

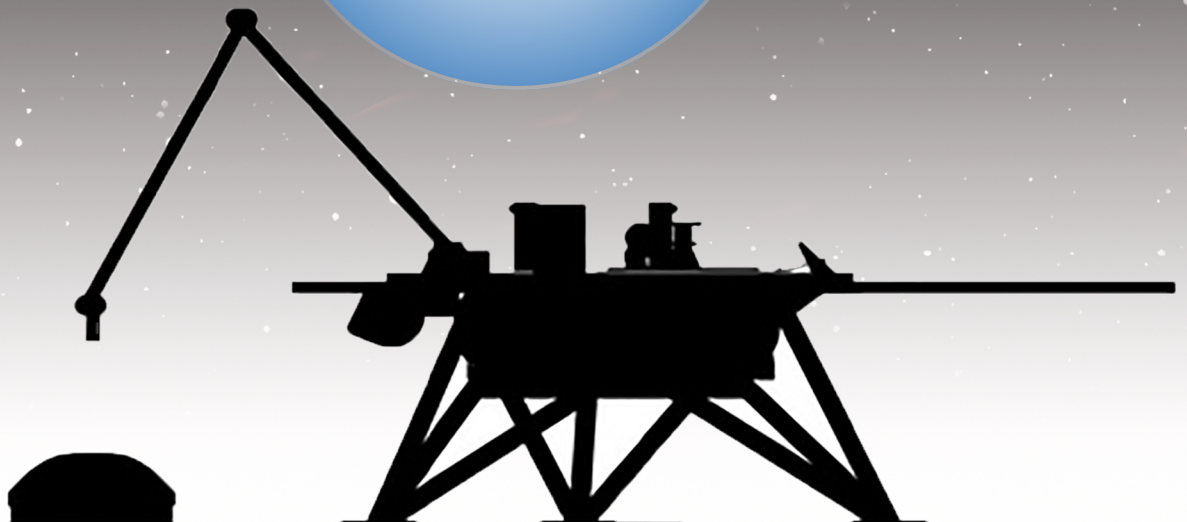
Topic IV

External geology of Mars versus Earth

Comparație între vulcani: de ce are o planetă mai mică un vulcan mai mare?

Peisaje modelate de tornadele de praf

Apa sărată – sursa formării canioanelor pe Marte: Știință sau farsă?



Apa sărată – sursa formării canioanelor pe Marte: Știință sau farsă?

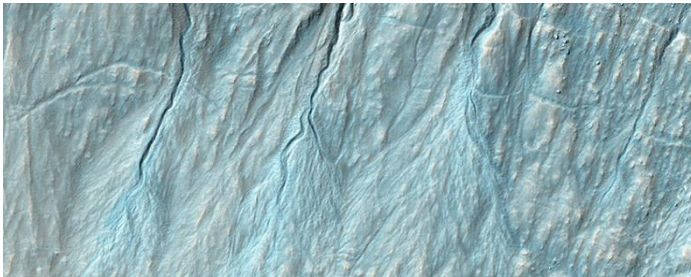
Cercetătorii cred că fenomenul de lichefiere a solului a fost factorul responsabil de formarea canioanelor de pe Marte. Lichefierea solului este procesul prin care sărurile absorb vaporii de apă atmosferică, în condiții de valori ridicate de temperatură și umiditate.

O asemenea activitate de suprafață există și în Antarctica, unde urme de apă cu aspect similar s-au format prin scurgerea apei sărate de-a lungul suprafeței. Dar este mult mai frig noaptea pe Marte decât în Antarctica și stratul activ al solului, care nu este înghețat, este mult mai subțire. Acest fenomen, în condițiile aerului rarefiat al planetei Marte, nu poate produce decât cantități minuscule de apă, care cu siguranță nu sunt de ajuns ca de-a lungul pantelor să se formeze torenți de apă.

Se pare că procesul de formare al canioanelor pe Marte nu se datorează curgerii “apei sărate”, ci unui alt factor.

Marte

Terra



Un nou defileu în Terra Sirenum

Sursă: NASA/JPL/Universitatea din Arizona

Defileu format prin eroziune în argilit, în regiunea PACA

Sursă: www.lithotheque.ac-aix-eille.fr/Affleurements_PACA

Cum s-au format canioanele/defileele pe Terra și pe Marte? Este factorul de erodabilitate a solului același?

2. Vârsta elevilor 13 - 15

3. Obiective

Explicați formarea defileelor pe Marte și pe Pământ și determinați factorul de erodabilitate a solului, ca și fenomenul de transport și de sedimentare.

4. Materii principale

Fizică – Științele Pământului - Chimie

5. Materii adiționale

6. Timp necesar: 2h

7. Cuvinte cheie.

8. Materiale

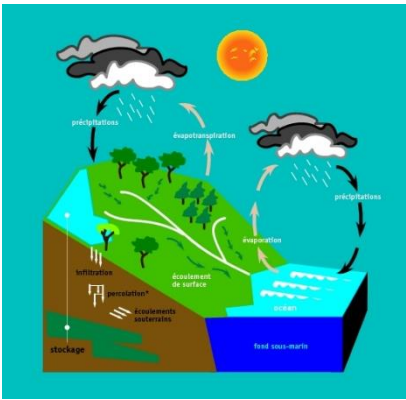
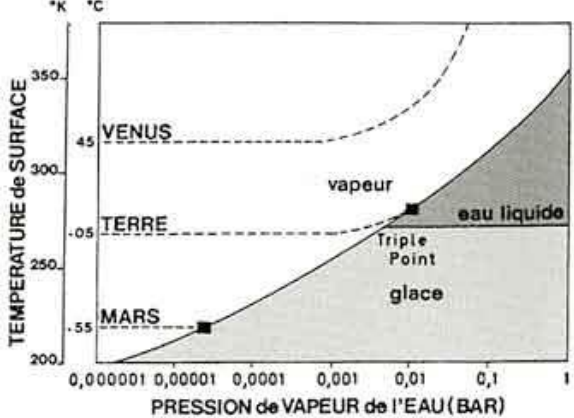
Modelarea defileelor pe Pământ	Pahar de laborator Franklin	Procesarea imaginii
- Laboratory basin sink - Water - Wedge - Sand	- Un pahar de laborator Franklin - Apă - Senzor de Temperatură Arduino - Plită de încălzire de laborator - Dop de cauciuc - Un stand pentru suport	- software Qgis - Imagini satelitare obținute de Hirise

9. Context științific

Principiile funcționării circuitului de apă și a circuitului carbonic pe Pământ.

10. Proceduri

Pe Terra:

Ciclul hidrologic	Diagrama de fază Presune-Temperatură pentru apă și poziția planetelor
	
Sursă : Circuitul apei pe Terra (© DocSciences – P. Veyret)	Autor : (Van Vliet-Lanoë, 2005)

Modelarea formării defileelor pe Terra:

- Protocol de simulare, din A. Prost, *Terra, 50 experimente pentru a descoperi planeta noastră*, Belin, 1999.

- 1 – Înprăștiți în mod egal nisipul în chiuveta de laborator (0,2 mm) și tasați suprafața.
- 2 – Dați chiuvetei o pantă lejeră plasând un suport sub ea, într-o parte.
- 3 – Așezați furtunul pe marginea de sus al chiuvetei.

4 – Dați drumul încet la apă și îndreptați jetul spre partea de jos a bazinului (în aval): șiroiul de apă se infiltrează în nisip.

Creșteți volumul de apă până când aceasta se ridică la suprafață.

1. Folosiți următoarele documente și rezultatele modelării procesului de formare a defileelor pe Pământ (Eroziune – Transport - Sedimentare)

Pe Marte:

Zeci de mii de astfel de defilee, măsurând uneori câțiva kilometri în lungime, crestează pantele situate la latitudinile meridionale ale planetei Marte. Formarea lor implică cantități importante de lichid al cărei proveniență este foarte greu de explicat. Dar presiunea atmosferică a planetei este atât de joasă încât orice cantitate de apă pură de la suprafață îngheață inevitabil, se evaporă sau fierbe rapid. De altfel, condițiile de temperatură și de presiune (conform diagramei de fază P° și T°a apei) sunt foarte apropiate de punctul critic al apei pure.

Să nu fie de fapt apa cea care creează defille pe Marte? Care este factorul responsabil de acest fenomen?

Index:

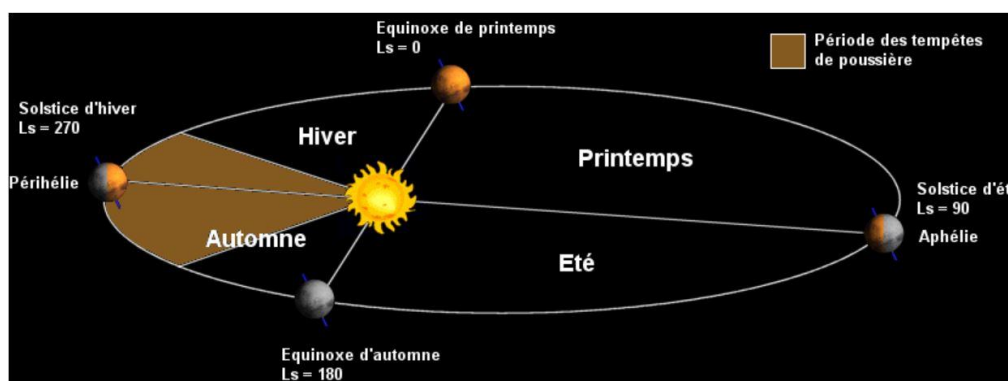
Compoziția atmosferei marțiene și a atmosferei terestre

Gaz	Marte (%)	Terra (%)
CO ₂	95,97 %	0,035 %
Ar	2 %	0,93 %
N ₂	1,89 %	78 %
O ₂	0,146 %	20,6 %
CO	557 ppmv	0,2 ppmv
H ₂ O (variabil)	0,021 %	0,4 %
O ₃ (variabil)	0,01 – 5 Dobs	300 Dobs

2. Formulați o ipoteză plauzibilă:

Ipoteză : CO₂ poate fi responsabil de formarea defileelor pe Marte.

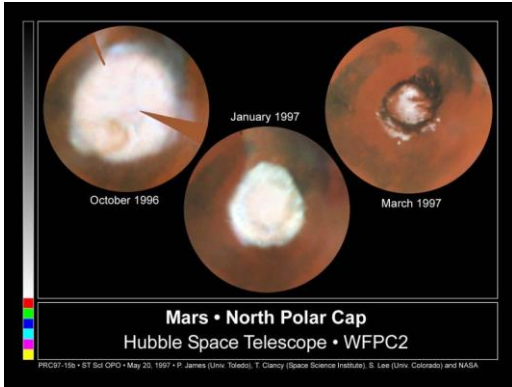
Distribuția anotimpurilor într-un an marțian:



Sl: înseamnă Rază vectoriale între Pământ și Soare, calculată cu ajutorul unghiurilor. Un an marțian este egal cu 360 de grade, adică o rotație completă în jurul Soarelui. Un grad de declinație al Soarelui corespunde cu unghiul dintre Soare și poziția planetei la echinocțiul de primăvară boreală.

Photo Credit: © Philippe Labrot, conform diagramei Laboratorului de Meteorologie Dinamică. Little by little de Calvin J. Hamilton

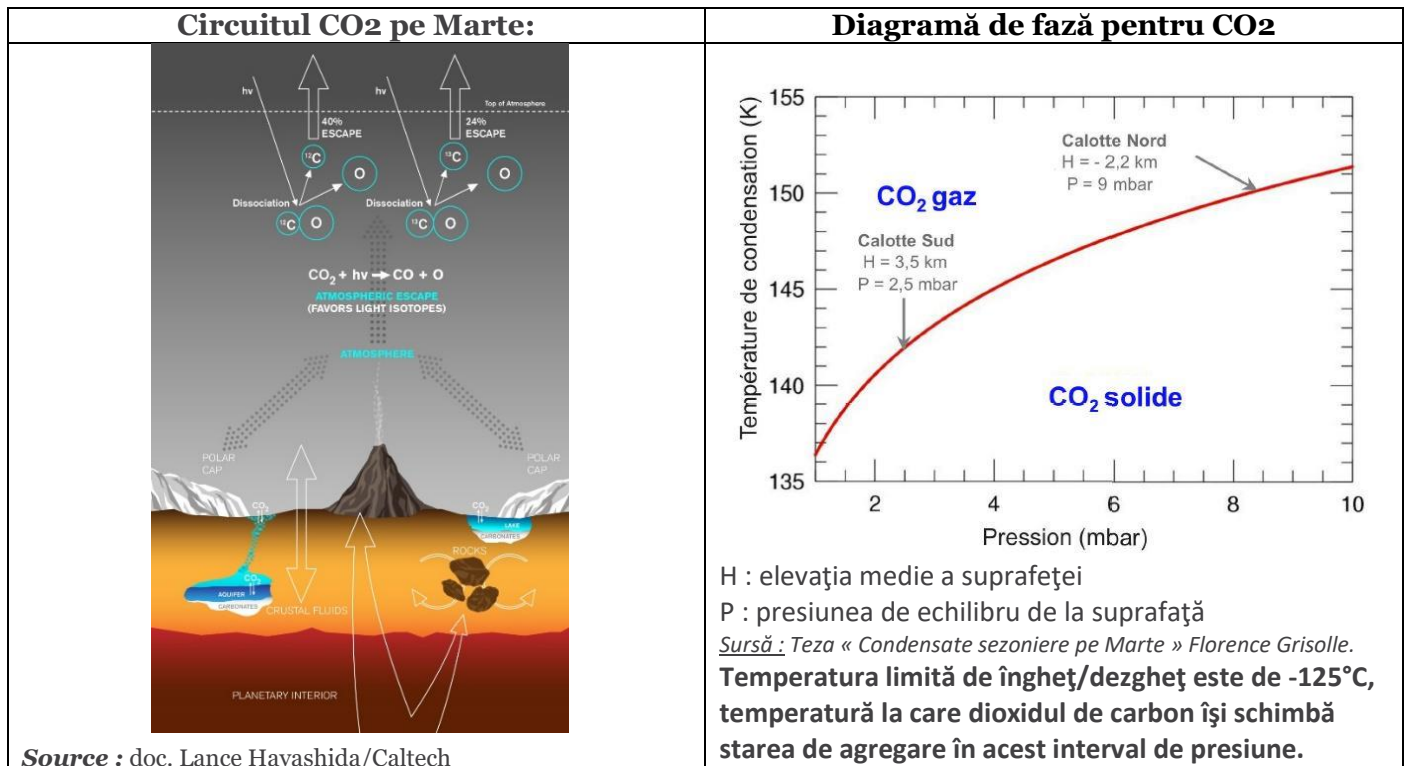
Există și o **variație sezonieră a presiunii globale de suprafață**. Atunci când există o calotă tranzitorie la nord sau la sud (perioadă de 2 solstiții) presiunea este cu 75 Pa mai scăzută decât media anuală. Atunci când nu există calote temporare la nord sau la sud (perioada dintre echinoxuri), presiunea globală este cu 75 Pa mai mare decât media. Această variație de 150 Pa dintre echinocțiu și solstițiu (25% din presiunea medie) arată că 25% din cantitatea de CO₂ atmosferic este condensată și devine gheață carbonică pe timpul iernii, iar primăvara următoare trece prin procesul de sublimare. Transferul de 25% din atmosferă între nord și sud, care are loc de 2 ori într-un an marțian, poate fi cauza furtunilor specifice sau generalizate.



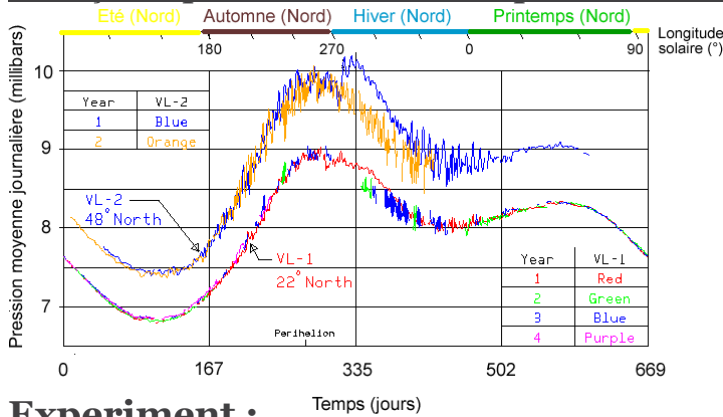
Dimensiunea acestor calote albe, de gheață, se modifică de la un sezon la altul. Spre sfârșitul verii, doar așa-numitele calote polare **permanente** sau **reziduale** rămân, fiind formate din “ghețuri eterne”. Suprafețele calotelor polare cresc toamna și iarna în timp își revin și se acoperă cu un strat de gheață, gheață care trece prin condensare toamna și iarna și se sublimă primăvara și vara. Vorbim atunci despre calote **temporare** sau **sezoniere**.

Droits réservés - © 1996-1997 Phil James (Univ. Toledo), Todd Clancy (Space Science Inst., Boulder, CO), Steve Lee (Univ. Colorado), NASA

Calotele temporare, având straturi subțiri de gheață, par să fie formate în mare parte din gheață carbonică. Dar ce se întâmplă cu aceste calote de gheață și ce transportă ele?



Variații ale presiunii atmosferice pe Marte de-a lungul fiecărui anotimp

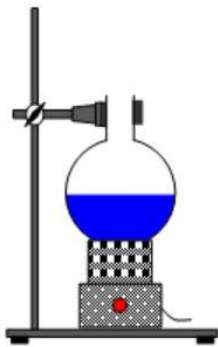


Reserved rights- © 1985-1988-1993 J.E. Tillman, modified

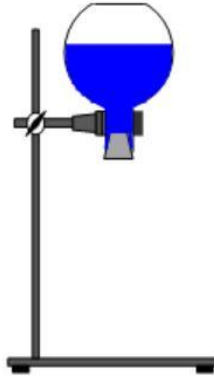
Experiment :

CO₂ se comportă diferit pe Marte din cauza valorilor de T° și P.

Experimentul Vasul Franklin cu un Arduino de T° pentru a demonstra că starea de agregare a speciilor chimice este influențată de valorile T° și P°



Chauffage de l'eau jusqu'à ébullition 100°C.

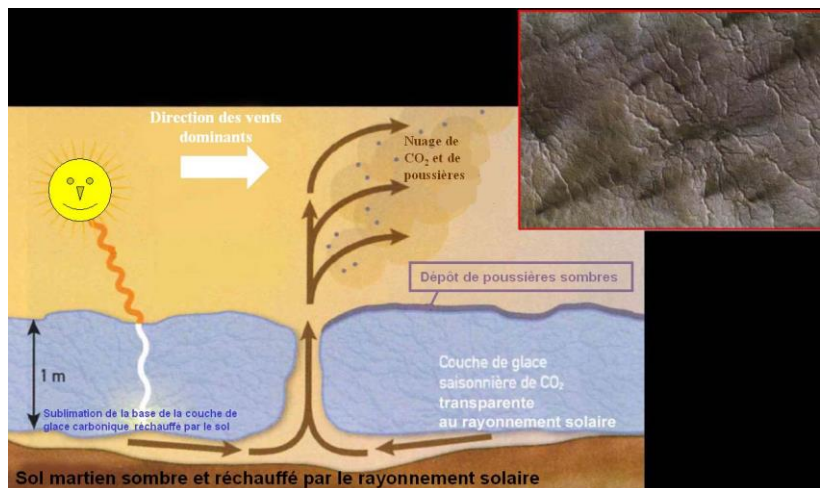


Retournement du ballon bouché



En arrosant d'eau froide, l'ébullition reprend

Source : <https://applilocale.ac-besancon.fr/geogebra/labo/films/franklin/bouillant.htm>



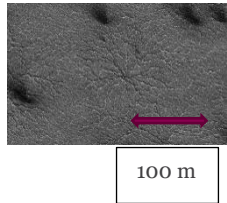
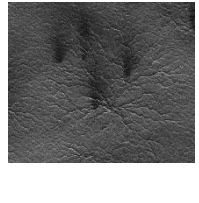
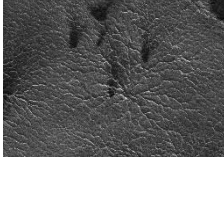
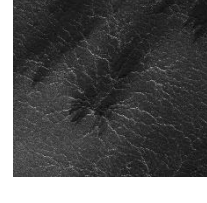
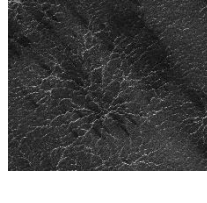
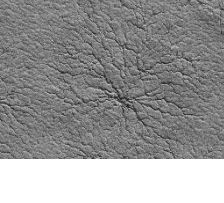
Rights reserved - © 2003 Piqueux et al. ;NASA/JPL/Universitatea din Arizona

Pe durata iernii se formează un strat de gheață carbonică pe regolitul marțian. Primăvara, acest strat transparent în lumina razelor solare este încălzit de la bază.

Gheața se sublime: trece direct în stare gazoasă. CO₂ gazos, prins sub stratul de gheață este dispersat în porii regolitului unde crește presiunea. Această presiune poate duce la fracturarea stratului superior de gheață și la o decompresie rapidă a regolitului format din grohotiș și praf purtat de CO₂, permițând astfel desprinderea solului în urma procesului de formare a unor canale mai mult sau mai puțin convergente (păienjeniș de canale).

Praful adus la suprafață se va depune în jur, dirijat de direcția cureților de vânt (în evantai).
Sursă: <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

Pentru a ilustra acest fenomen: Prezentați secvența de imagini folosind programul Qgis. Puteți deschide aceste imagini din fișierul pus la dispoziție în Qgis și, prin suprapunerea straturilor, veți putea vedea evoluția pânzelor de păienjeniș, formate de canale.

Sfârșitul iernii	Începutul Primăverii	Mijlocul Primăverii	Sfârșitul Primăverii	Începutul Verii	Vară
					

Această secvență reprezintă o parte din prezentarea de la AGU din decembrie 2007 "Primăvară la Polul Sud al planetei Marte". Secvența de evenimente este studiată într-o serie de imagini luate primăvara și vara în emisfera de sud și înfățișează procesul de sublimare prin care trece un anumit păienjeniș de canale.

Sfârșitul iernii: Dăm zoom pe un singur astfel de "păienjeniș". Putem observa un ansamblu de canale de eroziune organizate la suprafață, acoperite de un strat de gheață de dioxid de carbon sezonieră, translucidă.

"Ziua solară" este $L_s = 181.1$ (L_s fiind unitatea de timp pe Marte : la $L_s = 180$, Soarele traversează Ecuatorul spre sud; la $L_s = 270$, Soarele ajunge la latitudinea subsolară maximă, iar de aici începe Vara.)

Începutul Primăverii: calculat la $L_s = 195,4$. Patru evantaie de praf au scăpat de sub canalele săpate în sol. Gheața translucidă este încălzită de bază și se evaporă pe sub stratul de gheață sezonieră. Gazul găsește un punct slab și se evaporă, ajungând până la stratul superior de gheață, unde transportă praful de-a lungul suprafeței de gheață. Praful este apoi măturat de curentul de vânt predominant.

Mijlocul Primăverii: calculat la $L_s = 199,6$. Praful este prins în canale.

Sfârșitul Primăverii: obținut la $L_s = 226$ arată că direcția vântului s-a schimbat, că sistemul de evantaie s-a alungit și că din ce în ce mai multe evantaie de praf nou formate vin dinspre canale pe măsură ce stratul de gheață devine mai subțire.

Începutul Verii: stabilit la $L_s = 233,1$, când o mare parte din înghețul de suprafață a dispărut. Canalele sunt acum translucide pentru că Soarele luminează mai direct pe pereți. Se poate observa un strat subțire de praf mai închis pe fundul celor mai mari canale.

Mijlocul verii: calculat la $L_s = 325,4$, în mijlocul verii australe. Toată gheața sezonieră a dispărut. Este clar că rețeaua de canale a fost săpată la suprafața solului și nu în stratul de gheață sezonier. Evantaiele de praf au dispărut și ele, în sensul că nu mai contrastează cu materia de suprafață din care au provenit. Materia de suprafață este noroi solidificat de către apa înghețată, acoperit de un strat de praf de 5 cm de aluviuni desecate, gheață fiind redistribuită în fiecare anotimp prin acest proces de creare și depozitare a prafului.

Scriș de: Candy Hansen (12 Decembrie 2007) – **Sursă :** NASA/JPL/Universitatea din Arizona

11. Discuție pe baza rezultatelor și concluzii

Apa este factorul de eroziune în cazul formării defileelor pe Pământ; pe Marte, acest factor este CO_2 . Această activitate permite elevilor să înțeleagă faptul că comportamentul speciilor chimice este dependent de condițiile de Temperatură și Presiune.

Este important ca elevii să dezvolte o gândire critică astfel încât să ramână obiectivi și critici față de orice articol care este publicat, chiar și în domeniul științific.

Știința nu este o disciplină fixă, mai degrabă evoluează în funcție de progresele științifice și tehnologice.

“Cu miliarde de ani înainte, planeta noastră era înconjurată de un strat de dioxid de carbon, din care o mare parte se regăsește acum sub formă de calcar pe fundul oceanelor. În era formării sale, activitatea seismică existentă pe Pământ putea lupta împotriva închiderii carbonatelor în subteran. La nivelul zonelor de subducție, unde crusta oceanică se scufundă sub crusta continentală, plăcile tectonice sunt afectate de temperaturi din ce în ce mai ridicate. Carbonații sfârșesc prin a se topi și crează din nou dioxidul de carbon care se întoarce în atmosferă, ieșind la suprafață prin craterele vulcanilor.

Spre deosebire de Terra, Marte nu are o tectonică a plăcilor. Dacă aceasta ar fi prins contur, răcirea planetei ar fi întrerupt cu siguranță procesul. Nedispunând de plăci tectonice care să pună în circulație carbonații prin topire, atmosfera marțiană a devenit din ce în ce mai rarefiată. Efectul de seră a început să se diminueze și planeta s-a răcit lent, dar inevitabil, pentru a se transforma într-un iad al ghețurilor.”

Sursă : <https://www.nirgal.net/atmosphere.html>

12. Activități propuse în continuare

Arată efectul eroziunii de către o apă bogată în CO_2 : Formațiuni carstice



Sursă : http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/Affleurements_PACA/13_allauch/carte_geologique_allauch250.htm

— Structuri masive de calcar alb, coerente și neporoase, formează [pante pietroase](#) în peisajul geologic. [Pereții verticali de calcar](#) alternează cu pantele line de [grohotiș marnos](#). Aceste stânci au numeroase [urme de eroziune](#) făcute de apele curgătoare care dau naștere unui [lapias](#): șanțulețe de formă circulară săpate pe planuri înclinate. Procesul de disoluție este de asemenea la originea formării [grotelor](#) sau [craterelor de origine glacială](#) săpate pe [cursul apei](#). Eroziunea acestor cratere este cauzată de blocuri de piatră transportate de [râuri cu caracter temporar](#).

— Eroziunea calcarului stă la baza [lărgirii](#) fisurilor [verticale](#) sau [oblice](#) care afectează suprafețele de relief carstic. Fenomenul acesta duce la [desprinderea](#) rocilor de pe stânci și prăbușirea lor la poalele carstului.

— Eroziunea carstică din imagine a avut loc sub un covor de vegetație, în timp ce apa bogată în dioxid de carbon a percolat solul și a dizolvat lent calcarul dându-i forma caracteristică de masiv calcaros. În prezent, acest tip de eroziune chimică nu mai are aproape nici un efect asupra stâncilor observate pe afloriment.

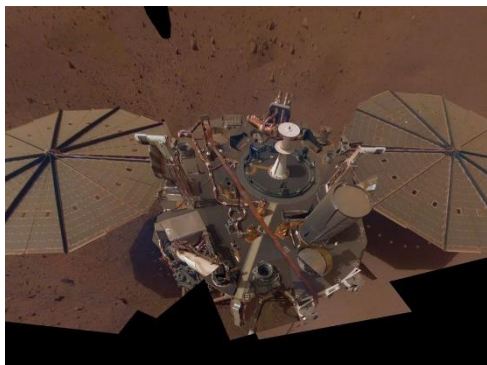
13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

- <https://www.uahirise.org/>
- <https://applilocale.ac-besancon.fr/geogebra/labo/films/franklin/bouillant.htm>
- <http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr>
- A. Prost, *La Terre, 50 expériences pour découvrir notre planète*, Belin, 1999.
- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/>

Peisaje modelate de tornadele de praf

1. Introducere & Pb

Landerul InSight trimis pe Marte a detectat o tornadă de vânt care a măturat praful ce se așternuse pe panourile solare ale sondei spațiale de la aterizarea ei.



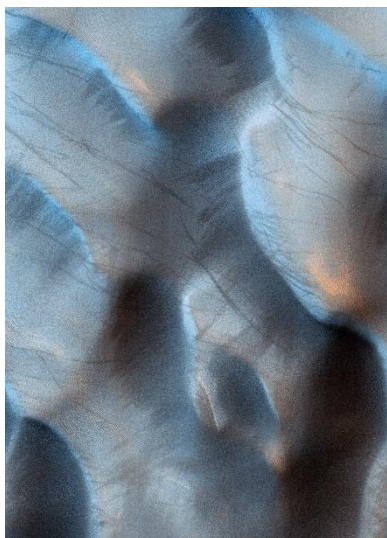
“În data de 1 Februarie 2019, cele două panouri ale landerului InSight care investighează geologia planetei Marte și-au recăpătat puterea. Evenimentul a fost asociat cu o tornadă de vânt care a ridicat o parte din particulele de praf ce acopereau panourile. Acesta nu este un eveniment izolat pe Marte, dar este pentru prima dată când a fost studiat fenomenul având la dispoziție toți parametrii meteorologici.”

***Sursa :** Știință și viitor “O rafală de vânt marțian a măturat panourile solare ale sondei spațiale InSight”*

Sursă : NASA/JPL-Caltech

Viteza maximă a vântului înregistrată de stația meteorologică APSS (Auxiliary Payload Sensor Suite) a fost de până la 45km/h. Trecerea rafalei a fost însoțită de o scădere de 13% a presiunii atmosferice. Conform spuselor inginerilor responsabili de sonda spațială, aceste condiții sunt compatibile cu trecerea unui „dust devil” pe deasupra sondei. Tornadele de praf lasă în urma lor urme vizibile în peisajul marțian și contribuie astfel la geomorfologia specifică a planetei Marte, lucru care nu este valabil și în cazul Pământului.

Urme lăuate în craterul Richardson de trecerea unor Dust Devils:



Dunele din imagine sunt situate la o latitudine de 72° sud; pe Terra, ele s-ar afla mult după cercul Antarctic. Din cauza poziției lor prea apropiată de Polul Sud, sunt supuse unor variații enorme ale temperaturii în cursul anului marțian. Imaginea din stânga a fost luată în momentul echinocțiului de toamnă din emisfera austral, ce marchează sfârșitul verii și începutul toamnei. Sunt vizibile încă numeroase **urme ale vârtejurilor de vânt**, luând forma unor linii fine încrucișate, dar ele vor fi acoperite progresiv cu gheață cabonică când se va instala iarna australă.

NASA/JPL/Universitatea din Arizona

Pb : Cum se formează urmele trecerii unui Dust Devil pe Marte? Există un asemenea fenomen pe Pământ?

2. Vârsta elevilor: 13 – 15 ani

3. Obiective

Mars Să înțelegem legile fizice care guvernează deplasările maselor de aer, și anume convecția atmosferică. Dar și procesul aflat la baza formării unui vârtej de praf pentru a putea deduce cauzele acestor urme lăsate pe solul atât de caracteristic al planetei Marte.

4. Materii principale

Fizică – Științele Pământului

5. Materii adiționale

6. Timp necesar: 2h

7. Cuvinte cheie.

Depresiune atmosferică – Convecție atmosferică –

8. Materiale

Modelare „turbina de praf”

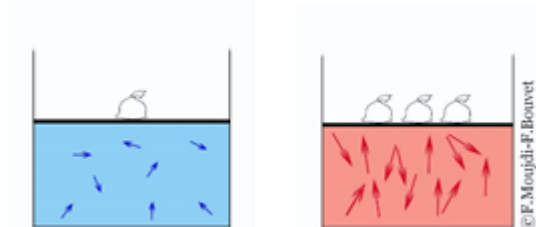
- - Tămâie
- Plexiglass piatră
- Lumânare
- Tava cu cuburi de gheață
- Senzor de presiune (vezi: Fișa tehnică Arduino)

9. Context științific

Relația dintre presiune și temperatură (Legea Gay-Lussac) este la originea convecției atmosferice:

Chimistul și fizicianul francez Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) a demonstrat că există o relație între presiunea și temperatura unui gaz. Pentru un volum constant și o cantitate dată de gaz, el a observat că presiunea gazului urcă în timp ce temperatura sa crește și vice versa. Relația pe care a descoperit-o prin observațiile sale se numește Legea Gay-Lussac sau Legea transformării izobare.

„**Legea Gay-Lussac** descrie legătura dintre presiunea și temperatura unui gaz. Se stipulează că, pentru un volum constant, presiunea unei cantități date de gaz este direct proporțională cu temperatura absolută a gazului.”



Rece T °

cald T °

Conform acestei teorii cinetic-moleculare a gazelor, o creștere a temperaturii rezultă într-o creștere a energiei cinetice a particulelor.

Riscul de coliziune moleculară este mai mare, ceea ce provoacă o schimbare a presiunii. Dacă volumul gazului este menținut constant, presiunea lui va fi mai semnificativă.

10. Proceduri

Ca și pe Pământ, vânturile de pe Marte sunt alimentate de energia solară. Observațiile făcute de sondele spațiale Viking pe Marte sau direct pe Pământ au arătat particulele de praf atmosferic pot fi ridicate de tornadele de praf.

Astfel de fenomene pot atinge dimensiuni considerabile. O tornadă aspiră masele de aer înconjurătoare și le concentrează în nucleul ei.

Amazonis Planitia



Un vârtej gigantic de praf proiectează o umbră șerpuitoare pe suprafața marțiană.
Poza acoperă o zonă de aproximativ 644 m lățime. Nordul este în sus. Vântul se află la o altitudine mai mare de 800 m și are 30 m în diametru.
O briză din vest care trece la jumătatea înălțimii vârtejului de praf a produs un arc subtil în curentul de aer. Imaginea a fost capturată în momentul în care planeta este la punctul cel mai îndepărtat față de Soare.

Satellite: Mars Reconnaissance Orbiter

Copyright: NASA/JPL-Caltech/Universitatea din Arizona

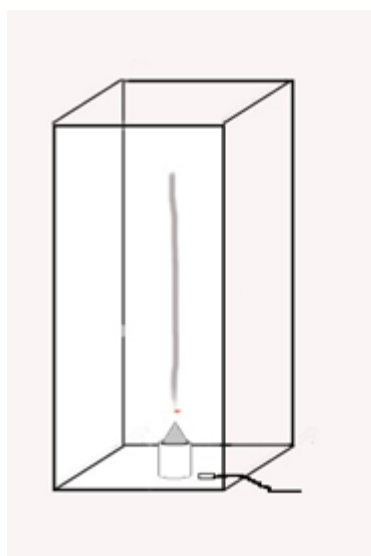
Același fenomen se produce și pe Terra, în mod normal, vara. Un vârtej de praf ia naștere la sol la atingerea anumitor condiții. Tornada este deplasarea maselor de aer ce conțin particule de praf.

I. Modelarea turbulenței masei aerului:

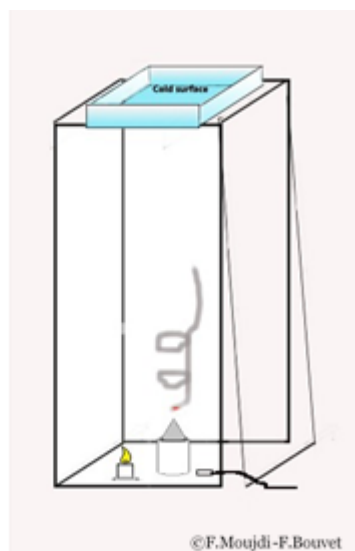
Efectuați următorul experiment pentru a evidenția mișcarea maselor de aer.

Senzor de P^o pe interior și
pe exterior:

Fără a deranja factorii externi Cu



factor extern perturbator



1. Notăți rezultatele:

	Experiment 1		Experiment 2	
	T=0	T=3'	T=0	T=3'
Presiunea în interiorul tubului				
Interpretarea rezultatelor				

2. **Explicați**, folosind datele culese, fenomenul care se produce în timpul experimentului și care a permis deplasarea maselor de aer cald.

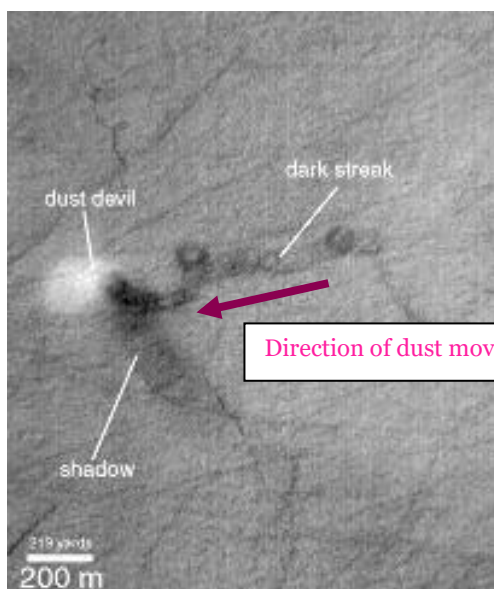
I. Tornada în acțiune:

Tocmai ce am demonstrat că ascensiunea aerului cald constituie motorul tornadei. Această ascensiune permite de altfel deplasarea vârtejurilor care apar pe orizontală ca urmare a forfecării cauzate de curenții de aer orizontali.

Apoi, după ce tornada se formează, aerul se ridică în nucleul ei, ceea ce produce aspirarea violentă a aerului de la bază și întreține depresiunea atmosferică.

În timpul trecerii unui dust devil pe Marte, el poate aduna și perturba straturile detașate de praf, lăsând în urma lui o dâră mai întunecată la culoare.

Praf în acțiune, fotografiat din orbită de MGS pe data de 11/12/1999 :



- **Urmă întunecată:** Urma lăsată de trecerea unui dust (70 m lățime) care a măturat pelicula fină de particule de praf clare care acopereau solul. Această urmă este foarte bine conturată de forma sa sinuoasă și culoarea închisă.

- **Dust devil:** Norul de praf

- **Umbră:** Umbra unei tornade pe sol.

Reserved rights- © 2004 NASA/JPL/Malin Space Science Systems

11. Discutarea rezultatelor și concluzii

Vârtejurile de praf de pe Marte se formează la fel ca și pe Pământ. Solul se încălzește în timpul zilei și încălzește aerul care se află imediat deasupra solului (prin radiație). Stratul de aer cald se ridică și aerul mai rece de deasupra cade, creând astfel celule de convecție verticale. O rafală de vânt orizontală va întoarce celulele de convecție, ceea ce va conduce la formarea vârtejului de praf.

Tornadele care aduc praf cu ele vor contribui la modelarea peisajului marțian și vor lăsa astfel urme ale trecerii lor.

Dar aceste urme vor fi acoperite treptat de gheața carbonică la instalarea iernii australe. Înfățișarea planetei Marte se schimbă în funcție de anotimp.

12. Activități propuse în continuare

- <https://visionscarto.net/once-upon-a-thirst>

13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/mars-2005-04-13.xml>

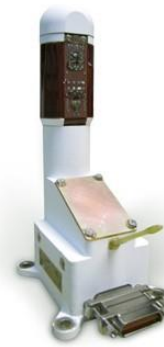
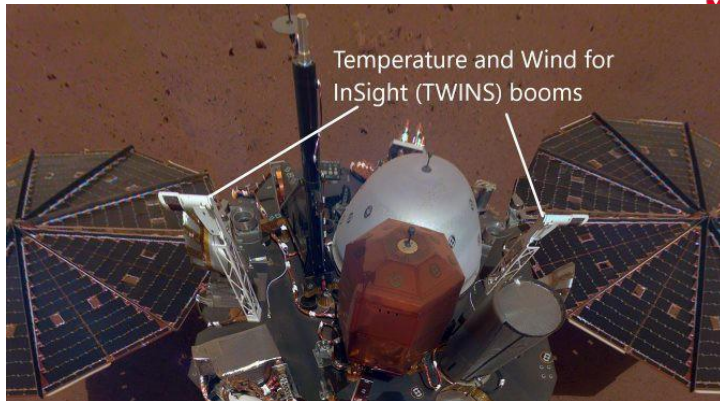
- https://www.nirgal.net/mars_science_atm.html

-

Fișă tehnică

Senzorii Twins (anemometru)

InSight dispune de doi senzori numiți „Twins”. Unul dintre senzori este instalat pe punte, iar celălalt fixat pe brațul robotic IDA, în spatele camerei IDC. De două ori pe secundă, senzorii vor înregistra temperatura aerului, ca și viteza și direcția vântului, pe tot parcursul misiunii de un an marțian, echivalentul a doi ani terestri.



Fotografie 1: senzorii TWINS ai stației meteorologice de pe inSight (© NASA)

Se încălzește un fir metalic prin traversarea unui curent electric. Rezistența electrică crește odată cu temperatura. Firul este apoi răcit de vânt. Cu cât vântul suflă mai tare, cu atât firul este mai rece și rezistența lui electrică scade. Rezistorul este plasat într-o punte Wheatstone de echilibru așa că variația rezistenței electrice datorată convecției atmosferice dezechilibrează puntea. Un voltmetru plasat la mijlocul acesteia măsoară tensiunea de dezechilibru a punții, iar mai apoi, dacă anemometrul este calibrat, viteza aerului. În acest sistem de funcționare, intensitatea electrică a firului este constantă.

I. Materiale

Vom folosi senzori similari pentru a măsura viteza vântului și temperatura. Este vorba de un anemometru cu fir cald: o rezistență este încălzită de o sursă de tensiune de 12V, cu cât temperatura firului crește, cu atât rezistența sa electrică crește. Vântul va răci rezistența și exact această scădere a temperaturii ne va permite să aflăm viteza vântului.

Puteți găsi senzorul folosit accesând link-ul:

<https://moderndevice.com/product/wind-sensor-rev-p/>

Conform site-ului de achiziție, este posibil să calibrăm senzorul:

<https://moderndevice.com/uncategorized/calibrating-rev-p-wind-sensor-new-regression/?preview=true>

Ieșirea analogică a senzorului OUT furnizează o valoare a tensiunii pe care o asociem cu viteza vântului după cum urmează:



V_{OUT} este tensiunea măsurată în volți la ieșirea OUT a senzorului

V_{no wind} este tensiunea măsurată în volți atunci când senzorul este protejat de vânt (de un clopoțel, de exemplu)

Temp_C este temperatura camerei măsurată în °C

$V_{wind_{ms}}$
 $= 0,44704$

$$\times \left(\frac{(V_{OUT} - V_{no\ wind})}{(3,038517 \times (temp_C)^{0,115157})} \right)^{3,009364}$$

În cazul unei temperaturi a camerei de 25°C, site-ul indică o valoare $V_{no\ wind} = 1,3692\ V$. Putem compara această valoare cu cea a montajului.

Ieșirea TEMP a senzorului măsoară temperatura ambientală:

$$T_{mp} = \frac{(V_{TEMP} - 0.400)}{0.0195}$$

 $V_{wind_{ms}}$ este unitatea de vânt măsurată

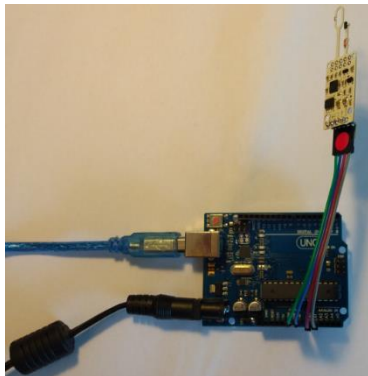
în m/s

 V_{TEMP} este tensiunea măsurată la ieșirea TEMP a senzorului





Pentru a urmări evoluția vitezei vântului, vom conecta senzorul la un Arduino.

1. Instalarea unui senzor

În imaginea de mai jos, este prezentată instalarea unui singur senzor:



Conectarea senzorului

Senzor	Culoarea cablului din imagine	Arduino
GND		GND
+12 V		Vin
OUT		A0
TEMP		A1

Mai jos este programul care redă valorile de viteză a vântului și de temperatură într-un Display Interactiv.

```
TP1
const int OutPin = A0; // La sortie OUT du capteur sur la sortie analogique A0
const int TempPin = A1; // La sortie TEMP du capteur sur la sortie analogique A1
const int VSV = 284; // Valeur de la tension OUT en absence de vent
int OUT1;
int TMP1;
int ventms1; // valeur du vent en m/s
int temp1; // valeur de la température en °C

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // lecture des variables issues du capteur
  OUT1 = analogRead(OutPin);
  TMP1 = analogRead(TempPin);

  //Utilisation des formules pour donner les mesures en m/s et °C
  ventms1 = int(pow((((float)OUT1 - VSV) / 85.6814), 3.36814) / 0.44704); //conversion de la valeur du capteur en m/s
  temp1 = int((((float)analogRead(TMP1) * 5.0) / 1024.0) - 0.400) / .0195);

  //affichage dans le moniteur des valeurs
  Serial.print(" Le vent est de ");
  Serial.print(ventms1);
  Serial.print(" m/s et la température est de ");
  Serial.print(temp1);
  Serial.println(" °C");
}
```

Obținem astfel

```
19:18:29.042 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.108 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.174 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.241 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.307 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
19:18:29.374 -> Le vent est de 0 m/s et la température est de 25 °C
```

2. Instalarea celui de-al doilea senzor

Instalarea celui de-al doilea senzor decurge în același mod.
Avem mai jos schema de asamblare și montajul în cauză.

Pentru o obține informații de la al doilea senzor, trebuie create 2 noi variabile OUT2 și TMP2 care vor fi integrate în același fel ca în programul precedent.

Afișajul de pe display este similar exemplului precedent:

```
//affichage dans le moniteur série des valeurs
Serial.print(" Vent mesuré par capteur 1 : ");
Serial.print(ventms1);
Serial.print(" m/s et Vent mesuré par capteur 2 : ");
Serial.print(ventms2);
Serial.println(" m/s");
delay(1000); //pause d'une seconde
Serial.print(" température du capteur 1 : ");
Serial.print(temp1);
Serial.print(" ° c et celle du capteur 2 : ");
Serial.print(temp2);
Serial.println(" °C");
delay(1000); //pause d'une seconde
```


În absența vântului, se va afișa pe display:

```
18:09:19.514 -> température du capteur 1 : 24 ° c et celle du capteur 2 : 24 °C
18:09:20.507 -> Vent mesuré par capteur 1 : 0 m/s et Vent mesuré par capteur 2 : 0 m/s
18:09:21.534 -> température du capteur 1 : 24 ° c et celle du capteur 2 : 24 °C
18:09:22.527 -> Vent mesuré par capteur 1 : 0 m/s et Vent mesuré par capteur 2 : 0 m/s
18:09:23.554 -> température du capteur 1 : 24 ° c et celle du capteur 2 : 24 °C
18:09:24.548 -> Vent mesuré par capteur 1 : 0 m/s et Vent mesuré par capteur 2 : 0 m/s
```

3. Determinarea direcției

Acum că cei 2 senzori sunt instalați, va fi interesant să comparăm vitezele și să determinăm direcția vântului.

Pentru a face acest lucru, vom considera că senzorul este situat la stânga stației, iar senzorul 2 la dreapta.

Modelul simplu

Vom face o comparație simplă între ieșirea senzorului 1 și ieșirea senzorului 2. Mai jos este partea programului care compară valorile și afișează viteza dominantă.

```
// comparaison des sorties OUT des 2 capteurs
if (OUT2 > OUT1) {
  Serial.print("Le vent vient de la droite et il vaut : ");
  ventms2 = int(pow((((float)OUT2 - VSV) / 85.6814), 3.36814) / 0.44704); //conversion de la valeur du capteur en m/s
  Serial.print(ventms2);
  Serial.println(" m/s");
} else {
  Serial.print("Le vent vient de la gauche et il vaut : ");
  ventms1 = int(pow((((float)OUT2 - VSV) / 85.6814), 3.36814) / 0.44704); //conversion de la valeur du capteur en m/s
  Serial.print(ventms1);
  Serial.println(" m/s");
}
delay(1000); //pause d'une seconde
```

Vom putea determina direcția vântului și împărți valorile măsurate în 3 categorii:

- Vânt puternic
- Vânt mediu
- Vânt slab

Pentru a realiza acest lucru, vom măsura vântul maxim pe care îl putem genera cu echipamentul nostru. Această valoare va fi stocată într-o variabilă MaxWind și vom face mai apoi o comparație.

Dacă vântul măsurat este mai mic decât 33 % din MaxWind, vom afișa “vântul este slab”
Dacă vântul măsurat este mai mic decât 66 % din MaxWind, vom afișa “vântul este mediu”
Dacă vântul măsurat este mai mare decât 66 % din MaxWind, vom afișa “vântul este puternic”

Ca exemplu, avem:

```
void loop() {
  // lecture des variables issues du capteur
  OUT1 = analogRead(OutPin1);
  OUT2 = analogRead(OutPin2);

  // comparaison des sorties OUT des 2 capteurs pour déterminer le vent dominant
  if (OUT2 > OUT1) {
    VentDom = OUT2;
    Serial.print("Le vent vient de la droite.");
  } else {
    VentDom = OUT1;
    Serial.print("Le vent vient de la gauche.");
  }

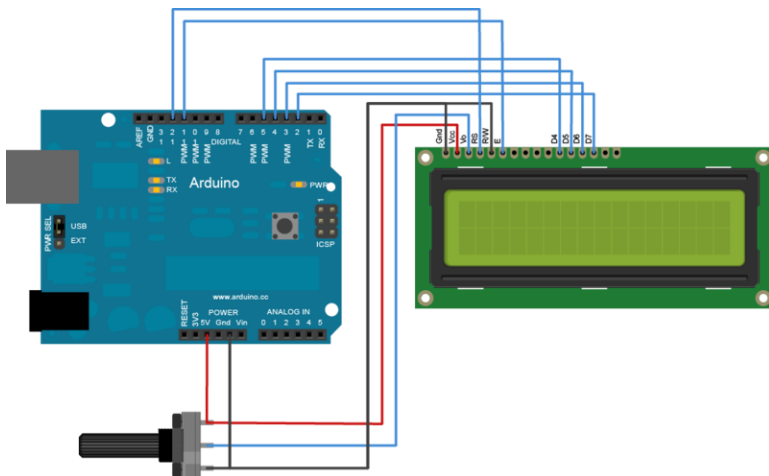
  // comparaison du vent dominant avec ventMax
  if (VentDom < 0.33 * ventMax) {
    Serial.print("Le vent est faible");
  } else if (VentDom < 0.66 * ventMax) {
    Serial.print("Le vent est moyen");
  } else {
    Serial.print("Le vent est fort");
  }
  delay(1000); // pause d'une seconde
}
```

Experiment complementar: folosind un display LCD

Dacă folosim un computer pentru a vizualiza viteza vântului, putem obține mesajele pe un display LCD în loc de a le avea pe display-ul Arduino. Acest lucru este ușor de realizat, la fel ca în imaginea de mai jos, cu ajutorul monitorului Arduino.

Exemplul este disponibil deschizând programul sugerat din File>examples>LiquidCrystal>Display.

Instalare cu ecran LCD:



După afișarea mesajului « HelloWorld » displayed, putem folosi display-ul conectat la programele noastre.

Diferența constă în secvența afișată, în loc de Serial.print () folosim lcd.print()

```
void loop() {
  // lecture des variables issues du capteur
  OUT1 = analogRead(OutPin1);
  OUT2 = analogRead(OutPin2);
  //On va d'abord effacer tout les caractères sur l'écran:
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0); //ici, on se positionne en haut à gauche de l'écran

  // comparaison des sorties OUT des 2 capteurs pour déterminer le vent dominant
  if (OUT2 > OUT1) {
    VentDom = OUT2;
    lcd.print("Vent de droite");
  } else {
    VentDom = OUT1;
    lcd.print("Vent de gauche");
  }

  lcd.setCursor(0, 1); //On se place sur la deuxième ligne
  // comparaison du vent dominant avec ventMax
  if (VentDom < 0.33 * ventMax) {
    lcd.print("vent faible");
  } else if (VentDom < 0.66 * ventMax) {
    lcd.print("vent moyen");
  } else {
    lcd.print("vent fort");
  }
  delay(1000); // pause d'une seconde
}
```

Comparație între vulcani: de ce are o planetă mai mică un vulcan mai mare?

1. Introducere & Pb

Mărimea și forma conului unui vulcan le permit vulcanologilor să afle mai multe despre istoria unui vulcan, ca și despre compoziția sa și alte proprietăți fizice alei magmei din care a luat naștere, cum ar fi vâscozitatea.

Mai mulți elevi știu faptul că un vulcan de pe planeta Marte, numit Olympus Mons, este cel mai mare munte din Sistemul Solar, sau cel puțin, cel mai înalt Vulcan. Fiind de aproape 22,000 m înălțime), este de peste două ori mai înalt decât cel mai mare munte de pe Pământ: un alt vulcan situat în Hawaii (Mauna Kea, 10,000m înălțime).

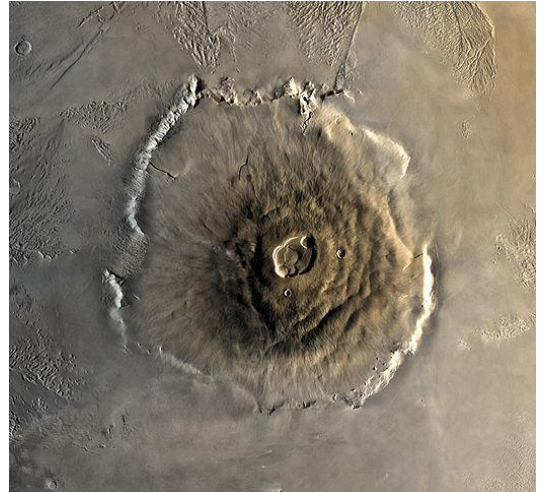


Figura 1: Olympus Mons
© NASA

2. Vârsta elevilor De la 16 la 18 ani.

3. Obiective

Prin această activitate, studenții pot:

- Compara mărimile celor două planete (Terra și Marte);
- Compara mărimile celor mai înalți vulcani de pe ambele planete, Mauna Kea pe Terra și Olympus Mons pe Marte;
- Să înțeleagă că Olympus Mons nu este numai cel mai mare vulcan din Sistemul Solar, dar și cel mai mare munte;
- Să facă calcule pentru a afla volumul, masa, densitatea și greutatea celor doi vulcani;
- Să compare erupțiile celor doi vulcani și să afle că amândoi sunt vulcani-scut, formați din lavă cu compoziție bazaltică.

4. Materii principale

Științele Naturii, Geologie, Matematică, Fizică, Geometrie

5. Materii adiționale

Artă (desen)

6. Timp necesar 30 minute și 30 minutes suplimentare pentru “Activități propuse în continuare”

7. Cuvinte cheie.

Vulcani, bazalt, vulcani-scut, volum, densitate, gravitație, greutate, dimensiune, echivalența unităților, astenosferă, deformare

8. Materiale

- hârtie milimetrică,
- riglă,
- compas,
- creion

9. Context științific



Figure 2: Olympus Mons compared to France. Published under Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International

Multora dintre elevi li se pare dificil să compare diverse planete din Sistemul Solar, ca și mărimea relativă a vulcanilor de pe ambele planete.

Printr-o serie de calcule simple, ei voi învăța să afle mărimea celui mai mare munte. Din volum, compoziție și densitate, vor putea calcula masele acestora.

Vor putea apoi formula teorii care să explice diferențele de mărime și vor putea înțelege mai concret dinamica unei planete cu plăci tectonice care se deplasează pe o astenosferă vâscoasă în comparație cu altă planetă ce nu prezintă o tectonică activă a plăcilor în prezent.

10. Proceduri

Înainte de a începe activitatea, cereți elevilor să folosească un motor de căutare (de ex. Google™) pentru a afla care sunt cei mai mari munți de pe Terra și de pe Marte și dimensiunile lor (înălțime și diametru maxim).

Rezultatele care trebuie să reiasă:

PLANETA	MUNTE	TIP	INALTIME	DIAMETRU
Terra	Mauna Kea (Hawaii)	Vulcan	aprox. 9,100m*	aprox. 180km*
Marte	Olympus Mons	Vulcan	aprox. 25,000m*	aprox. 600km*

*Rezultatele pot varia de la o sursă la alta din cauza *suprafeței de referință* pe care se calculează înălțimea și a formei bazei, care poate să nu fie circulară și astfel se măsoară diametrul aproximativ, numit *diametru mediu*.

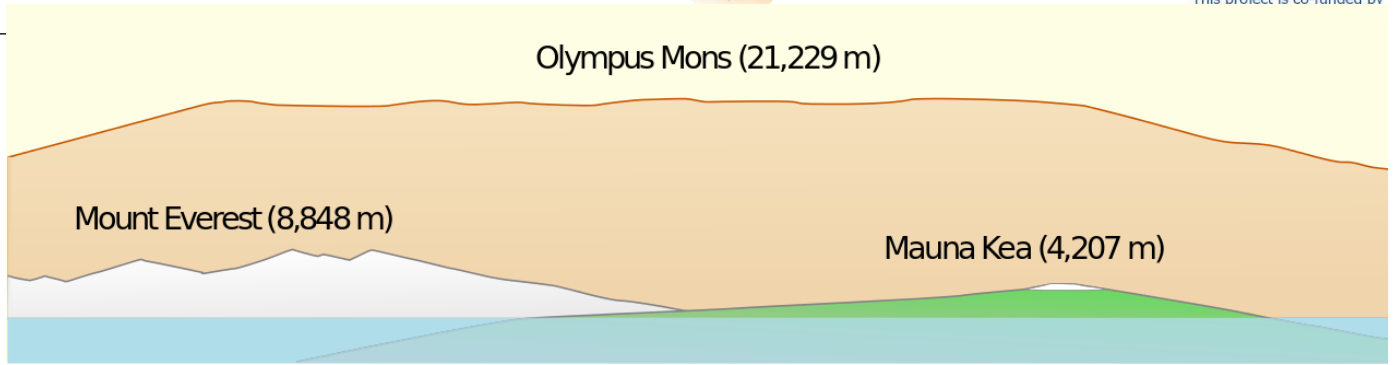


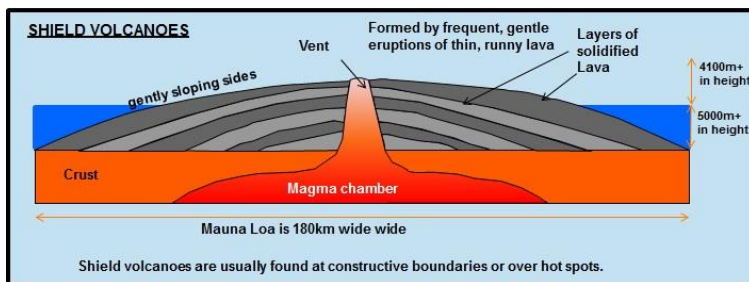
Figura 3: Olympus Mons în comparație cu Muntele Everest și Mauna Kea.
Publicată de Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International

Apoi dați-le o hârtie milimetrică și spuneți-le să reprezinte o secțiune transversală a ambilor vulcani. Scalele sugerate sunt: pe orizontală: 1:2,500,000; pe verticală: 1:1,000,000.

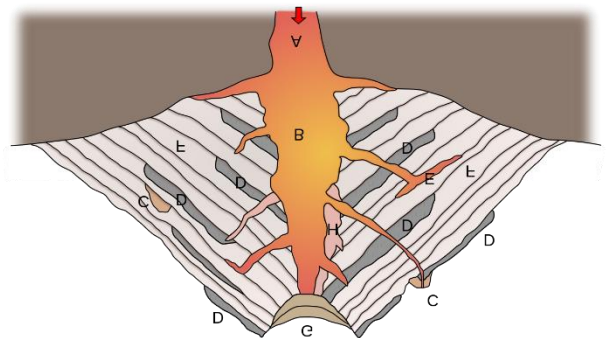
Rugați apoi elevii să calculeze tangenta pantelor celor doi vulcani folosind formula următoare:

$$\text{Tangenta} = \text{înălțime} / \text{radius}$$

Se așteaptă ca cele două rezultate să fie similare. Cum Mauna Kea este un vulcan-scut tipic, format din lavă curgătoare, bazaltică, de temperaturi ridicate, cu pante de unghi îngust, vom descoperi că Olympus Mons este un vulcan-scut, acoperit de asemenea cu lavă bazaltică. Probele analizate pe Marte ne confirmă această teorie.



Vulcan-scut (Wikimedia commons)



Stratovulcan (Wikimedia commons)

Figura 5: Un vulcan-scut în comparație cu un stratovulcan (vulcan compozit).

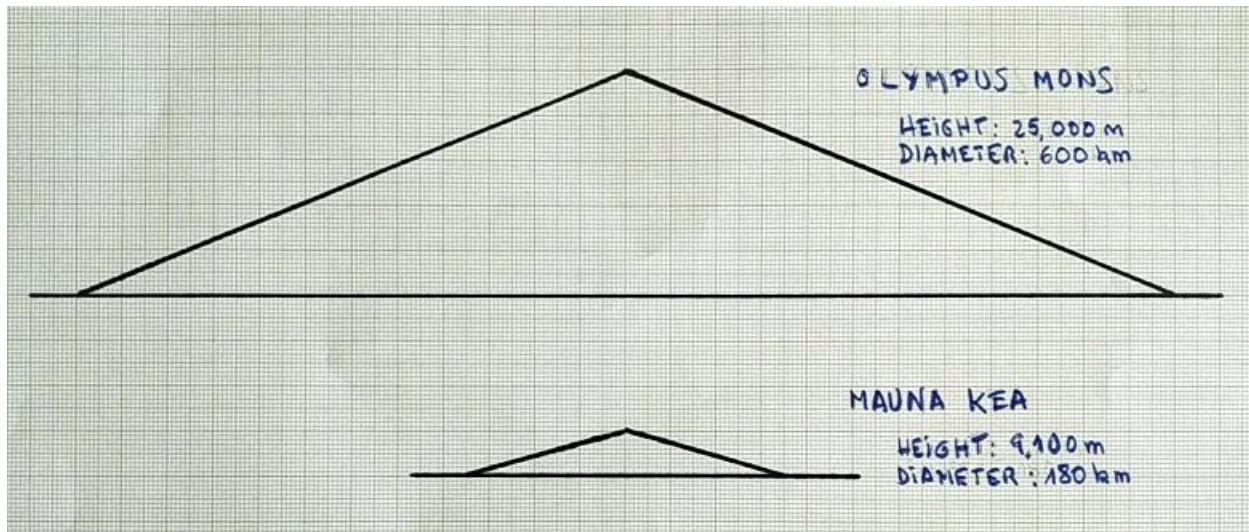


Figura 6: Cei doi vulcani reprezentați grafic pe hârtie milimetrică. Scală: pe orizontală 1:2,500,000;
 pe verticală: 1:1,000,000
 Desen de: Xavier Juan

11. Discuție pe baza rezultatelor și concluzii

O discuție finală pe baza rezultatelor ar trebui să ducă la această întrebare: de ce Marte (o planetă mai mică decât Pământul) are un asemenea vulcan enorm prin comparație cu vulcanii de pe Pământ?

Răspunsuri posibile:

- În Hawaii, mișcarea plăcii Pacifice deasupra unei magme topite stabile duce la formarea și extincția vulcanilor succesivi care nu au destul timp să crească în înălțime.
- Pe Marte magma stabilă menține vulcanul pentru o perioadă lungă de timp și duce la o dimensiune mai mare a vulcanilor.
- Gravitația mai mică de pe Marte pare să favorizeze o activitate vulcanică crescută.

12. Activități propuse în continuare

Să calculăm volumul celor doi vulcani:

Punându-ne de acord că forma aproximativă a celor doi vulcani este un con și cunoscându-le înălțimea și radiusul, elevii pot calcula volumele lor, folosind formula:

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

Unde r este radiusul bazei și h , înălțimea.

Calculul masei vulcanilor:

Acum, cunoscând volumul și densitatea medie a bazaltului (de aproape 3,000 kg/m³) elevii vor putea calcula masele celor doi vulcani folosind formula:

$$\rho = m / V$$

unde ρ este densitatea, m masa și V volumul.

Calculul înălțimii celor doi vulcani:

Mai departe, știind că gravitația medie este de 9.8m/s² pentru Terra și de 3.7 m/s², pentru Marte, elevii pot calcula înălțimea celor doi vulcani:

$$W = mg$$

unde W este greutatea, m masa și g accelerația gravitațională.

Discuție pe baza rezultatelor:

Știind greutatea vulcanului Mauna Kea de pe crusta Pământului și a lui Olympus Mons de pe Marte, rugați elevii propună teorii pentru a explica faptul că scoarța terestră este mai apăsată în jurul Mauna Kea din cauza greutății și ca nu există o dovadă că o asemenea adâncire există pe Marte în jurul lui Olympus Mons.

Răspunsuri posibile:

- Presiunea (= greutate (forță) / suprafață) este mai mică pe Marte decât pe Pământ
- În timp ce stratul extern al Pământului (litosfera) este secționat de mai multe plăci tectonice, placa Pacifică se comportă diferit față de celelalte plăci în legătură cu presiunea exercitată de Mauna Kea.
- Mauna Kea nu este un singur vulcan din regiunea Hawaii, fiind mai degrabă un complex de vulcani cu o greutate totală mai mare decât cea pe care elevii au calculat-o.
- Pe Pământ, existența unui strat la limita dintre solid și lichid sub litosferă (astenosfera) duce la deformarea plăcii Pacifice sub greutatea vulcanilor din Hawaii. Acest lucru nu este valabil pentru Marte, unde se pare că nu există un astfel de strat vâscos.

Toate răspunsurile posibile pot fi adevărate, dar, probabil, cea mai semnificativă este absența astenosferei pe Marte.

13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

Programul NASA de explorare a planetei Marte: <https://mars.nasa.gov/>

Simulare de zbor deasupra Olympus Mons : <https://www.youtube.com/watch?v=OTazRNGXSC8>

Olympus Mons (cel mai mare vulcan din sistemul solar!):

<https://mars.jpl.nasa.gov/gallery/atlas/olympus-mons.html>