

Conferințele Dalles



CONFERINȚELE **DALLES** ale ACADEMIEI ROMÂNE



Conferința:

TERRA - Planeta locuită
- provocări climatice și crize energetice în secolul XXI -



Susținută de:

Acad. Nicolae A. ANASTASIU

Vicepreședinte al Comitetului Național al Geologilor din România
Membru al Consiliului de onoare al Academiei Române
Profesor universitar emeritus, Școala doctorală a Facultății de Geologie și Geofizică,
Universitatea din București



Joi, 8 iunie 2023 | ora 18.00



TERRA – Planeta locuită – provocări climatice și crize energetice în secolul XXI*

Acad. Nicolae Anastasiu

TERRA mater – planeta telurică; nașterea Terrei

Terra Mater (Gaia în mitologia greacă) în mitologia romană este a patra planetă telurică desprinsă din nebuloasa solară cu mai bine de 4,5 mld. de ani în urmă.



Fig. 1. Personificarea Pământului (Terra Mater) cu Gaia din mitologia greacă. Sursa: Wikipedia, 2023.

Învățatul Servius (sec. IV DHr) descrie Terra ca planeta care deține toate elementele necesare vieții: pământul (*Tellus*), aerul (*Ventus*), apa (*Aqua*) și focul (*Ignis*). Ea este numită mai târziu și *Planeta albastră*.

Anatomia TERREI – Pământul timpuriu

O secțiune transversală prin sfera Pământului identifică o rază medie de peste 6300 km (6371), cu valori diferite la pol (6356 km) față de ecuator (6378 km).

Structura sa internă este alcătuită dintr-un **nucleu** (miez sau sâmbure) cu o grosime de 3400 km, separat de învelișul următor **Mantaua pământului** printr-o discontinuitate nere-

gulară (Wiechert-Gutenberg) la adâncimea de 2900 km.

Mantaua, cu două secțiuni diferite (mantaua internă și mantaua externă), are o grosime de circa 2900 km și este învelită de discontinuitatea Moho, care o separă de scoarța terestră.

Partea superioară a mantalei – **astenosfera** cu o consistență fluidă – este dominată de topituri silicice (magne).

Scoarța terestră (denumită și litosferă) – o coajă fragilă și mișcătoare – are grosimi diferite: sub oceane – *scoarța* sau *litosfera oceanică* – atinge grosimi cuprinse între 5 și 10 km, iar în dreptul continentelor – *scoarța continentală* are grosimi de 30–60 km.

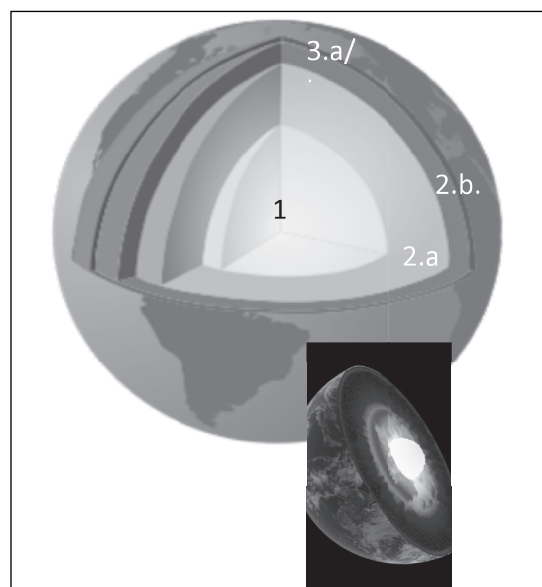


Fig. 2. Anatomia Terrei: 1-Nucleu; 2a-Mantaua internă, 2b-Mantaua externă cu astenosfera; 3 a/b-Crustă oceanică, crustă cotinentală.

*Prelegere susținută în ciclul „Conferințele Dalles ale Academiei Române” (8 iunie 2023, Fundația Culturală „Ioan I. Dalles”)

Scoarța terestră este divizată prin fracturi crustale și rifturi oceanice profunde în **plăci tectonice**, cu o mare mobilitate deasupra astenosferei. Aceste plăci se pot apropia, prin mișcări convergente, sau îndepărta, prin mișcări divergente, unele de altele. Prin astfel de mișcări, au loc coliziuni între plăci și/sau încălecări.

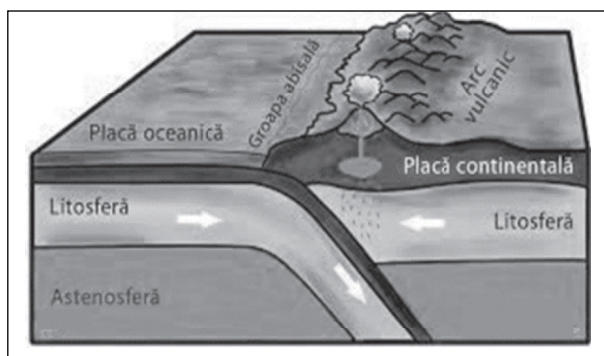


Fig. 3. Model 3D: Placa oceanică este subdusă sub placa continentală.
Prelucrat din Wikipedia, 2023.

În partea superioară a astenosferei se află vetrele vulcanilor sau acestea pot apărea deasupra zonelor de subducție (de îngropare a unei plăci litosferice sub o altă placă).

Suprafața scoarței terestre este acoperită de ape (2/3 din suprafața Pământului) sau rămâne expusă atmosferei, constituind uscatele continente (1/3 din suprafața Pământului).

Dinamica plăcilor tectonice

În îndelungata istorie a Pământului, plăcile litosferice s-au apropiat și s-au sudat formând supercontinente sau au început să se desprindă fiind, treptat-treptat, inundate și separate între ele de apele oceanelor din acele momente.

În timpul erei proterozoice, geologii apreciază că au existat două astfel de continente: **Rodinia** (1 mld.–750 mil. ani) și **Pannotia** (600–700 mil. ani).

La începutul erei paleozoice s-au separat supercontinentele **Laurasia**, în emisfera nordică, și **Gondwana**, în emisfera sudică. Ele se refac mai târziu, cu 250–300 mil. în urmă, în ceea ce s-a numit **Pangaea**. Desfacerea acesteia a început în timpul erei mezozoice, la începutul Triasicului. Drumul a fost lung și mișcările orogenice și epirogene care s-au succedat au condus la configurația munților, podișurilor și câmpiilor pe care le cunoaștem astăzi.

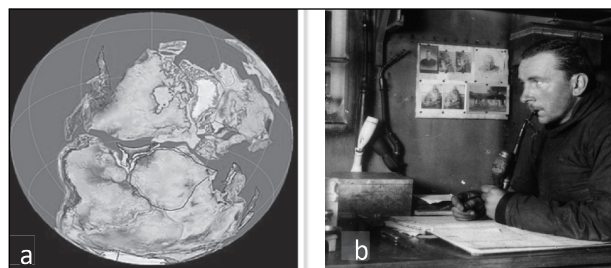


Fig. 4a – Supercontinentul Pangaea (=Întregul Pământ, 330 mil. ani);
4b – Alfred Wegener (1880–1930) – autorul teoriei Dervei continentelor (1912).

Apa, aerul și energia solară au contribuit în oceanele primordiale la apariția vieții. Primele forme de viață au fost identificate în formațiunile proterozoice (cca 3,4–3,6 mld. ani) din Africa, Australia (în cratonul Pilbara) – Covoarele microbiene de *bacterii și arhee* – coexistente și în Groenlanda (*Kalaallit Nunaat*), stromatolitele de la Isua.

Evoluția Pământului din Arhaic (Hadean) până în prezent a trecut – odată cu evoluția formelor de viață de la organisme monocelulare la nevertebrate și vertebrate sau de la plante (ciuperci, licheni)... la conifere și foioase... și la schimbări climatice importante. Există dovezi clare de manifestare a ciclurilor climatice – glaciare-răcire/interglaciare-încălzire – încă din timpul Proterozoicului, cu reveniri ale unor astfel de cicluri la nivelul Paleozoicului, Mezozoicului și Cainozoicului (Terțiarului).

Extincții:

- Ordovician-Silurian (450–440 mil. ani);
- Devonian (375–300 mil. ani);
- Permian-Triasic (252 mil. ani), Trilobiții;
- Triasic-Jurassic (201 mil. ani), Amfibienii;
- Cretacic-Paleogen (66 mil. ani), Dinozaurii.

Cicluri – secvențe – semnificații

Dinamica Terrei este o realitate evidentă. Pământul este o planetă vie. În lunga sa istorie s-au succedat:

– *Cicluri orogenice*, de formare și înălțare a munților (ex. orogeneza caledoniană, orogeneza hercinică, orogeneza alpină).

– *Cicluri eustatice*, repetate transgresiuni și regresii marine.

– *Cicluri climatice*, cu perioade de răcire (glaciațiuni) urmate de perioade de încălzire (interglaciațiuni) de diverse ordine de mărime.

Ampretele climatice lăsate de aceste schimbări se regăsesc în secvențele litologice (dominate de gips și sare (evaporite), de nisipuri și gresii eoliene (deșertice) cu intercalații de till-uri și till-ite, de varve (depozite tipic glaciare).

Pe toate continentele se regăsesc astfel de secvențe climatice care au permis cercetătorilor (Haq et al, 1995) să le înregistreze și să le descrie semnificațiile ambientale – locul, momentul și ambianța climatică în care s-au depus (acumulat, format). Astăzi, asemenea secvențe sunt excelente repere paleoclimatice și dovezi a repetabilității fenomenelor care le-au generat.

Grosimea acestor secvențe, de ordinul zecilor de metri, ale metrilor sau centimetrilor, reprezintă durata, respectiv ordinul de mărime al ciclurilor în care au fost generate.

Ciclurile planetare, pe care le cunoaștem (vezi tab. 1), sunt responsabile de apariția acestor succesiuni litologice.

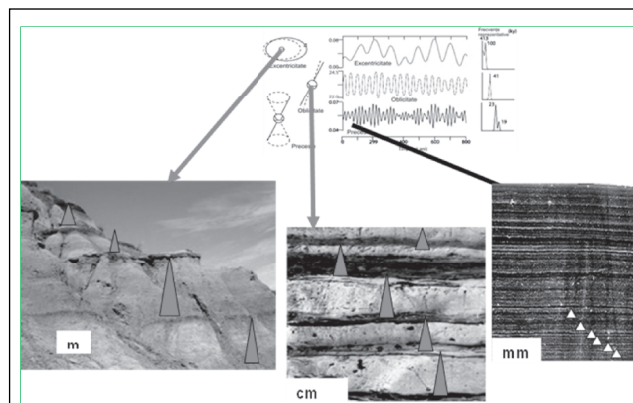


Fig. 5. Secvențe litologice la diverse scări.
Colaj din Anastasiu și Morariu, 2021.

Varvele, de exemplu, ca și inele de creștere ale arborilor sau structura internă a speleotemelor (depunerilor carstice: stalactite/stalagmite), sunt expresia unor modificări ciclice de schimbare a anotimpurilor.

Tabelul 1

*Ierarhizarea ciclurilor globale (planetare),
care au generat suite sedimentare periodice, de diferite ordine de mărime*

Ord.	Durata (mil. ani)	Denumirea	Correspondentul depozitional
I	> 50	Ciclul galactic (geotectonic)	Megathem = <i>Megasecvență</i> >1000 m grosime
II	3–50	Superciclul (transgresiv–regresiv)	Sinthem = <i>Supersecvență</i> : 100–1 000 m
III	0,5–3	Ciclul eustatic (ss)	Mezothem = <i>Secvență depozitională</i> : 10–100 m
IV	0,1–0,5	Paraciclul (Vail)	Ciclothem = <i>Parasecvență</i> 1–4 m
V	0,02–0,1	Ciclul orbital (Milanković)	Seturi de litoni: cm–m
VI	0,1	Microcicluri (termen scurt)	Lamine, varve, 1 cm

Ciclurile mici se succed, o dată la:

- 24 de ore – diurne, determinate de mișcarea de rotație a Pământului;
- un an – perioada de revoluție a Pământului;
- 11 ani (ciclul solar) – intensificarea erupției solare;
- 22 de ani (ciclul Schwabe-Wolf) – ciclul magnetic al Soarelui;
- 600 de ani (cicluri climatice);
- 1500–2000 de ani – evenimente Dansgaard-Oeschger (Groenlanda-gheața-încălzire rapidă-răcire lentă);
- 7000–10 000 de ani – evenimente Heinrich (sedimente marine N-Atlantic-iceberg);
- 10 000 de ani – cicluri vulcanice.

Ciclurile de termen lung au cauze orbitale (ciclurile Milanković) sau cauze eustatice.

Curbele trasate de Haq – ca o sinteză a înregistrărilor litologice globale care s-au făcut – sunt un reper pentru cunoașterea variațiilor termice și a gradului de umiditate, când s-au acumulat sedimentele respective în timpul Precambrianului și al Fanerozoicului.

Ciclurile lui Milanković, cauze posibile

În raport cu rezultatele lui Haq, savantul sârb Milutin Milanković a ales dintre ciclurile planetare, pe cele legate de variațiile periodice ale **excentricității eclipticii** (o dată la 100 000 de ani), ale înclinării axei Pământului – **oblicitatea** (o dată la 41 000 de ani) și a **precesiei echinocțiilor**

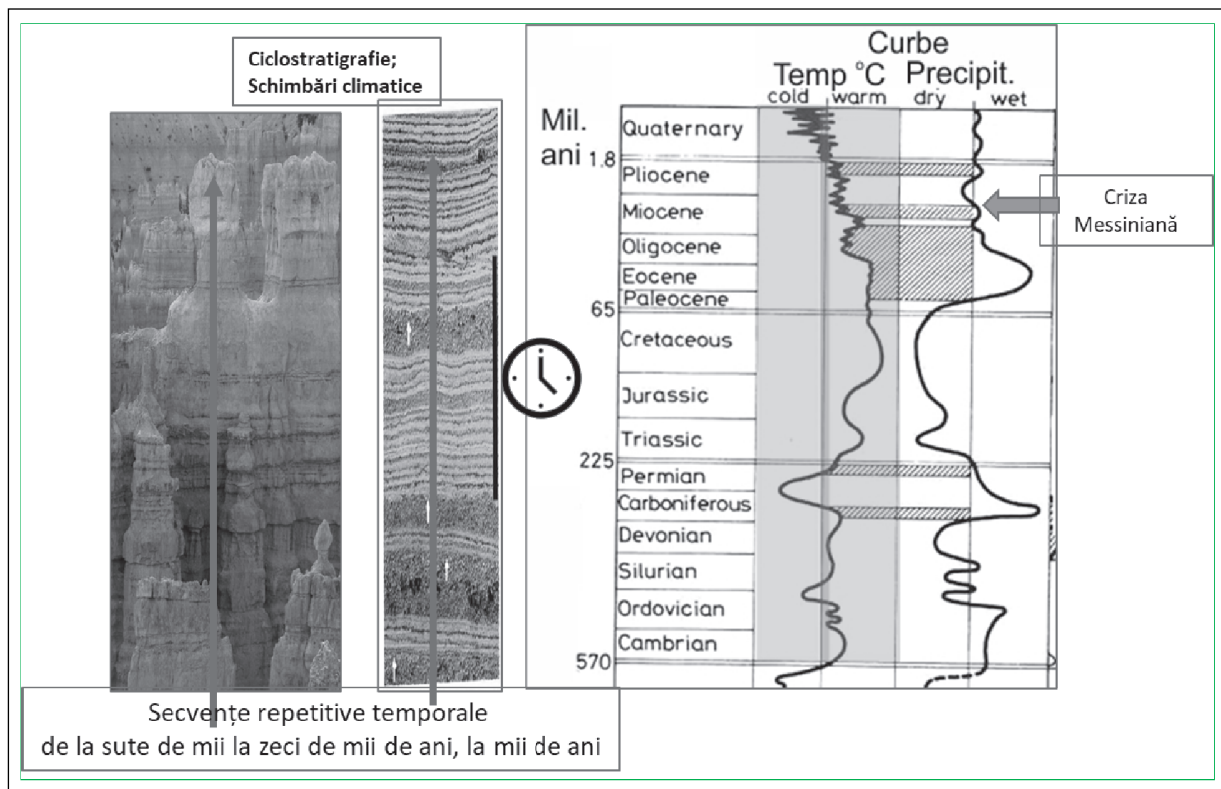


Fig. 6. Secvențe litologice și curbe climatice rece/cald, uscat/umed după Haq et al, 1995.
Colaj din Anastasiu și Morariu, 2021.

(revenirea Pământului în poziția de echinocțiu, o dată la 19–23 000 de ani).

Prin prisma acestor precizări să urmărim succesiunea perioadelor glaciari/interglaciari la

scara timpului geologic și parametrii climatici care însoțesc aceste perioade; ele tind să aibă un caracter ciclic.

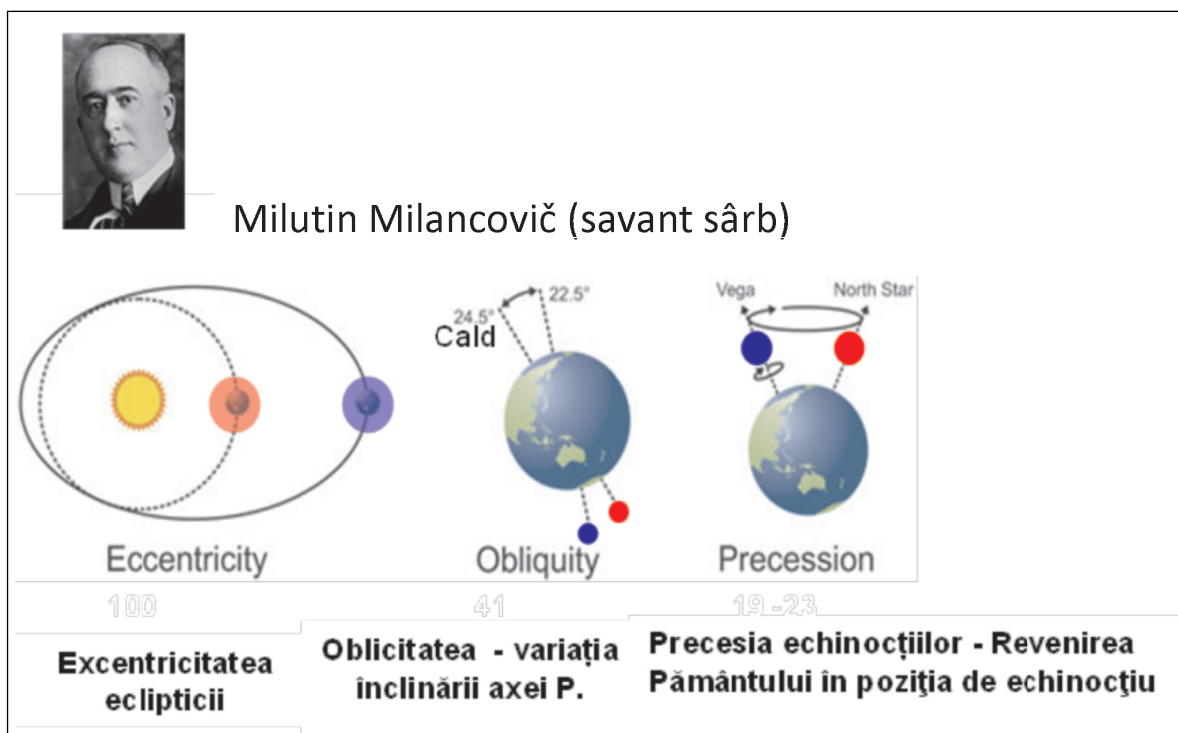


Fig. 7. Ciclurile lui Milancović . Colaj din Anastasiu-Morariu, 2021.

Conferințele Dalles



CONFERINȚELE **DALLES** ale ACADEMIEI ROMÂNE



Conferința:

TERRA - Planeta locuită
- provocări climatice și crize energetice în secolul XXI -



Susținută de:

Acad. Nicolae A. ANASTASIU

Vicepreședinte al Comitetului Național al Geologilor din România
Membru al Consiliului de onoare al Academiei Române
Profesor universitar emeritus, Școala doctorală a Facultății de Geologie și Geofizică,
Universitatea din București



Joi, 8 iunie 2023 | ora 18.00



TERRA – Planeta locuită – provocări climatice și crize energetice în secolul XXI*

Acad. Nicolae Anastasiu

TERRA mater – planeta telurică; nașterea Terrei

Terra Mater (Gaia în mitologia greacă) în mitologia romană este a patra planetă telurică desprinsă din nebuloasa solară cu mai bine de 4,5 mld. de ani în urmă.



Fig. 1. Personificarea Pământului (Terra Mater) cu Gaia din mitologia greacă. Sursa: Wikipedia, 2023.

Învățatul Servius (sec. IV DHr) descrie Terra ca planeta care deține toate elementele necesare vieții: pământul (*Tellus*), aerul (*Ventus*), apa (*Aqua*) și focul (*Ignis*). Ea este numită mai târziu și *Planeta albastră*.

Anatomia TERREI – Pământul timpuriu

O secțiune transversală prin sfera Pământului identifică o rază medie de peste 6300 km (6371), cu valori diferite la pol (6356 km) față de ecuator (6378 km).

Structura sa internă este alcătuită dintr-un **nucleu** (miez sau sâmbure) cu o grosime de 3400 km, separat de învelișul următor **Mantaua pământului** printr-o discontinuitate nere-

gulară (Wiechert-Gutenberg) la adâncimea de 2900 km.

Mantaua, cu două secțiuni diferite (mantaua internă și mantaua externă), are o grosime de circa 2900 km și este învelită de discontinuitatea Moho, care o separă de scoarța terestră.

Partea superioară a mantalei – **astenosfera** cu o consistență fluidă – este dominată de topituri silicice (magne).

Scoarța terestră (denumită și litosferă) – o coajă fragilă și mișcătoare – are grosimi diferite: sub oceane – *scoarța* sau *litosfera oceanică* – atinge grosimi cuprinse între 5 și 10 km, iar în dreptul continentelor – *scoarța continentală* are grosimi de 30–60 km.

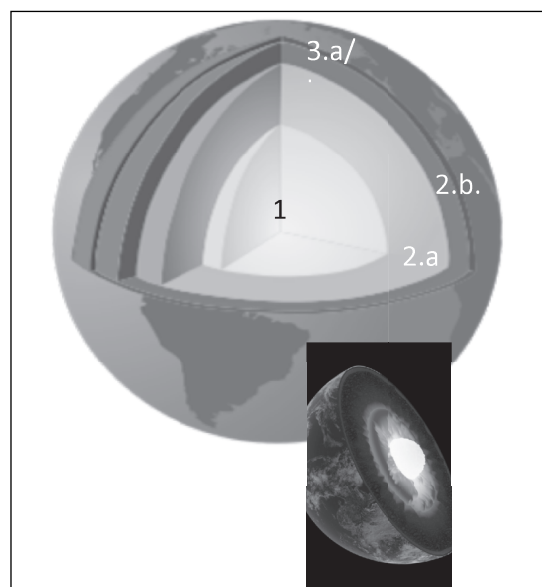


Fig. 2. Anatomia Terrei: 1-Nucleu; 2a-Mantaua internă, 2b-Mantaua externă cu astenosfera; 3 a/b-Crustă oceanică, crustă cotinentală.

*Prelegere susținută în ciclul „Conferințele Dalles ale Academiei Române” (8 iunie 2023, Fundația Culturală „Ioan I. Dalles”)

Scoarța terestră este divizată prin fracturi crustale și rifturi oceanice profunde în **plăci tectonice**, cu o mare mobilitate deasupra astenosferei. Aceste plăci se pot apropia, prin mișcări convergente, sau îndepărta, prin mișcări divergente, unele de altele. Prin astfel de mișcări, au loc coliziuni între plăci și/sau încălecări.

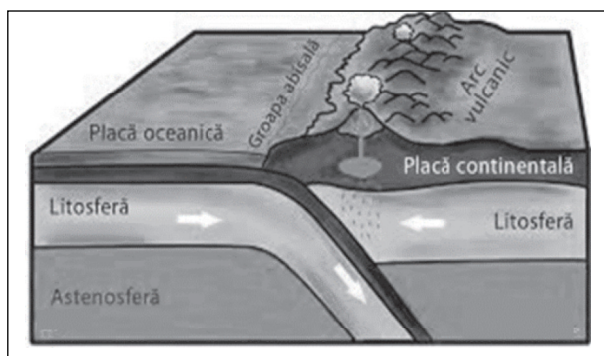


Fig. 3. Model 3D: Placa oceanică este subdusă sub placa continentală.
Prelucrat din Wikipedia, 2023.

În partea superioară a astenosferei se află vetrele vulcanilor sau acestea pot apărea deasupra zonelor de subducție (de îngropare a unei plăci litosferice sub o altă placă).

Suprafața scoarței terestre este acoperită de ape (2/3 din suprafața Pământului) sau rămâne expusă atmosferei, constituind uscatele continente (1/3 din suprafața Pământului).

Dinamica plăcilor tectonice

În îndelungata istorie a Pământului, plăcile litosferice s-au apropiat și s-au sudat formând supercontinente sau au început să se desprindă fiind, treptat-treptat, inundate și separate între ele de apele oceanelor din acele momente.

În timpul erei proterozoice, geologii apreciază că au existat două astfel de continente: **Rodinia** (1 mld.–750 mil. ani) și **Pannotia** (600–700 mil. ani).

La începutul erei paleozoice s-au separat supercontinentele **Laurasia**, în emisfera nordică, și **Gondwana**, în emisfera sudică. Ele se refac mai târziu, cu 250–300 mil. în urmă, în ceea ce s-a numit **Pangaea**. Desfacerea acesteia a început în timpul erei mezozoice, la începutul Triasicului. Drumul a fost lung și mișcările orogenice și epirogene care s-au succedat au condus la configurația munților, podișurilor și câmpiilor pe care le cunoaștem astăzi.

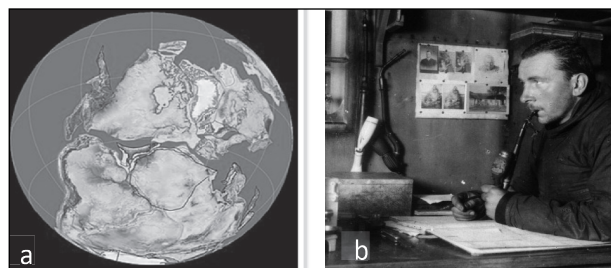


Fig. 4a – Supercontinentul Pangaea (=Întregul Pământ, 330 mil. ani);
4b – Alfred Wegener (1880–1930) – autorul teoriei Dervei continentelor (1912).

Apa, aerul și energia solară au contribuit în oceanele primordiale la apariția vieții. Primele forme de viață au fost identificate în formațiunile proterozoice (cca 3,4–3,6 mld. ani) din Africa, Australia (în cratonul Pilbara) – Covoarele microbiene de *bacterii și arhee* – coexistente și în Groenlanda (*Kalaallit Nunaat*), stromatolitele de la Isua.

Evoluția Pământului din Arhaic (Hadean) până în prezent a trecut – odată cu evoluția formelor de viață de la organisme monocelulare la nevertebrate și vertebrate sau de la plante (ciuperci, licheni)... la conifere și foioase... și la schimbări climatice importante. Există dovezi clare de manifestare a ciclurilor climatice – glaciari-răcire/interglaciari-încălzire – încă din timpul Proterozoicului, cu reveniri ale unor astfel de cicluri la nivelul Paleozoicului, Mezozoicului și Cainozoicului (Terțiarului).

Extincții:

- Ordovician-Silurian (450–440 mil. ani);
- Devonian (375–300 mil. ani);
- Permian-Triasic (252 mil. ani), Trilobiții;
- Triasic-Jurassic (201 mil. ani), Amfibienii;
- Cretacic-Paleogen (66 mil. ani), Dinozaurii.

Cicluri – secvențe – semnificații

Dinamica Terrei este o realitate evidentă. Pământul este o planetă vie. În lunga sa istorie s-au succedat:

– *Cicluri orogenice*, de formare și înălțare a munților (ex. orogeneza caledoniană, orogeneza hercinică, orogeneza alpină).

– *Cicluri eustatice*, repetate transgresiuni și regresii marine.

– *Cicluri climatice*, cu perioade de răcire (glaciațiuni) urmate de perioade de încălzire (interglaciațiuni) de diverse ordine de mărime.

Ampretele climatice lăsate de aceste schimbări se regăsesc în secvențele litologice (dominate de gips și sare (evaporite), de nisipuri și gresii eoliene (deșertice) cu intercalații de till-uri și till-ite, de varve (depozite tipic glaciare).

Pe toate continentele se regăsesc astfel de secvențe climatice care au permis cercetătorilor (Haq et al, 1995) să le înregistreze și să le descrie semnificațiile ambientale – locul, momentul și ambianța climatică în care s-au depus (acumulat, format). Astăzi, asemenea secvențe sunt excelente repere paleoclimatice și dovezi a repetabilității fenomenelor care le-au generat.

Grosimea acestor secvențe, de ordinul zecilor de metri, ale metrilor sau centimetrilor, reprezintă durata, respectiv ordinul de mărime al ciclurilor în care au fost generate.

Ciclurile planetare, pe care le cunoaștem (vezi tab. 1), sunt responsabile de apariția acestor succesiuni litologice.

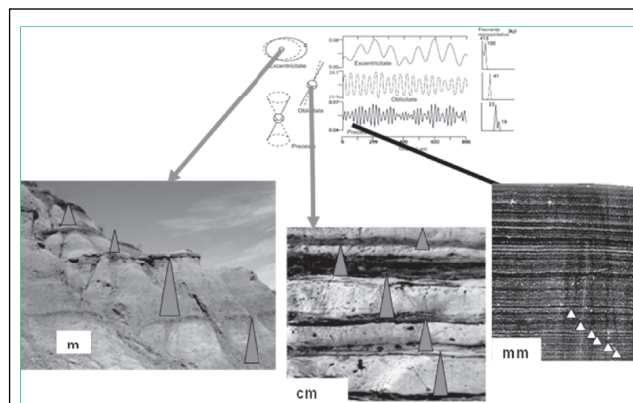


Fig. 5. Secvențe litologice la diverse scări.
Colaj din Anastasiu și Morariu, 2021.

Varvele, de exemplu, ca și inele de creștere ale arborilor sau structura internă a speleotemelor (depunerilor carstice: stalactite/stalagmite), sunt expresia unor modificări ciclice de schimbare a anotimpurilor.

Tabelul 1

*Ierarhizarea ciclurilor globale (planetare),
care au generat suite sedimentare periodice, de diferite ordine de mărime*

Ord.	Durata (mil. ani)	Denumirea	Correspondentul depozitional
I	> 50	Ciclul galactic (geotectonic)	Megathem = <i>Megasecvență</i> >1000 m grosime
II	3–50	Superciclul (transgresiv–regresiv)	Sinthem = <i>Supersecvență</i> : 100–1 000 m
III	0,5–3	Ciclul eustatic (ss)	Mezothem = <i>Secvență depozitională</i> : 10–100 m
IV	0,1–0,5	Paraciclul (Vail)	Ciclothem = <i>Parasecvență</i> 1–4 m
V	0,02–0,1	Ciclul orbital (Milanković)	Seturi de litoni: cm–m
VI	0,1	Microcicluri (termen scurt)	Lamine, varve, 1 cm

Ciclurile mici se succed, o dată la:

- 24 de ore – diurne, determinate de mișcarea de rotație a Pământului;
- un an – perioada de revoluție a Pământului;
- 11 ani (ciclul solar) – intensificarea erupției solare;
- 22 de ani (ciclul Schwabe-Wolf) – ciclul magnetic al Soarelui;
- 600 de ani (cicluri climatice);
- 1500–2000 de ani – evenimente Dansgaard-Oeschger (Groenlanda-gheața-încălzire rapidă-răcire lentă);
- 7000–10 000 de ani – evenimente Heinrich (sedimente marine N-Atlantic-iceberg);
- 10 000 de ani – cicluri vulcanice.

Ciclurile de termen lung au cauze orbitale (ciclurile Milanković) sau cauze eustatice.

Curbele trasate de Haq – ca o sinteză a înregistrărilor litologice globale care s-au făcut – sunt un reper pentru cunoașterea variațiilor termice și a gradului de umiditate, când s-au acumulat sedimentele respective în timpul Precambrianului și al Fanerozoicului.

Ciclurile lui Milanković, cauze posibile

În raport cu rezultatele lui Haq, savantul sârb Milutin Milanković a ales dintre ciclurile planetare, pe cele legate de variațiile periodice ale **excentricității eclipticii** (o dată la 100 000 de ani), ale înclinării axei Pământului – **oblicitatea** (o dată la 41 000 de ani) și a **precesiei echinocțiilor**

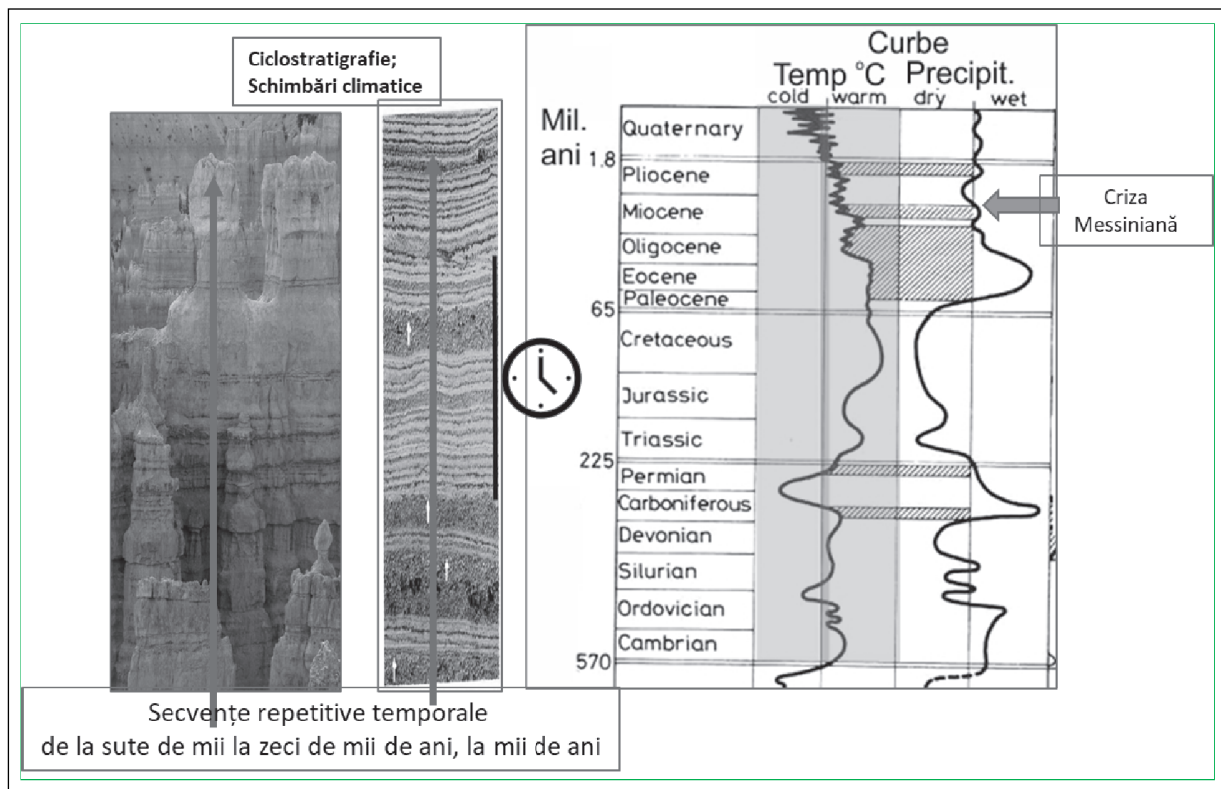


Fig. 6. Secvențe litologice și curbe climatice rece/cald, uscat/umed după Haq et al, 1995.
Colaj din Anastasiu și Morariu, 2021.

(revenirea Pământului în poziția de echinocțiu, o dată la 19–23 000 de ani).

Prin prisma acestor precizări să urmărim succesiunea perioadelor glaciare/interglaciare la

scara timpului geologic și parametrii climatici care însoțesc aceste perioade; ele tind să aibă un caracter ciclic.

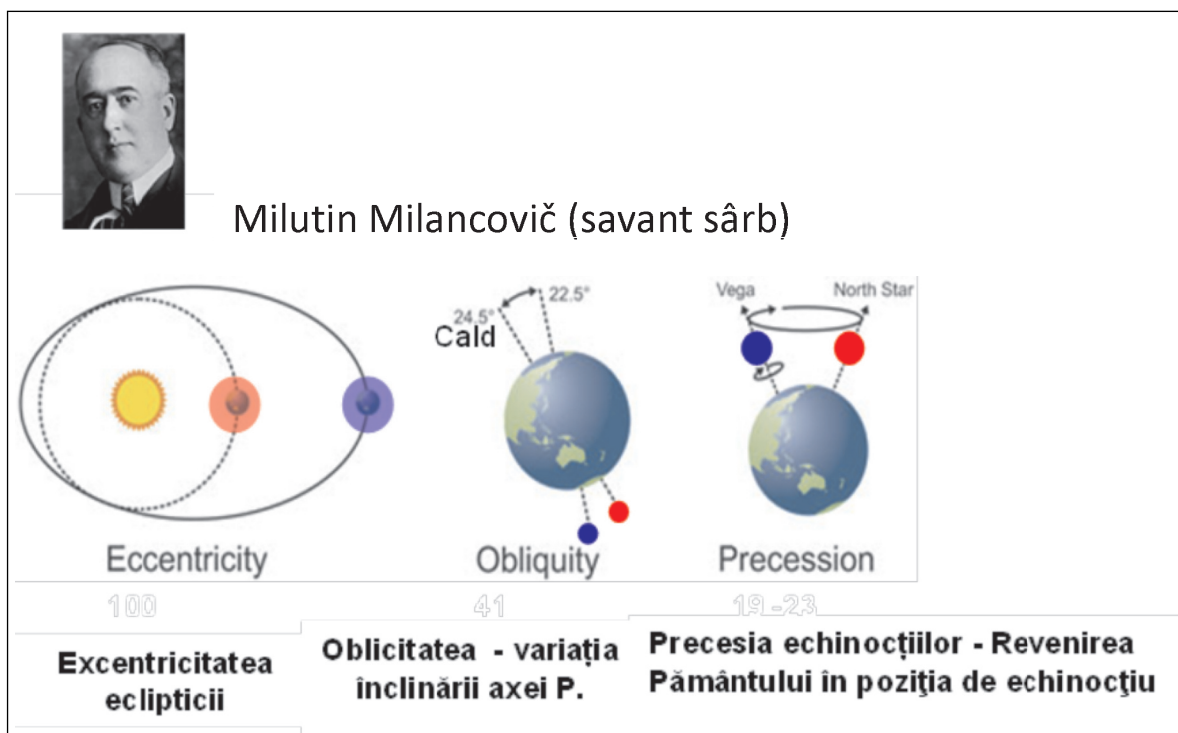


Fig. 7. Ciclurile lui Milanković . Colaj din Anastasiu-Morariu, 2021.

Tabelul 2
Epoci glaciare și interglaciare în timpul Cuaternarului.

Pleistocen (2,58 mil. ani – 11 700 ani)	Alpi	Europa de Nord	America de Nord
	Würm	Weichselian = Vistula	Wisconsin
	<i>Riss–Würm</i>	<i>Eemian</i>	<i>Sangamonian</i>
	Riss	Saalian	Illinoian
	<i>Mindel Riss</i>	<i>Holsteinian</i>	<i>Yarmouthian</i>
	Mindel	Elsterian	Kansan
	<i>Günz–Mindel</i>	<i>Cromerian</i>	<i>Aftonian</i>
	Günz	Eburonian	Nebraskan

Cuaternarul și Antropocenul

Apropiindu-ne de timpurile actuale, Cuaternarul, a treia perioadă a Terțiarului (Cainozoi-ului), cu cele două epoci ale sale, Pleistocenul (2,58 mil.–11 700 de ani) și Holocenul (11 700 ani–prezent) este ultima perioadă în care schimbările climatice au fost evidente. Glaciațiunile și interglaciațiunile au fost prezente pe toate continentele, iar în Europa ele au fost înregistrate și denumite pentru regiunile alpine. Au fost astfel stabilite și datate următoarele schimbări.

Holocenul este epoca în care a apărut omul care a populat planeta și a început să aibă activități din ce în ce mai complexe (revoluțiile industriale, civilizațiile umane, viața urbană etc.) și care au interferat cu mediul înconjurător. Pentru perioada terminală a Holocenului o parte a geologilor au

propus termenul de **Antropocen**, unitate cronologică neacceptată, după numeroase discuții, de Comisia Internațională de Stratigrafie (2018).

Sensul inițial de Antropocen, dedicat intervalului de timp în care activitățile umane au dezechilibrat procesele naturale, a fost propus de **Paul Crutzen** (Premiul Nobel în chimie, 1995, pentru elucidarea cauzelor găurii de ozon din atmosferă) și de **Eugene Stoermer** în anul 2000.

Intrarea Pământului într-o perioadă (epocă) glaciară a avut la nivel global consecințe atât asupra domeniului continental, prin extinderea ghețarilor de tip „alpin” (montani) și a calotelor glaciare, cât și asupra domeniului oceanic.

Astfel, acesta din urmă, într-o **perioadă glaciară**, intră într-o fază *oligotaxică*, în care:

Perioade glaciare

- Excentricitatea este maximă.
- Oblicitatea este minimă.
- Crește albedoul.
- Nivelul eustatic scade-regresiuni.
- Crește potențialul redox (O₂).
- Temperatura apelor scade.
- 2300 mil.a = Gl. Huroniană.
- 940–615 mil.a = Ptz. Superior
- 440 mil.a = Gl. Ordoviciană.
- 300 mil.a = Gl. Gondwaniană.
- 2 mil.a – Gl. Cuaternară.

Perioade interglaciare

- Nivelul eustatic crește-transgresiuni.
- Temperatura apelor crește.
- Potențialul redox scade.
- Mil.a = 515 (Camb), 428 (Sil).
- 333 (Carb), 185 (Jur), 90 (Cret).
- 55 (Eoc).

- nivelul de bază scade;
- temperatura apei scade, iar curenții oceanici au o circulație mai intensă (pot oxigena zonele adânci ale bazinelor);
- asistăm la o creștere a potențialului redox al apelor (determinat de îmbogățirea lor în O_2 și CO_2 dizolvat).

Perioadelor interglaciare le sunt caracteristice faze *politaxice*, în care:

- nivelul de bază crește;
- apele se încălzesc, iar potențialul redox scade (ele sărăcesc în O_2 și pierd CO_2);
- circulația oceanică este mai redusă.

Cercetările moderne, privind evoluția climei din ultimii 150 de ani, au scos în evidență creșterea semnificativă a temperaturii medii pe planetă. Această creștere este generată de activitatea antropică și, în special, (Hera, 2015) de:

- creșterea concentrației gazelor cu efect de seră (GES – a dioxidului de carbon și a metanului) prin arderea combustibililor fosili;
- activitățile din industrie și agricultură;
- poluarea atmosferei cu aerosoli;
- modul de utilizare a terenurilor etc. (Raportul V al Grupului interguvernamental privind schimbările climatice – IPCC).

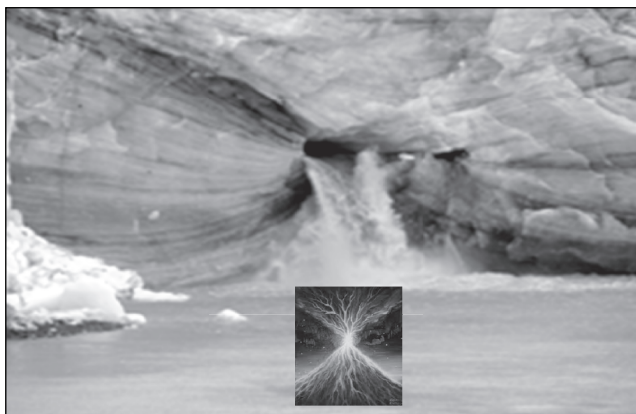


Fig. 8. În Alaska, focare fierbinți subglaciare grăbesc topirea gheții și generează râuri ce-și varsă apele în cascadă. Foto Anastasiu, 2014.

Planeta locuită – cifre în timp. Apariția omului și revoluțiile industriale

Omul a început să populeze planeta cu circa 12 000 de ani în urmă, ocupându-se de vânătoare și cultura pământului. Cu toate acestea, apar din ce în ce mai des dovezi ale unor civilizații arhaice care au lăsat după ele construcții megalitice. Numeroase semne de întrebare se ridică în

legătură cu originea lor (cine le-a creat, care au fost tehnicile de transport, tăiere și înălțare a blocurilor de piatră, cum de se găsesc pe toate continentele?) (*Ancient Apocalypse*, Graham Hancock, 2022).

Descoperiri de mare valoare au coborât vârstele de realizare a piramidelor din Egipt (Giza...) sau a construcțiilor megalitice din Peru (Machu Picchu...) de la 5000–6000 de ani, mult mai jos, spre 10–12 000 de ani. Și atunci? Ar trebui să recunoaștem că în acele perioade de început de Holocen, omul avea preocupări mult mai variate decât de a-și procura hrana prin vânătoare sau să are cu plugul vechile câmpii.

Terra avea o populație cunoscută, din ce în ce mai mare și din ce în ce mai pricepută.

Omul a descoperit proprietățile metalelor, *cuprul*, apoi *bronzul*, *fierul* și a creat primele topitorii, în care prelucra metalul. În secolul al XVIII-lea cunoștințele oamenilor s-au înmulțit, ca și nevoile lor. A fost inventată mașina cu aburi (Th. Newcomen, 1712, James Watt, 1776), care avea nevoie de cărbune, apoi motorul Diesel (Nikolaus Otto, 1876, Rudolf Diesel, 1893), care avea nevoie de petrol. Drumurile continentale și apele mărilor și oceanelor au fost populate cu mașini sau cu vase din ce în ce mai puternice. Lupta pentru resursele naturale pe care le foloseau – cărbunele și țițeiul – a generat războaie, numeroase și succesive.

O retrospectivă a realizărilor globale, până la începutul secolului XX sau până astăzi, reține epocile și industriile care au avut la bază materii prime variate – minerale și energetice.

S-au succedat, astfel, în timpul Neoliticului: *epoca pietrei* (începând cu 12 000 de ani în urmă), *epoca cuprului* și cea a *bronzului* (6000–850 î. Hr.), *epoca fierului* (850 î. Hr.–106 d. Hr.).

Acad. Dorel Banabic (2018) separă următoarele etape (Fig. 9):

• Prima revoluție (*Mecanizarea*).

Construirea motorului cu abur, în 1712, de inginerul Thomas Newcomen, din Cornwall, a fost catalizatorul primei revoluții industriale.

Utilizarea intensă a cărbunilor.

1876 – motoarele Diesel (Nikolaus Otto).

• **A doua revoluție industrială** (*Electrificarea*) a început odată cu obținerea parafinei din țiței brut de către chimistul scoțian James Young

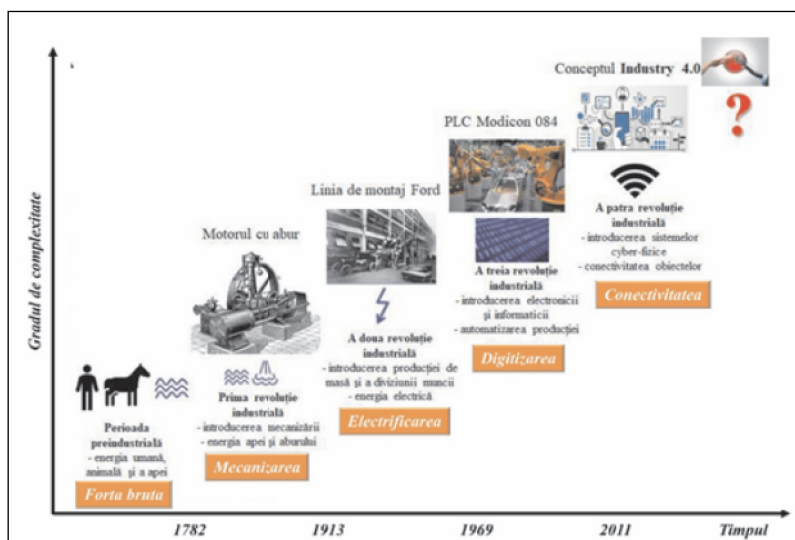


Fig. 9. Revoluțiile industriale, Dorel Banabic, 2018.

(1847) și cu perfecționarea tehnicilor de rafinare care au urmat.

1950 – începutul *erei nucleare*; primele centrale nucleare care produceau energie electrică.

- **A treia revoluție industrială** (*Digitalizarea*) electronică, informatică, automatizare.

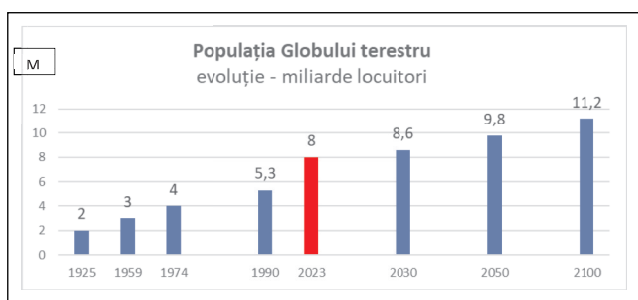
- **A patra revoluție industrială** (*Conectivitatea*) – digitalizare, mobilitate, automatizare, informatizare.

Activitatea umană s-a diversificat și, în mod inevitabil, producțiile ei – prelucrarea metalelor, folosirea apei, aerul – au intrat în conflict cu mediul înconjurător, cu viața din interiorul său. Au apărut cantități imense de deșeuri, s-au generat gaze cu efect de seră (GES – CO₂, CH₄ etc.). Nevoia de electricitate a introdus în joc materiile prime radioactive – uraniu, în special. Centralele nucleare aveau nevoie de el.

Pe Terra, numărul populației a crescut vertiginos, s-au dezvoltat orașe din ce în ce mai mari, sănătatea oamenilor a început să conteze (Fig. 10).

Iată, câteva cifre:

Populația Globului – evoluție 1925–2100



Provocări climatice

Lupta pentru resurse – degradarea mediului înconjurător

Suntem în anul 2023 și am atins 8 mld. locuitori; populația ultimului secol al mileniului trecut a crescut treptat, iar ritmul de creștere a fost lent. Predicțiile pentru secolul în care trăim sunt, însă, îngrijorătoare: 8,6 mld./2030, 9,8 mld./2050 și 11,2 mld./2100. Oamenii vor avea nevoie de hrană, de locuințe, se vor mișca dintr-o zonă în alta și au nevoie de sănătate. Orice factor care afectează consumul și dinamica populației trebuie evaluat cu grijă pentru a putea interveni prompt și la timp pentru menținerea echilibrelor naturale și, în special, a unui mediu înconjurător curat. Lupta pentru resursele solului și ale subsolului se va întinde. Ce facem? Ce trebuie să facem?

Instituțiile internaționale (ONU, Crucea Roșie, Comisiile UE) au identificat pericolul pe care încălzirea globală (*schimbările climatice*) și unele activități umane îl reprezintă față de



Fig. 10. În India cu trenul. Foto Wikipedia, 2021.