

EXERCICE 2 (6 points)

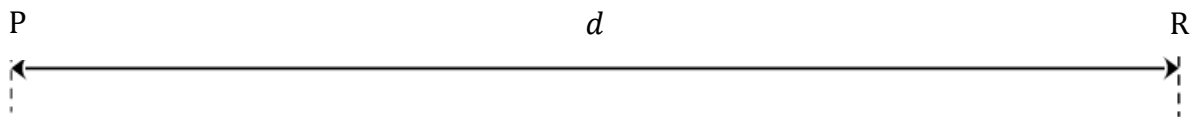
Une mesure originale de température

Le robot Persévérance a pour mission de ramasser des échantillons de roches martiennes. Un rayonnement laser infrarouge est émis à intervalles de temps réguliers et casse les roches à collecter. Les roches émettent alors un son qui est capté par les microphones du robot.

Lors de l'analyse des enregistrements audio, les scientifiques ont mis en évidence des variations de température inattendues. Cette découverte repose sur la mesure de la vitesse de propagation des ondes sonores dépendante de la température.

Cet exercice propose de comprendre le principe de la mesure de la température à la surface de Mars en s'appuyant sur des expériences effectuées sur Terre.

Un schéma possible de l'expérience martienne est le suivant :



1. Expliciter ce que représentent P, R et d dans ce contexte après avoir reproduit le schéma.
2. Indiquer les lieux d'émission et de réception des ondes sonores sur le schéma.
3. Proposer une liste de matériel nécessaire pour vérifier expérimentalement au laboratoire l'affirmation : « la vitesse de propagation des ondes sonores dépend de la température ».

L'expérience de mesure de la vitesse de propagation du son dans l'air est conduite avec un émetteur et un récepteur à ultrasons. Elle a été reproduite en trois lieux différents d'un lycée : le laboratoire de physique, la chambre froide et le congélateur des cuisines. La distance entre l'émetteur et le récepteur est restée la même pour les trois expériences : 1,80 m.

Lieu	Température θ mesurée avec un thermomètre (°C)	Durée Δt de propagation du son entre l'émetteur et le récepteur (ms)	Vitesse v_{son} de propagation du son dans l'air ($m \cdot s^{-1}$)
Laboratoire	24,2	5,21	?
Chambre froide	9,0	5,38	335
Congélateur	-10,8	5,56	324

4. Déterminer la valeur expérimentale de la vitesse du son sur Terre à 24,2°C.

Lors de la collecte des échantillons de roches martiennes, le laser et le microphone sont synchronisés avec une précision de $\pm 0,01$ ms sur la mesure de la durée de propagation du son.

5. Vérifier que la précision des valeurs mesurées sur Terre est du même ordre de grandeur que la précision des mesures martiennes.

Dans l'hypothèse où l'atmosphère est assimilée à un gaz parfait, la température est proportionnelle au carré de la vitesse de propagation : $T = a \cdot v_{son}^2$

- v_{son} est exprimée en $m \cdot s^{-1}$;
- la température absolue T est exprimée en kelvin K ;
- $a = 2,49 \times 10^{-3} \text{ u} \cdot \text{s} \cdot \text{i}$.

6. Calculer la température absolue du congélateur en exploitant la relation précédente.
7. Convertir en kelvin la température du congélateur mesurée directement avec le thermomètre.
8. Comparer les deux mesures et conclure sur la précision de la technique employée par les scientifiques pour mesurer la température à la surface de Mars.