

# SEIS, un sismómetro bien envuelto

## 1. Introducción & Pb

En 2018, la NASA envió un nuevo módulo de descenso (*lander* en inglés) a Marte que explorará por primera vez "las entrañas" del planeta. Para llevar a cabo esta misión se planea registrar terremotos, impactos de meteoritos y así determinar la estructura interna del planeta: el robot está equipado con un sismómetro SEIS, a la vez sensible y resistente, desarrollado por el CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales de Toulouse) en colaboración con el IPG (Instituto de Física del Globo en París).



Para proteger los sismómetros del medio ambiente, en la Tierra, los sismólogos los colocan en cuevas.

Pero para proteger SEIS del medio ambiente marciano, los científicos han diseñado una doble protección: el escudo de protección térmica y eólica WTS. Para comprobar su resistencia térmica, el dispositivo fue llevado a altas temperaturas en autoclaves (hasta 600 °C), antes de colocado en áreas a temperaturas heladas de hasta -75 grados centígrados.

*Philippe Laudet, director de proyectos SEIS en el CNES*

Marte y la Tierra son planetas rocosos muy similares. Algunos incluso hablan de planetas "gemelos". Pero entonces, ¿por qué los científicos han tenido que recubrir el sismómetro marciano bajo una concha protectora?

## 2. Edad de los estudiantes 14 – 16 años

## 3. Objetivos

El objetivo de esta actividad es determinar en qué difieren la atmósfera y el entorno de Marte de los de la Tierra y por qué es necesario diseñar instrumentos muy resistentes y probarlos muchas veces en condiciones extremas en la Tierra.

## 4. Disciplinas primarias

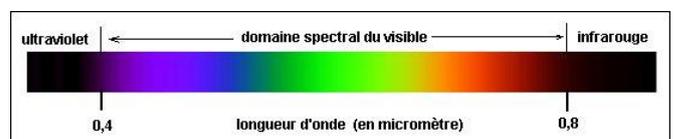
Química - Ciencias de la Tierra

## 5. Disciplinas adicionales

## 6. Tiempo requerido 1h30

## 7. Términos clave

Atmósfera - Gas - Ciclo de Carbono - Balance de radiación - Radiación Solar - Infrarrojo.



## 8. Materiales:

Composición de las atmósferas de los planetas del sistema solar	Modelización del balance de radiación de un planeta	Modelización de las variaciones en la radiación solar recibida por un planeta	Modelización del movimiento de las masas de aire
- Software "El Sistema Solar": <a href="https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/system-e-solaire/">https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/system-e-solaire/</a>	- Placa - Aislante - Termómetro - Vidrio	- Lámpara - Planisferio - Placa perforada con agujeros	- Cono de incienso - Placa fría - Soporte - Hoja negra

## 9. Fundamento

La radiación solar incluye radiación ultravioleta de menos de 0,4 mm de longitud de onda y radiación infrarroja de una longitud de onda superior a 0,8 mm.

Los gases de efecto invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, etc.) son prácticamente transparentes a la radiación solar (longitud de onda visible) y opacos a la radiación infrarroja emitida por la Tierra. El calor es atrapado.

## 10. Procedimientos

Se trata de redactar un artículo científico con los datos de Marte y la Tierra. Hay que incorporar las razones dadas por los científicos para explicar los procesos responsables de la pérdida de gran parte de la atmósfera de Marte.

En el informe debe figurar un diagrama de modelos moleculares, así como las fórmulas químicas correspondientes.

Por último, hay que deducir por qué los científicos responsables de la misión Insight Mars tuvieron que desarrollar instrumentos de medición muy resistentes para hacer frente al ambiente hostil de Marte.

### I. La atmósfera de los planetas rocosos del sistema solar:

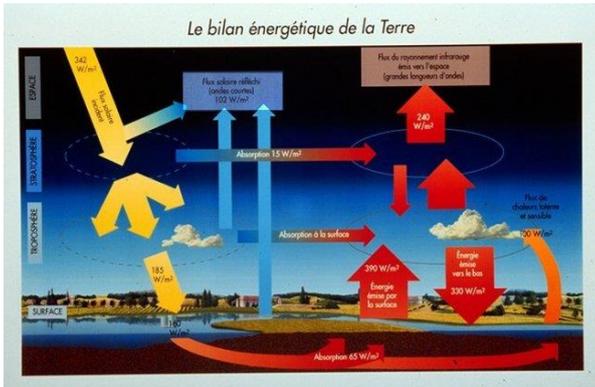
	Espesor	Componentes clave de la atmósfera	Estados del agua	Presencia de ozono
Tierra				
Marte				

1. Completar la tabla con la ayuda del software "Solar System".

**Balance de la radiación y efecto invernadero:**

**Tierra**

**Marte**



Marte tiene la mitad de aislamiento de la Tierra. La composición de la atmósfera (95% CO<sub>2</sub>) la hace transparente a las longitudes de onda visibles. Por lo tanto, la atmósfera se calienta por la absorción de la radiación incidente visible y se enfría por la emisión térmica infrarroja. El flujo de radiación infrarroja emitido por la superficie es parcialmente absorbido por la atmósfera. El efecto invernadero es muy débil en Marte: 5K debido a las bajas presiones y la estrechez de la banda de absorción/emisión de CO<sub>2</sub>.

Fuente de la imagen: (CNES, web scarab): <http://scarab.cnes.fr:8020/>

**2. Modelización del equilibrio de radiación de un planeta con y sin efecto invernadero:**

Temperatura sin efecto invernadero	Temperatura con efecto invernadero
$T^{\circ} =$	$T^{\circ} =$

La placa expuesta al sol se calienta. A medida que recibe energía, su T aumenta. Emitirá más radiación y perderá más energía. El vidrio permite que toda la radiación solar pase a través suyo y absorbe toda la radiación infrarroja. El vidrio absorbe la radiación infrarroja emitida por la placa y se calienta. A medida que se calienta, emite más radiación infrarroja y su temperatura aumentará hasta que pierda tanta energía como recibe. La radiación emitida por el vidrio hacia arriba se pierde y la emitida hacia abajo es absorbida por la placa. La placa ahora recibe más energía de la que pierde, por lo que su temperatura subirá hasta que pierda tanta energía como recibe.



Se logra un equilibrio en el que la temperatura de la placa es más alta que en el soporte sin vidrio: es el efecto invernadero.

## II. Circulación de vientos en la Tierra y Marte:

La circulación atmosférica se rige por las mismas leyes en la Tierra y Marte.

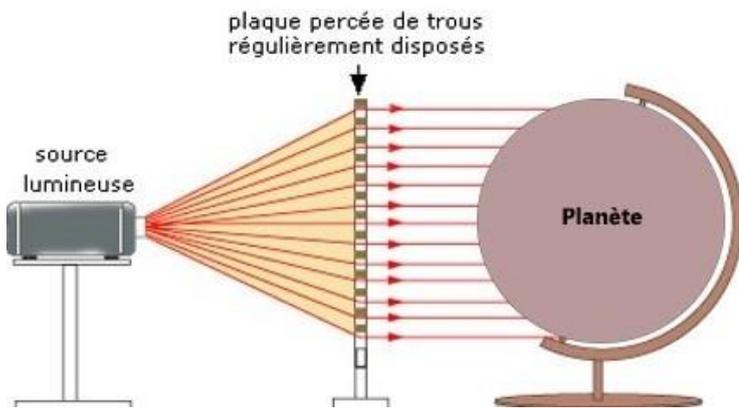
Los contrastes térmicos dan lugar a una diferencia en la presión atmosférica en altitud. Las masas de aire de alta presión (regiones calientes) son empujadas hacia las bajas presiones (regiones frías).

Estas masas se mueven y generan vientos. Vamos a modelizar los factores responsables de la formación de los vientos.

### 1. Contraste térmico:

La radiación solar, al provocar contrastes de temperatura, genera movimientos atmosféricos.

Para una misma presión en la superficie encontraremos más aire en altitud en zonas calientes porque el aire caliente ocupa más volumen.



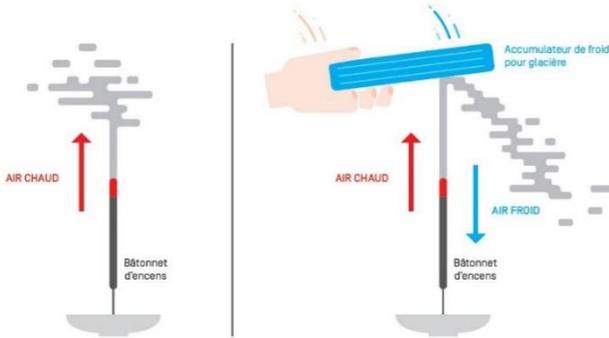
Las regiones tropicales reciben más energía solar por unidad de superficie que las regiones polares

En la Tierra, la diferencia media entre los polos y el ecuador permanece constante en el tiempo, por lo que hay una transferencia de energía del ecuador a los polos. Esta transferencia está asegurada por las circulaciones que mueven los dos sistemas de fluidos del planeta, la atmósfera y los océanos.

Por lo tanto, el contraste térmico en la Tierra se encuentra principalmente a nivel de la atmósfera más baja más cálida en los trópicos que en los polos.

En cambio, en Marte, el contraste térmico se establece entre el hemisferio cálido primavera/verano y el hemisferio frío otoño/invierno, excepto durante el equinoccio cuando los dos polos Norte y Sur están fríos.

- **Circulación meridiana:**



Hay una circulación meridiana impulsada por las diferencias de temperatura y, por lo tanto, de la densidad del aire (el aire caliente se expande y sube). Como resultado de esta circulación se producen cambios en la presión atmosférica.

Trabajo colectivo "SVT, Cycle 4" Réseau Canopé, 2017

En la Tierra, este flujo lleva aire caliente a los polos a grandes altitudes y aire frío al ecuador a baja altitud: las células de Hadley se llaman así en honor al físico inglés (1735). Este movimiento de masas de aire calientes y frías genera los vientos.

En Marte, sólo hay una célula de Hadley que une los dos hemisferios cruzando el ecuador.

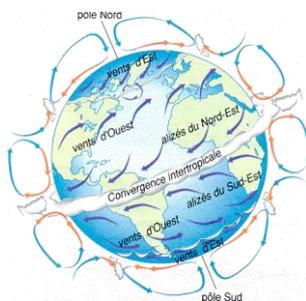
**2. La rotación del planeta:**

Los movimientos del aire también se ven afectados por la rotación planetaria.

La velocidad de rotación de Marte y la Tierra, así como las variaciones estacionales de radiación solar son casi idénticas, lo que da como resultado un clima comparable.

De hecho, encontramos la "corriente en chorro" que viaja alrededor del planeta de oeste a este en las latitudes medias de los hemisferios sur y el norte; los vientos alisios entre los trópicos ...

**Tierra**



Fuente: eduscol.education.fr

**11. Discusión de los resultados y conclusiones**

Las atmósferas del planeta Tierra y Marte son muy diferentes: su composición, espesor, balance de radiación...

La Tierra absorbe más energía de la que emite con la atmósfera, el sistema gana energía. Sin embargo, en el caso de Marte, el balance de radiación es negativo y el planeta pierde energía. El contraste térmico es más acusado en Marte que en la Tierra. Algunas condiciones ambientales en Marte: amplitud térmica significativa y fuertes vientos

Los científicos tuvieron que diseñar el sismómetro SEIS para que fuese a la vez ultrasensible y, sobre todo, ultrarresistente frente al ambiente hostil de Marte caracterizado por diferencias extremas de temperatura, así como por fuertes vientos, turbulencias atmosféricas...

### 13. Explorar más (recursos adicionales para profesores)

- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/td-cycle-du-carbone2.xml>
- “La planète Mars”, François Forget – François Costard – Philippe Lognonné, Edition Belin
- Artículo de Sciences et Avenir « Tempêtes solaires : pourquoi elles peuvent être catastrophiques pour la Terre », Par [Erwan Lecomte](#) le [25.07.2014](#)
- Obra colectiva «SVT, Cycle 4» Canopé Edition Agir, 2017