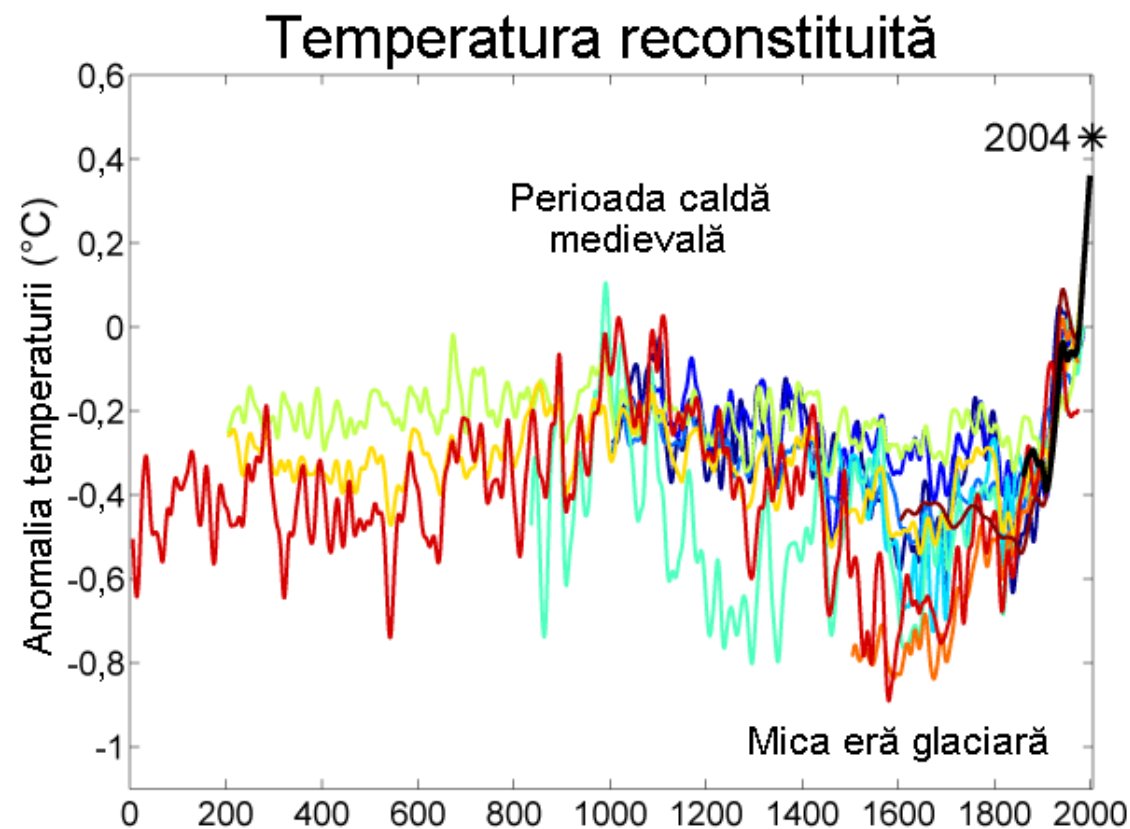


Thousands of years

Cum credeți că este influențată clima globală de activitatea vulcanică?



- Erupțiile mari injectează cantități semnificative de gaze cu sulf în stratosferă, unde acestea se transformă în aerosoli de sulfat ce reflectă radiația solară, determinând răcirea suprafeței Pământului. Acest efect de răcire poate dura de la câteva luni până la un deceniu, în funcție de magnitudinea erupției și de cantitatea de aerosoli eliberați.
- Aerosolii vulcanici pot favoriza reacții chimice ce distrug ozonul stratosferic, influențând absorbția radiației ultraviolete.
- Serii de erupții au contribuit la perioade reci prelungite, precum **Mica Epocă Glaciară**.



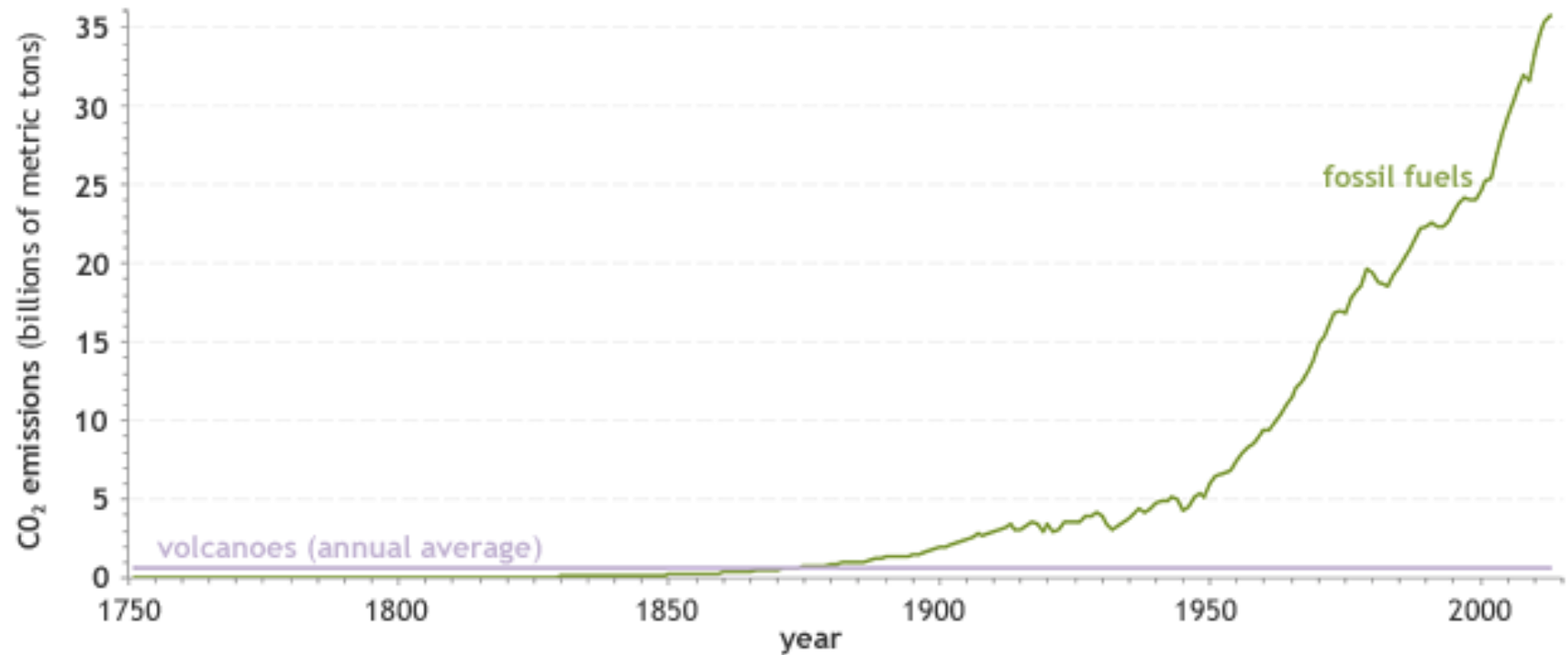
| Cauzele din prezent

- În prezent, schimbările climatice sunt accelerate semnificativ de activitățile umane. Principala cauză actuală este **creșterea concentrației gazelor cu efect de seră (dioxid de carbon, metan, oxid de azot) rezultate din arderea combustibililor fosili, defrișări și agricultură intensivă.** Aceste emisii **determină încălzirea globală, modificarea regimului precipitațiilor, topirea ghețarilor și creșterea nivelului mării.**
- Rolul omului este esențial în actuala criză climatică, deoarece activitățile industriale, transportul și consumul excesiv de resurse naturale au depășit capacitatea naturală a Pământului de a absorbi aceste gaze.



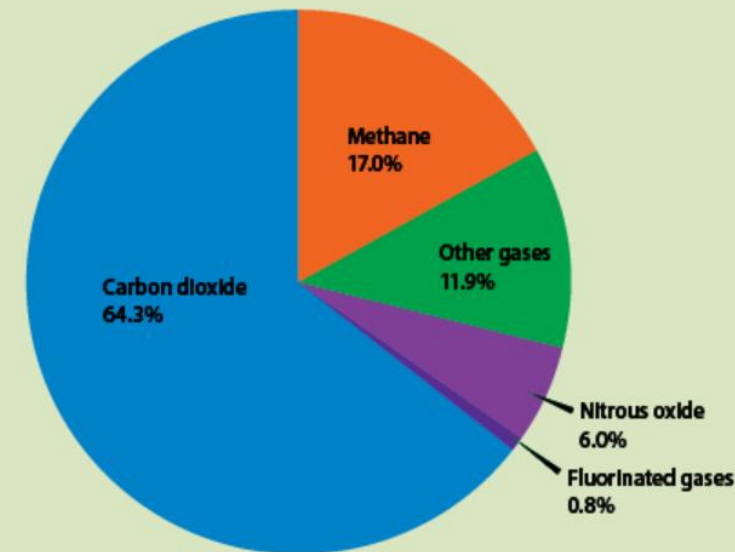
*Comparație între emisiile oamenilor și cele
ale vulcanilor*

Fossil fuel versus volcanic emissions



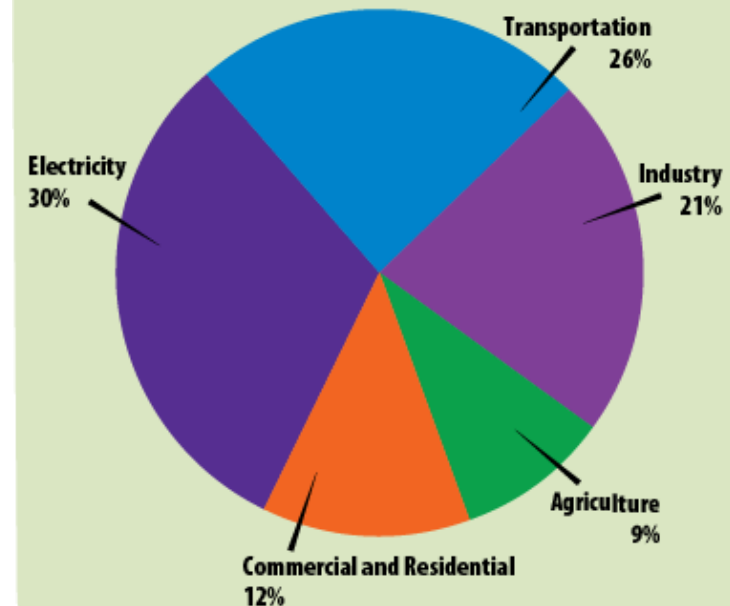
NOAA Climate.gov
Data: CDIAC, Burton et al, 2013

Major Greenhouse Gases from People's Activities



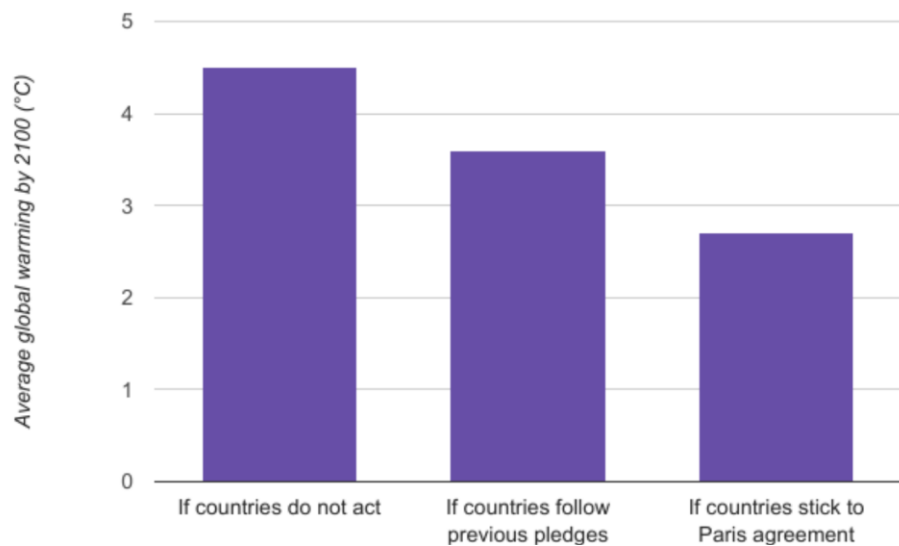
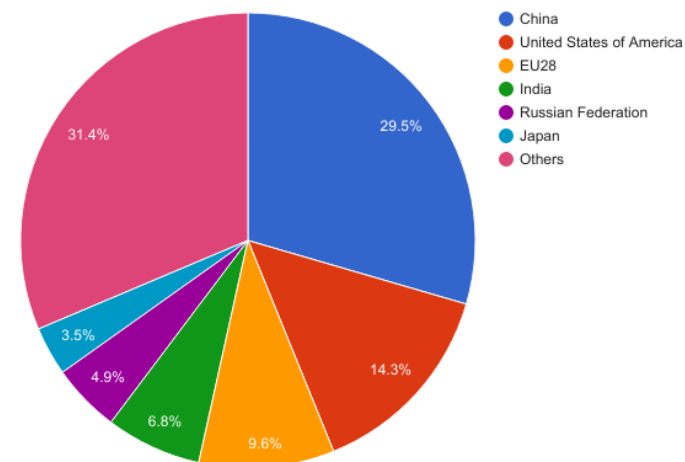
Source of U.S. Greenhouse Gas Emissions (2014)

(not including U.S. Territories)



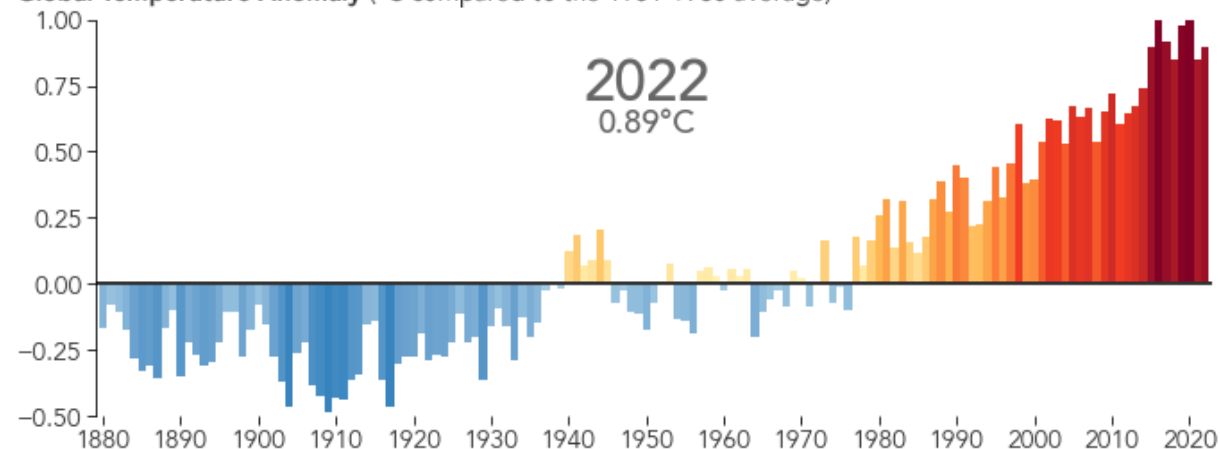
■ Razele solare intră în atmosferă, lovesc suprafața terestră și sunt reflectate înapoi în cosmos. Problema este că, după ce căldura de la Soare este reflectată, aceasta ajunge într-o mică parte în cosmos, pentru că gazele cu efect de seră păstrează această căldură în atmosfera terestră. Așa se explică rolul negativ pe care îl joacă oamenii în schimbările climatice.

Țările cu cele mai mari emisii de dioxid de carbon



Last 9 Years Warmest on Record

Global Temperature Anomaly (°C compared to the 1951-1980 average)





Linkuri utile:

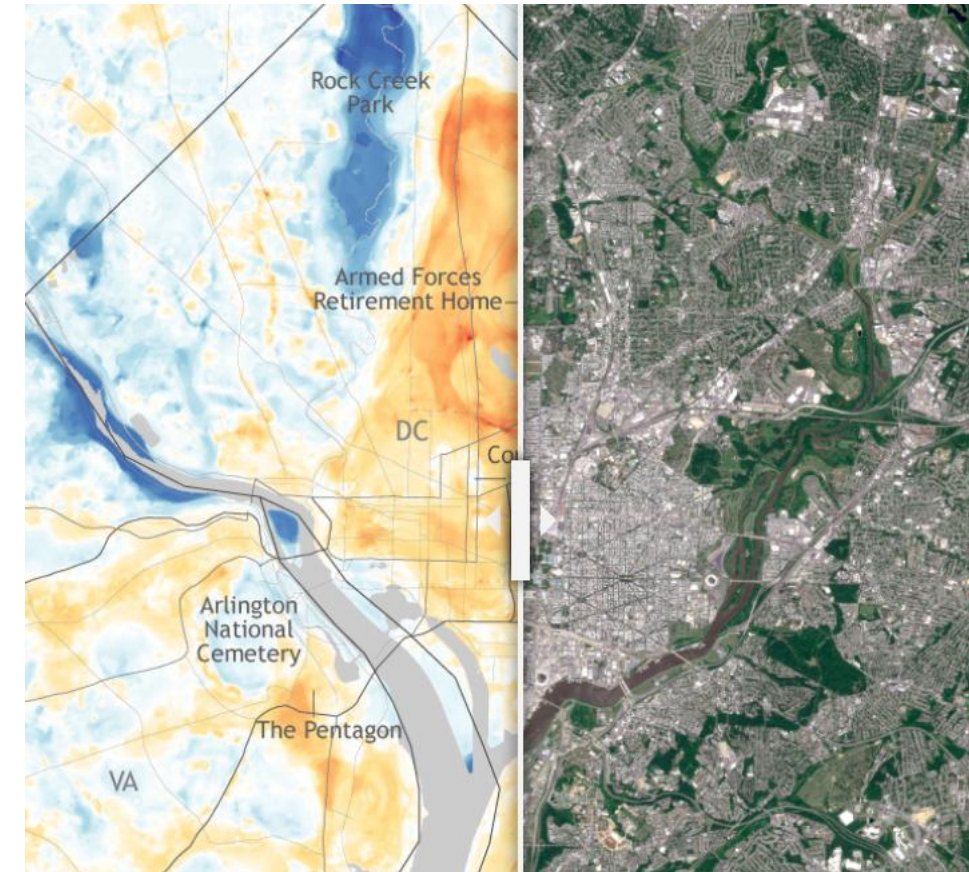
[1. Rolul schimbărilor climatice în evoluția hominizilor \(articol Nature\)](#)

An aerial photograph showing a vast field of icebergs floating in a dark blue ocean. The icebergs vary in size and shape, with some appearing as large, flat sheets and others as more jagged, broken pieces. The water around the icebergs is a lighter, turquoise blue, indicating the presence of meltwater or thin ice. The sky is a pale, hazy blue, and the horizon is visible in the distance.

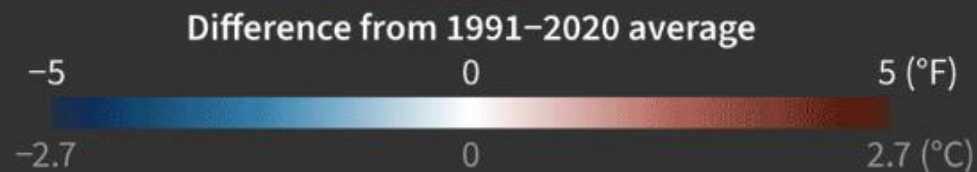
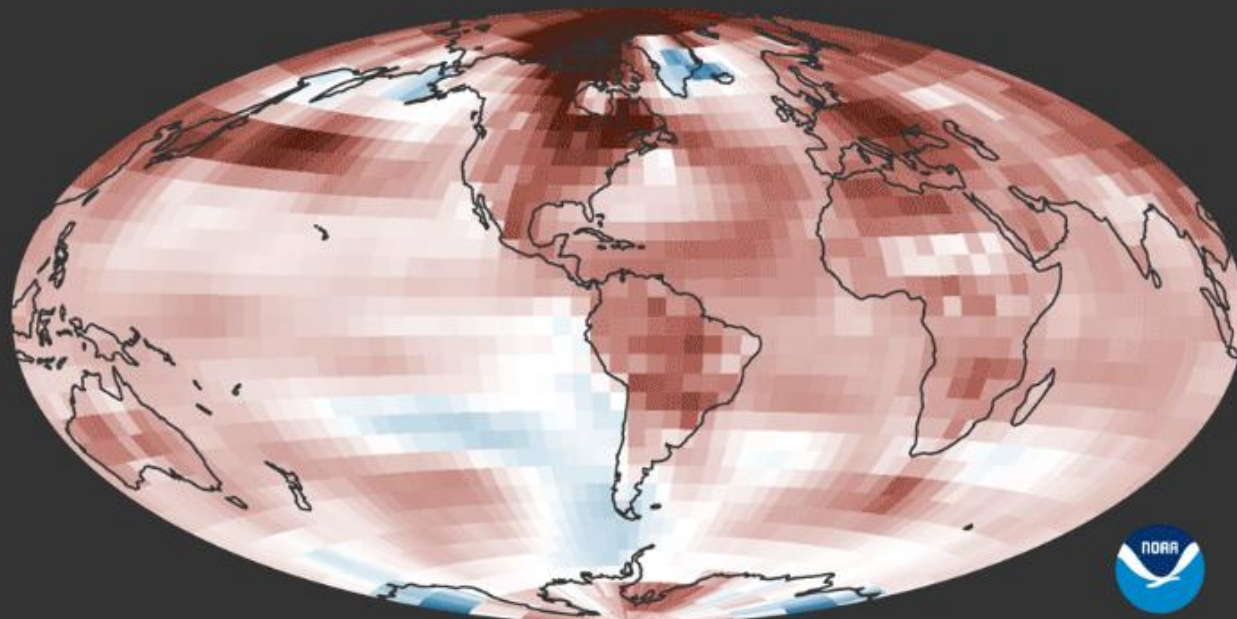
Efectele schimbărilor climatice

| Creșterea temperaturii globale

- Temperatura medie a Pământului a crescut cu peste 1°C față de nivelurile preindustriale, ceea ce pare nesemnificativ, dar are efecte profunde.
- Acest fenomen determină **valuri de căldură** mai frecvente și mai intense, afectând **sănătatea umană** (creșterea riscului de deshidratare, insolații și boli cardiovasculare) și **reducând productivitatea agricolă**.
- În mediul urban, efectul de „**insulă de căldură**” agravează disconfortul termic și duce la creșterea consumului de energie pentru răcire.



2024 was the world's warmest year since records began in 1850



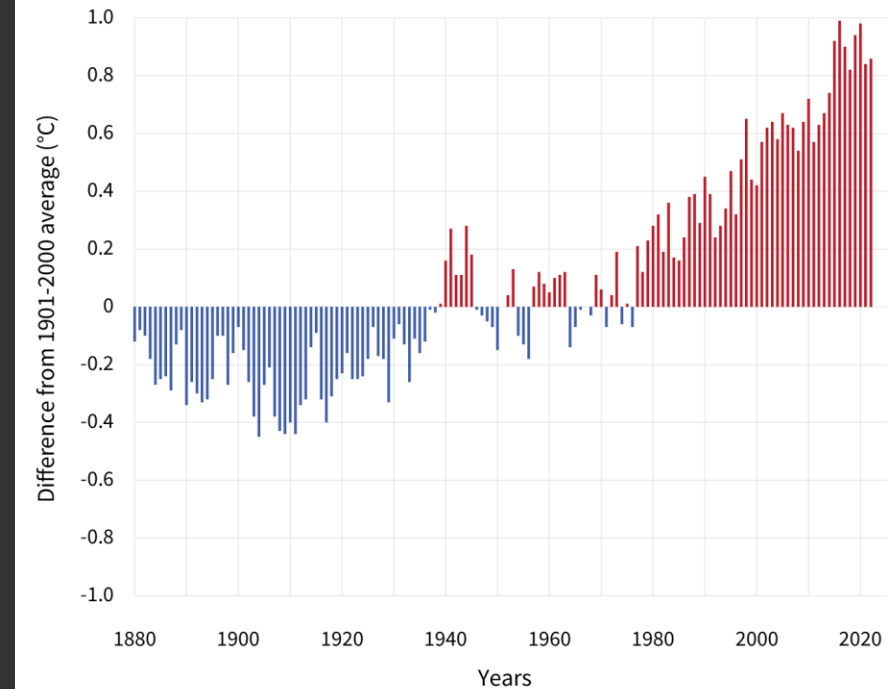
48 years since Earth's had a colder-than-average year



yearly temperature compared to 20th-century average

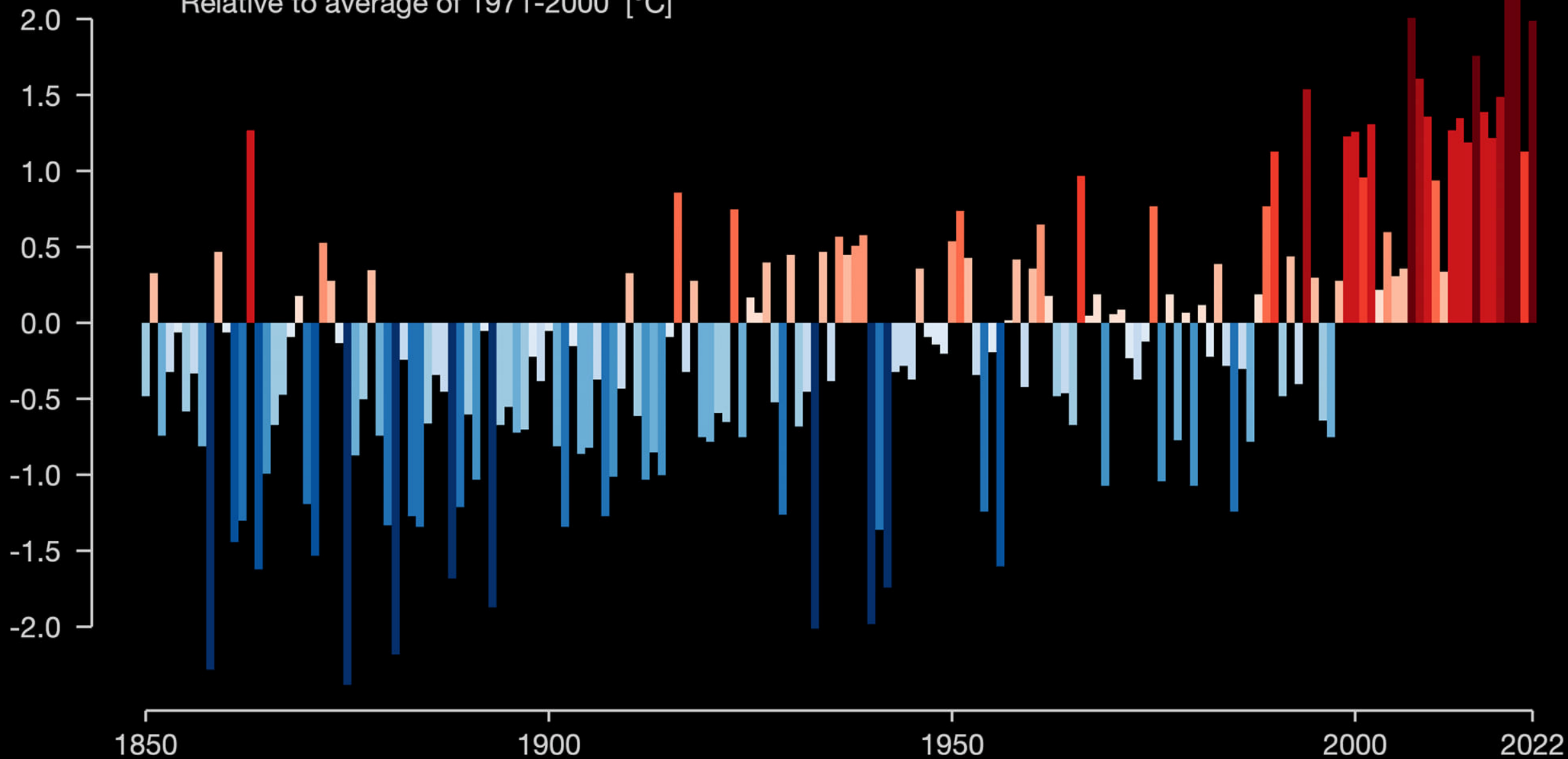
NOAA Climate.gov/NCES

GLOBAL AVERAGE SURFACE TEMPERATURE



Temperature change in Bucharest

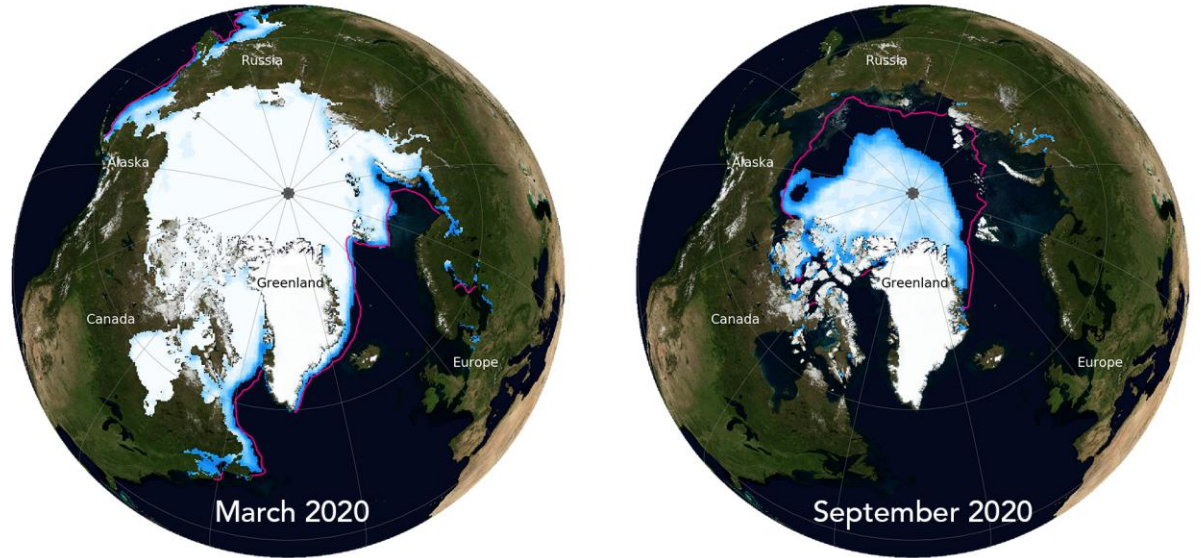
Relative to average of 1971-2000 [°C]



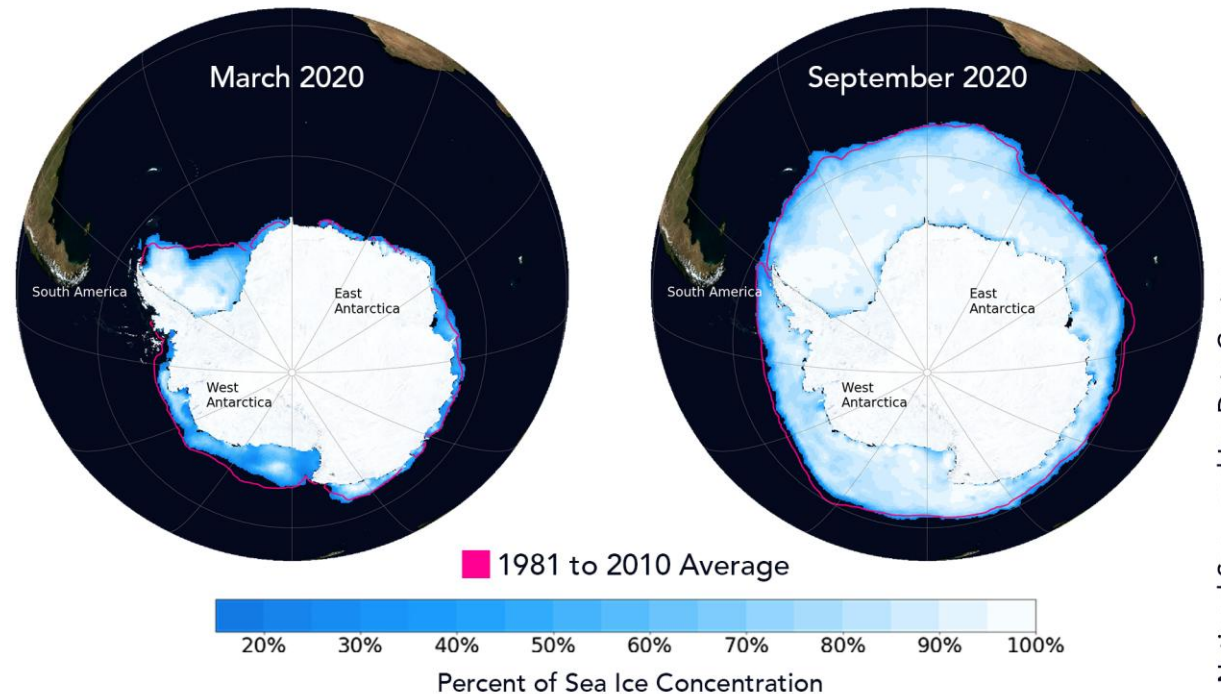
| Topirea ghețarilor și creșterea nivelului mărilor

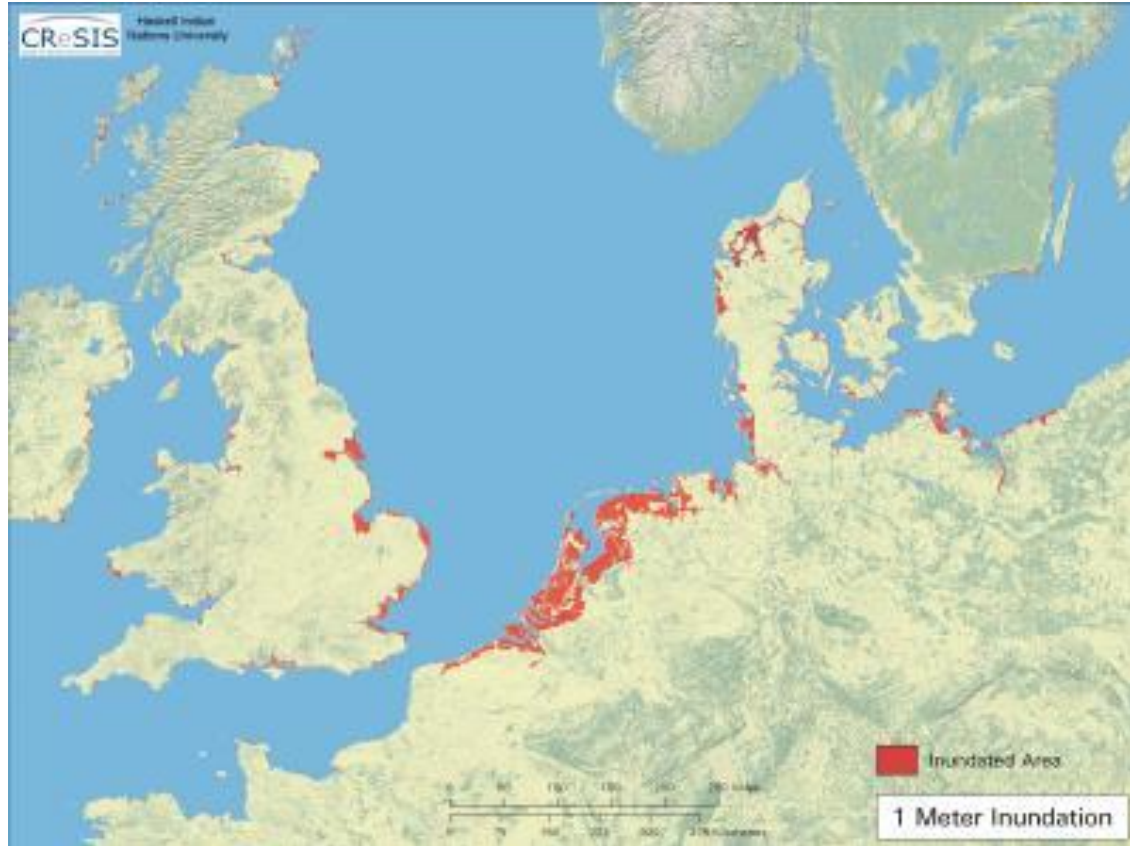
- Încălzirea atmosferică accelerează **topirea calotelor glaciare și a ghețarilor montani**, ceea ce contribuie direct la **creșterea nivelului oceanelor**.
- Regiunile de coastă sunt din ce în ce mai **vulnerabile la inundații, eroziune și salinizarea apelor subterane**.
- În timp, aceste procese pot duce la strămutarea comunităților (*de văzut mutarea capitalei Indoneziei*) și la **pierderea unor teritorii întregi**, în special în insulele joase din Oceanul Pacific. De asemenea, ecosistemele marine costiere, precum **mangrovele și recifurile de corali**, sunt **grav afectate**.

Arctic Sea Ice



Antarctic Sea Ice

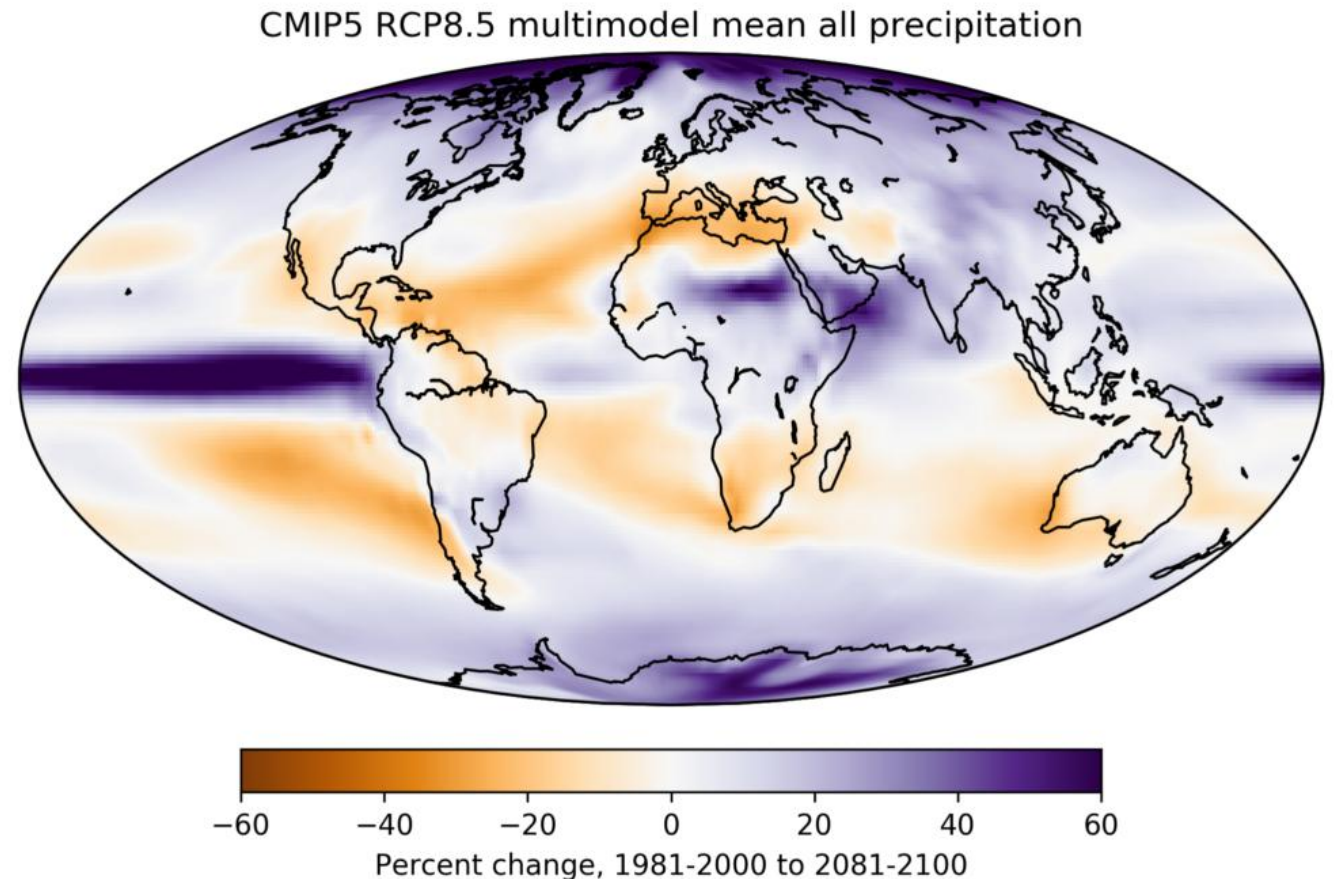






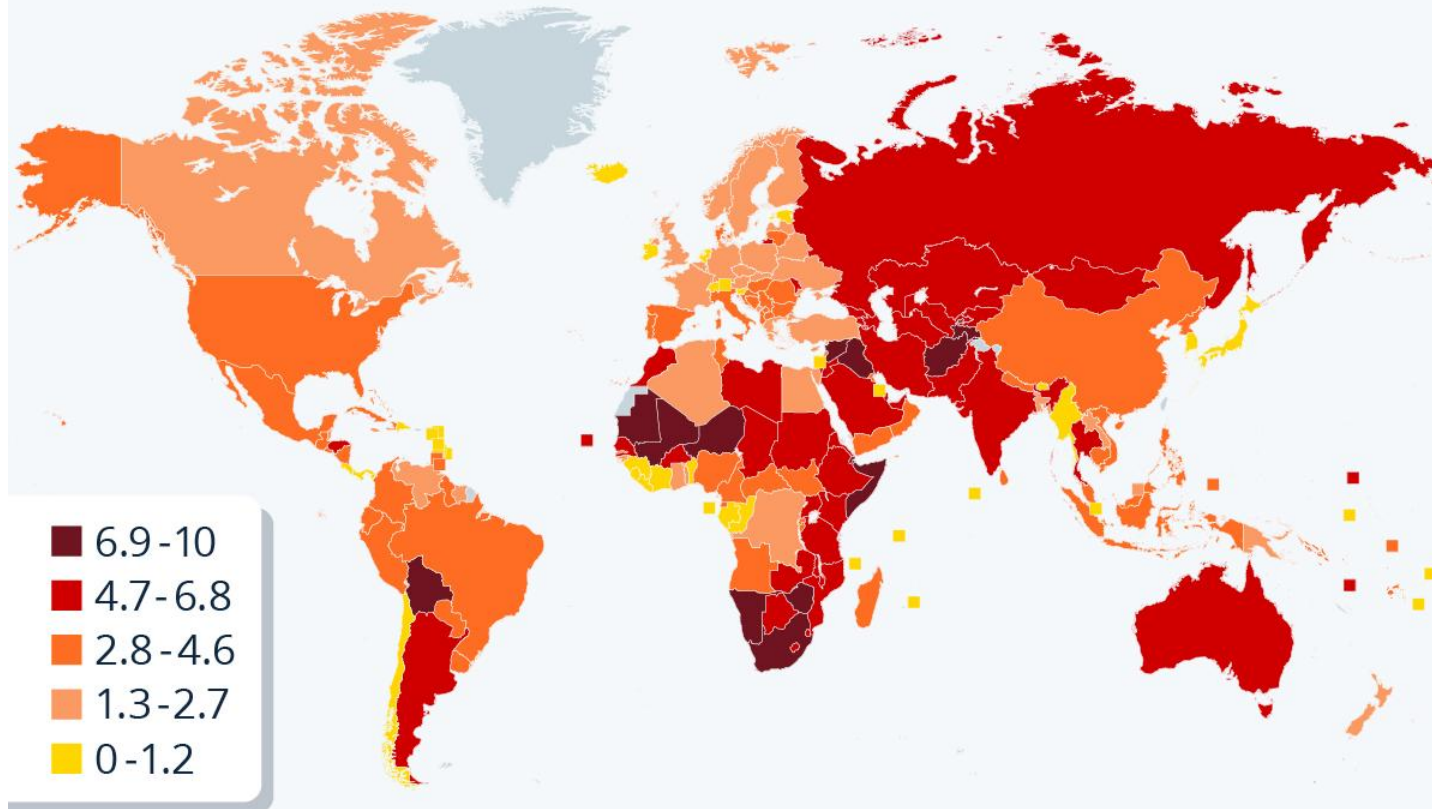
| Modificarea regimului precipitațiilor

- Schimbările climatice intensifică și fac **imprevizibil ciclul apei**, cauzând **inundații și secete** extreme.
- Aceste fenomene perturbă agricultura, **scad recoltele**, **cresc prețurile alimentelor** și pun în pericol disponibilitatea apei potabile, sporind riscul de conflicte pentru resursele de apă.



Mapping Global Drought Risk

Global drought risk by country in 2025 according to the INFORM Risk Index (0=lowest risk, 10=highest risk)

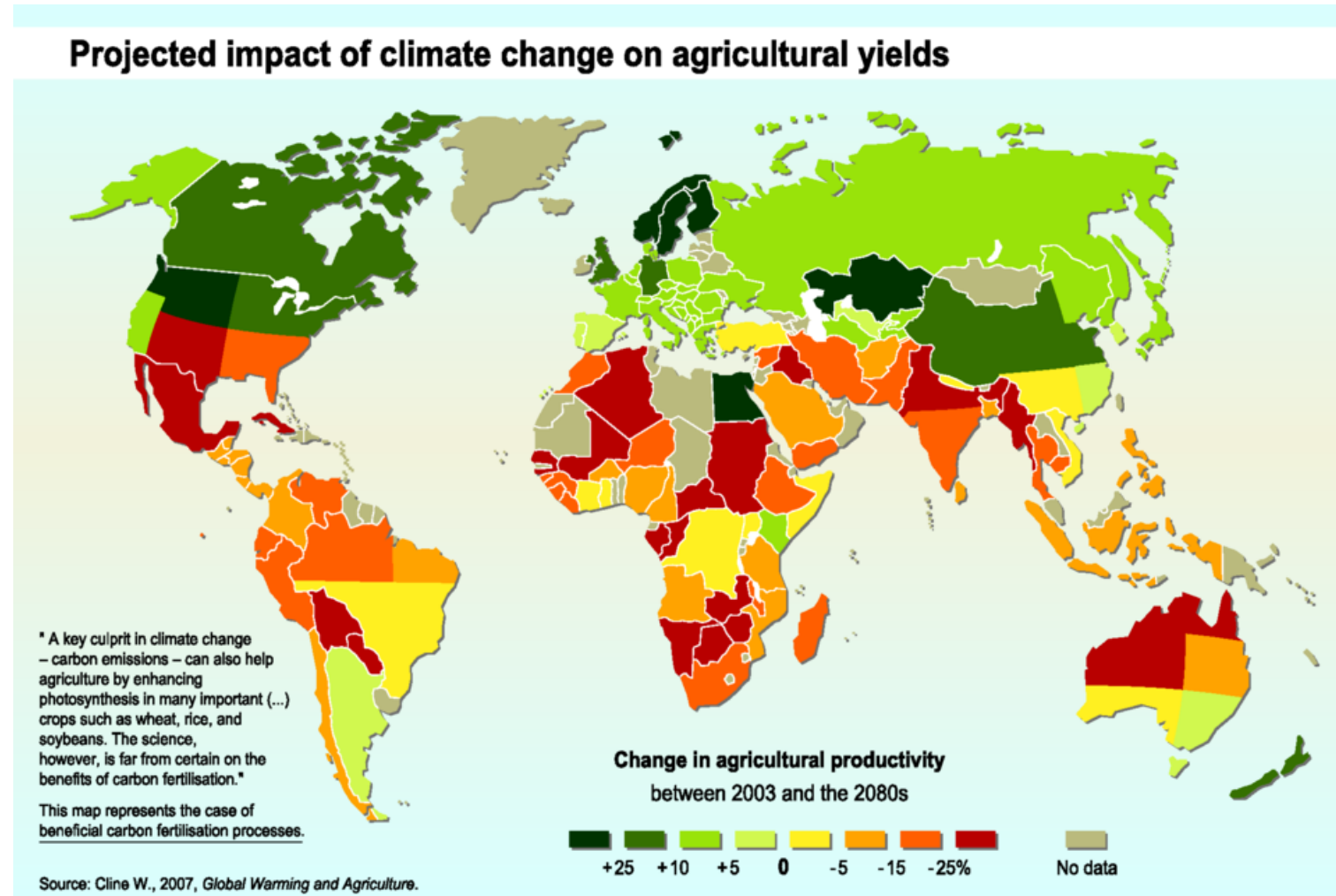


Source: Joint Research Centre of the European Commission



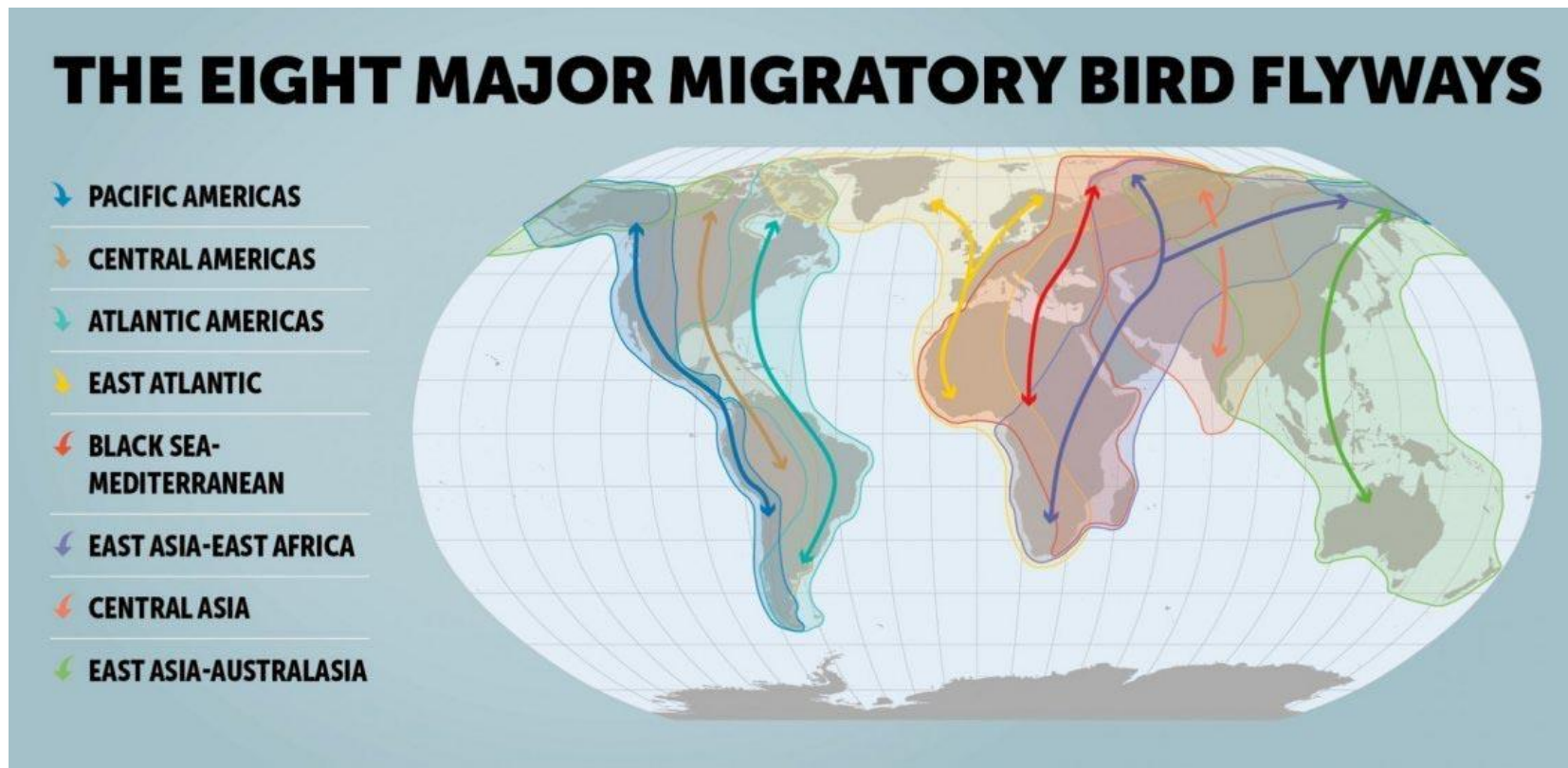
| Impactul asupra agriculturii și securității alimentare

- Schimbările climatice afectează sever agricultura globală (temperaturi extreme, degradarea solului, dăunători), scăzând randamentul culturilor de bază. Efectul net este negativ, amenințând major securitatea alimentară, mai ales în țările în curs de dezvoltare.



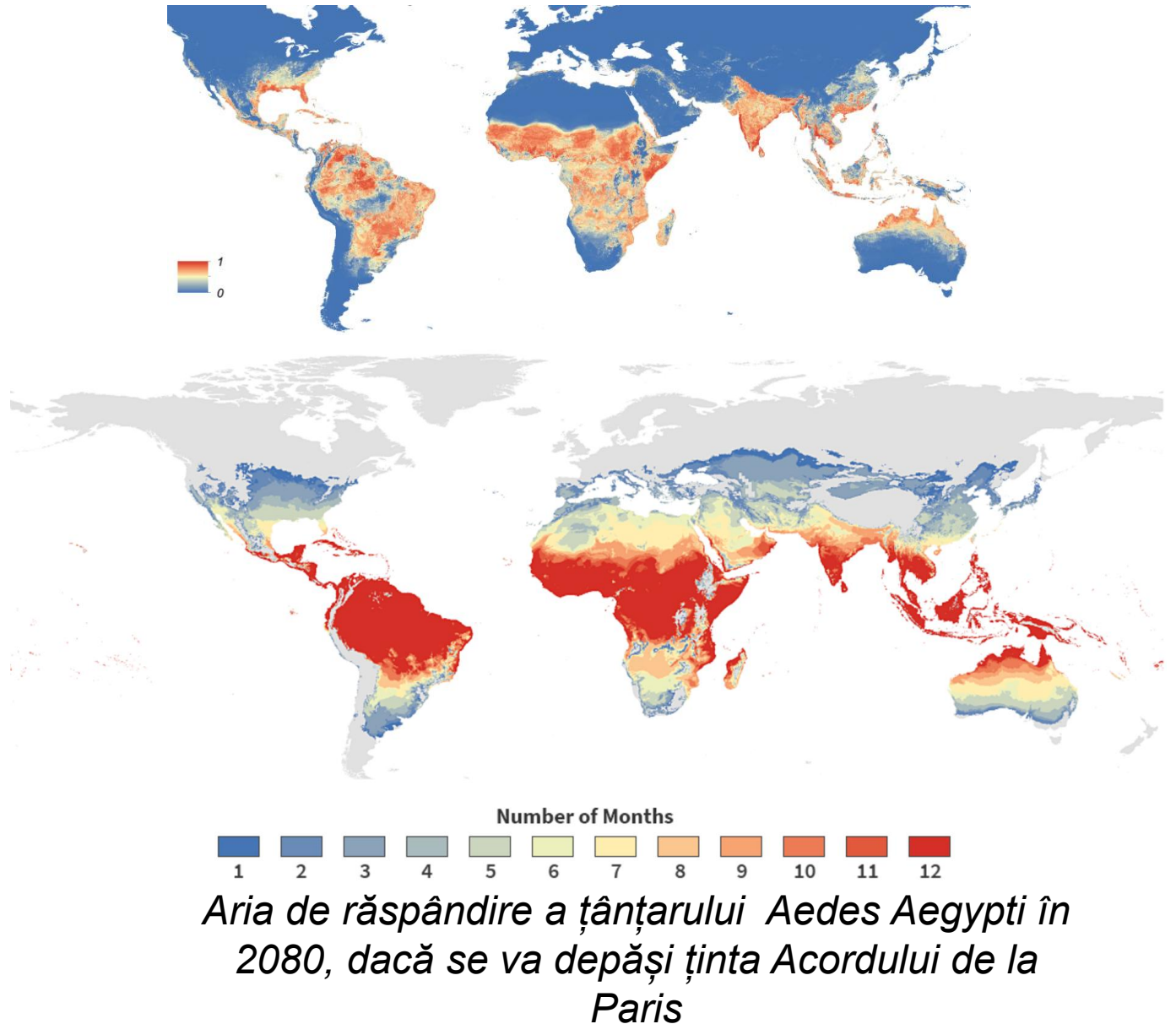
| Efecte asupra ecosistemelor și biodiversității

- Schimbările climatice forțează **migrația speciilor**. Adaptarea lentă duce la **pierderea biodiversității și distrugerea ecosistemelor** (ex. **recifuri de corali**), afectând serviciile ecologice esențiale pentru om (polenizare, purificarea apei).



| Consecințe asupra sănătății umane

- Schimbările climatice afectează direct sănătatea fizică și mentală. Valurile de căldură, poluarea și incendiile cresc **bolile respiratorii și cardiovasculare**.
- De asemenea, **se extind zonele bolilor infecțioase** transmise de vectori (ex. malarie, dengue). **Nesiguranța alimentară, stresul și migrațiile forțate** contribuie la apariția problemelor de sănătate mintală.



| Impactul economic și social

- Efectele climatice se traduc în pierderi economice masive: **distrugerea infrastructurii, scăderea productivității, costuri medicale și migrații climatice.** **Țările sărace sunt cele mai vulnerabile**, având resurse limitate pentru adaptare. **Inegalitățile globale se accentuează**, iar instabilitatea socială poate crește. Investițiile în adaptare și tranziția către o economie verde devin astfel imperative.