



## 1 Maquette d'une salle de concert

Un architecte réalise une simulation de l'acoustique d'une salle de concert à l'aide d'une maquette.

Un émetteur ultrasonore est utilisé pour réaliser cette simulation.

On rappelle les informations suivantes :

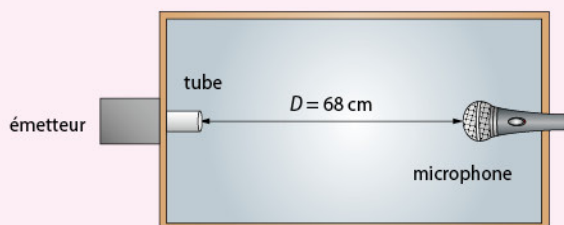
- les sons audibles par l'oreille ont une fréquence  $f$  comprise entre 20 Hz et 20 kHz ;
- lorsque la fréquence  $f$  est supérieure à 20 kHz, on parle d'ultrasons ;
- ordre de grandeur de la célérité des sons émis par la voix et des ultrasons dans l'air dans les conditions habituelles :  $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Les salles de concert couvertes n'ont pas la même acoustique que les théâtres en plein air. On se propose dans cette partie d'étudier l'impact d'un plafond recouvrant totalement la salle de concert sur l'acoustique de cette salle. Pour cela on utilise une maquette rectangulaire dont le couvercle est amovible.

Sur la paroi correspondant à la scène est disposé un microphone. La paroi opposée, correspondant au fond de la salle, est traversée par un tube relié à un émetteur ultrasonore (voir document 1).

L'expérience consiste à envoyer pendant un temps très court (1 ms), un top d'émission (autrement dit un son très court) au niveau de l'extrémité du tube. Un microphone est situé à une distance  $D$  du tube.

### DOC 1 Maquette de la salle de concert vue de dessus



1. Le son est une **onde mécanique progressive**. Définir le terme en gras.
2. a. Définir en une phrase ce qu'est la longueur d'onde  $\lambda$ .  
b. Donner la relation qui exprime la longueur d'onde  $\lambda$  en fonction de la célérité  $v$  et la fréquence  $f$  d'une onde.
3. a. À l'aide des données de l'énoncé, évaluer le retard  $\tau$  entre l'émission et la réception du top par le microphone.

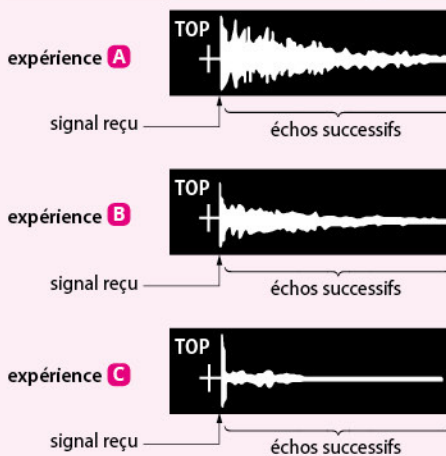


Un oscilloscope permet de recevoir d'abord l'émission arrivant directement puis tous les échos successifs. Le top est reçu par le fond de la salle avec un retard  $\tau$  par rapport au top émis.

On réalise trois expériences (document 2) :

- expérience **A** avec le couvercle ;
- expérience **B** avec un couvercle recouvert de moquette ;
- expérience **C** sans couvercle.

### DOC 2 Trois expériences acoustiques



- Les trois expériences présentent des mesures d'amplitudes différentes des échos successifs. Comparer les résultats des trois expériences en termes d'amortissement de l'écho.
- Parmi les trois expériences, quelle est la situation la plus intéressante d'un point de vue acoustique ? Justifier la réponse.
- Justifier alors que le plafond des salles de concert est toujours recouvert de dalles alvéolées constituées d'un matériau très absorbant.

## 2 Casque à réalité virtuelle

Généralement les casques à réalité virtuelle (CRV) se présentent sous la forme d'un masque recouvrant les yeux. Vous le posez contre votre visage. Deux écrans affichent chacun une image stéréoscopique déformée numériquement. Deux lentilles en face des yeux fonctionnent en loupe et permettent d'avoir des images géantes. Un CRV peut être utilisé pour regarder une vidéo 3D, pour jouer à un jeu vidéo ou pour observer tout autre contenu interactif. Dans le boîtier des casques à réalité virtuelle, il y a un petit moniteur qui est observé à travers une lentille. Pour l'œil, cela revient à regarder l'écran miniature à la loupe.

Dans le boîtier il y a une lentille et un moniteur pour chaque œil.

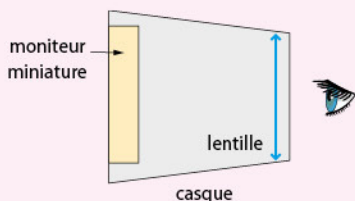


## DOC 2 Un CRV



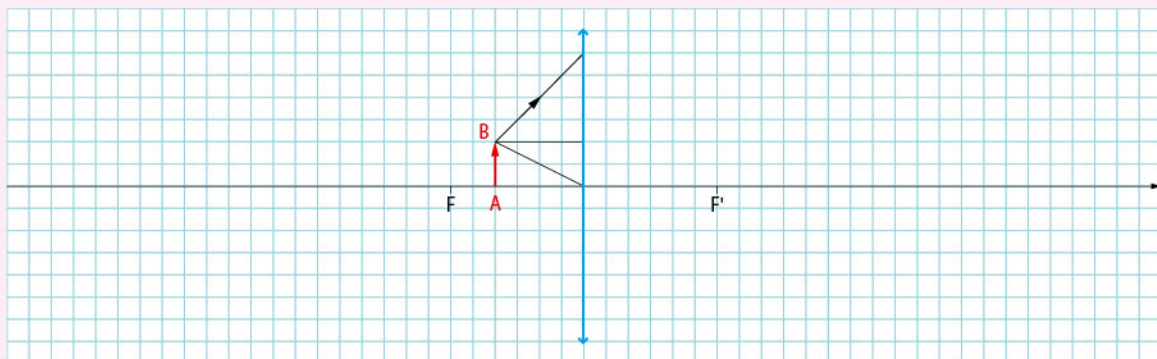
On distingue bien une lentille pour chaque œil.

## DOC 1 Principe du CRV



Dans le boîtier il y a une lentille et un moniteur pour chaque œil.

## DOC 3 Schématisation du principe de la formation de l'image d'un objet par une lentille convergente



- Recopier le **document 3** et compléter le schéma en traçant les rayons particuliers pour obtenir l'image A'B' de l'objet AB.
- Dans le CRV, on utilise une lentille de distance focale  $f' = 10,0$  cm et on place l'objet à une distance  $OA = 9,9$  cm.
  - Calculer la distance  $OA'$  de l'image au centre optique de la lentille dans ce cas.
  - En déduire le grandissement de la lentille.
- En analysant les résultats précédents, justifier :
  - l'expression « casque à réalité virtuelle » utilisée pour nommer cet appareil ;
  - que lorsqu'on utilise un CRV, cela revient pour l'œil à regarder un écran géant placé très loin de lui.





## 3 Billets de banque

Le billet de banque est apparu en Chine vers l'an 1000. En Europe, la première expérience de billets a eu lieu 600 ans plus tard, en Suède. Aujourd'hui les billets de banque sont présents dans le monde entier et... leur falsification aussi !

Le trafic de faux billets est un fléau qui met en péril l'équilibre économique. Pour lutter contre ce trafic et repérer le plus rapidement possible les faux billets, des techniques d'analyse ont fait leur apparition notamment l'analyse sous infrarouge.

Pour détecter les faux billets, le rayonnement IR utilisé est de longueur d'onde 1 000 nm.

Au recto, seuls le nombre de couleur émeraude, la partie droite du motif principal et la bande argentée sont visibles sous une caméra infrarouge.

Au verso, seuls la valeur faciale et le numéro de série sont visibles.

### Données :

Constante de Planck,  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ;

célérité de la lumière,  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### DOC 2 Billets sous différentes lumières colorées

Billet	Couleur en lumière blanche	Couleur en lumière bleue	Couleur en lumière verte
10 euros	Rouge		
20 euros	Bleue		
200 euros	Jaune		
500 euros	Magenta		

1. a. Une imprimante fonctionne sur le principe de la synthèse soustractive. En vous aidant des documents 1 et 2, dire quels billets sont imprimés avec des encres majoritairement de couleurs primaires.

b. Avec quelle(s) encre(s) le billet de 20 euros est-il imprimé ?

2. a. Dans le document 2, le billet de 10 euros est éclairé en lumière blanche. Expliquer pourquoi il apparaît rouge.

b. On éclaire sous différentes lumières colorées les billets du document 1. Reproduire et compléter le tableau du document 2 en indiquant les couleurs perçues.

3. a. Donner les valeurs des longueurs d'onde limites du domaine visible.

### DOC 1 Quelques billets européens



### DOC 3 Billet de 10 euros sous IR



b. Où se situe, en termes de longueur d'onde, le domaine des infrarouges par rapport à ce domaine visible ?

4. a. La majorité des encres composant le billet de 10 euros est-elle sensible à la lumière infrarouge ? Justifier.

b. Calculer la fréquence  $\nu$  pour le rayonnement infrarouge utilisé.

c. Calculer l'énergie  $E$  associée à ce rayonnement infrarouge.

d. Les encres composant ce billet sont sensibles à la lumière visible. L'énergie lumineuse qu'elles reçoivent en lumière visible est-elle supérieure ou inférieure à  $E$  ? Justifier sans calcul.

## 4 L'analyse spectrale de roches martiennes

En 2012, le robot Curiosity a atterri sur Mars avec pour objectif notamment d'étudier la composition chimique des roches du sol martien.

Le robot était muni d'un appareil de mesure composé d'un laser pulsé et de capteurs. Le laser émettait des pulses de longueur d'onde  $\lambda = 1\,067\text{ nm}$  de courte durée permettant de sublimer la roche cible en plasma (gaz ionisé). Pour sublimer et ioniser la roche, il faut une puissance de faisceau minimale de 3 MW. À chaque pulse, le laser émet une énergie de 15 mJ.

DOC 1 Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'ion calcium sous forme d'ion  $\text{Ca}^+$ 

Les différents composants de la roche se trouvent ainsi sous forme d'ions gazeux excités. Des capteurs enregistraient alors le spectre de photons produits par désexcitation de ces ions.

Lors de cette mission, on a cherché à détecter la présence de calcium dans le sol martien. Une fois ionisé, le calcium se trouve à l'état gazeux sous l'espèce excitée  $\text{Ca}^+$ .

L'électron peut transiter entre quatre niveaux d'énergie représentés sur le document 1.

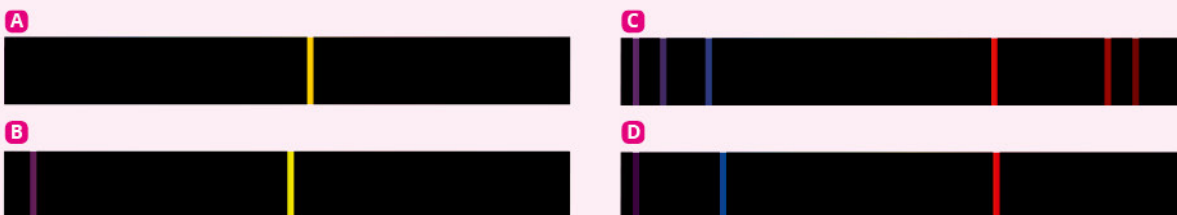
## Données :

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ;

constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$  ;

$1\text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19}\text{ J}$ .

## DOC 2 Différents spectres



- Quel type de spectre enregistrent les capteurs du robot Curiosity ?
  - Dans quel domaine d'ondes électromagnétiques émet le laser utilisé ?
- Quelle doit être la durée d'un pulse pour obtenir suffisamment de puissance pour ioniser la roche martienne ?
- Sur quel intervalle de longueurs d'onde doit-on se placer pour pouvoir détecter l'ensemble des raies caractéristiques de l'ion  $\text{Ca}^+$  ?
- Identifier, pour l'ion  $\text{Ca}^+$ , la transition énergétique correspondant à la raie de longueur d'onde 423 nm. Détailler votre démarche.
  - Reproduire le diagramme du document 1 et représenter cette transition.
- D'après le diagramme, combien de raie peut-on observer sur le spectre du calcium ?
  - En déduire le spectre du calcium parmi ceux représentés dans le document 2.