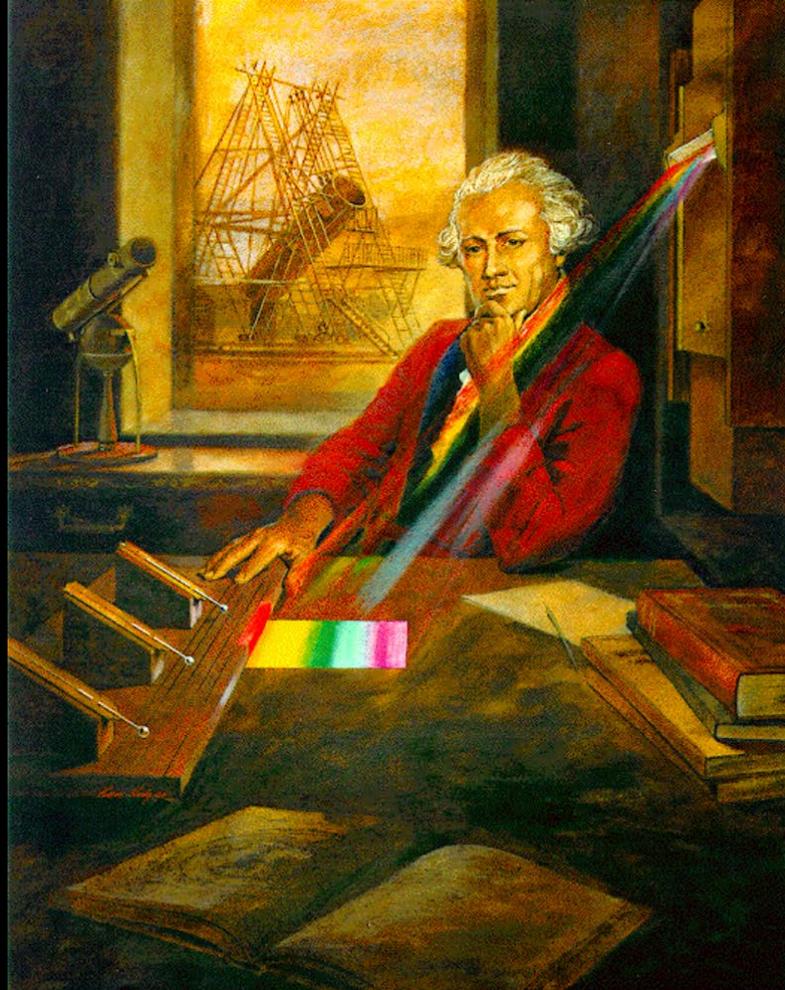


# À la découverte des infrarouges

## L'expérience historique de William Herschell comme introduction à l'effet de serre



# Groupe de médiation sur les enjeux environnementaux



Céline Goujon  
(Institut Néel)



Julien Delahaye  
(Institut Néel)



Aude Barbara  
(Institut Néel)



Olivier Cépas  
(Institut Néel)



Yvonne Soldo  
(Institut Néel)



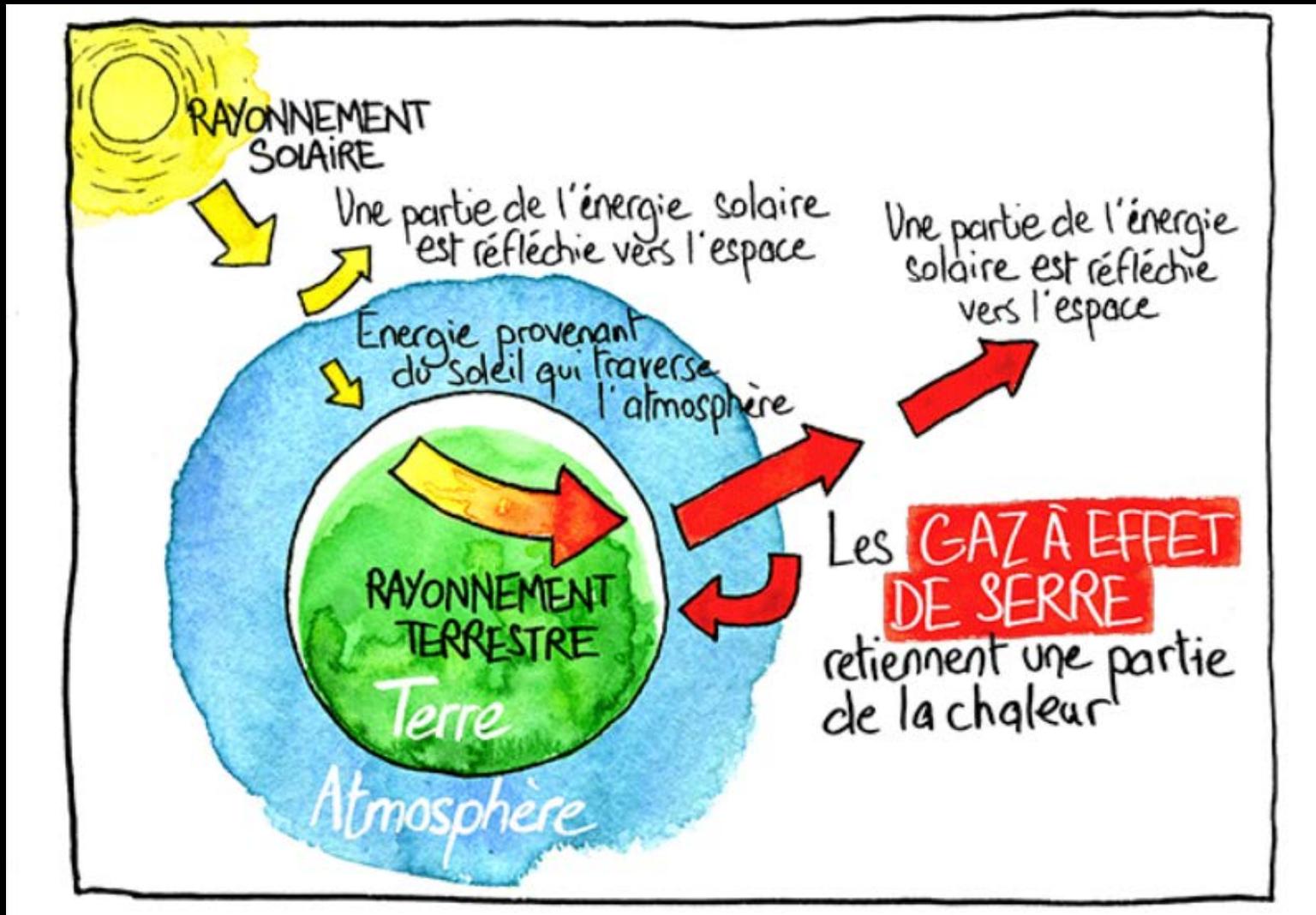
Sylvie Zanier  
(PhITEM-UGA)

....Véronique Boutou (IN)  
et Daniele Romanini (LIPhy)

Objectif : étudier des dispositifs expérimentaux de vulgarisation scientifique  
en lien avec les problèmes environnementaux actuels

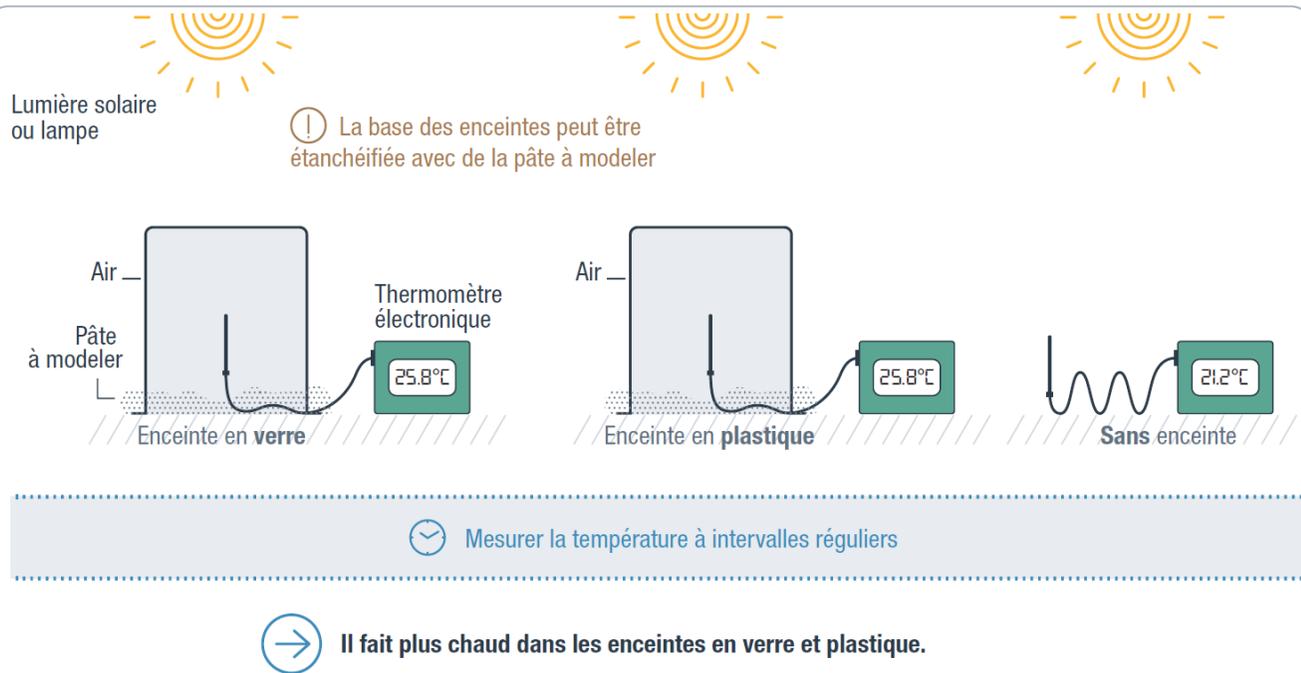
# 1<sup>er</sup> champ d'investigation :

⇒ l'effet de serre climatique (et les mécanismes physiques associés)

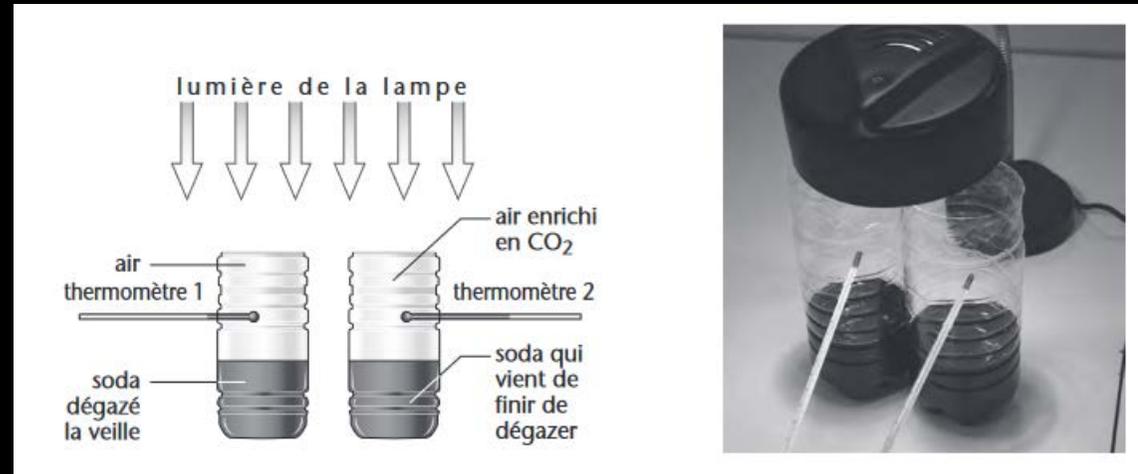




## Analogie avec une serre agricole



# « The greenhouse in a shoebox »



<https://fondation-lamap.org/projet/le-climat-ma-planete-et-moi>

Sous le haut patronage de  
Monsieur Emmanuel MACRON  
Président de la République

**cité**  
sciences  
et industrie

**urgence  
climatique**

exposition permanente  
à partir du 16 mai 2023

REPUBLIQUE FRANÇAISE  
M - Porte de la Villette  
cité-sciences.fr  
#ExpoUrgenceClimatique

En partenariat avec  
CNRS

Avec le soutien de  
Ministère de  
l'Éducation Nationale  
et de l'Enseignement  
Supérieur  
Ministère de la  
Transition Écologique

En collaboration avec  
PARIS  
MUSEUM  
MUSEUM

## COMPRENDRE LES GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

**OBJECTIF**  
**Observer**  
un gaz à effet  
de serre, le CO<sub>2</sub>

**Matériel**

- 2 bouteilles vides de 75 cl en verre transparent, avec un bouchon plat
- 2 bouteilles de boisson gazeuse de 50 cl
- 2 thermomètres identiques
- 1 lampe de bureau équipée d'une ampoule de 100 ou 150 W

**Jour 1:**  
Verse le contenu d'une des deux bouteilles de boisson gazeuse (50 cl) dans une bouteille transparente de 75 cl. Laisse-la ouverte: le gaz (du dioxyde de carbone, ou CO<sub>2</sub>) va s'échapper et le liquide sera éventé (sans gaz) le lendemain.

**Jour 2:**  
Perce les bouchons des deux bouteilles de 75 cl et glisse un thermomètre à travers chacun d'eux, pour les rendre hermétiques.  
Remplis la deuxième bouteille avec le contenu de la deuxième bouteille de boisson gazeuse.  
Rebouches les deux bouteilles et place-les sous la lampe pendant 10 à 20 minutes.  
Relève la température dans chaque bouteille. Y a-t-il un écart? Sais-tu pourquoi?

**EXPLICATION** Dans la bouteille où il y a du gaz, la température est supérieure de 2 à 3 °C à celle de la bouteille où la boisson gazeuse est éventée. En réponse à la chaleur reçue par la lampe, la boisson gazeuse émet des infrarouges. Le CO<sub>2</sub> ne laisse pas passer les infrarouges: il agit comme un couvercle et «retient» l'énergie à l'intérieur de la bouteille. D'autres gaz ont le même effet.

5

# PRINCIPES DE BASE DE L'EFFET DE SERRE

04/05/2020

Auteur(s) / Autrice(s) :

Jean-Louis Dufresne

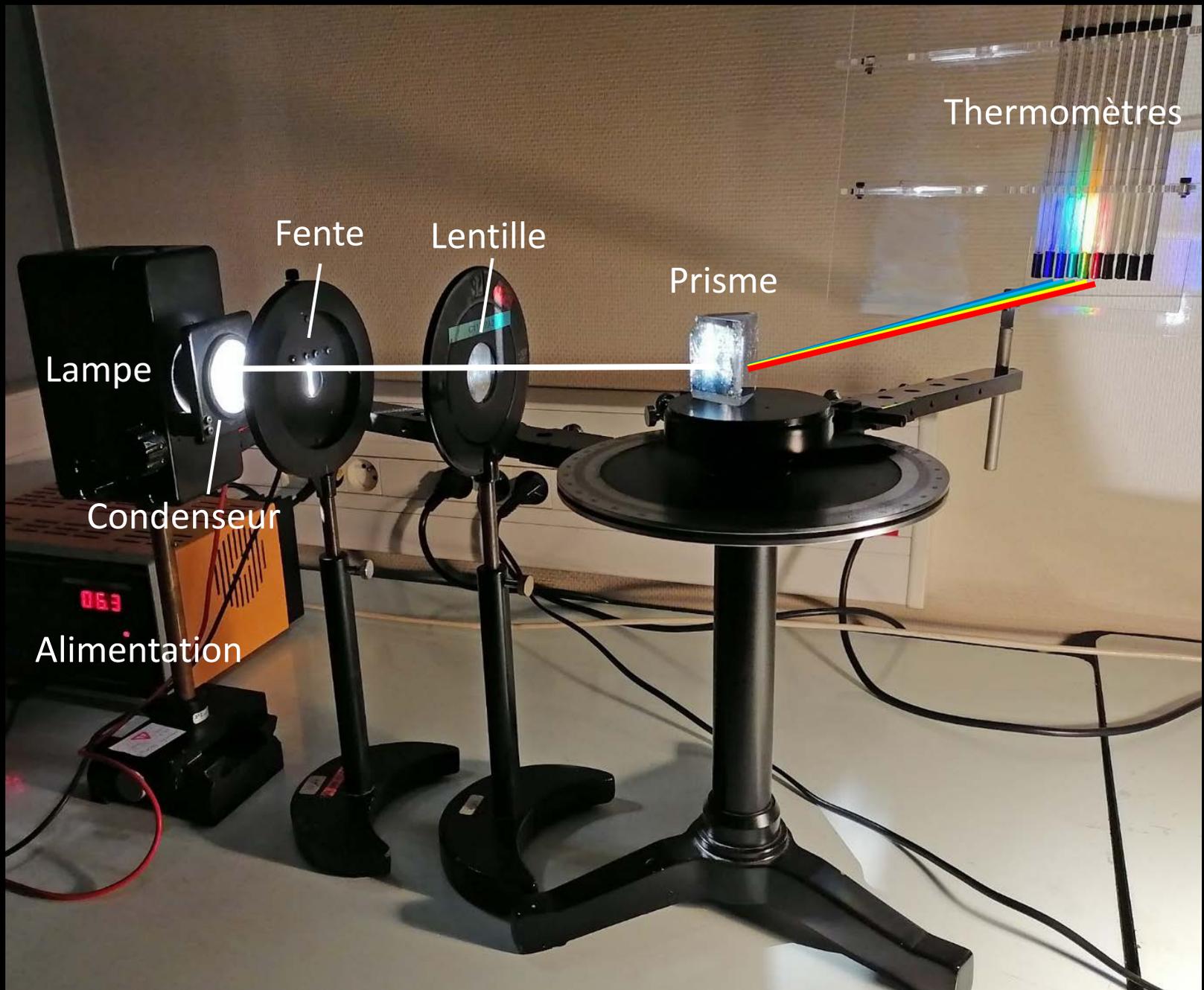
Laboratoire de Métrologie Dynamique, Institut Pierre Simon Laplace

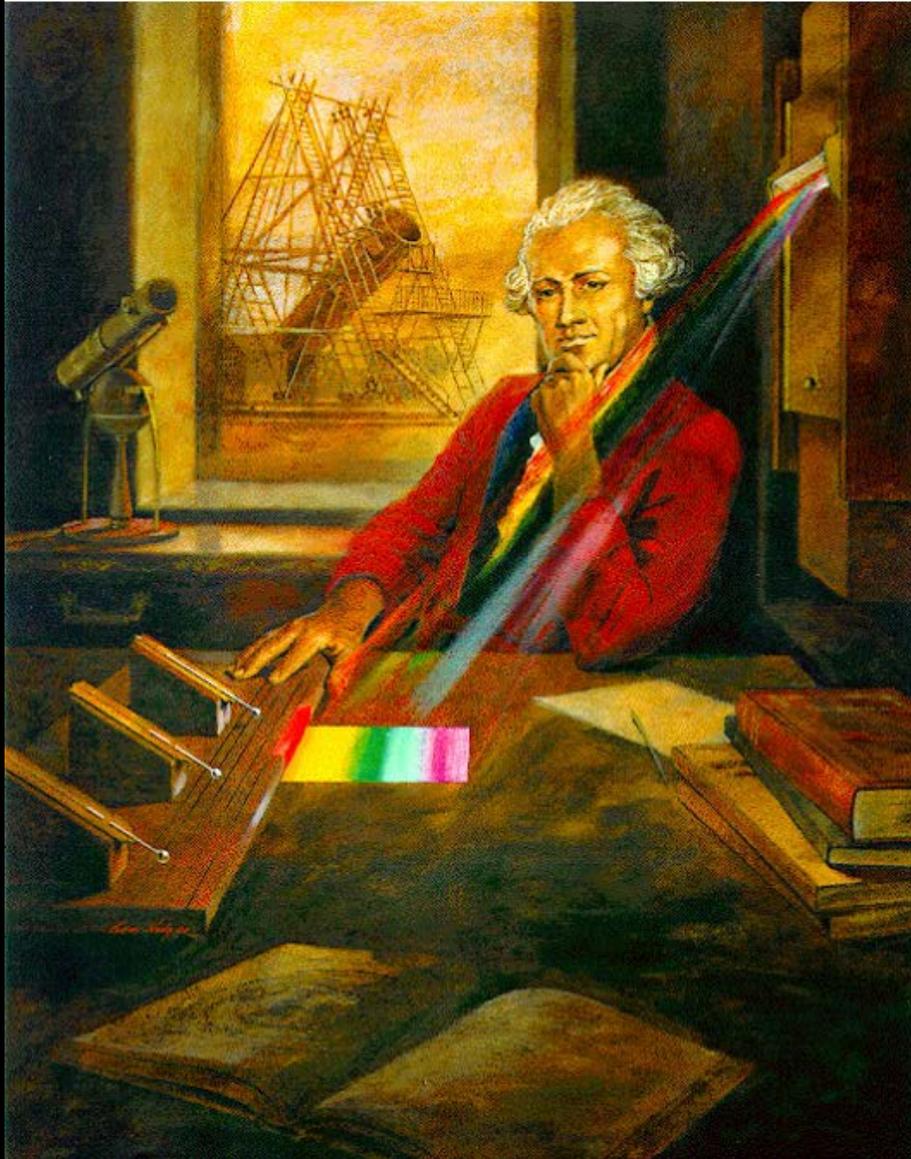
Publié par :

Delphine Chareyron

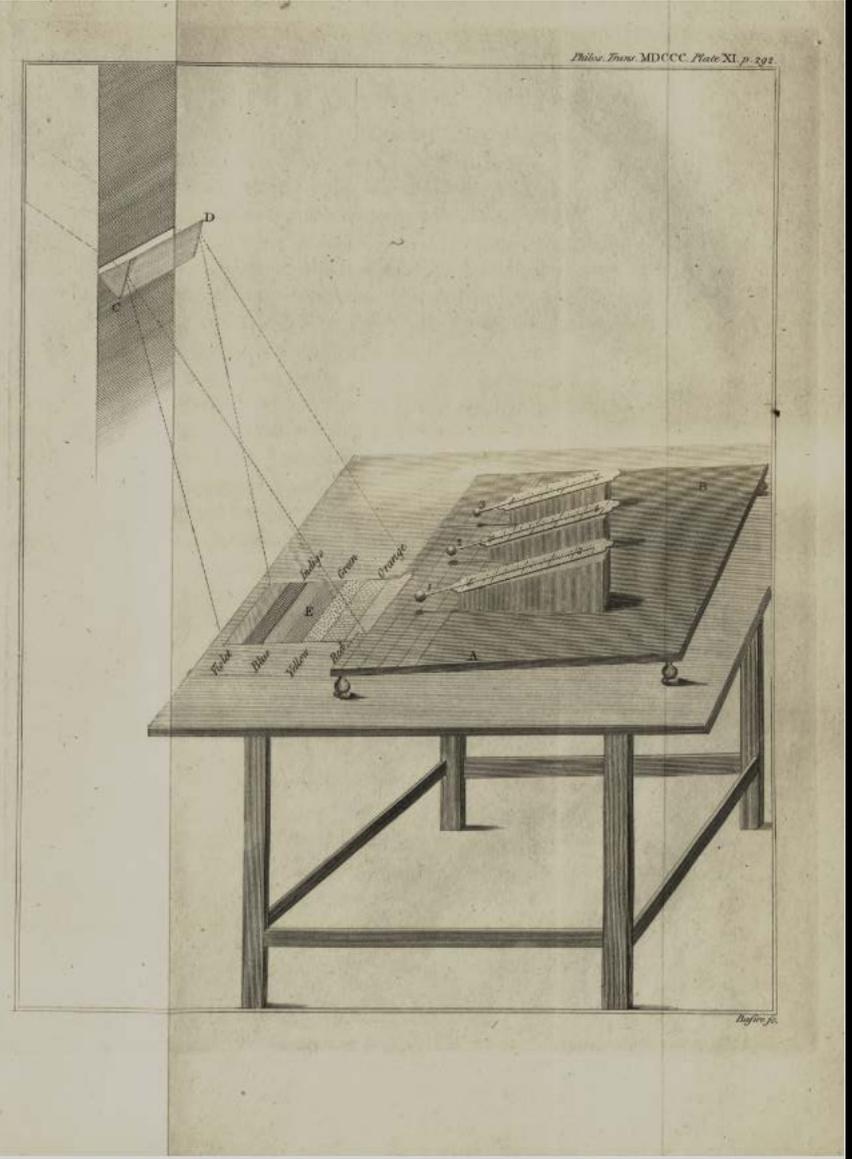


Quelque chose qui chauffe  
dans la lumière du Soleil  
mais qu'on ne voit pas....



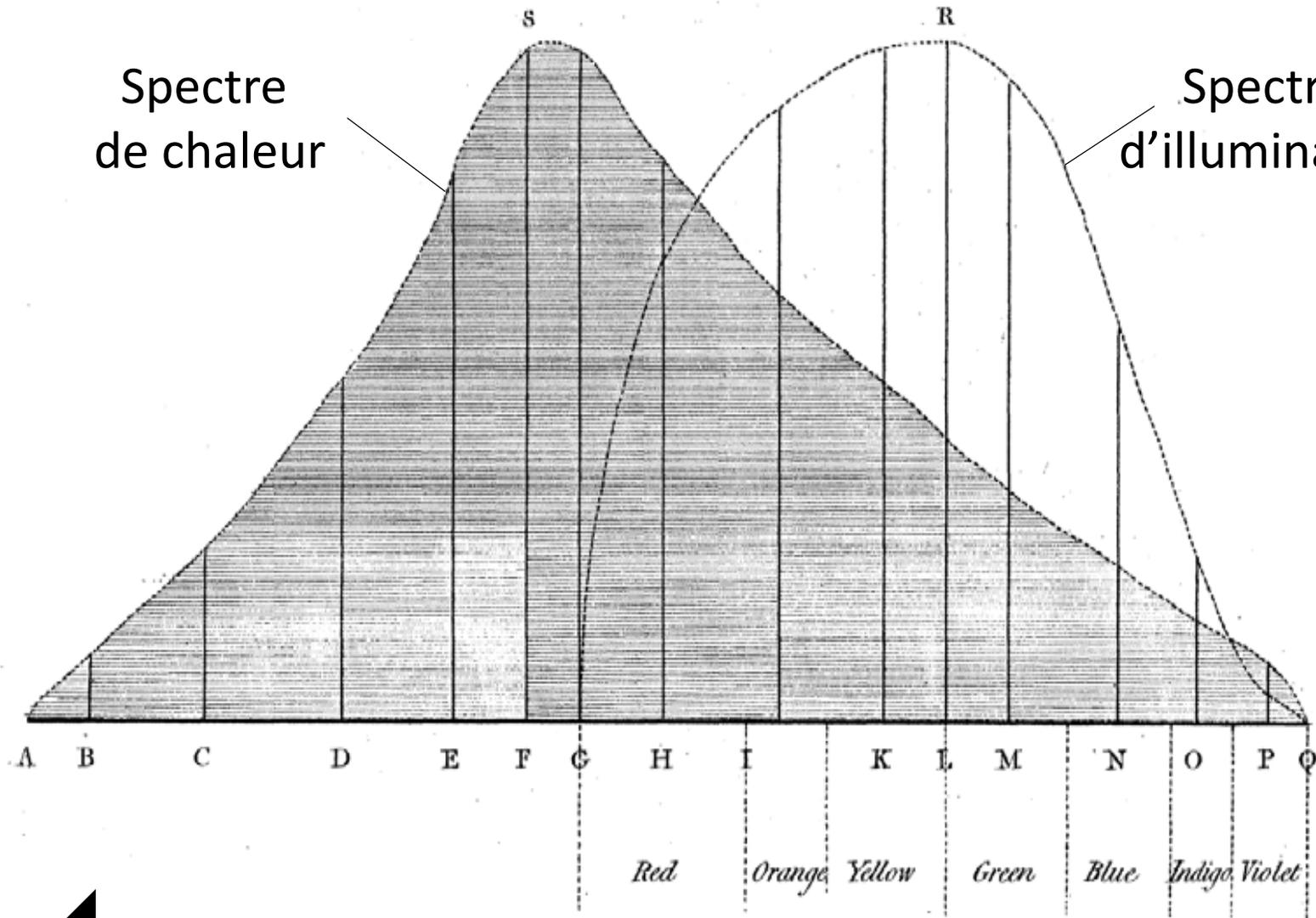


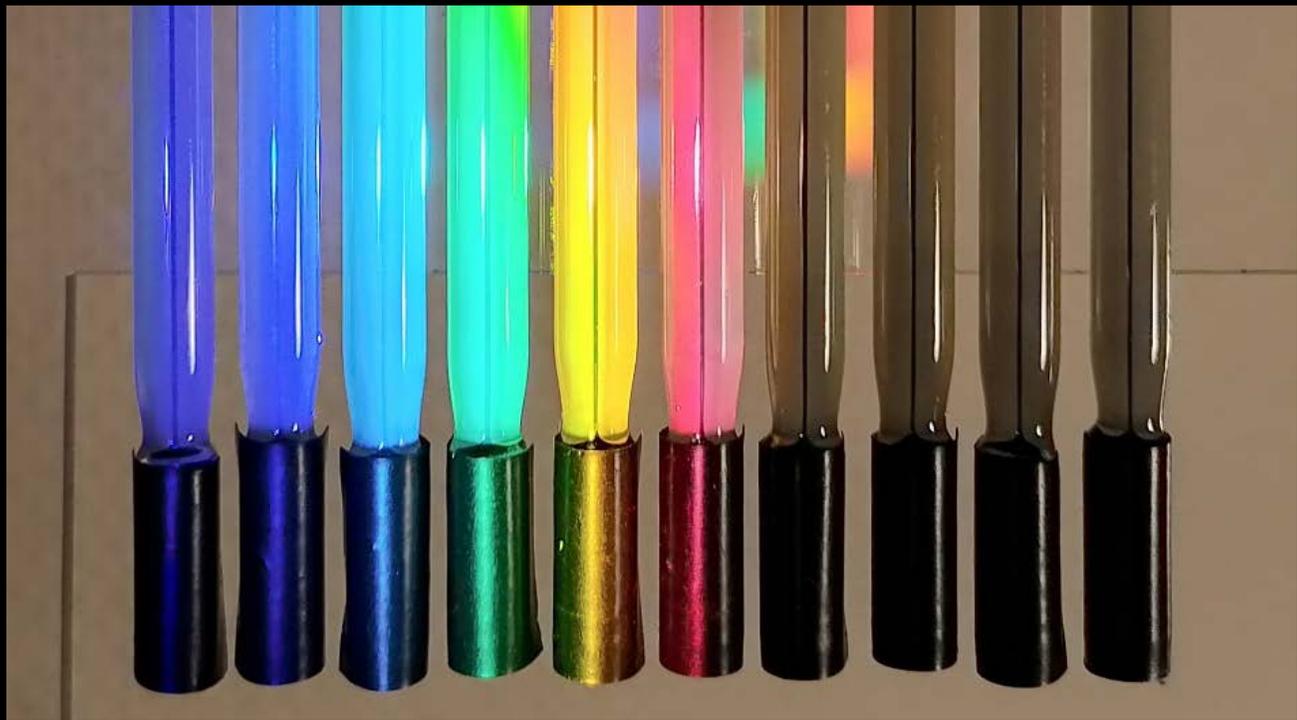
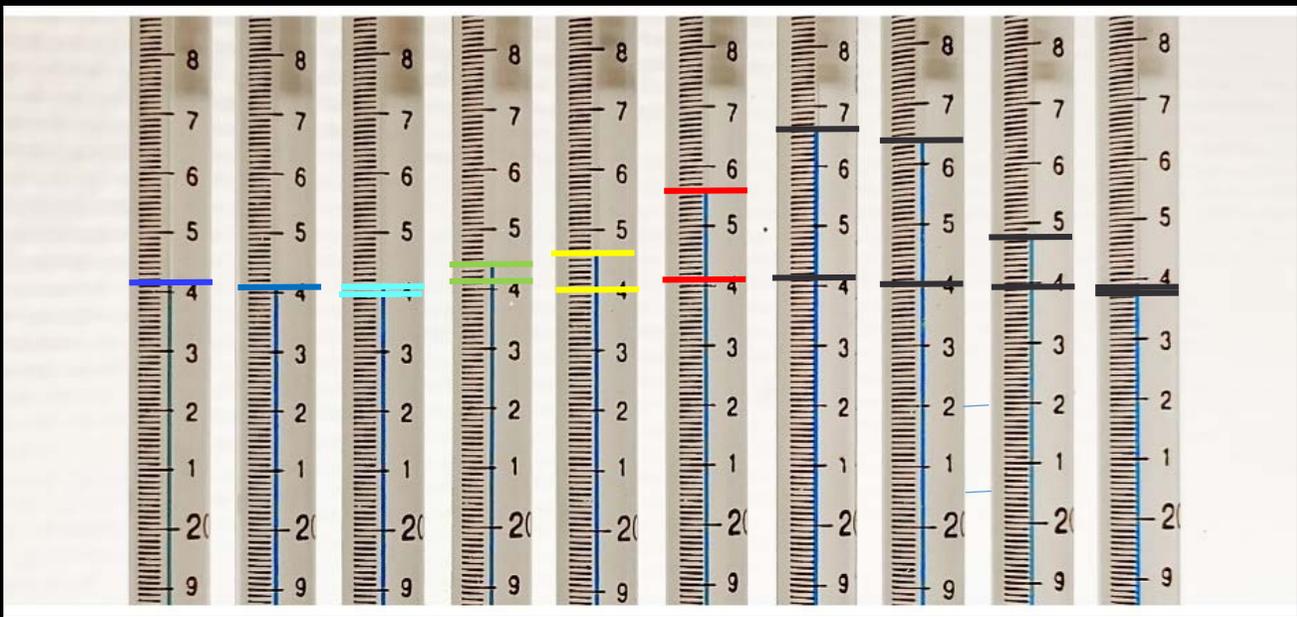
Downloaded from <https://royalsocietypublishing.org/> on 19 March 2024



Spectre  
de chaleur

Spectre  
d'illumination

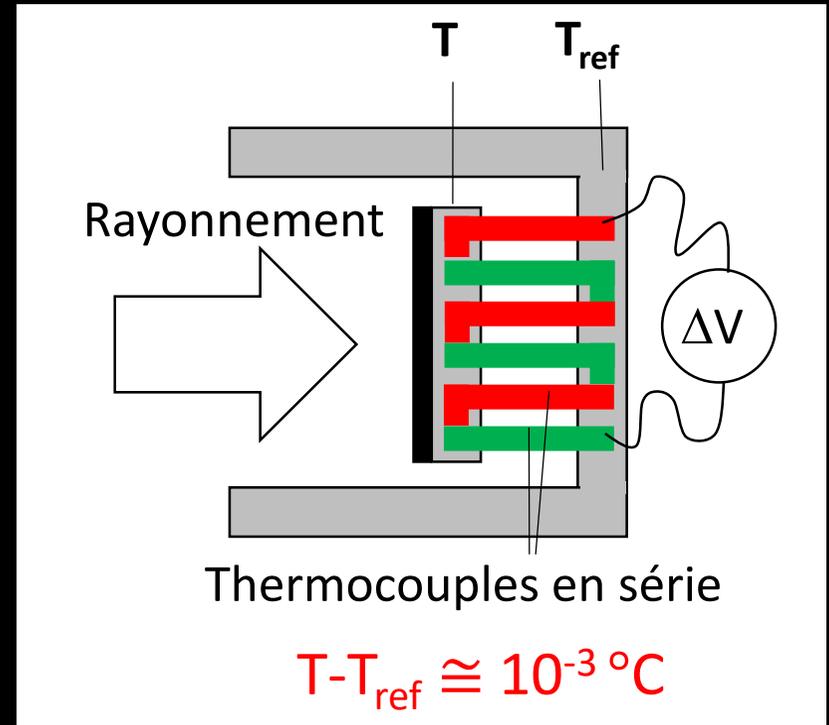




La Terre émet aussi des  
infrarouges....

Mais comment les détecter ?

# Macedonio Melloni (1798 – 1854) et la thermopile



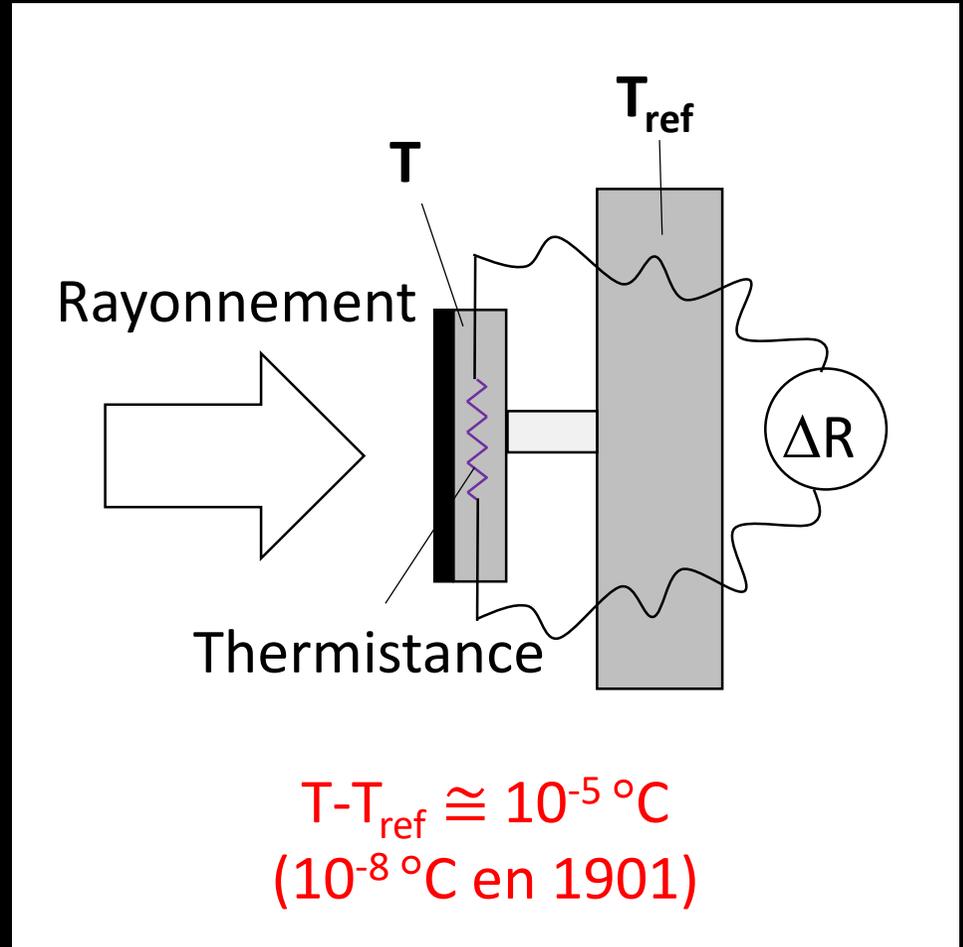
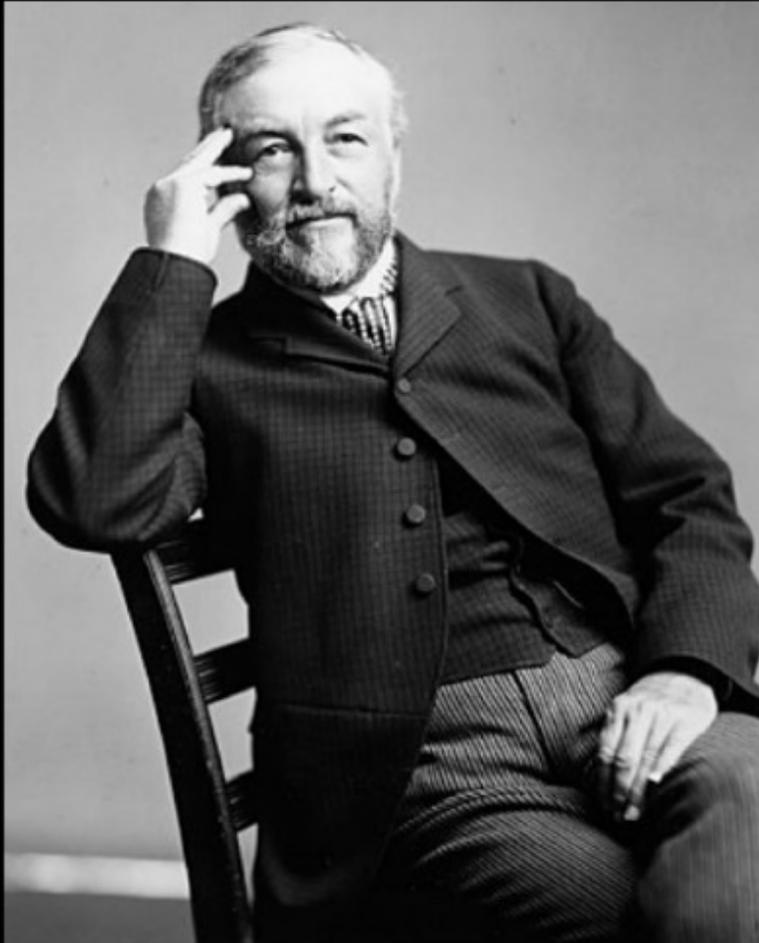
Thermopile : L. Nobili et M. Melloni (1831).

« Nous avons en main notre inestimable pile thermoélectrique, dont la face est maintenant enduite de noir de fumée, puissant absorbant de la chaleur environnante. Je la tiens en face de la joue de mon préparateur ; cette joue est un corps rayonnant ; voyez l'effet produit par ces rayons ; la pile les voit, ils engendrent de l'électricité et l'aiguille du galvanomètre va à 90°. »

Extrait de John Tyndall, La chaleur, mode de mouvement, 1868.

⇒ Chaleur d'une personne à 3 m.

# Samuel Langley (1834 – 1906) et le bolomètre

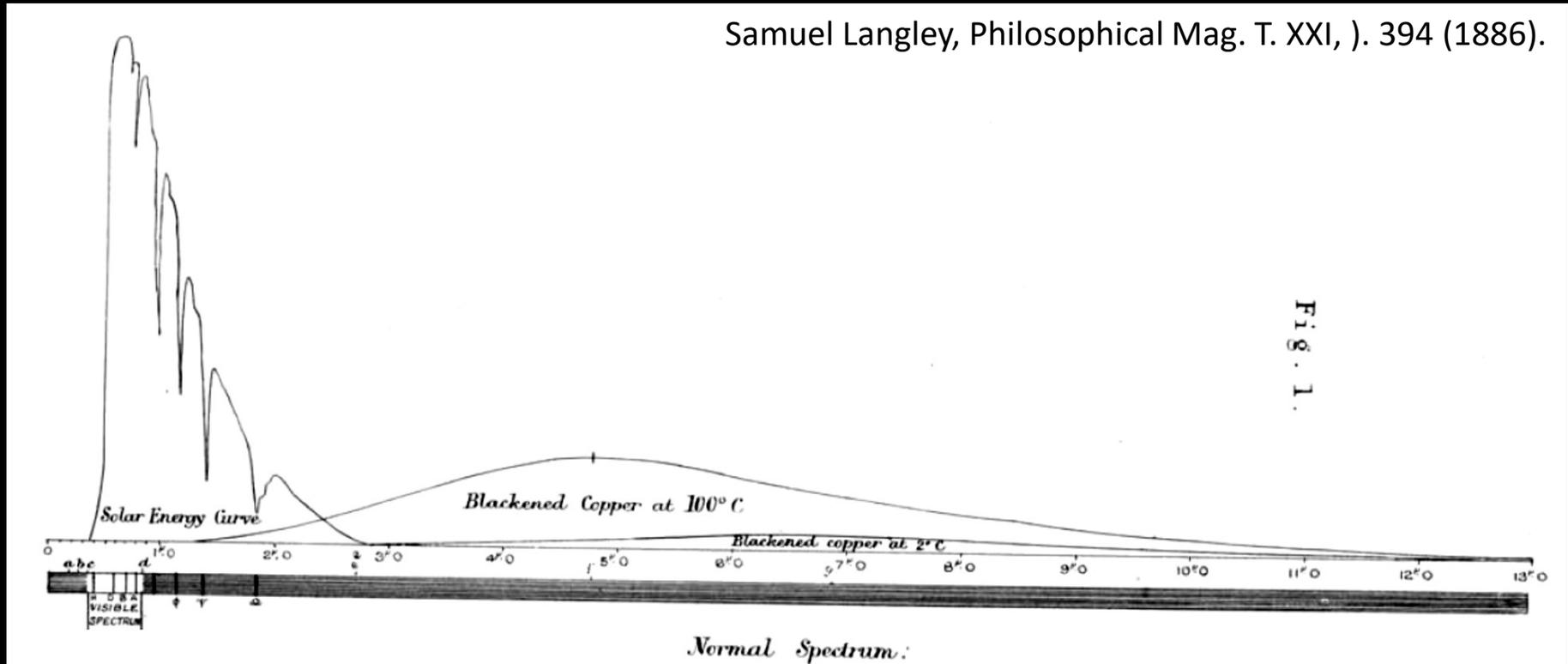


Bolomètre (1881).

⇒ Une vache à 300 mètres.

# Samuel Langley (1834 – 1906) et les bolographes

« Quelles sont les longueurs d'onde émises par des sources non lumineuses, comme le sol de cette planète ? »



« ... nous constatons que la chaleur rayonnée par le sol est d'une qualité presque totalement différente de celle qui est reçue du Soleil, et donc que les processus importants par lesquels la température élevée de la surface de la planète est maintenue peuvent désormais être étudiés...

»

Cen ~28.8

Max ~37.2

Min ~21.0

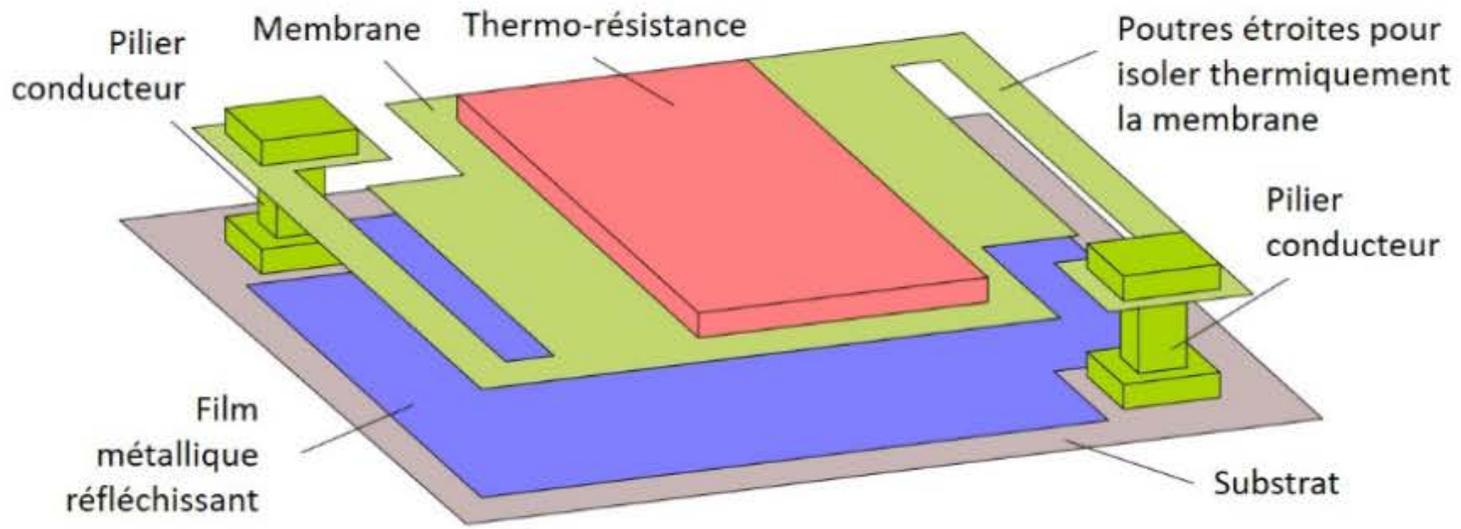
~37.2

~21.0

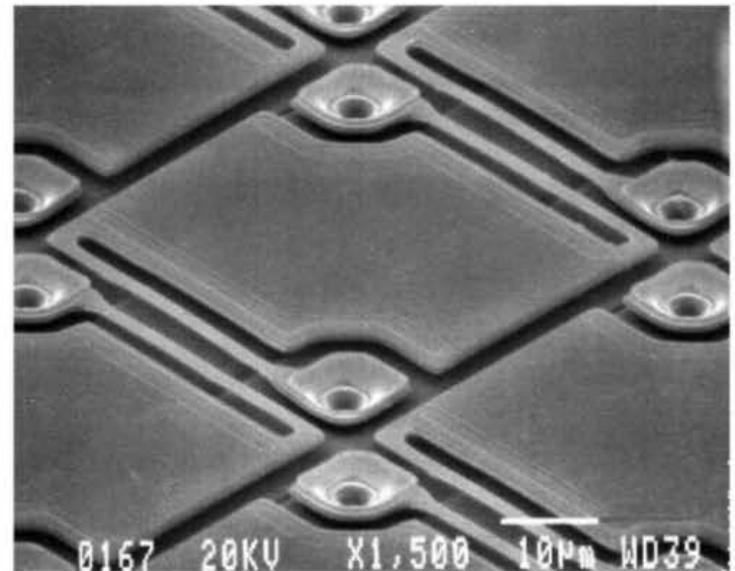
14:21 °C  $\epsilon:0.97$

MENU



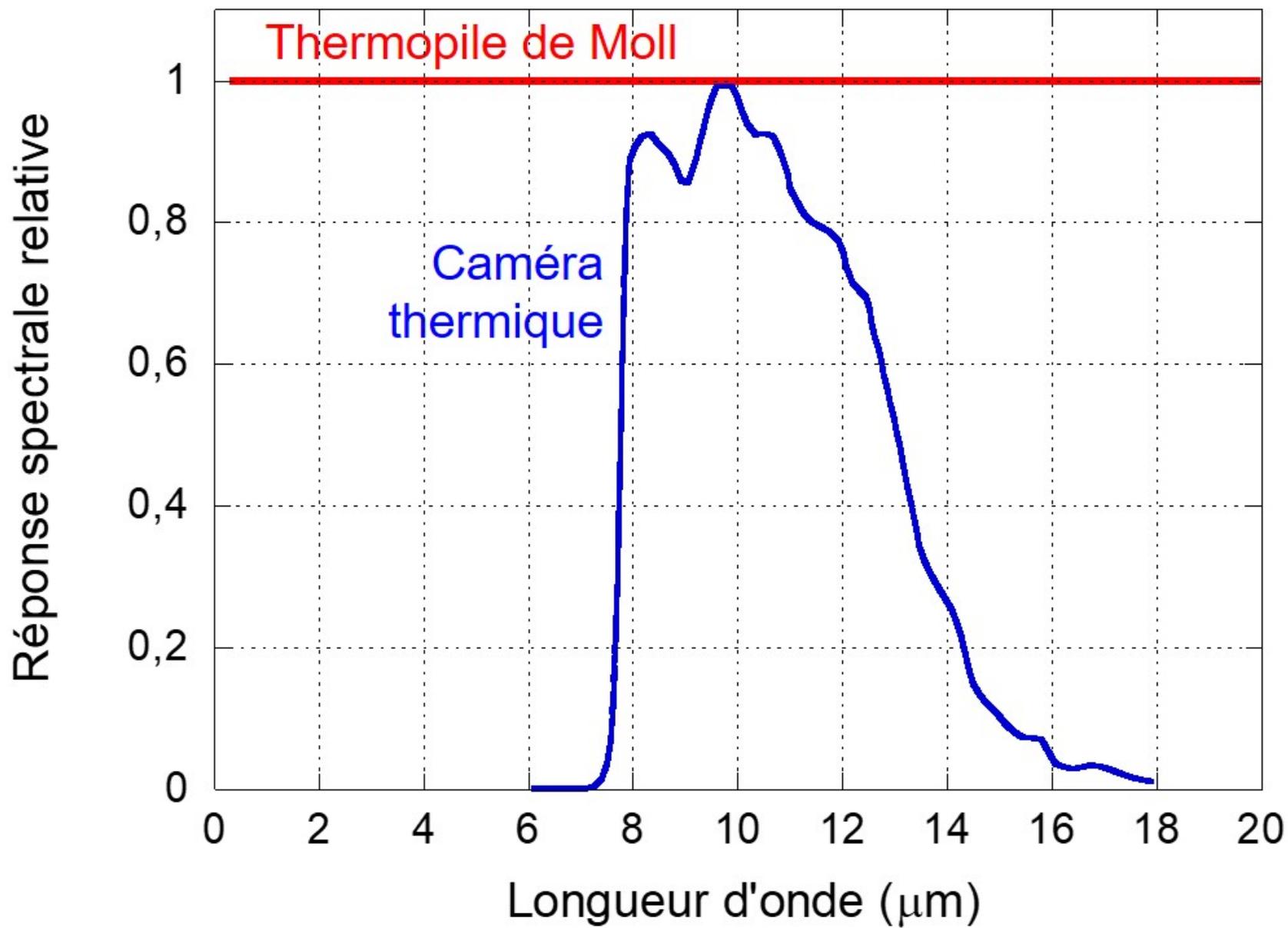


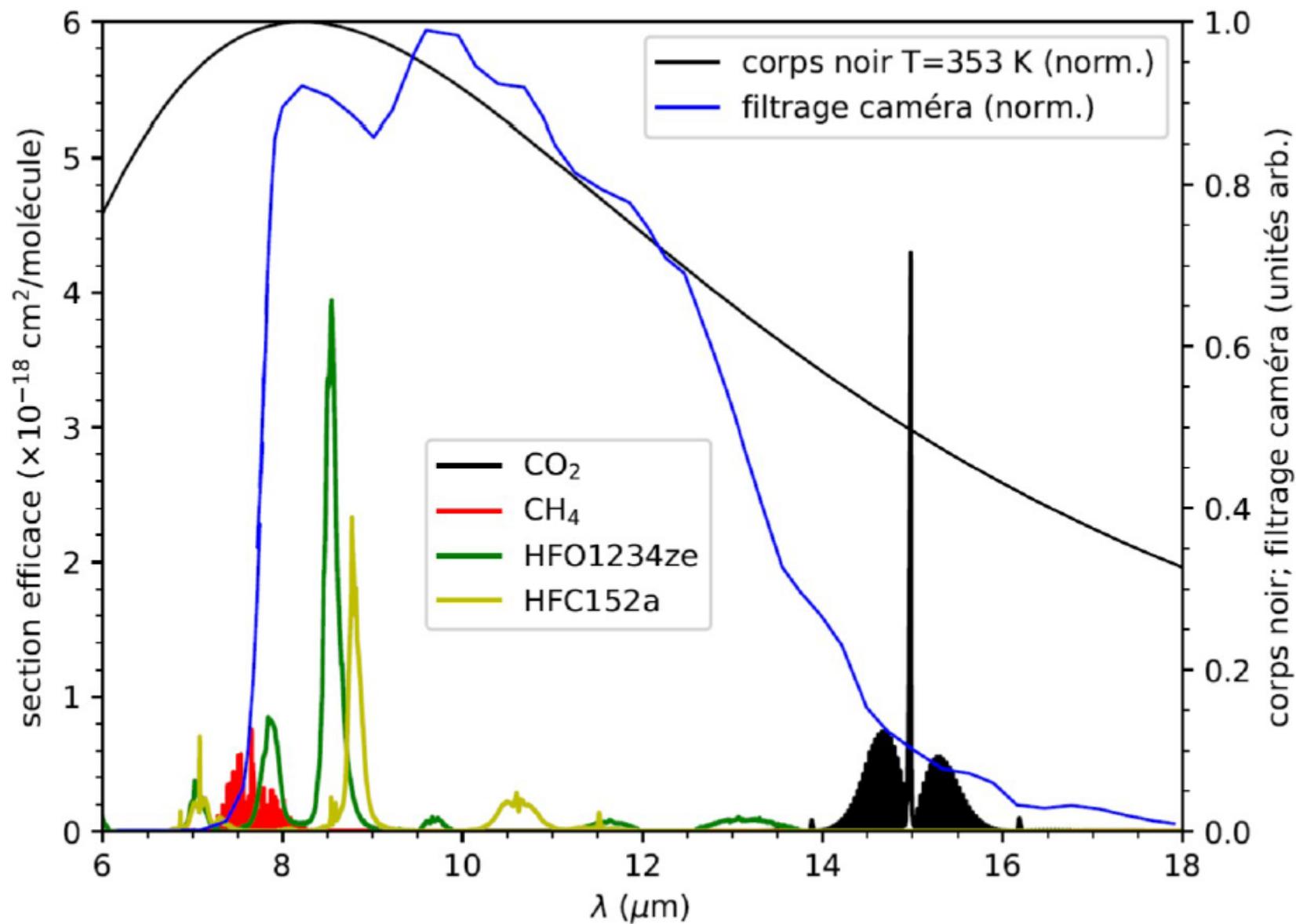
© Michael Frey

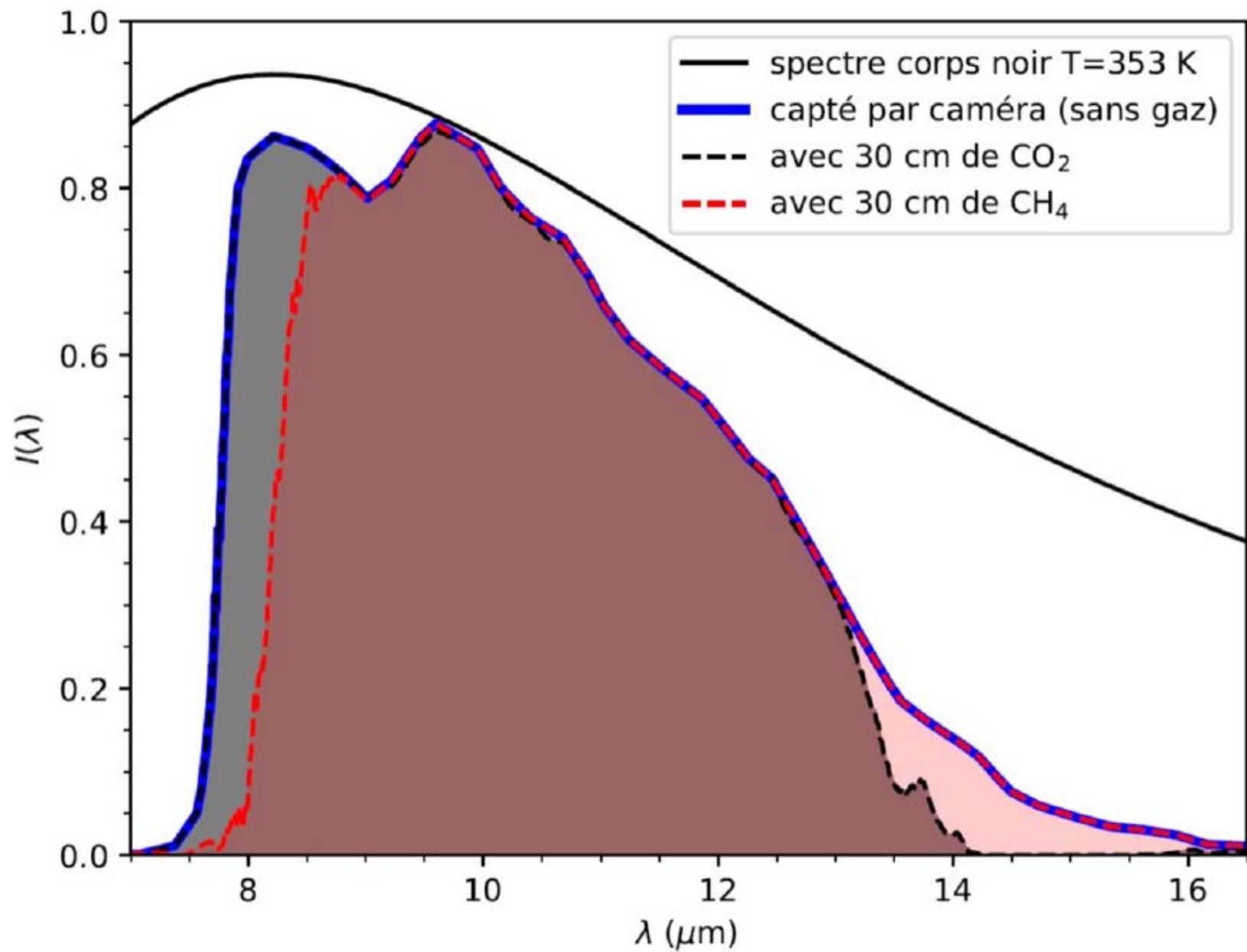


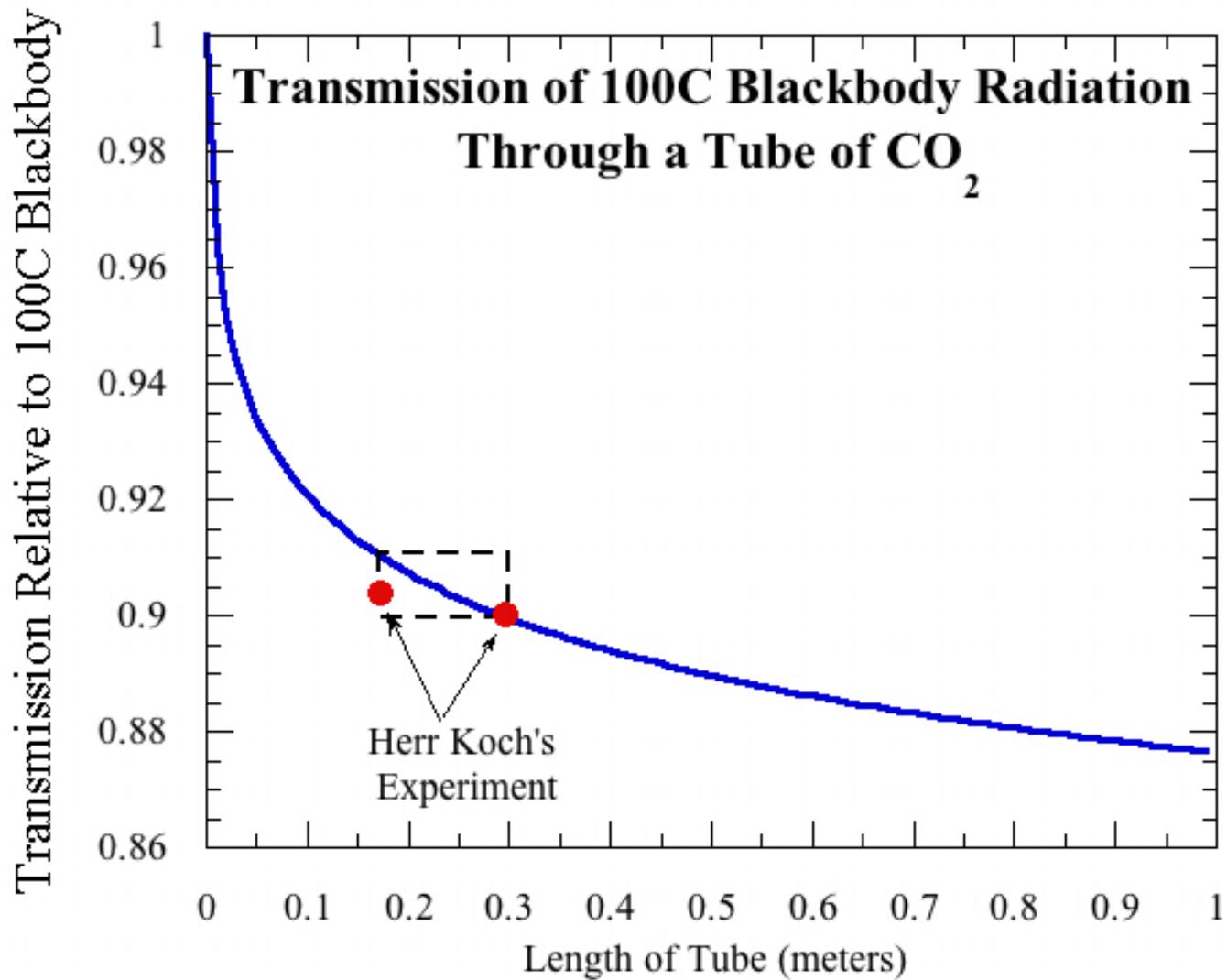
© Shane Williams

Comment montrer ce qu'est un  
gaz à effet de serre ?



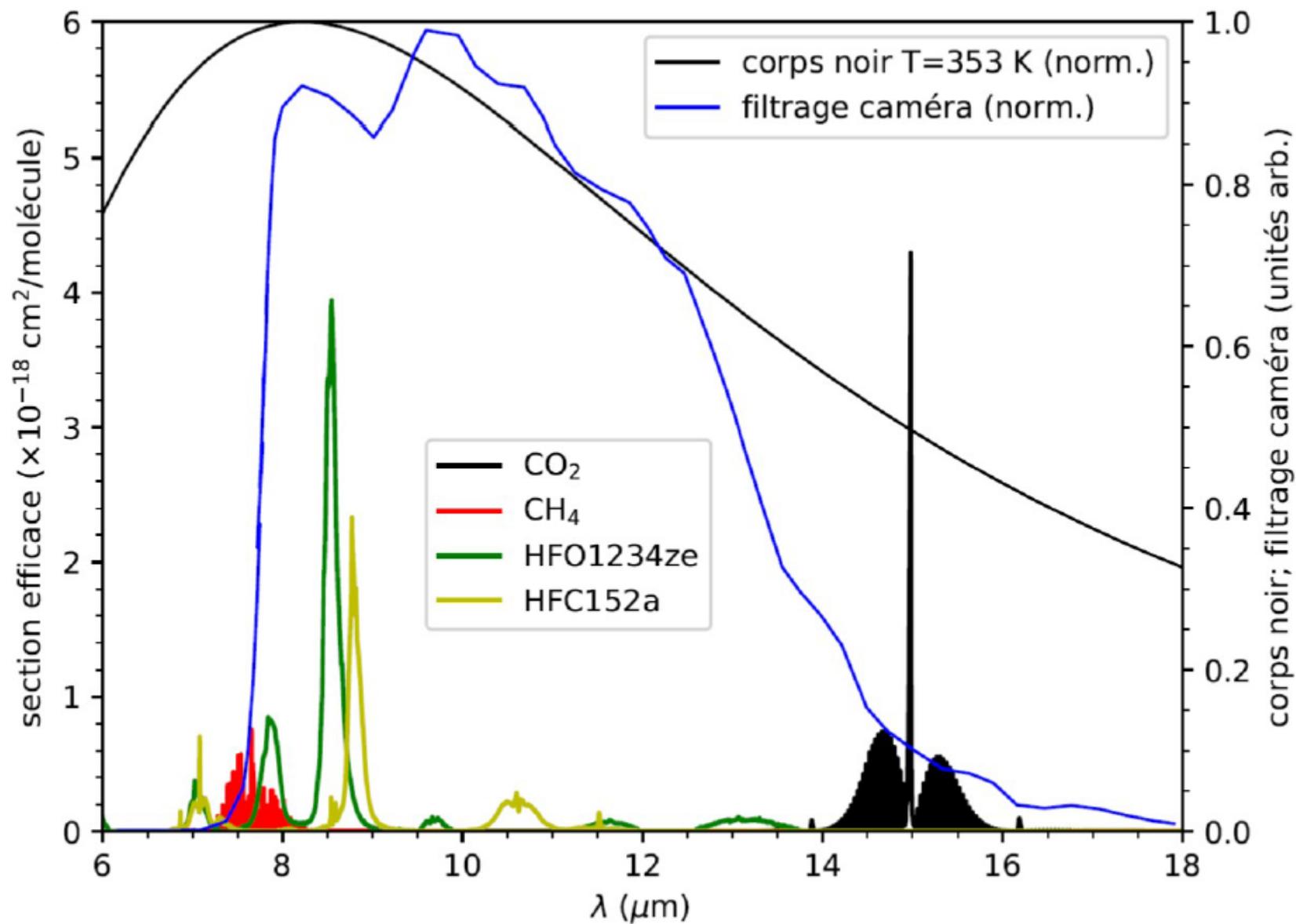


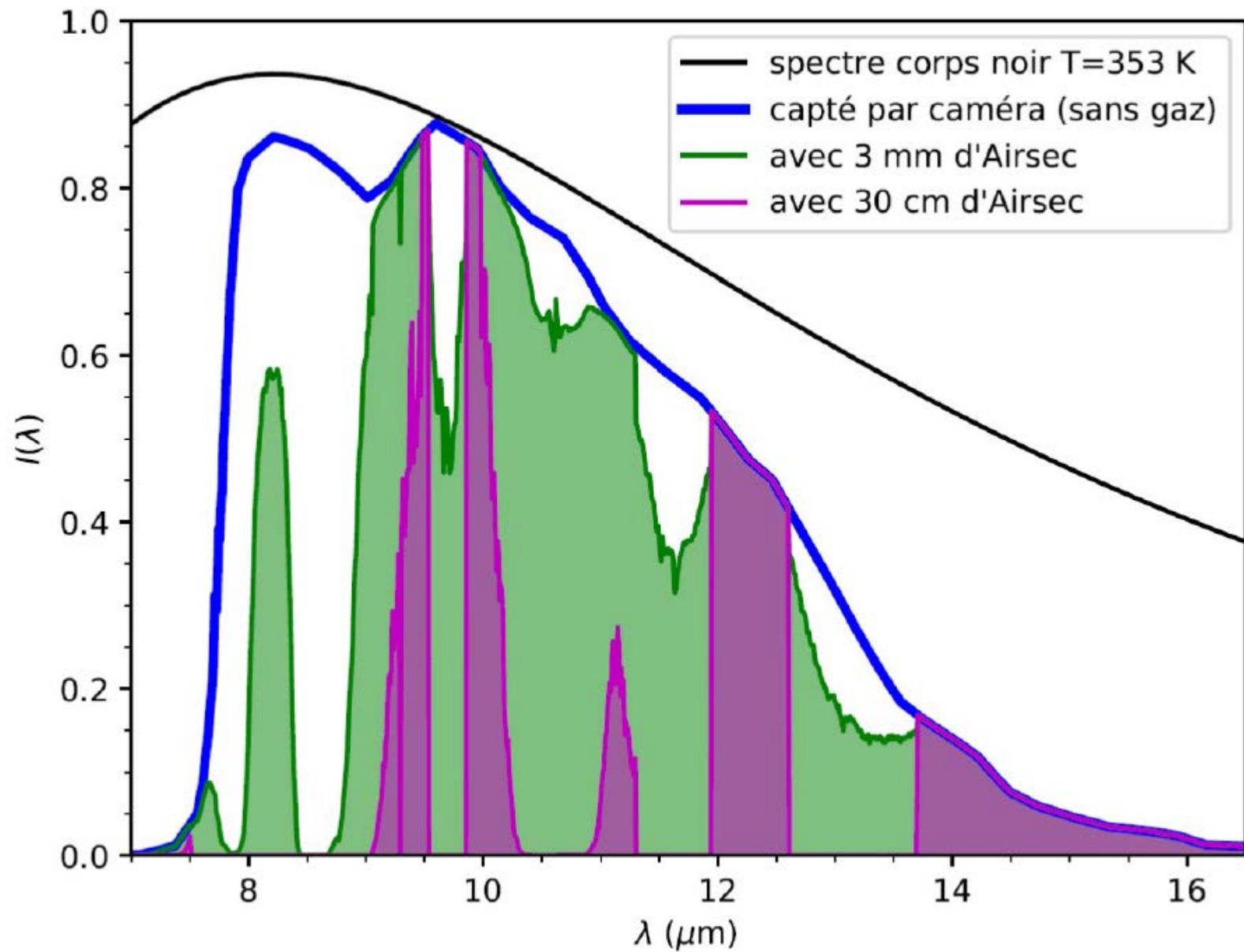






<https://www.youtube.com/watch?v=SeYfl45X1wo>





# Cheminement conceptuel empiriquement fondé pour comprendre le rôle du CO<sub>2</sub> dans le réchauffement climatique

Maron Valentin<sup>(1,2)</sup>, Dufresne Jean-Louis<sup>(3)</sup>, Péliissier Lionel<sup>(1,2)</sup>, Rabier Alain<sup>(2)</sup>,

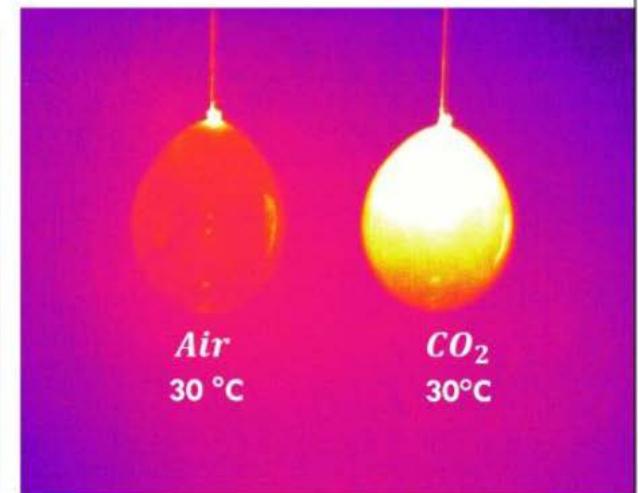
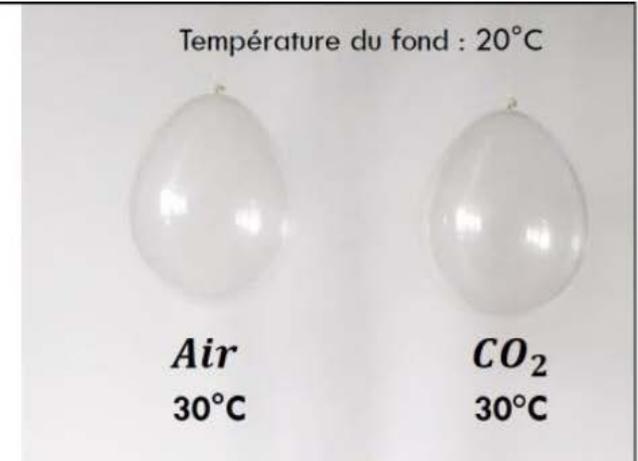
Chauffage des ballons avec  
un radiateur électrique dans  
un carton



Caméra infrarouge utilisée pour  
l'expérience, reliée à un ordinateur.

↑  
Forte  
puissance de  
rayonnement  
infrarouge

Faible  
puissance de  
rayonnement  
infrarouge





Max ~39.3

HIKMICRO

37.1

Air

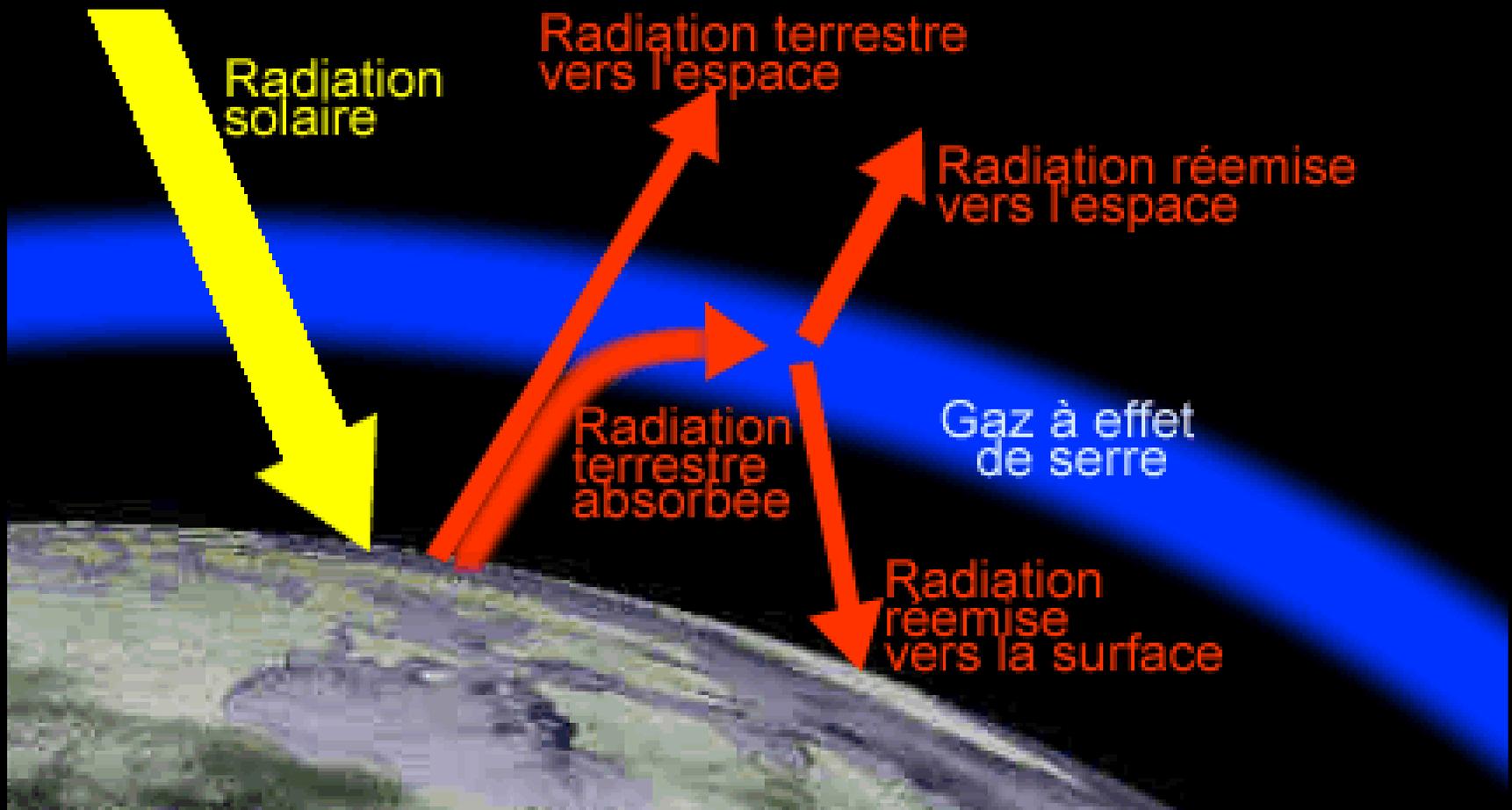
Gaz fluorés



10.7

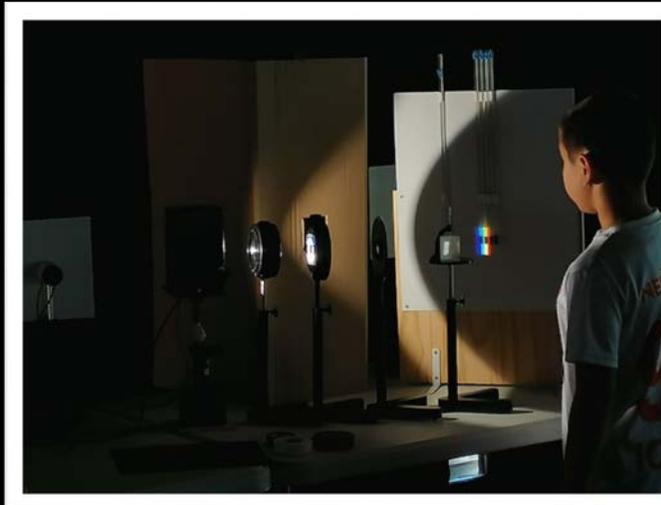
12:11 °C  $\epsilon:0.97$

MENU



<https://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/Images/bilan-radiatif-terre3/bilan-radiatif-terre3-fig08.gif>

# Ateliers grand public/ scolaires



leBup

Physique - Chimie

## Articles

« À la découverte des infrarouges, 1<sup>ère</sup> partie : l'expérience d'Herschel comme introduction à l'effet de serre », Julien Delahaye, Aude Barbara, Olivier Cépas, Céline Goujon, Yvonne Soldo et Sylvie Zanier, à paraître au *Bup*.

« À la découverte des infrarouges, 2<sup>ème</sup> partie : spectrométrie avec un prisme et des thermomètres », Julien Delahaye, Aude Barbara, Olivier Cépas, Céline Goujon, Yvonne Soldo et Sylvie Zanier, à paraître au *Bup*.



CULTURE SCIENCES  
PHYSIQUE

Ressources scientifiques  
pour l'enseignement de la physique

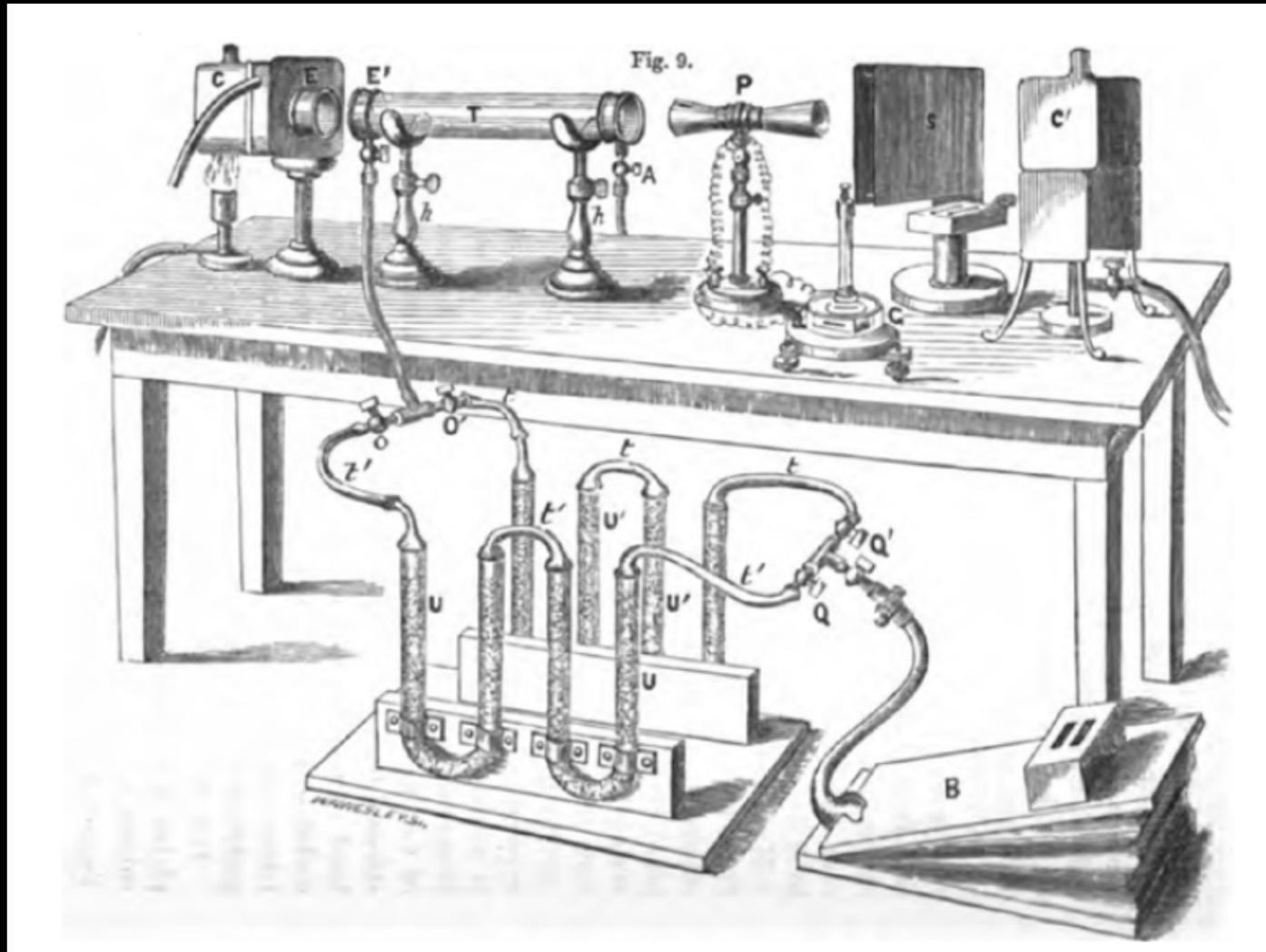
### DES INFRAROUGES AUX GAZ À EFFET DE SERRE - EXPÉRIENCES ET EXPLICATIONS POUR COMPRENDRE LES PHÉNOMÈNES EN JEU

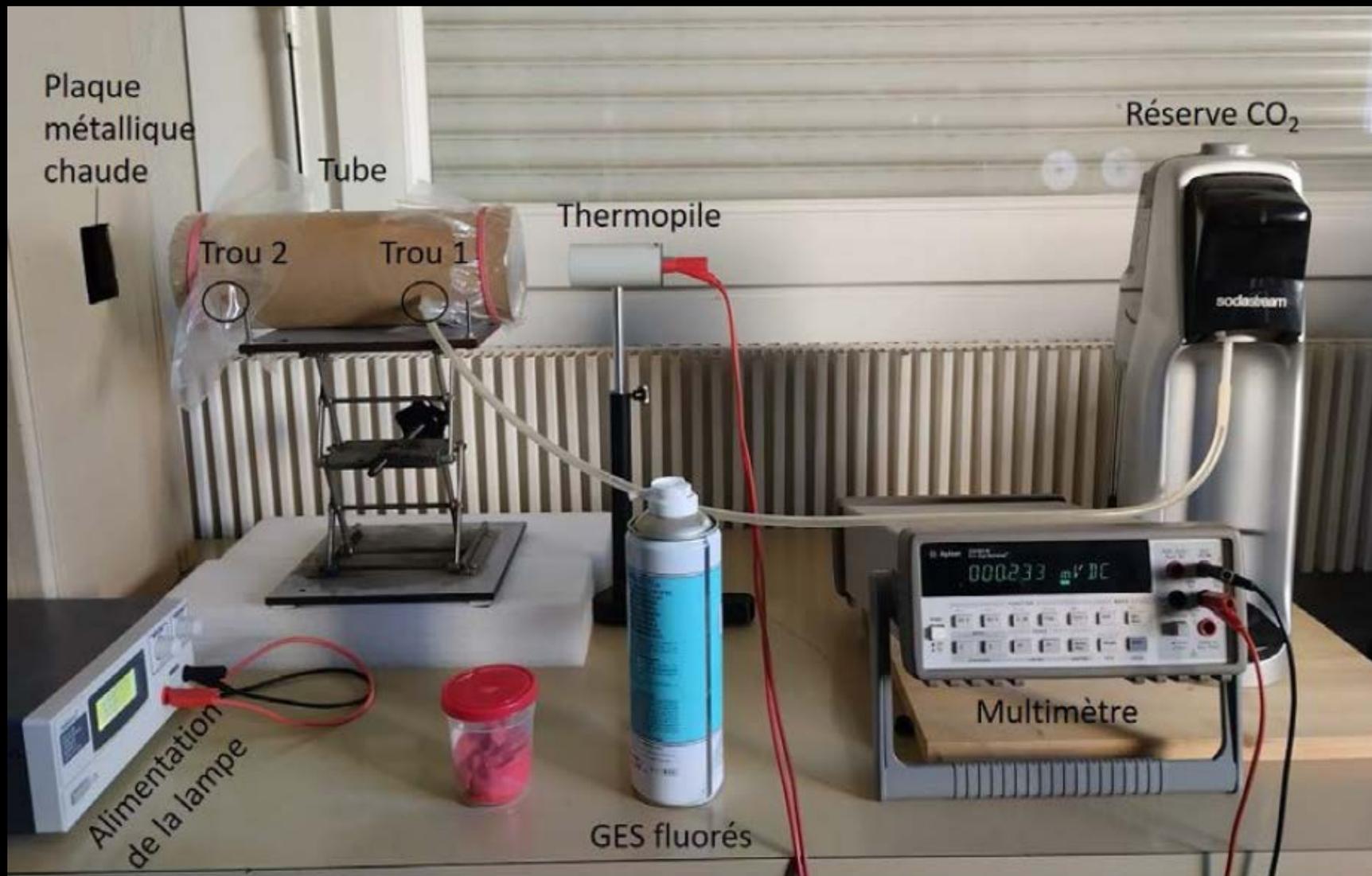
**1 - DES INFRAROUGES DANS LA LUMIÈRE DU SOLEIL ET DANS LA LUMIÈRE D'UNE AMPOULE HALOGÈNE**

**2 - LA TERRE ÉMET AUSSI DES INFRAROUGES**

**3 - LES GAZ À EFFET DE SERRE ABSORBENT EN PARTIE LES INFRAROUGES MOYENS ÉMIS PAR LA TERRE**

# John Tyndall (1820 – 1893)





Des questions ?