



Topic II Environment of rocky planets

Zgomotul
seismic
atmosferic

Instrumente
pentru
măsurarea
vitezei vântului
marțian

Aerosoli
primari și
impactul
climatic
asupra

Variația
diurnă a
temperaturii pe
planeta Marte

SEIS, un
seismometru
foarte bine
protejat

Aerosoli
primari și
impactul
climatic pe
Marte



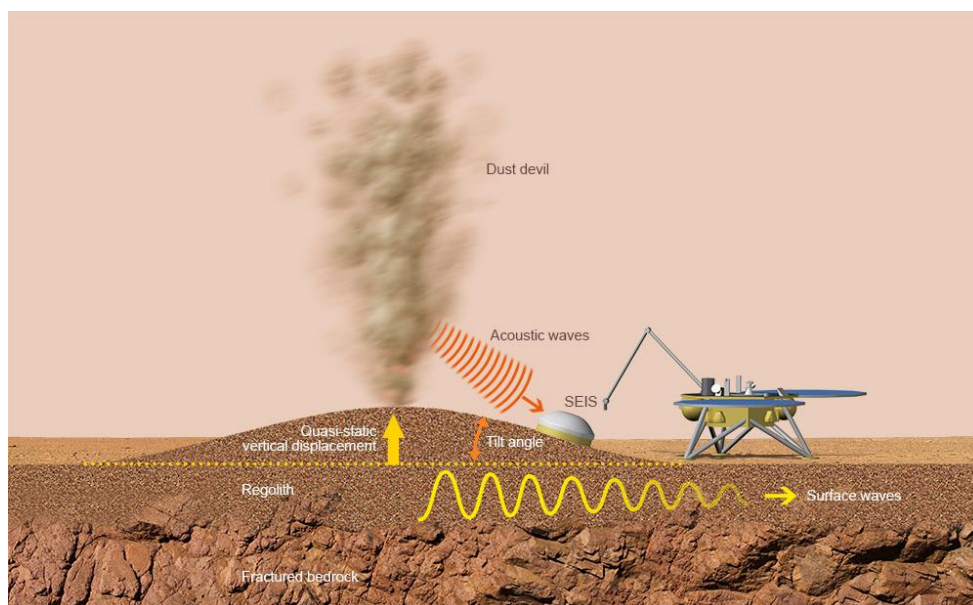
Zgomotul seismic atmosferic

1. Introducere & Pb

Sursa secundară de zgomot atmosferic microseismic este de origine locală : zona de aterizare a landerului este afectată de rafale de vânt sau de sosirea unei tornade de praf în apropierea landerului. În ambele cazuri, aerul de pe Marte exercită o forță asupra solului : în sus în cazul unei scăderi a presiunii și în jos în cazul unei suprapresiuni.

Un vârtej de praf de 10 m în diametru reduce astfel presiunea pe sol de o măsură egală cu cea a unui autoturism smuls de la suprafață,

Deformarea statică a suprafeței afectează seismometrul și mai ales pendulele care măsoară mișcările orizontale și verticale. Chiar dacă solul are o mișcare de sus în jos, efectul mișcării laterale a solului este dominant și este înregistrat de senzorii instrumentului SEIS.



Simulation of ground deformation around the InSight lander (© IPGP/David Ducros)

2. Vârsta studenților: 14 – 16 ani

3. Obiective

Să determinăm dacă o simplă scădere în presiune poate cauza o deformare a solului detectabilă de un accelerometru, deși aceasta nu este vizibilă cu ochiul liber.

4. Materii principale

Chimie – Științele Pământului

5. Subiecte adiționale

Arduino

6. Timp necesare 2H

7. Cuvinte cheie

Accelerometru-seismogramă-valuri de propagare-mișcări atmosferice.

8. cunoștințele necesare

Aerul marțian, mișcându-se constant în jurul globului marțian, este capabil să excita planeta și să o facă să vireze ca un clopot, la frecvențe foarte precise.

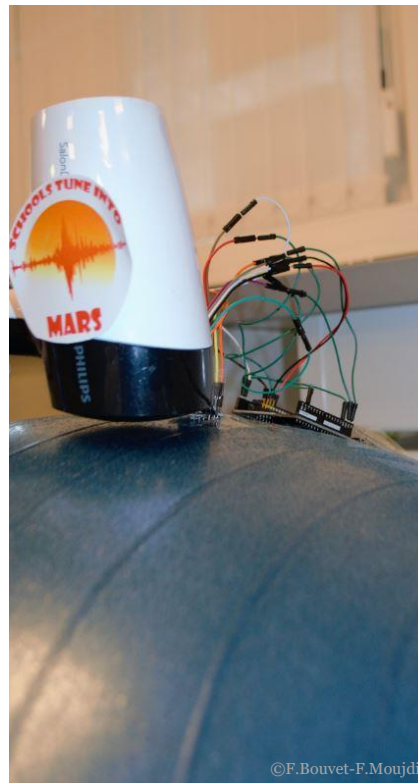
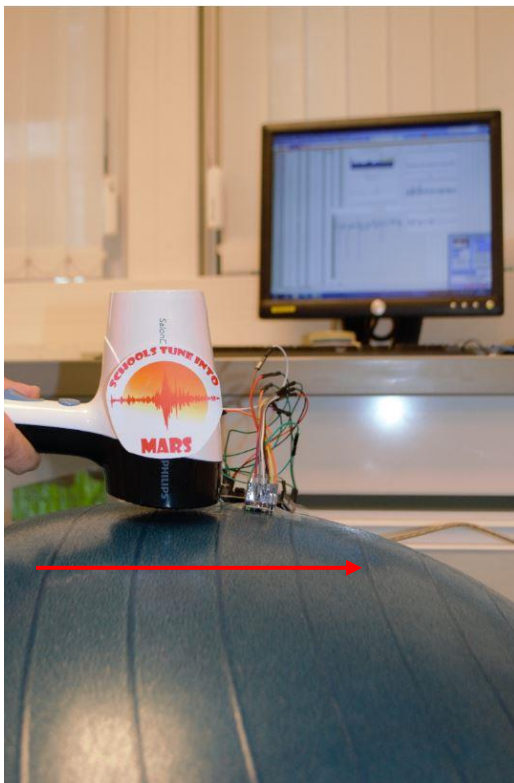
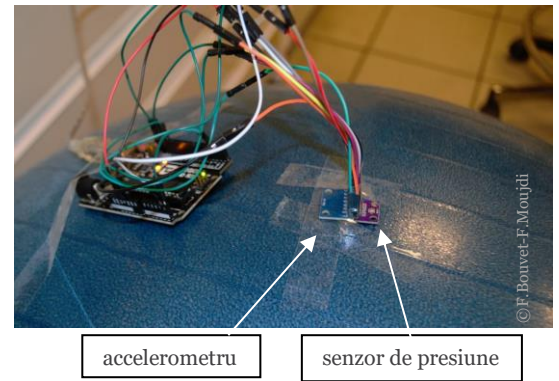
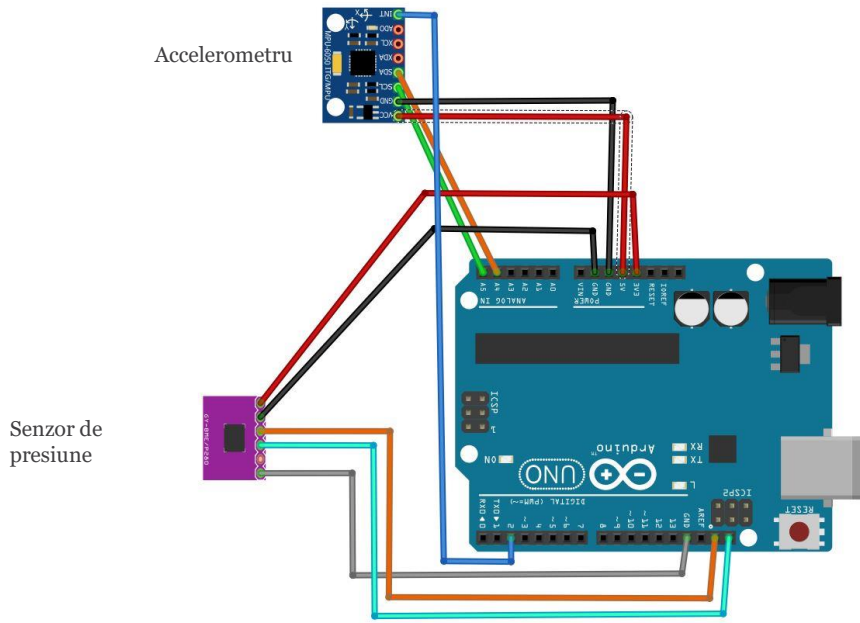
Geofizicienii numesc acest fenomen zumzet de pe planetă, un fel de Buzz persistent, că numai seismometre pe termen lung ar fi SEIS pot auzi.

În ciuda faptului că acest murmur sâcăială poate fi considerat un zgomot de fond parazită, este de interes deosebit pentru geofizicieni. Datorită lui, va fi posibil să se sonda straturile de suprafață ale solului marțian, pe adâncimi de mai multe zeci de metri la câteva sute de kilometri (acces la manta), chiar și în absența cutremurelor.

9. Material

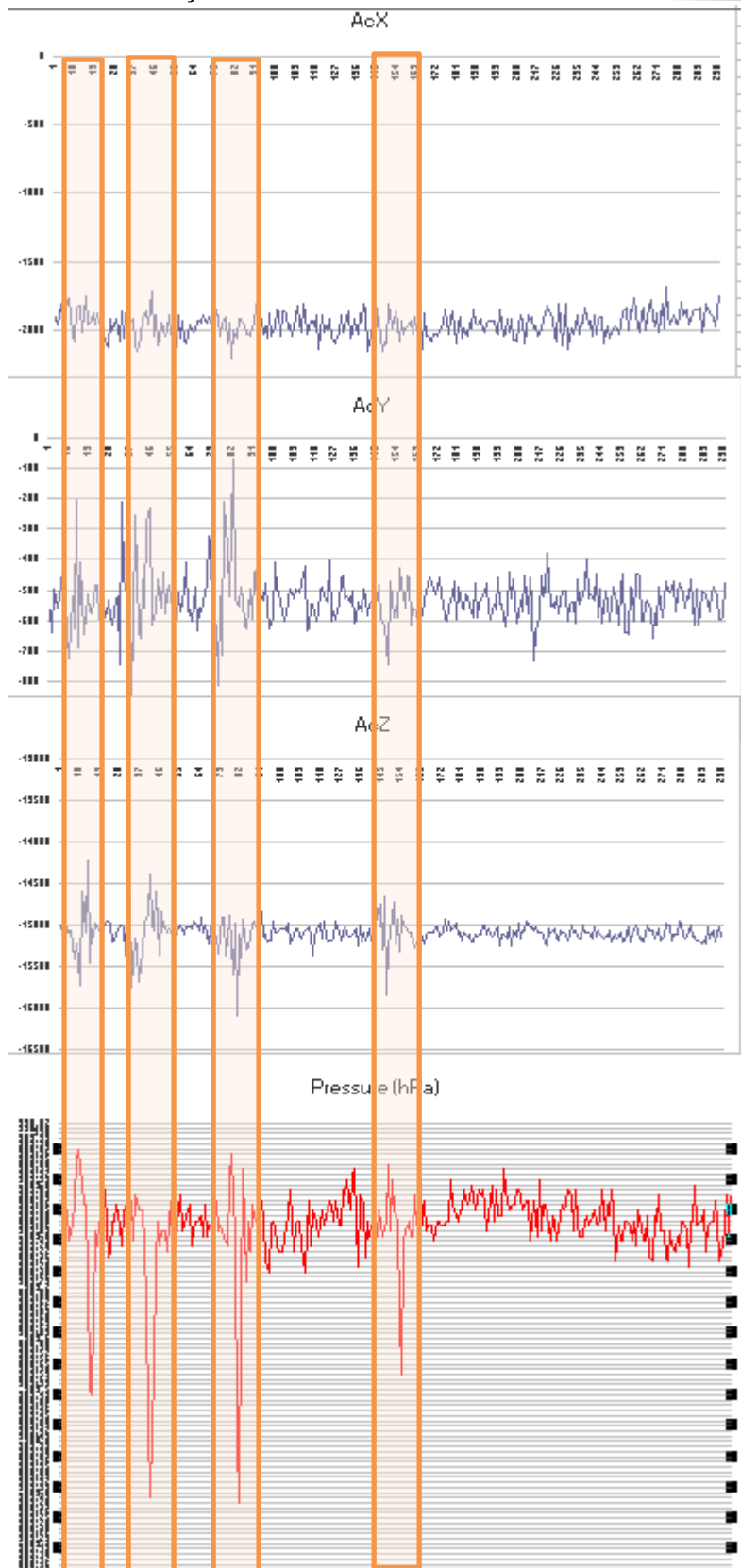
Materiale necesare pentru experiment	Dispozitive
O minge tip minge de pilates de perimetru 250 cm	Se pune mingea pe bare de polistiren pentru a evita orice contact cu solul
Un Arduino UNO	Se fixează accelerometrul și senzorul de presiune cu bandă adezivă de minge de fitness
Un accelerometru MPU5060, un senzor de presiune BME280, conectat la un Arduino UNO programat în prealabil	Mențineți uscătorul de păr pe verticală cu partea de spre minge și suflând în sus, cât mai aproape de minge fără a o atinge însă.
Un PC cu fișierul PLX-DAQ-v2.11 Un uscător de păr de 1600W	

Instalarea dispozitivului



Deplasați uscătorul fără a atinge suprafața mingei, dar destul de aproape de aceasta, în timp ce îl mențineți la o distanță constantă.

Rezultate obținute:



In interiorul dreptunghiurilor, avem înregistrările trecerilor succesive ale uscătorului de păr pe deasupra senzorilor.

Se observă o mișcare a suprafeței în timpul scăderii de presiune la trecerea uscătorului.

Aerosoli primari și impactul climatic asupra Terrei

1. Introducere & Pb



În martie 2018, un fenomen straniu are loc în Rusia și pe întreaga suprafață a Europei de Est : zăpadă portocalie acoperă părțile de ski.

Regăsim în mod frecvent în Alpii francezi straturi colorate de zăpadă pe timpul iernii și așa numitele plozi cu noroi roșiatic îi fac fericiți pe angajații spălătoriilor auto.



În Marseille, șoseaua, mașinile și autobuzele sunt aici acoperite de nisip. – Maxppp

<https://www.francebleu.fr/infos/climat-environnement/la-provence-touchee-par-des-pluies-de-sable-1459761392>

Un schior, în Rusia.

<https://www.parismatch.com/Actu/Environnement/Pourquoi-il-est-tombe-de-la-neige-orange-en-Russie-1486670>

Să încercăm să explicăm fenomenul.

2. Vârsta elevilor: 15 – 17 ani

3. Obiective

Plecând de la un fapt concret și de la studiul unei probe, vom descoperi ce este un aerosol primar și vom studia impactul acestuia asupra climatului fie în timp ce este suspendat în aer sau înapoi pe suprafața Pământului.

Mai întâi, vom încerca să determinăm densitatea optică a particulelor prezente în proba prelevată cu ajutorul unui fotometru cu scopul de a determina natura lor și în acest fel influența lor asupra climatului. Apoi vom vedea dacă atunci când se produc căderi masive de precipitații, acestea pot avea influențe asupra climatului.

4. Subiecte principale

Fizică – Științele Pământului– tehnologie

5. Subiecte adiționale

Programarea unui Arduino

6. Timp necesar: 2h

7. Cuvinte cheie.

Aerosoli, albedo, absorbție.

8. Materiale

- Pasul 1

- Un eșantion de precipitații la sol/depuneri umede de aerosoli, în cazul de față particule în suspensie prezente în zăpada prelevată din Alpii Sudici.
- Un Calitoo
- Două recipiente transparente
- O lampă de 12 V prinsă într-un suport
- Un PC echipat cu software-ul calitoo

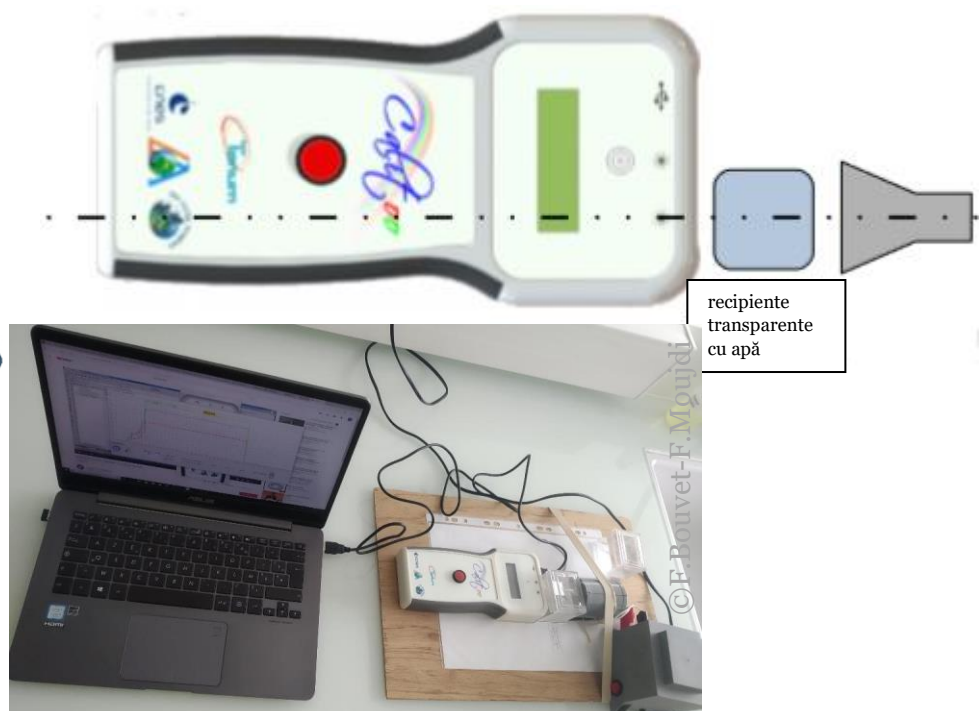
- Pasul 2

- Un eșantion de precipitații la sol/depuneri umede de aerosoli, în cazul de față particule în suspensie prezente în zăpada prelevată din Alpii Sudici.
- Un luxmetru
- Două recipiente transparente
- O lampă de 12 V prinsă într-un suport

9. Context

10. Proceduri

- Realizarea montajului cu calitoo :



- Calibrarea măsurătorilor

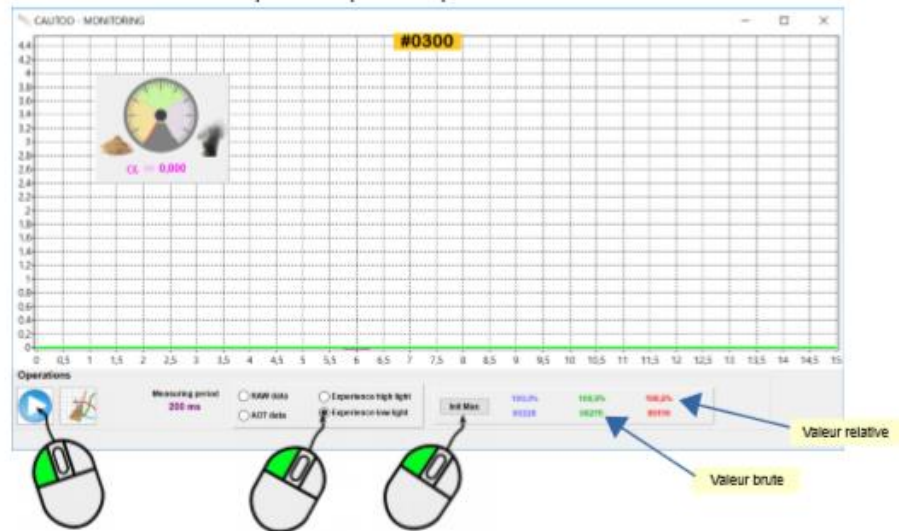
Prima etapă a simulărilor consistă în măsurarea nivelului de referință. Adică echivalentul unei atmosfere fără aerosoli, pentru care trebuie să măsurăm fluxul luminos de-a lungul unui recipient umplut cu apă pură.

Cu ajutorul modulului monitoring, selecționați

- Experiment low light apoi pentru a începe măsurătorile, apăsați pe butonul rotund albastru din stânga ecranului.

Plasați recipientul cu apă pură și aprindeți lampa.

Dați click pe butonul [Init Max] pentru inițializare și pentru a obține inițializare și pentru a obține nivelul de referință.



- Experiment cu proba de particule prelevate din zăpadă

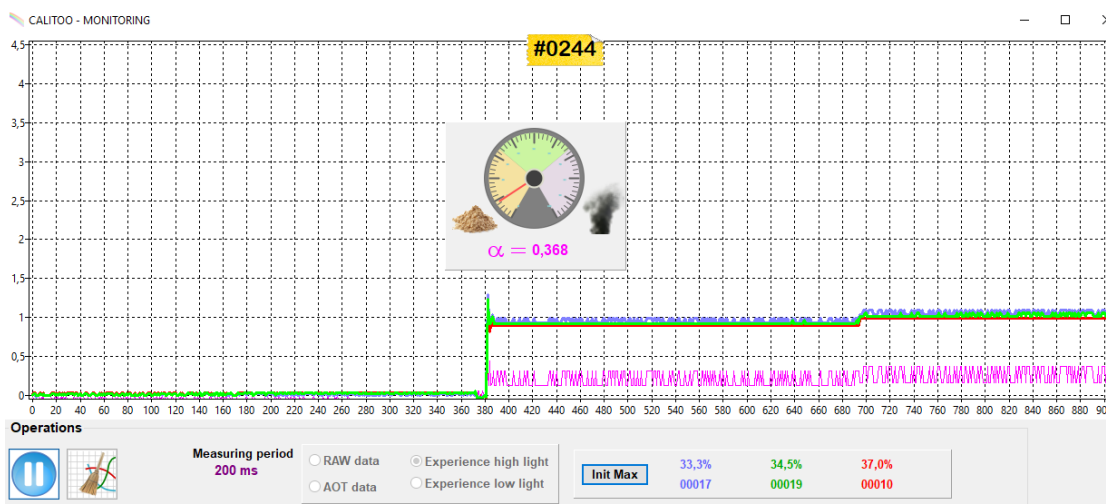
Înlocuiți recipientul umplut cu apă pură cu un recipient ce conține particulele în suspensie.

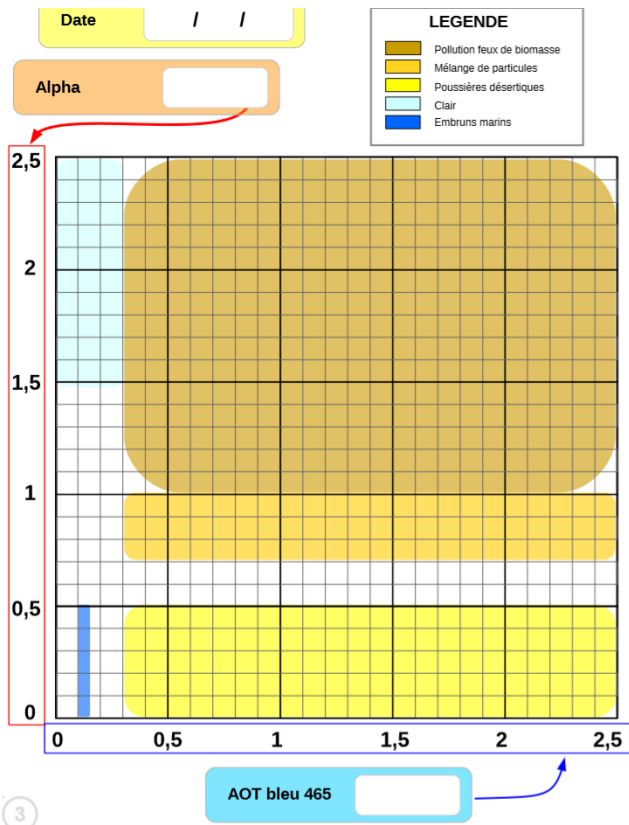
Rezultate obținute:

În mod vizibil, curbele albastră, verde și roșie sunt apropiate.

- Acul aparatului de măsură indică spre grămada de nisip, ceea ce indică detectarea particulelor mari.

- Exponentul coeficientului Angström (Alpha) este mic, fapt ce indică o prezență majoritară a particulelor mari.

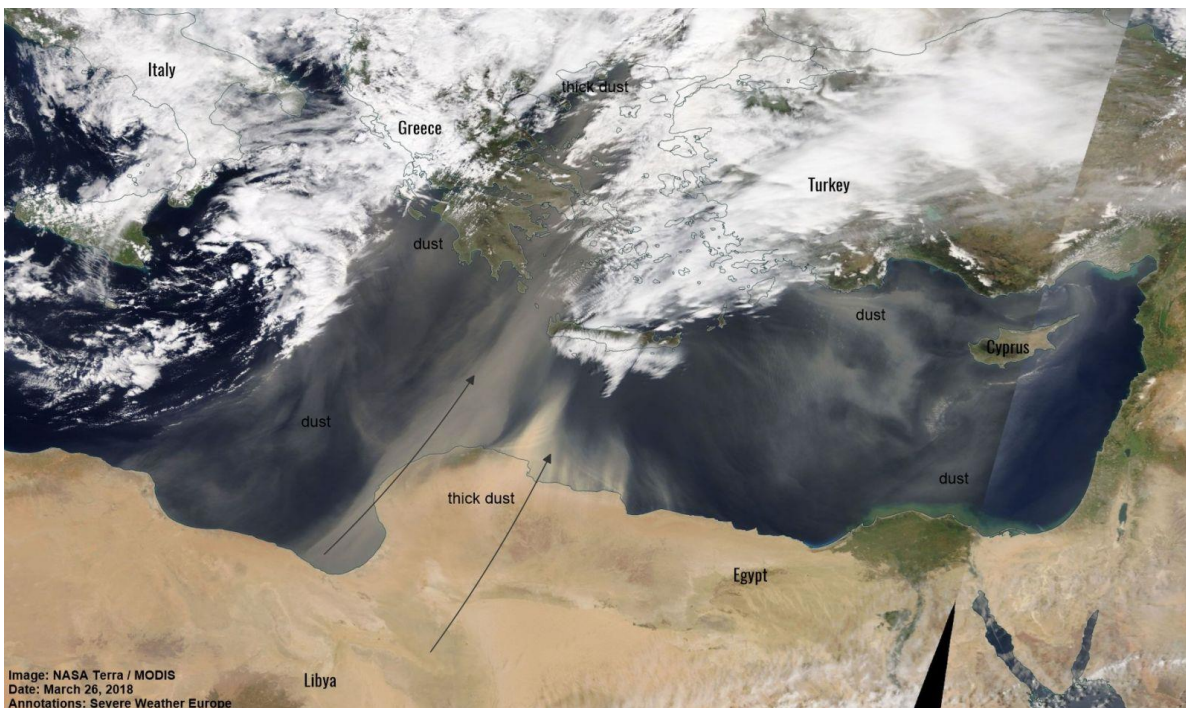




Presupunem deci că aceste particule sunt particule de nisip, însă această ipoteză trebuie verificată prin suprapunere cu datele meteo.

http://www.calitoo.fr/uploads/documents/fr/usermanual_fr.pdf

O interpretare a prognozei meteo, cât și imagini satelitare din datele de 26 și 27/08/2018 ce corespund cu căderile de zăpadă din Sochi confirmă această ipoteză.



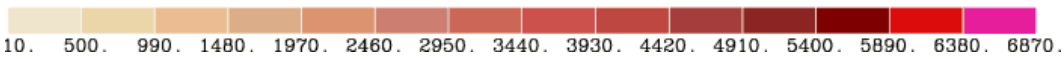
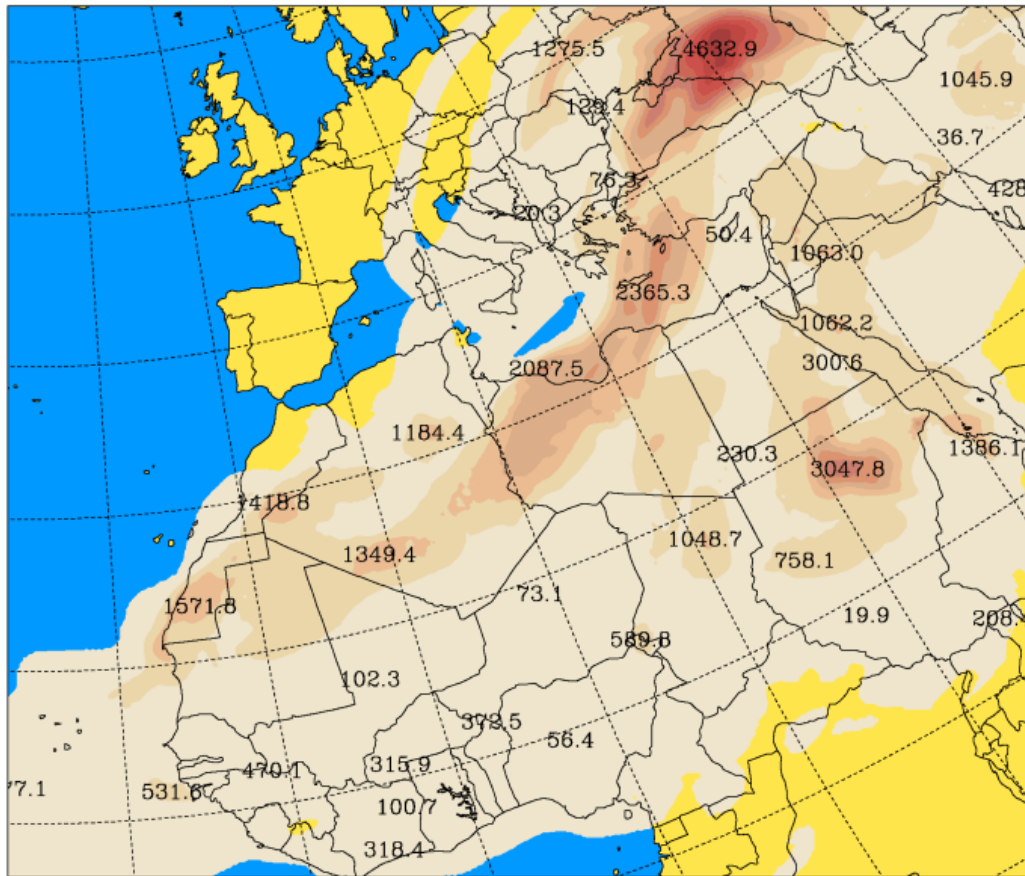
Nasa Terra / MODIS imagine satelitară deasupra Mării Mediteraneene, March 26. Credit: Severe-weather.eu.

University of Athens (AM&WFG)

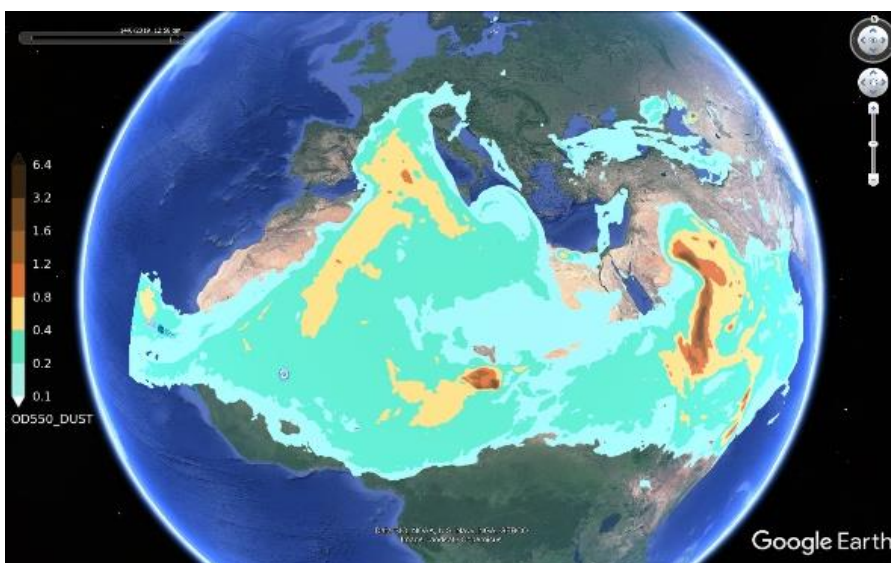
SKIRON Forecast

Total Dust Load (mgr/m²)

Tue 27.03.18 at 00 UTC



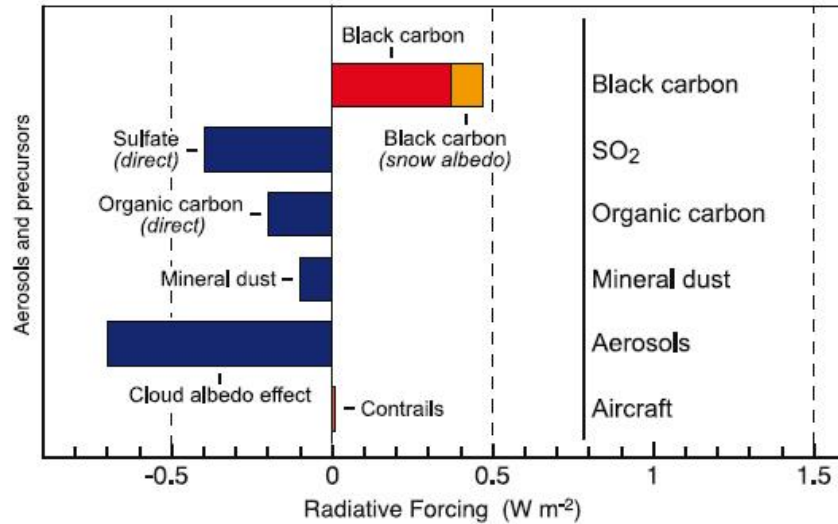
Universitatea din Atena model de apreciere SKIRON pentru ziua de 27 Martie



Se poate de asemenea observa că sudul Franței este adesea supus valurilor de praf deșertic <https://dust.aemet.es/forecast>

- Care sunt efectele acestor particule minerale asupra climatului? când ele sunt sub formă de aerosoli

Evaluarea impactului global al aerosolilor este mai ușoară și oferă valori mai concrete decât atunci când ne gândim la aerosoli în mod individual. Cercetătorii încearcă însă să cuantifice forcingul radiativ al diferitelor tipuri de aerosoli. Ca exemplu, avem mai jos estimările forcingului radiativ mediu al diferiților aerosoli:

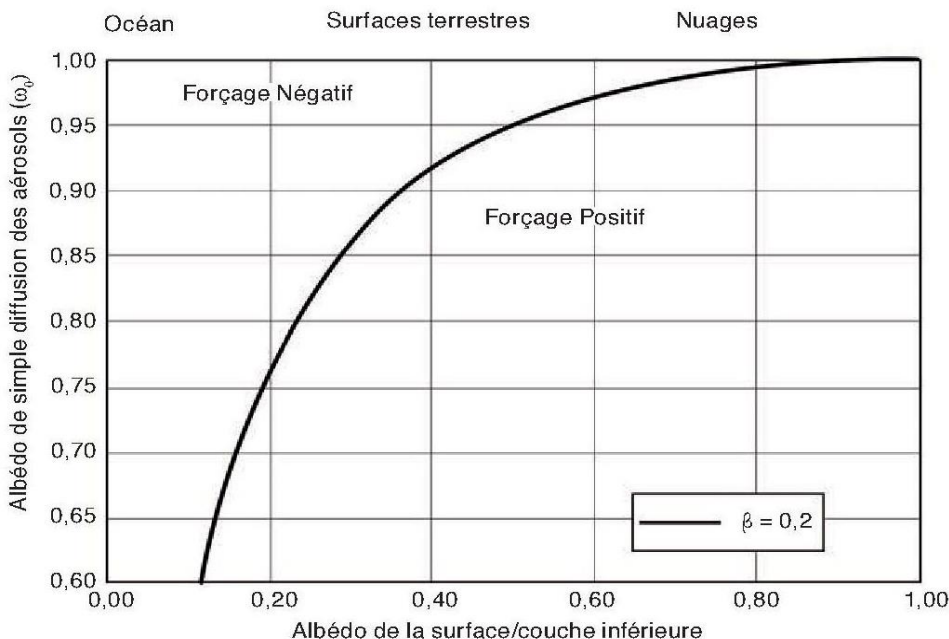


Forcing radiativ al diversilor aerosoli (sursa: *GIEC, al 4-lea raport, cap. 2, 2007*).

De fapt, este foarte dificil să stabilim impactul radiativ al particulelor minerale pentru că, așa cum a fost demonstrat, sunt factori numeroși care joacă un rol, ca de exemplu plafonul norilor și altitudinea la care se găsește acesta, ca și altitudinea valului de praf, volumul particulelor de praf și densitatea lor optică.

Forcing radiative al aerosolilor minerali de praf: Sensibilitate la variabile importante H. Liao J. H. Seinfeld

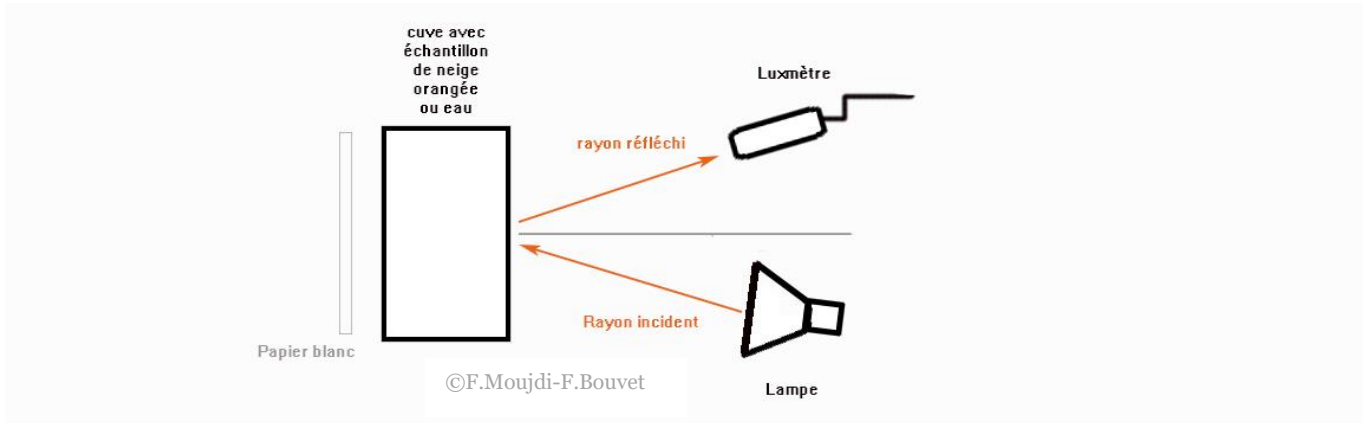
În plus, impactul radiativ al unui aerosol depinde de natura suprafeței sub-adiacente ca exemplu « deasupra suprafețelor de culoare închisă ca oceanul, aerosolii, chiar dacă sunt au proprietatea de absorbție, vor genera întotdeauna o creștere al albedoului, cu alte cuvinte un forcing negativ (de răcire). Pentru suprafețe ce reflectă mai multă lumină cum ar fi suprafețele deșertice ($\rho_s = 0,5$), efectul aerosolilor l'aerosol sera influențat de capacitatea sa de absorbție: un albedo ω_0 mai mic de 0,95 va fi de ajuns pentru a genera un efect de încălzire a climatului. »



Didier Tanré, Fizician,
Director Științific la CNRS,
LOA, Villeneuve d'Ascq.
<https://books.openedition.org/editionscnrs/11354>

- Să încercăm să descoperim dacă particulele de praf deșertic prelevate din zăpadă pot modifica local albedoul suprafeței.

Albedoul sistemului Terra-atmosferă este fracțiunea din energia solară reflectată înapoi în spațiu. Vom măsura așadar cu ajutorul unui luxmetru energia luminoasă reflectată de o suprafață albă, apoi energia luminoasă reflectată de o suprafață albă pe care se găsesc particule de nisip.



Rezultate obținute:

Avertisment: ca un Luxmetru am folosit aici o photoresistance montat pe o hartă Arduino, valoarea măsurată nu are nici o unitate! Este o valoare pur orientativă.

- Cantitatea de lumină reflectată descrește în cazul prafului deșertic | 10:51:13.092 -> Valeur luminosité = 916
- Colorarea zăpezii diminuează albedoul și îi favorizează topirea | 10:52:41.037 -> Valeur luminosité = 897

Colorarea zăpezii dimineții a avut, prin urmare, albedo sale și, prin urmare, promovează temporar o creștere a temperaturii solului și snowmelt.

SEIS, un seismometru foarte bine protejat

1. Introducere & Pb

În 2018, NASA a trimis un nou lander pe Marte pentru a explora pentru prima dată “adâncurile” planetei. Pentru ca misiunea de a înregistra seismele, impactul cu meteoriții și a determina structura planetei să aibă succes, robotul este echipat cu seismometrul SEIS de mare precizie dar în același timp impenetrabil, construit de CNES (Centrul Național pentru Studii Spațiale din Toulouse) în parteneriat cu IPG (Institutul de Fizica Pământului din Paris).



Pentru a proteja seismometrele de mediul înconjurător, pe Pământ seismologii amplasează echipamentele în grote/subsol.

Dar pentru a proteja SEIS de mediul ostil al planetei Marte, cercetătorii au conceput o dublă protecție, scutul de protecție eoliană și termică WTS. Pentru a i se verifica comportamentul termic, aparatul a fost supus la temperaturi ridicate în etuve (de până la 60 °C), înainte de a fi pus în medii etanșe dominate de temperaturi glaciale de până la -75°C.

Philippe Laudet, director de proiect SEIS în cadrul CNES

Marte și Terra sunt planete stâncoase foarte asemănătoare. Unii oameni le numesc chiar planete “gemene”. Dar de ce oare au insistat cercetătorii să acopere seismometrul cu un carcasă de protecție?

2. Vârsta studenților: 14 – 16 ani

3. Obiective

Scopul acestei activități este de a determina modurile în care atmosfera și mediul planetei Marte diferă de ale Pământului și ar necesita instrumente foarte rezistente, testate în mod repetat în condiții extreme pe Pământ.

4. Materii principale

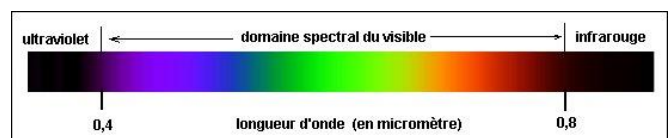
Chimie – Științele Pământului

5. Subiecte adiționale

6. Timp necesare 1h30

7. Cuvinte cheie

Atmosferă – Gaz – Ciclul carbonului în natură – Echilibrul termic – Radiația solară – Radiație în infraroșu.



8. Materiale:

Compoziția atmosferică ale planetelor din Sistemul Solar	Modelarea echilibrului termic al unei planete	Modelarea variațiilor radiației primite de la Soare de către o planetă	Modelarea deplasărilor maselor de aer
- software « Solar System » : https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/system-e-solaire/	- Placă - Material de izolație termică - Termometru - Sticlă	- Lampă - Planisferă - Placă găurită	- Suport aromaterapie - Placă rece - Stand pentru suport - O foaie neagră de hârtie

9. Context

Radiația solară are un spectru larg de radiații ultraviolete cu lungime de undă sub 0.4 mm și radiații infraroșii cu lungime de undă mai mare decât 0.8 mm.

Gazele cu efect de seră (vapori de apă, gaz carbonic, metan...) sunt în esență transparente în lumina razelor solare (spectru de lumină vizibilă) și opace în lumina infraroșie emisă de Pământ.

Încălzirea este astfel evitată.

10. Proceduri

Redactați un articol științific despre caracterul specific al planetelor Marte și Pământ, în care trebuie să integrați argumentele date de oamenii de știință pentru a explica procesele responsabile pentru pierderea unei părți majoritare din atmosfera planetei Marte.

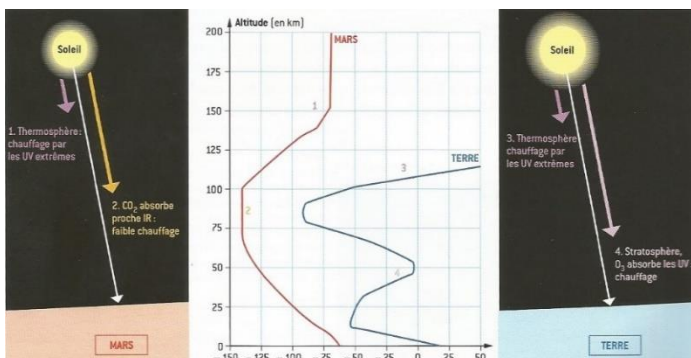
Va trebui să includeți în raport o schemă a modelelor moleculare și formulele chimice corespondente. Spre sfârșit, deduceți motivele avute în vedere de către cercetătorii responsabili de misiunea InSight Mars atunci când au elaborat instrumente de măsură deosebit de rezistente pentru a face față mediului ostil al planetei Marte.

I. Atmosfera planetelor stâncoase din sistemul solar:

	Densitate	Principalele componente ale atmosferei	Stările de agregare ale apei	Prezența Ozonului
Pământ				
Mars				

- Fill in the following table using « The solar system » software. Completează tabelul următor cu ajutorul software-ului “Sistemul Solar”.

Profilul mediu al temperaturilor pe Pământ și pe Marte:



Pe ambele planete, o mare parte din atmosferă se află în primii kilometri deasupra solului. Structura termică a atmosferei este definită de un strat gros de ozon încălzit de procesul de absorbție al razelor ultraviolete.

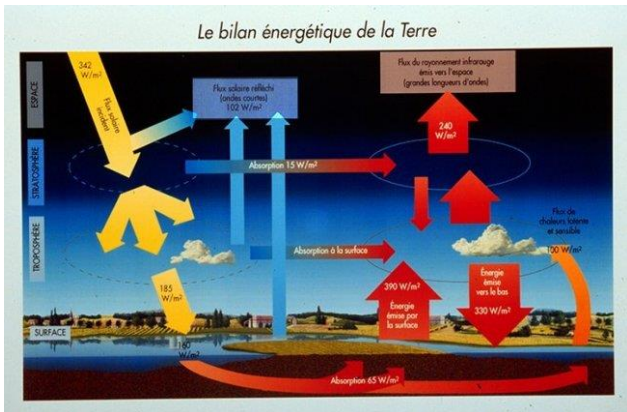
Nu regăsim același lucru pe Marte, unde stratul de ozon este nesemnificativ.

Planeta Marte, Belin – ‘Pour la Science’ – Forger, Costard și Lognonné

Echilibrul termic și efectul de seră:

Terra

Marte

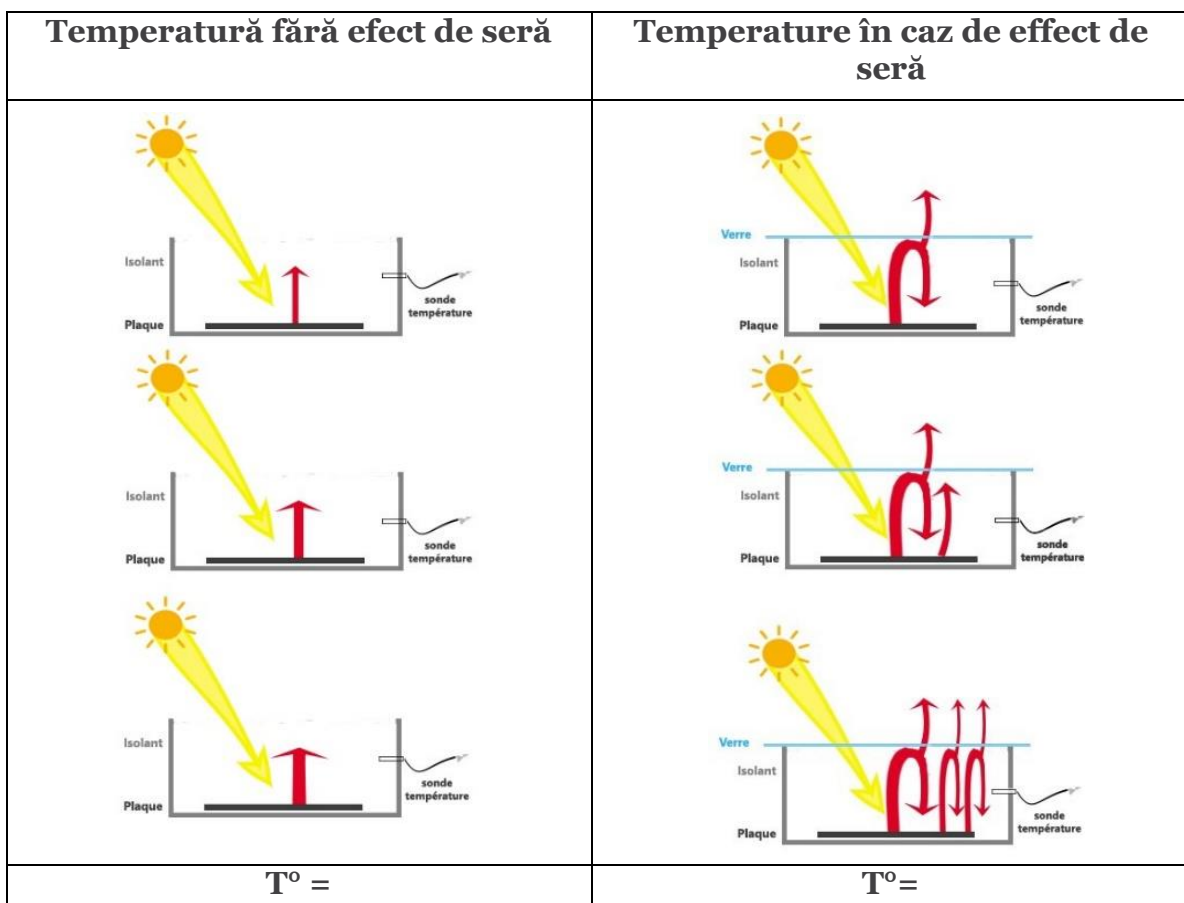


Marte primește doar jumătate din radiația solară de pe Pământ. Compoziția atmosferei (95% CO₂) face radiația transparentă în spectrul vizibil. Atmosfera este așadar încălzită de lumina vizibilă incidentă și răcită de radiația termică infraroșie.

Fluxul radiant emis de suprafață ca radiație infraroșie este parțial absorbită de atmosferă. Efectul de seră are o amplitudine foarte mică pe Marte: 5K din cauza presiunii joase și absorbția/emisia limitată de CO₂.

Sursa imaginii: (CNES, site scarab): <http://scarab.cnes.fr:8020/>

2. Modelarea echilibrului termic al unei planete în prezența și în absența gazelor cu efect de seră:



Placa expusă la soare se încălzește. Primește energie de la Soare, deci T° sa crește. Va emite mai multă radiație, ceea ce va cauza în schimb o pierdere în energie. Suprafața de sticlă lasă să treacă razele solare și absoarbe toată radiația infraroșie. Sticla absoarbe așadar toată radiația infraroșie emisă de placă și se încălzește. În timp ce aceasta se încălzește, suprafața de sticlă însăși emite mai multă radiație infraroșie decât primește, astfel temperatura ei va crește până ce suprafața va pierde aceeași cantitate de energie cât primește.

Radiația trimisă în sus de către sticlă este pierdută și radiația emisă în jos este absorbită de placă. Placa primește acum mai multă energie decât pierde, deci temperatura sa va crește până ce va pierde tot atâta energie cât acumulează.

Un echilibru este atins atunci când temperatura plăcii este mai ridicată decât în montajul fără placă de sticlă: acesta este efectul de seră.

II. Circulația maselor de aer pe Pământ și pe Marte:

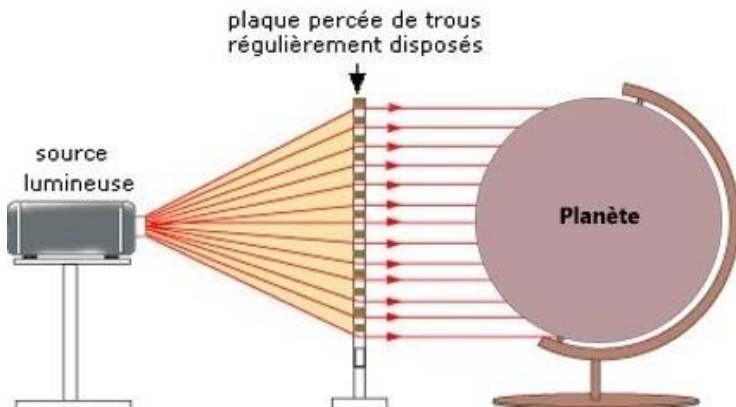
Circulația atmosferică de pe Pământ și cea de pe Marte sunt guvernate de aceleași legi.

Contrastele termice din atmosferă sunt interpretate ca amplitudini mari ale valorilor presiunii în relație cu altitudinea. Masele de aer cu presiuni ridicate (din regiuni calde) sunt împinse spre zone de presiune joasă (regiuni reci).

Se pun în mișcare și generează rafale de vânt. Vom modela în cele ce urmează factorii responsabili de formarea vânturilor.

1. Contraste termice:

Radiația solară generează mișcări atmosferice prin contrastele de temperatură. Pentru aceeași presiune la altitudine, vom găsi mai mult aer decât la suprafață pentru că aerul cald ocupă mai mult volum.



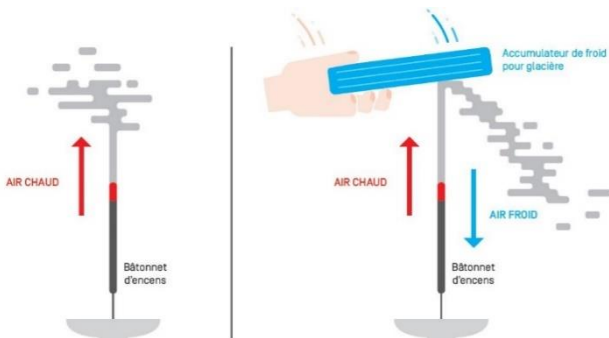
Regiunile tropicale primesc o cantitate mai mare de radiație solară pe unitate de suprafață decât regiunile polare.

Pe Pământ, decalajul mediu dintre cele două regiuni rămâne constant de-a lungul timpului, există așadar un transfer de energie de la ecuator la poli. Acest transfer este asigurat de cele două tipuri de circuite fluide ale planetei, atmosfera și oceanele.

Contrastul termic pe Pământ are loc deci la presiuni atmosferice joase, în regiuni sub-tropice mai calde, mai degrabă decât spre poli.

În timp ce pe Marte, contrastul termic este stabilit între emisfera caldă primăvară/vară și emisfera rece toamnă/iarnă. Cu excepția echinocțiului la care la cei doi poli, Nord și Sud, este frig.

- Curenții meridionali:

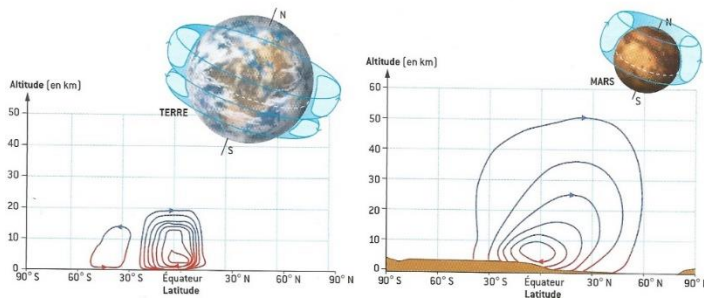


Observăm o circulație de curenți animată de diferențele de temperatură și de densitatea aerului (aerul cald se dilată și urcă). Variații în presiunea atmosferică rezultă din acest tip de circulație.

Lucrare colectivă "SVT, Ciclul 4" 'Réseau Canopé', 2017

Acest flux de curenți transport aer cald în direcția polilor la altitudini mari și aerul rece spre ecuator la altitudini joase pe Terra: vorbim aici despre celulele Hadley numite după fizicianul englez (1735). Deplasarea maselor de aer calde și reci generează rafale de vânt.

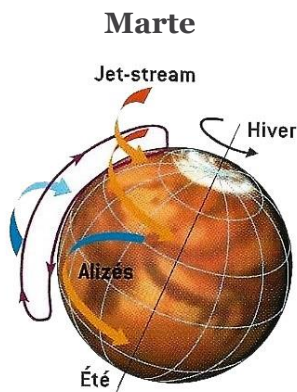
Pe Marte, există o singură celulă Hadley care unește o emisferă de cealaltă traversând Ecuatorul.



Planeta Marte, Belin – Pour la Science – Forger, Costard și Lognonné

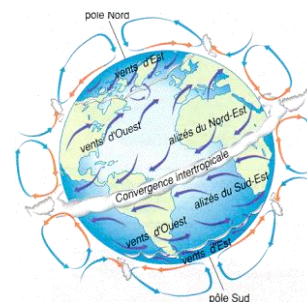
2. Rotăția planetei:

Deplasările maselor de aer sunt de asemenea afectate de mișcarea de revoluție a Pământului. Vitezele de revoluție ale planetelor Marte și Terra, ca și variațiile sezoniere ale radiației solare, sunt aproape identice, de unde condițiile meteorologice comparabile. De fapt, regăsim curenți « jet stream » care fac înconjurul planetei de la vest la est pe latitudinile mijlocii ale emisferelor de Sud și de Nord.; alizeele dintre Tropic...



Planeta Marte, Belin - Forger, Costard și Lognonné

Pământ



Sursă: eduscol.education.fr

11. Discutarea rezultatelor și concluzii

Atmosfera planetei Marte este foarte diferită de cea a Pământului: compoziție, densitate, echilibru termic...

Pământul absoarbe mai multă energie decât reflectă înapoi în atmosferă, sistemul câștigă energie. Ori, în cazul planetei Marte, echilibrul termic este negativ și planeta pierde energie. Contrastul termic este mai semnificativ pe Marte decât pe Terra. Condițiile mediului înconjurător pe Marte sunt: decalaj termic semnificativ și rafale violente de vânt.

Cercetătorii au fost nevoiți să gândească seismometrul SEIS pentru a fi în același timp ultrasensibil dar și ultra rezistent față de mediul ostil al planetei Marte, caracterizat de decalaje extreme de temperatură, dar și de vânt violent, perturbații atmosferice...

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

- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/td-cycle-du-carbone2.xml>
- “Planeta Marte”, Françoic Forget – François Costard – Philippe Lognonné, Ediția Belin
- Articol în “Știință și viitor” « Furtuni solare: cum pot distruge planeta noastră? », de [Erwan Lecomte](#) apărut în data de [25.07.2014](#)
- Lucrare colectivă « SVT, Ciclul 4 » Canopé Ediția Agir, 2017

Variația diurnă a temperaturii pe planeta Marte

1. Introducere & Pb

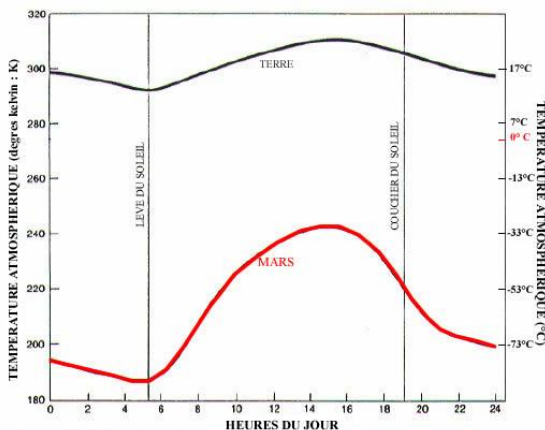
Pe suprafața planetei Marte, putem regăsi condiții estivale : 20 °C, briza alizeelor... Dar începând cu lăsarea nopții, temperatura scade cu zeci de grade și temperaturi de gheață ajungând până la -100 °C predomină până în dimineața următoare. De fapt, solul planetei Marte, uscat și granulos, nu poate înmagazina decât foarte puțină căldură. Inerția sa termică este foarte scăzută comparată cu cea a Pământului și a oceanelor sale. Atmosfera nefiind densă, variațiile de temperatură sunt mai pronunțate decât cele de pe Marte.

Pe Pământ, variațiile zilnice de temperatură sunt mai ne semnificative decât pe Marte.

Tabelul temperaturilor diurne-nocturne ale planetelor telurice :

Planeta	T zi (°C)	T noapte (°C)
Mercur	430	-170
Venus	460	450
Terra	15	5
Marte	-23	-93

Comparatie între variațiile zilnice ale temperaturii atmosferice pe locul de aterizare Viking 1 și variațiile unei zone deșertice terestre (China Lake, California):



DAILY VARIATIONS IN ATMOSPHERIC TEMPERATURE at the *Viking 1* landing site (color) are qualitatively similar to those at China Lake, Calif., a desert site (black). In both cases the temperature touches a minimum around sunrise and reaches a peak about 10 hours later. The daily range, however, is about three times greater on Mars than it is on the earth. At *Viking* site range is 55 degrees, from about 187 to 242 degrees Kelvin (-86 to -31 degrees Celsius). At China Lake range is 18 degrees, from 292 to 310 degrees K. (19 to 37 degrees C).

În cazul 2, temperatura este minimă la răsărit.
Amplitudinile termice zilnice sunt de 3 ori mai mari pe Marte decât pe Pământ.

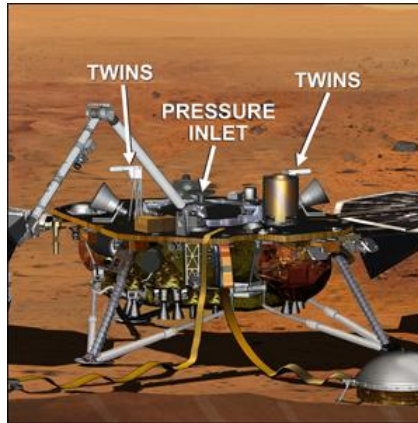
Sursă: Reserved rights - © 1979 Conform Ryan et Henry, JGR

Sonda spațială InSight este echipată cu o stație meteorologică completă (APSS, Auxiliary Payload Sensor Suite).

Diferiți senzori de pe această stație (de temperatură, giruetă, anemometru, barometru și magnetometru) vor juca un rol important în interpretarea datelor transmise de seismometrul SEIS, dar și pentru ameliorarea cunoștințelor meteorologice și a climatului marțian actual. Aceste cunoștințe ne pot ajuta de asemenea să înțelegem mai bine chiar perturbările meteorologice de pe planeta noastră.

Senzorul ultrasensibil de pe borna de intrare a aerului instalată pe stația meteo APSS de pe puntea landerului Insight (© NASA/JPL-Caltech/IPGP/Philippe Labrot).

Acest senzor de presiune este ultrasensibil, cu alte cuvinte capabil să reacționeze la variații de presiune de ordinul micropascal (adică 10^{-7} mbari). Este montat pe puntea landerului, sub carcasa de protecție eoliană și termică WTS.



NASA/JPL-Caltech -
http://photojournal.jpl.nasa.gov/figures/PIA17358_fig1.jpg

Senzorii TWINS (senzori de Temperatură și de Vânt) sunt anemometre cu fir cald. Există doi pe punte. Datele sunt înregistrate de maxim 2 ori pe secundă.

De 2 ori pe secundă, ei înregistrează temperatura aerului, dar și viteza și direcția vântului, aceste lucruri se va întâmpla pe toată durata misiunii, de un an marțian, echivalentul a doi ani terestri.

Datele pe care cercetătorii le recuperează în mod regulat de pe această stație ne vor permite să înțelegem mai bine fenomenele legate de condițiile meteorologice de pe Marte.

Pb: Cum ne poate ajuta analiza datelor meteorologice să ne îmbunătățim cunoștințele despre perturbațiile meteorologice de pe Marte, ca și cele despre Pământ?

2. Vârsta studenților 15 – 17 ani

3. Obiective

Folosindu-vă de un script Python pentru procesarea datelor, extrageți informațiile despre perturbațiile meteorologice cum ar fi ciclul diurn, trecerea unui Dust Devil...

4. Subiecte principale

Matematică – Fizică – Programare în Python

5. Subiecte adiționale

Științele Pământului

6. Timp necesar 3H

7. Cuvinte cheie.

Geothermal gradient, heat flow, heat dissipation.

8. Materiale

- Computer cu software

9. Context

Inerția termică a solului, perioada de rotație și atmosfera sunt parametrii principali ce stau la baza contrastului de temperatură zi/noapte a unei planete.

Variabila aleatoare medie este un tip de valoare medie statistică folosită pentru a analiza serii de date, cel mai frecvent serii temporale prin îndepărtarea fluctuațiilor temporare astfel încât să se poată evidenția tendințe de lungă durată. Această valoare average medie este denumită *variabilă aleatoare medie* deoarece este recalculată în mod continuu, folosindu-se pentru fiecare redare un subset de elemente în care cel mai nou element îl înlocuiește pe cel mai vechi sau este adăugat la subset.

Acest tip de valoare medie este folosită în general ca metodă de procesare de date.

10. Proceduri

- Pe Pământ:

Ai la dispoziția ta, în format « csv », datele corespunzătoare zilei de 9/7/2019 (cf csv data sheet) descărcate de pe site-ul meteo « WillyWeather » pentru zona China Lake Acres (mediu similar cu cel al planetei Marte).

- Va trebui să reprezinti graficele de Temperatură, Presiune și Viteză a Vântului puse la dispoziție cu ajutorul limbajului de programare Python.**

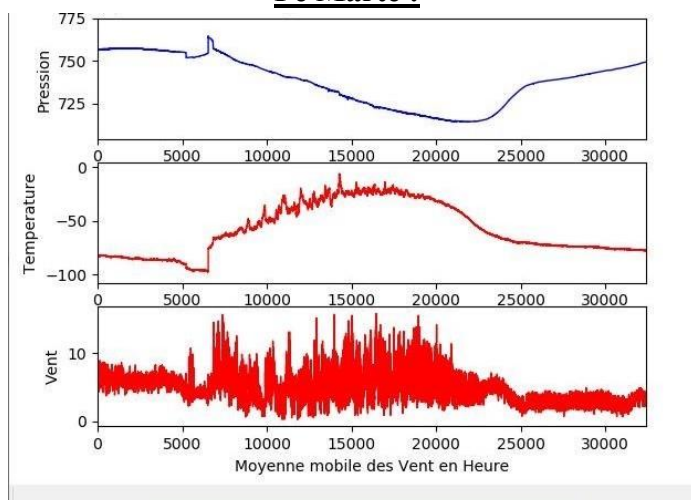
- Pe Marte:

Ai la dispoziția ta, în format « csv », datele meteorologice corespunzătoare celei de-a 15-a zi a misiunii InSight (cf csv data sheet).

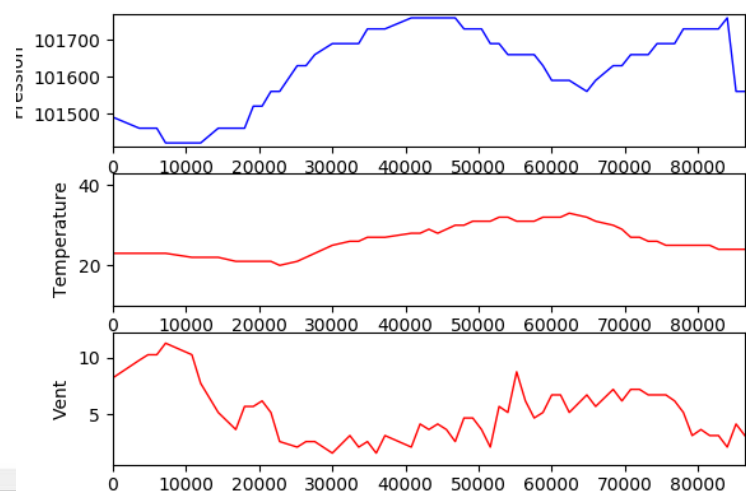
- Va trebui să reprezinti graficele parametrilor puși la dispoziția ta cu ajutorul limbajului de programare Python.**

Rezultate așteptate :

Pe Marte :



Pe Terra



Timp : în secunde – **Temperatură** : K – **Viteza vântului**: m/s – **Presiune** : Pa

3. Compară și apoi interpretează rezultatele obținute pentru Terra cu cele obținute pentru Marte

Putem distinge fluctuații semnificative pe Marte, crescând de la -83°C (pe timpul nopții) până la 13°C (ziua). Ele corespund ciclului diurn al planetei Marte. În schimb, fluctuațiile temperaturilor zi/noapte de pe Terra sunt mai puțin pregnante (de la 23°C la 32°C). La fel și în cazul presiunii.

Pentru a conduce un studiu mai delicat al acestor date, cercetătorii au nevoie de măsurători « nepoluante » de valori neregulate care atestă prezența fenomenelor excepționale, cum sunt tornadele de praf sau alte asemenea fenomene.

Vom folosi deci medii statistice particulare ce ne vor permite să interpretăm valorile pentru a exclude așa-numitele valori **aberante** (diferite de alte observații făcute pe baza aceluiași fenomen). Aceste medii statistice sunt **‘Variabile aleatoare medii sau valori medii glisante’**.

Valori medii simple ale variabilelor aleatoare calculate pe 3 valori, pentru o serie de 9 măsurători.

Mesures	2	3	5	8	8	7	8	5	2
Moyenne glissante	néant	$(2 + 3 + 5)/3$ 3,3333	$(3 + 5 + 8)/3$ 5,3333	$(5 + 8 + 8)/3$ 7	$(8 + 8 + 7)/3$ 7,6666	$(8 + 7 + 8)/3$ 7,6666	$(7 + 8 + 5)/3$ 6,6666	$(8 + 5 + 2)/3$ 5	néant

Sursă : https://fr.wikipedia.org/wiki/Moyenne_mobile

În cazul de față, valorile fiind legate de domeniul astronomic, vom folosi o « medie glisantă pe 6 ore, 8 ore și 12 ore » a valorilor de Temperatură și de Presiune, adică mediile calculate de la 0h00 la 8h00, de la 1h00 la 9h00, de la 2h la 10h00, etc...

Fiindcă datele înregistrate de care dispunem acoperă 3 zile, putem măsura valoarea maximă și valoarea minimă a mediei glisante pentru a ne face o idee despre amplitudinea termică într-o zi pe Marte, etc...

Scopul pentru care utilizăm o variabilă aleatoare medie este de a elimina eventualele deviații accidentale (ca furtunile de praf, ...).

Mod de operare pentru a reprezenta grafic variabilele aleatorii medii:

- Liste și operații aplicate pe liste - Reprezentări grafice ale curbelor

1) a) Scrieți funcția **average(List_of_numbers)** ce vă permite să obțineți valoarea medie a unei liste de numere.

Bonus) Scrieți funcția **modified_average(List_of_numbers)** care vă permite să calculați valoarea medie fără a fi nevoie de funcția **sum** disponibilă în Python.

2) Scrieți funcția **List_extract(p, n, List_of_nbrs)** care va extrage o listă de talie **n** începând cu un anumit rang alocat **p**.

3) a) Scrieți funcția **Compute_Moving_Average(n, List)** ce vă permite să obțineți lista variabilelor aleatorii medii pe un interval de valori **n** a unei liste date.

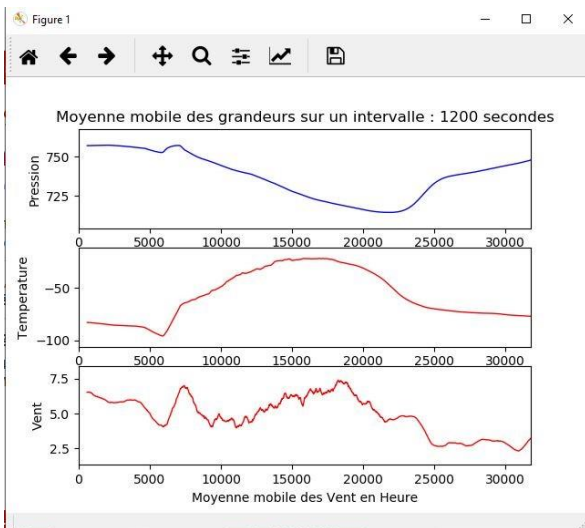
b) Obțineți lista de variabile aleatorii medii pe un interval de 8 valori din datele descărcate:
 i) valori de timp ii) valori de temperatură iii) valori de presiune iv) vânt

4) a) Scrieți funcția **Moving_Average(n, List1, List2, List3, List4)** care va afișa valorile medii de temperatură, presiune și viteză a vântului, în funcție de timpul mediu calculat pe un interval de 8 valori de timp.
 (Vom ține cont de următoarele corelări List1=Time List2=Temperature List3=Pressure List4=Wind)

b) Modificați funcția **least_square_regression(n)** / (metoda celor mai mici pătrate) pentru a estima posibilă corelare dintre cele două mărimi fizice medii, Temperatură și Presiune.

Codul pentru afișarea graficelor nu trebuie scris, ci va fi pus la dispoziție în fișierul Student

Grafic obținut cu o variabilă aleatoare medie pe 20' de date înregistrate pe Marte:

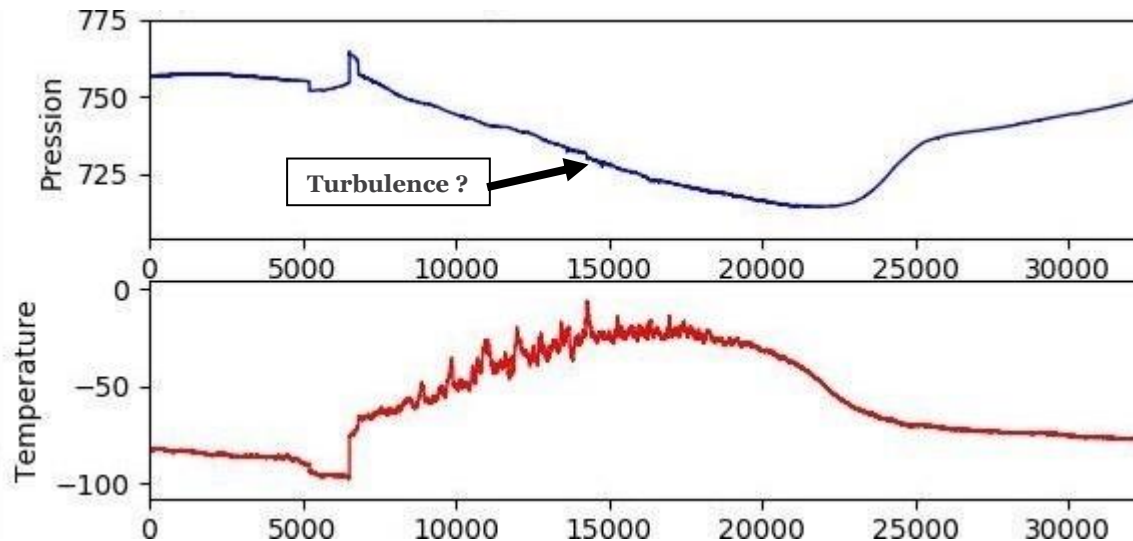


Putem observa pe graficul presiunilor pe Marte, unde de mare amplitudine numite și 'maree termică'.

În principiu, undele de mare termică sunt unde la nivelul planetei, stimulate de variațiile de încălzire a solului cauzate de ciclul diurn-nocturn. Aceste unde se manifestă pe câmpul de presiune și pe componentele vântului și evoluează odată cu timpul solar local.

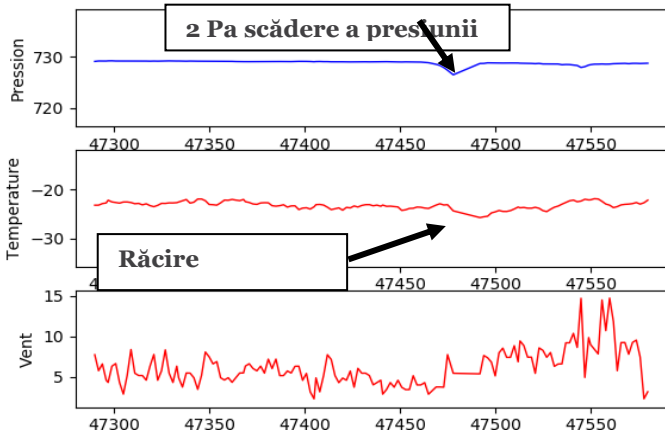
Observăm un ciclu diurn foarte bine evidențiat și rafale violente de vânt până la răsăritul soarelui, cauzate de răcirea T° pe sol în timpul nopții.

Pe graficul de date înregistrate pe Marte (de mai jos), observăm două perturbații ce pot fi vârtejuri locale de tip « dust devil », dar va trebui să analizăm un eșantion de date mai precis pentru a fi siguri de acest lucru:



« The European Commission is not responsible for any uploaded or submitted content. Such content expresses the views of its author(s) only »

Eșantionare pe 250 secunde de date, izolând vârtejul de praf observat pe graficele precedente:

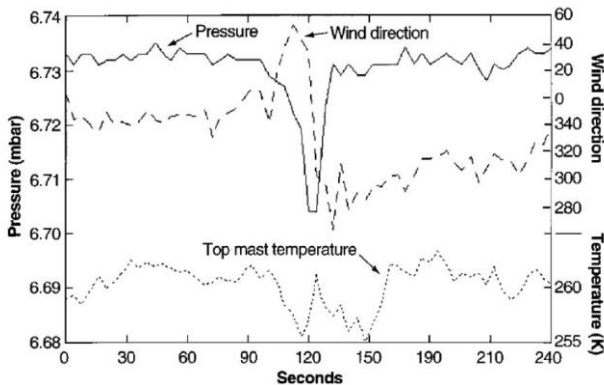


Mareele termice din atmosfera planetei Marte au o amplitudine mult mai mare decât pe Pământ deoarece forcingul radiativ este foarte puternic datorită absorbției de CO₂ atmosferic, absorbției de radiație infraroșie emisă de suprafață, prezenței de praf în atmosferă și faptului că atmosfera este mai puțin densă.

Efectul pe care mareele termice îl au asupra circulației locale și meridionale ale maselor de aer este așadar foarte important pentru atmosfera marțiană.

Comparația rezultatelor obținute cu ajutorul datelor de pe site-ul Pathfinder ce caracterizează un dust devil pe Marte:

Măsurători de Presiune (hPa), vânt (m/s) et temperatură (K) disponibile pe site-ul Pathfinder:



Rata de eșantionare este de 4s. Un dust devil care are loc în condiții de echilibru ciclostrofic deasupra sondei spațiale se reflectă în înregistrarea unei scăderi a presiunii de 2.5 Pa și de o răcire de 5K. Rotația caracteristică a vântului a fost de asemenea detectată de anemometrele Pathfinder, dar problemele de calibrare a acestor senzori nu au permis măsurarea amplitudinii vântului cu o precizie sufficient de bună. Grafic extras din Schofield et al. [1997].

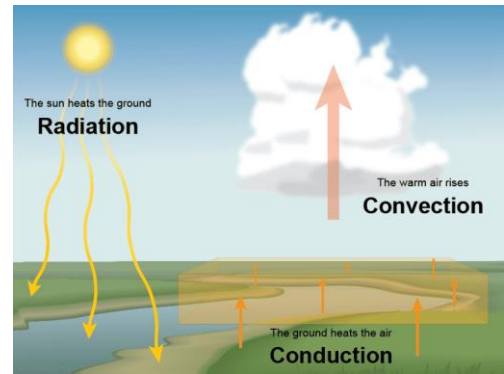
Sursă: Teză de doctorat de M. Aymeric Spiga « Modelul mezoscalar dinamic al atmosferei marțiene: definirea unui model meteorologic și analiza observațiilor făcute de OMEG/Mars Express »

Modelarea fenomenelor fizice care stau la originea formării unui dust devil:

Într-o regiune aridă, aerul se încălzește diferit în apropierea solului. Căldura se va transmite pe verticală prin intermediul radiației într-o strat de aer uscat mai rece și va fi propulsat în sus, conform principiului lui Arhimede, întrând în convecție.

Sosirea unei rafale de vânt pe orizontală va genera o rotație a aerului care va reține înăuntrul ei particulele de praf din apropiere.

Altitudinea și diametrul unui vârtej de vânt depind de instabilitatea și caracterul uscat al aerului.

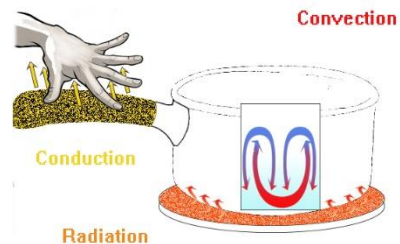


Sursă : <https://www.thoughtco.com/what-is-convection-4041318>

Realizați trei experimente simple pentru a modela cele trei moduri de transfer de căldură:

Convecție – Conducție – Radiație. Puteți folosi doar materialele puse la dispoziție.

convection	Conduction	Radiation
the movement caused within a fluid by the tendency of hotter and therefore less dense material to rise, and colder, denser material to sink under the influence of gravity, which consequently results in transfer of heat.	the process by which heat or electricity is directly transmitted through a substance when there is a difference of temperature or of electrical potential between adjoining regions, without movement of the material.	the emission of energy as electromagnetic waves or as moving subatomic particles, especially high-energy particles that cause ionization.



11. Discutarea rezultatelor și concluzii

Condițiile meteorologice de pe Marte se aseamănă cu cele de pe Terra în multe privințe. În esență, vremea pe Marte abundă în furtuni, tornade, praf...

Și totuși, Marte se distinge de planeta noastră. De fapt, atmosfera de pe Marte nu este deloc densă, fenomenul de variație diurnă a maselor de aer în mișcare, prea puțin important pe Pământ, este intensificat de constraste de temperatură enorme între zi și noapte.

Analiza datelor meteorologice ne-a permis să descoperim semnale lente la nivelul structurii cosmice și semnale rapide la nivel local (tornade și turbulențe convective).

Practic, variațiile diurne ale temperaturii și ale vântului de la sol stimulează indirect celelalte straturi ale atmosferei. Ceea ce angrenează vibrația atmosferei marțiene sau, mai precis, propagă unde de frecvență diurnă (o oscilație pe zi) denumită « undă de maree termică ». Aceste oscilații diurne vor interacționa cu alte mase de aer în mișcare și vor influența circulația atmosferică, ce va fi inevitabil detectată de seismometrul SEIS.

Odată ce datele vor fi descărcate în mod continuu, meteorologii responsabili de această misiune vor trebui să separe marea termice de datele furnizate de seismometrul SEIS de pe stația spațială InSight.

12. Pentru a explora mai mult (resurse adiționale pentru profesori)

- “Planeta Marte” : Ediția Belin – François Forget, François Costard – Philippe Lognonné
- Teza de doctorat a M. Aymeric Spiga « Modelul mezoscalar dinamic al atmosferei marțiene: definirea unui model meteorologic și analiza observațiilor făcute de OMEG/Mars Express »

Instrumente pentru măsurarea vitezei vântului marțian

1. Introducere & Pb

Pe Pământ, senzorii folosiți pentru măsurarea forței și direcției vântului sunt de două tipuri: senzori mecanici cu anemometru cu cupă și paletă meteorologică și senzori cu ultrasunete.

Senzor mecanic Déolia 96



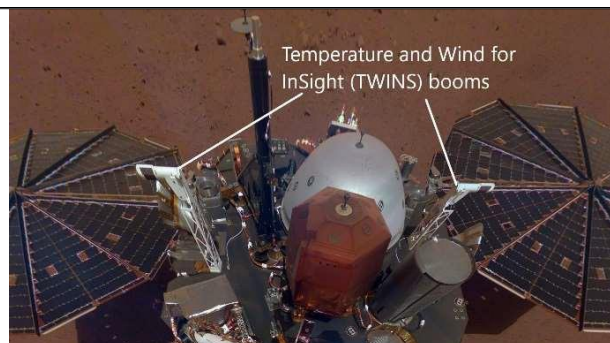
Senzor cu ultrasunete



Pentru senzorul InSight, inginerii au ales senzorii TWINS (Temperature and Wind Sensors for InSight), foarte similari cu senzorii REMS (Rover Environmental Monitoring Station) folosiți pentru roverul Curiosity, care funcționează din 2012 în interiorul craterului Gale, crater format în urma impactului unui asteroid pe suprafața planetei Marte.



Senzori TWINS de la stația meteo InSight(© NASA)



InSight are doi senzori numiți „Gemeni”. Înregistrează temperatura aerului, vitezele și direcția vântului de 2 ori pe secundă. Aceste date sunt înregistrate pe toată durata misiunii, care va dura un an marțian, egal cu doi ani terestrii.

NASA/JPL-Caltech

Pb: Cum putem determina viteza vântului marțian în ciuda unui mediu ostil?

2. Vârsta elevilor: 13 – 15 ani

3. Obiective:

Obiectivul este de a determina modul în care funcționează senzorii Twins ai sondei Insight și de ce oamenii de știință trebuie să cunoască cu exactitate direcția vântului și temperatura în mod continuu.

4. Materii principale:

Fizică – Științele Pământului - Informatică

5. Timp necesar: 2h

6. Cuvinte cheie:

Anemometru - Meteorologie

7. Materiale:

- Anemometru



Ieșirea analogică a sensorului (OUT) furnizează o valoare a tensiunii pe care o corelam cu viteza vântului utilizând formula:

$$V_{wind_{ms}} = 0,44704 \times \left(\frac{(V_{OUT} - V_{no\ wind})}{0,0087288} \right)^{3,009364} \times (3,038517 \times (temp_C)^{0,115157})$$

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

Ieșirea (TEMP) a sensorului măsoară temperatura ambientală:

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

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

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

TempC este temperatura camerei măsurată în °C

V_{windms} este unitatea de vânt măsurată în m/s

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

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

8. Context științific:

Asamblarea unui senzor și programare simplă Arduino.

9. Proceduri / Metoda de lucru:

Landerul Insight este echipat cu anemometre fără părți mecanice pentru a evita problemele datorate uzurei (din cauza diferențelor de temperatură, printre altele).

Vom folosi senzori similari pentru măsurarea vântului și pentru măsurarea temperaturii.

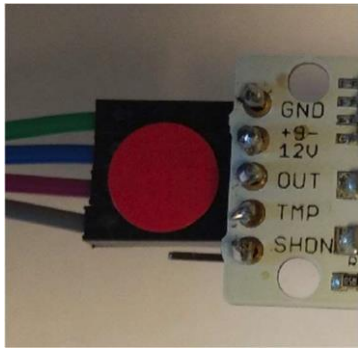





Este un anemometru cu fir fierbinte: o rezistență este încălzită cu o sursă de alimentare la 12V, cu cât temperatura firului este mai mare cu atât rezistența electrică este mai mare. Vântul va răci rezistența, această scădere a temperaturii este cea care face posibilă estimarea vitezei vântului.

Pentru a urmări variația vitezei și temperaturii vântului, vom conecta senzorul la un Arduino.

1. Instalarea unui senzor

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



	Sensor	Wire color in the image	Arduino	
	GND		GND	
	+12 V		Vin	
	OUT		A0	
	TEMP		A1	

Mai jos este programul care redă valorile de viteză a vântului și de temperatură pe un ecran digital.

```
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 se face în același mod. Avem mai jos schema de asamblare și montajul.

Pentru a obține informații de la un al doilea senzor, trebuie inițiate 2 noi variabile OUT2 și TMP2 care vor fi integrate în același fel ca și pentru senzorul existent.

Modulul de afișare pe ecran este similar cu cel din 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
```

Când valorile măsurate sunt mici vom vedea afișat pe ecran:

```
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 1 este situat la stânga stației, iar senzorul 2 la dreapta.

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
}
```


10. Discutarea rezultatelor și concluzii:

Determinarea vitezei vântului atât pe Pământ, cât și pe Marte este un factor determinant în meteorologie. Această măsurătoare poate fi făcută folosind diferite instrumente în funcție de precizia măsurătorii, de mediu...

Pe uscat seismologii nu trebuie să echipeze stații seismice cu stații meteorologice, deoarece seismometrele sunt depozitate în incinte protejate de tulburările atmosferice.

Pe de altă parte, interacțiunea atmosferei marțiene cu solul își lasă amprenta asupra înregistrărilor seismice.

De aceea, inginerii au proiectat și așezat o stație meteo pe Lander-ul Insight și au instalat seismometrul SEIS sub un scut de protecție împotriva vântului, WTS, care efectiv înlătură majoritatea efectelor vântului, dar nu le pot elimina complet. Prin urmare, vom putea înregistra aceste rafale de vânt și combinând datele de la stația WTS și înregistrările SEIS vom afla mai multe despre mediul marțian.

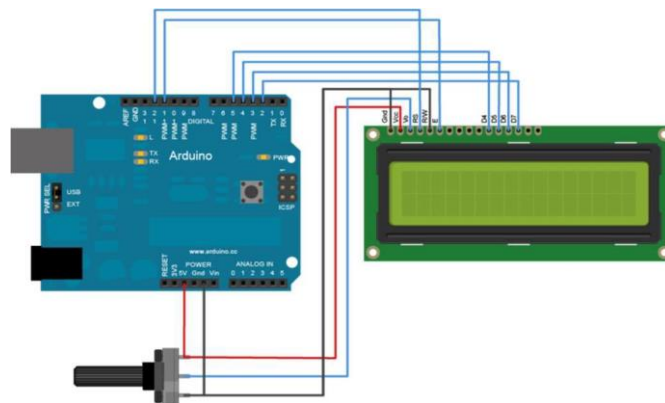
11. Experiment complementar:

Folosind un ecran 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 », putem folosi ecranul 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
}
```

12. Activități viitoare (resurse adiționale pentru profesori)

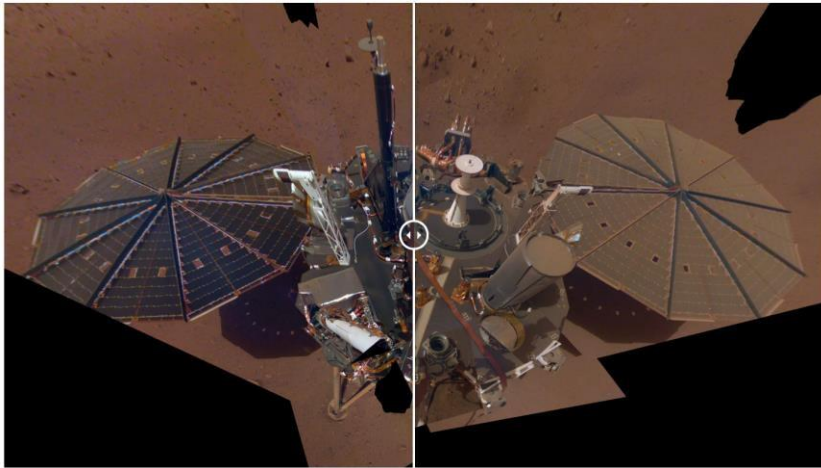
- Météo France : <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-stations-au-sol>
- Météo à l'école : <https://www.infoclimat.fr/pedagogie/>
- Site Arduino

Aerosoli primari și impactul climatic pe Marte

1. Introducere & Problema

Cunoaștem faptul că aerosolii naturali pot avea un impact asupra climei.

Pe Marte, ca și pe Pământ, particulele minerale de praf se ridică și se așează, așa cum puteți vedea în selfie-urile facute de Lander-ului Insight.



Pe aceste imagini putem vedea că praful mineral s-a așezat pe Lander. Praful poate fi pus din nou în mișcare de turbulențele atmosferice, cum ar fi “dust devil”, așa cum o dovedește variațiile bruște ale eficienței panourilor solare.

Selfie-urile Lander-ului Insight relizate pe 6 Decembrie 2018 (stânga) și 6 Mai 2019 (dreapta)

NASA/JPL-Caltech

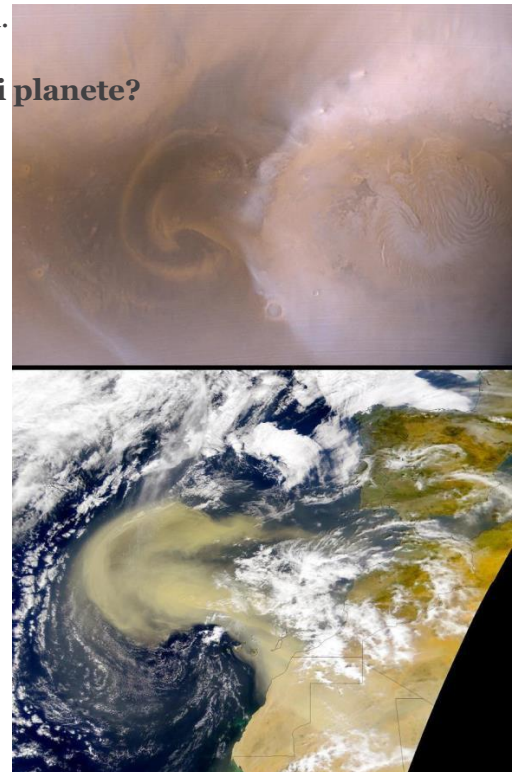
În același mod, imaginile din satelit confirmă faptul că în luna Martie au existat fenomene la scară largă care au implicat ridicarea particulelor minerale din atmosferă.

Pb: Cum poate afecta transportul aerosolilor climatul unei planete?

În această imagine, comparăm o furtună recentă de praf de pe Marte cu o furtună care a avut loc la începutul acestui an pe Pământ.

Imaginea de sus arată o furtună de praf de la Polul Nord al planetei Marte, observată pe 29 August 2000. Furtuna se mișcă precum un front, spre exterior, dintr-un “jet” central, și pot fi observate limitele marginale. În această imagine, extinderea furtunii are loc la aproximativ 900 km de calota de gheață a Polului Nord. Zona din partea dreaptă a imaginii de pe Marte include Polul Nord. Imaginea de jos arată o furtună de praf la sol produsă pe 26 februarie 2000. Această furtună se extinde la aproximativ 1800 km (1100 mile) în largul coastei Africii de Nord-Vest, lângă ecuatorul Pământului.

Ambele imagini sunt afișate la aceeași scară; 4 km (2,5 mile) pe pixel.



<https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA02807>

2. Vârsta elevilor: 15 – 17 ani

3. Obiective

Determinați dacă transportul prafului mineral marțian are o influență asupra climei

4. Disciplinele principale

Fizică - Știința Pământului

5. Discipline secundare

6. Timp necesar: 2h

7. Cuvinte cheie: Aerosoli, albedou.

8. Materiale

- Programul *Mesurim*
- Luxmetru
- Două recipiente transparente din polistiren
- O lampă de 12 V așezată într-un manșon

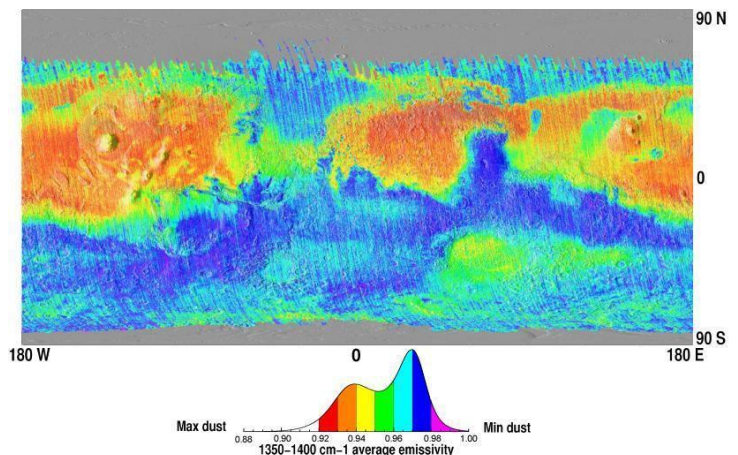
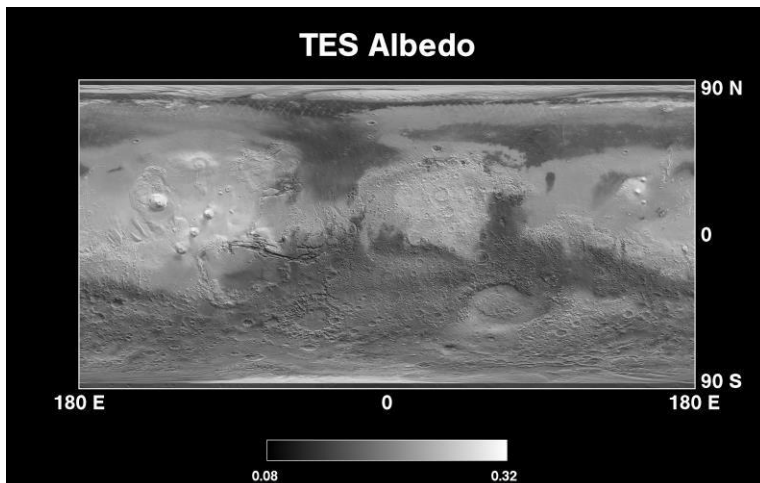
9. Context științific:

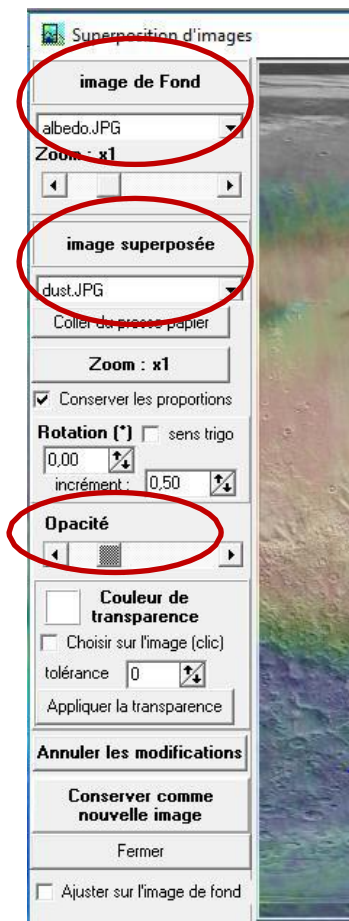
Oamenii de știință definesc un aerosol ca o suspensie a particulelor din atmosferă. Aceste particule sunt formate din substanțe solide și / sau lichide. Minerale sau organice, compuse din materie vie (ex: polen) sau nu, particule mari sau fine în suspensie constituie un set extrem de eterogen de poluanți a căror dimensiune variază de la câteva zecimi de nanometri la o sută de micrometri.

Impactul radiativ al unui aerosol va depinde de natura solului (suprafeței).

10. Proceduri / Mod de lucru:

- Vom încerca mai întâi să aflăm dacă diferențele de albedo pot fi explicate printr-o diferență în compoziția solului marțian.
- Vom compara o hartă a albedului global al planetei Marte și distribuția nisipului. Pentru aceasta vom folosi programul “*Mesurim*” și funcția de suprapunere.

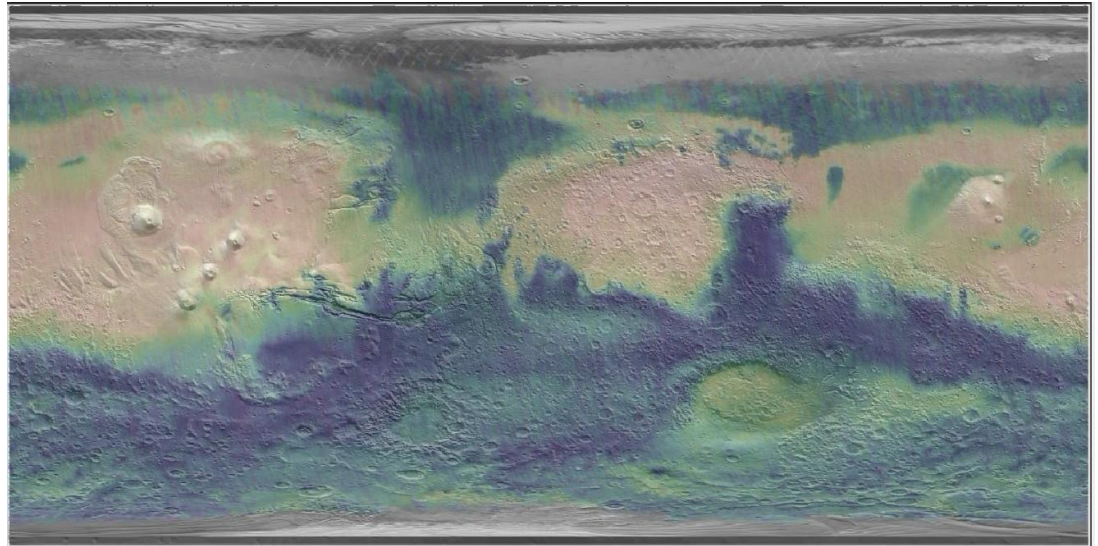




Deschideți "albedo.jpeg" și "dust.jpeg" în *Mesurim*.

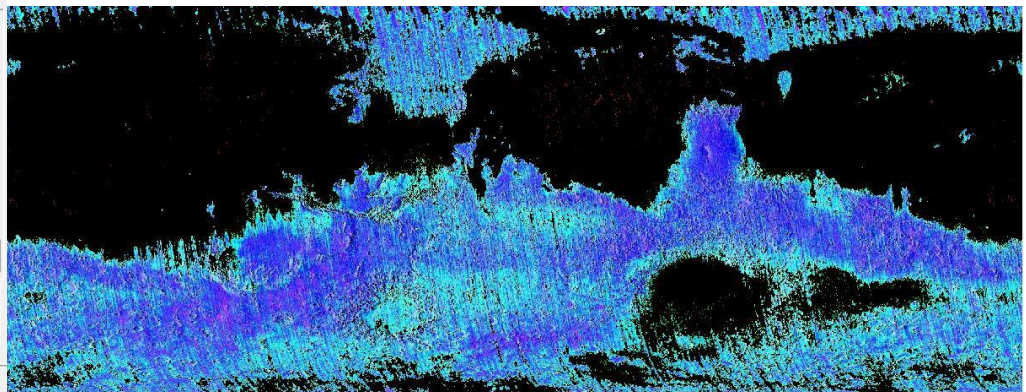
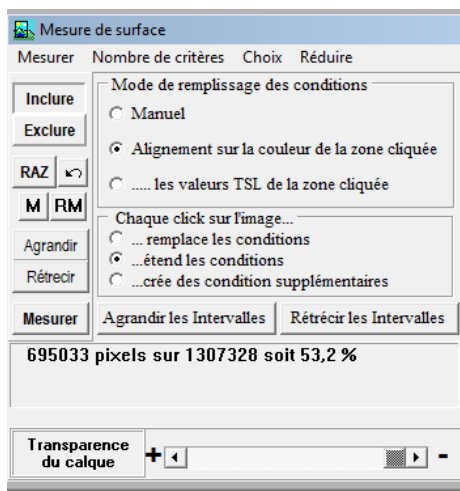
Apoi în Imagine alegeți: suprapunerea imaginii așa cum se observă în partea stângă

Ajustați opacitatea pentru a ușura citirea.



Vedem imediat o corelație între albedou și prezența nisipului.

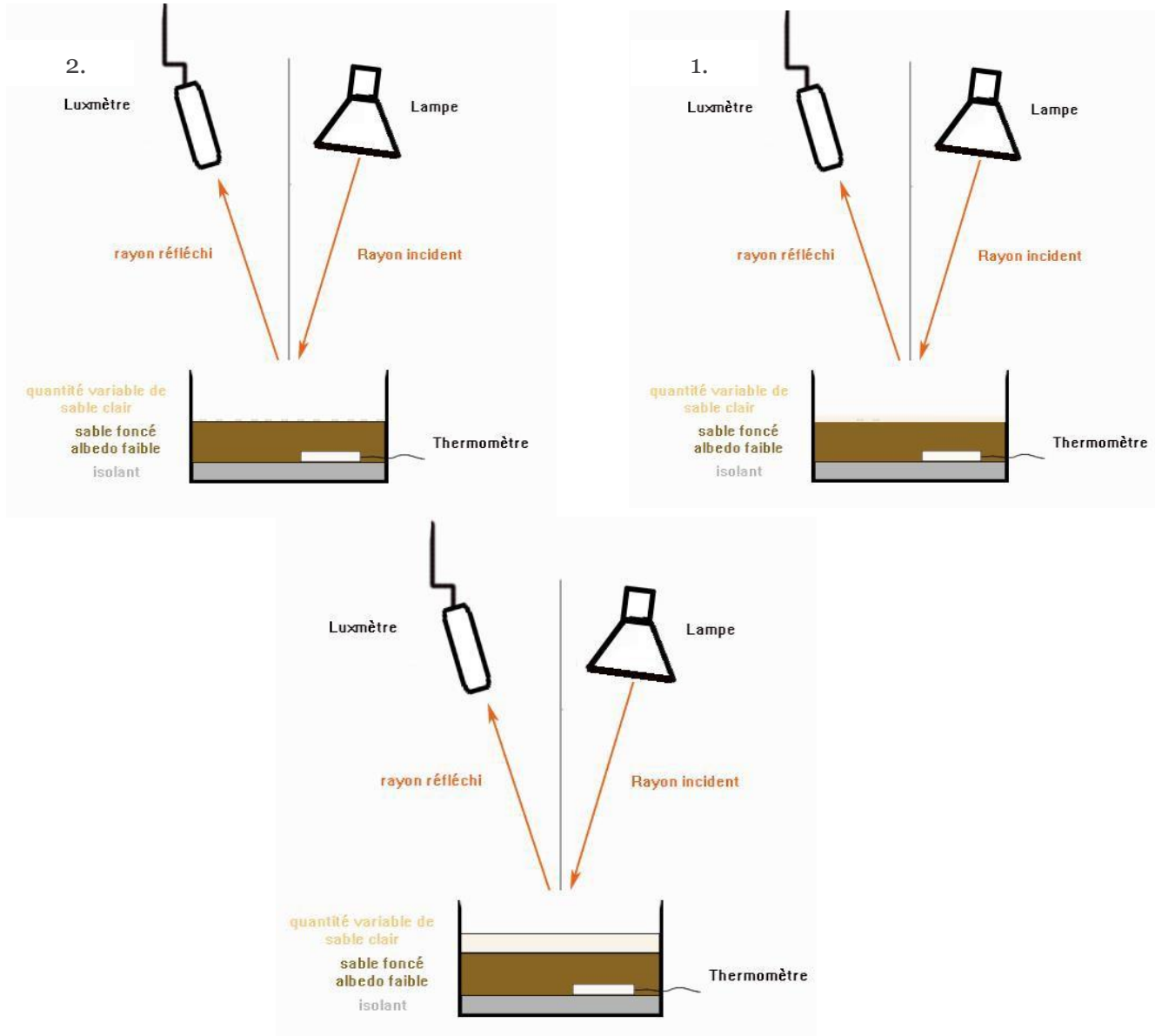
Dacă evaluăm, cu *Mesurim*, suprafața solului acoperit de nisip pe planiglobul planetei Marte, putem vedea că aceasta ocupă aproximativ 50% din suprafața totală pentru care avem date.



Transportul de praf ar putea avea un impact asupra inerției termice a zonelor cu un albedou inferior, zone care reprezintă o suprafață mare a planetei.

- Să încercăm să modelăm stratul de depunere a particulelor minerale cu un albedou ridicat de la sol la albedoul inferior.

Comparați evoluția temperaturii următoarelor trei ansambluri pe o perioadă egală de timp: Atenție, cantitatea totală de praf trebuie să fie aceeași pentru fiecare experiment.

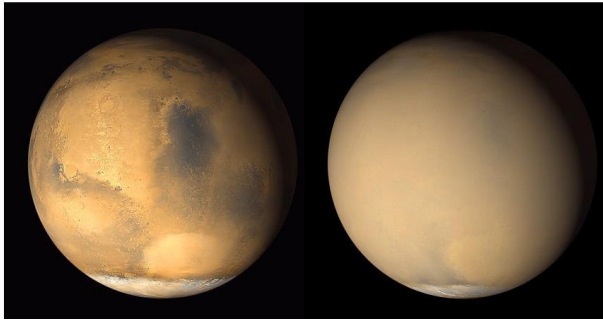


11. Discutarea rezultatelor și concluzii:

Există o scădere a căldurii absorbite de suprafață, dar numai dacă cantitatea de nisip ușor acoperă complet suprafața cu un strat de o grosime mai mare (Figura 3.), un strat subțire (Figura 2.) nu este suficient pentru a avea un efect asupra temperaturii, chiar dacă există o creștere a luminii reflectate.

Doar o acumulare dintr-o cantitate mare de materii minerale ar putea avea o influență asupra albedoului și prin urmare asupra inerției planetei.

Source : <http://www.mars.asu.edu/~ruff/DCI/2001JE001580.pdf>



Cu toate acestea, s-a observat că furtuni globale de nisip ar putea apărea pe Marte, după care pot fi observate variații ale albedului timp de un an după această furtună.

Două imagini realizate în 2001 de NASA's Mars Global Surveyor arată o schimbare dramatică a aspectului planetei, deoarece norul de praf ridicat de furtuna din sud s-a răspândit pe întreaga planetă. Imaginile au fost surprinse la aproximativ o lună de distanță.

https://www.researchgate.net/publication/263856153_Mars_surface_albedo_and_changes

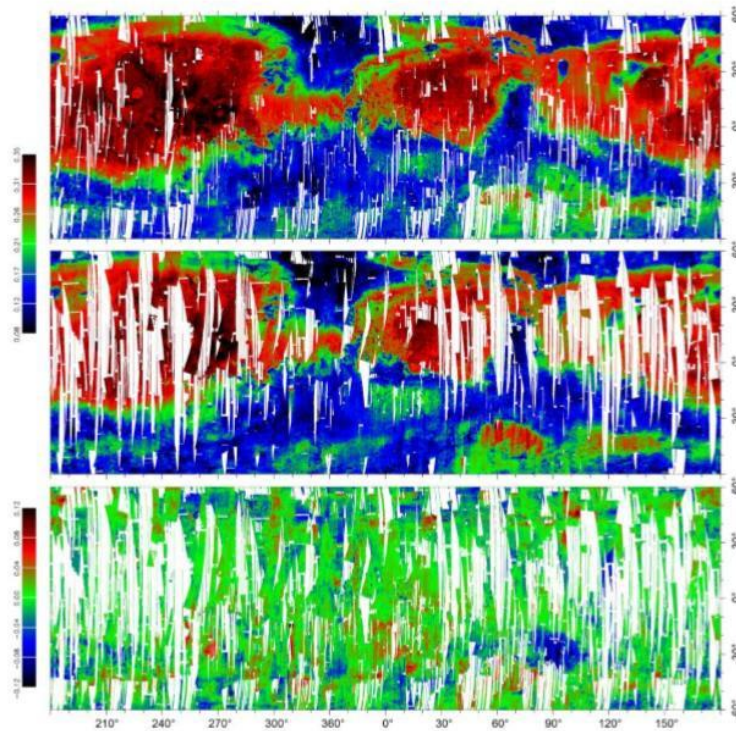


Figure 9: (top) albedo map prior to the MY28 GDS (orbits ≤ 4463 : data from MY26 L_s 330° to MY 28 L_s 265°: 86% coverage). (middle) albedo map after the MY GDS (orbits ≥ 4758 : data from MY 28 L_s 315° to MY 30 L_s 135°: 74% coverage). (bottom) difference albedo map (middle – top: 63% coverage). Quality level # 1 (Table 1) is used. Bright areas or brightening ≥ 0.04 are in red, dark areas or darkening ≤ -0.04 are in blue. Intermediate albedo and stable areas are in green.

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

- https://www.researchgate.net/publication/263856153_Mars_surface_albedo_and_changes
- Arduino