

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 7 pages numérotées de 1 à 7, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Le LASER au quotidien (8 points)
- II. L'acoustique des théâtres antiques (12 points)

Compétences		😊	😐	☹️
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Extraits du programme	
Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Ondes progressives périodiques sinusoïdales. Ondes sonores et ultrasonores</p> <p>Retard.</p> <p>Diffraction.</p>	<p>Définir une onde progressive.</p> <p>Connaître et exploiter la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.</p> <p>Connaître et exploiter la relation <math>\theta = \frac{\lambda}{a}</math>.</p> <p>Identifier les situations physiques où le phénomène de diffraction a lieu.</p>

### Exercice 1 Le LASER au quotidien (8 points)

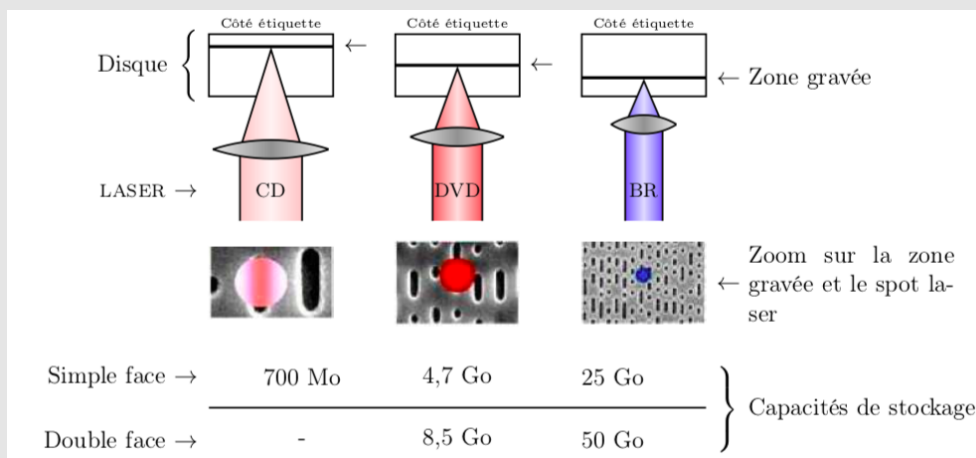
**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues

#### Document

La nouvelle génération de lecteurs comporte un laser bleu (le blu-ray) dont la technologie utilise une diode laser fonctionnant à une longueur d'onde  $\lambda_B = 405 \text{ nm}$  d'une couleur bleue (en fait violacée) pour lire et écrire les données. Les CD et les DVD conventionnels utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges. Les disques Blu-ray fonctionnent d'une manière similaire à celle des CD et des DVD.

Le laser d'un lecteur blu-ray émet une lumière de longueur d'onde différente de celles des systèmes CD ou DVD, ce qui permet de stocker plus de données sur un disque de même taille (12 cm de diamètre), la taille minimale du point sur lequel le laser grave l'information étant limitée par la diffraction.

Pour stocker davantage d'informations sur un disque, les scientifiques travaillent sur la mise au point d'un laser ultra violet.

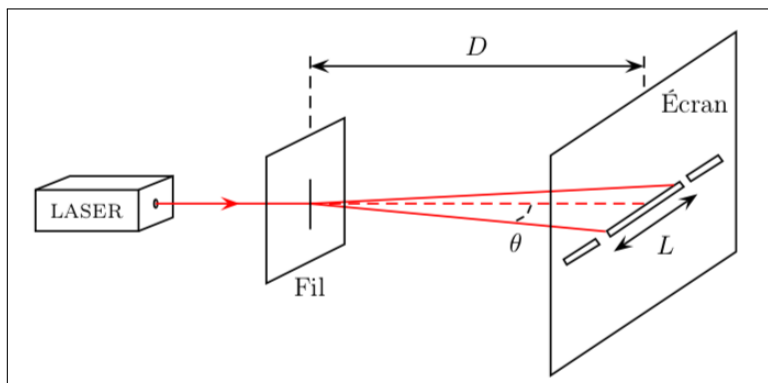


### I- A propos du document :

- 1/ Quel est le nom du phénomène physique responsable de l'irisation d'un CD ou d'un DVD éclairé en lumière blanche ?
- 2/ Calculer la valeur de la fréquence  $\nu_B$  de la radiation utilisée dans la technologie blu-ray.
- 3/ Comparer la longueur d'onde du laser blu-ray à celle des systèmes CD ou DVD.

## II- Diffraction :

On veut retrouver expérimentalement la longueur d'onde  $\lambda_D$  de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD.  
On utilise pour cela le montage de la figure ci-dessous,  $a$  étant le diamètre du fil,  $\theta$  le demi-écart angulaire.



4/ Etablir la relation entre  $\theta$ ,  $L$  (largeur de la tache centrale de diffraction) et  $D$  (distance entre le fil et l'écran).  
On supposera  $\theta$  suffisamment petit pour considérer  $\tan \theta \approx \theta$  avec  $\theta$  en radian.

5/ Donner la relation entre  $\theta$ ,  $\lambda_D$  et  $a$ , en indiquant l'unité de chaque grandeur.

6/ En déduire la relation :

$$\lambda_D = \frac{La}{2D}$$

7/ Détermination de la longueur d'onde  $\lambda_D$  de la radiation d'un laser de lecteur DVD.

Pour la figure de diffraction obtenue avec un laser « DVD », on mesure  $L = 4,8$  cm.

On remplace alors le laser « DVD » par le laser utilisé dans le lecteur blu-ray, sans modifier le reste du montage.

On obtient une tache de diffraction de largeur  $L' = 3,0$  cm.

A partir de ces deux expériences, calculer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_D$  de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD, et comparer au résultat de la question 3.

## III- Dispersion :

Un CD est constitué de polycarbonate de qualité optique dont l'indice de réfraction est  $n = 1,55$  pour la radiation lumineuse utilisée dans le lecteur CD.

8/ Soit  $v$  la vitesse de la radiation dans le polycarbonate, donner la relation entre les grandeurs physiques  $n$ ,  $c$  et  $v$  sachant que  $n$  est sans unité et supérieur à 1.

9/ Quelle grandeur caractéristique de la radiation du laser n'est pas modifiée lorsque son rayon passe de l'air dans le disque ?

10/ Détermination de la longueur d'onde  $\lambda_C$  d'un laser CD.

10.1/ Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde  $\lambda_{CD} = 780$  nm dans le vide. Montrer que la longueur d'onde  $\lambda_C$  du laser CD dans le polycarbonate vérifie :

$$\lambda_C = \frac{\lambda_{CD}}{n}$$

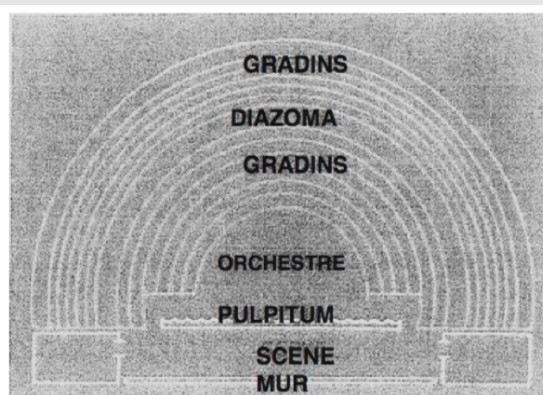
10.2/ Calculer  $\lambda_C$ .

## Exercice 2 L'acoustique des théâtres antiques (12 points)

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues

### Document

Le théâtre antique d'Aspendos (50 km d'Antalya, en Turquie) est le mieux conservé de toute l'Asie Mineure. Construit au II<sup>ème</sup> siècle après J.C., sa célébrité est due à son excellent état de conservation, mais aussi à son acoustique remarquable qui, comme l'ensemble des théâtres antiques, révèle la réussite de son architecte. Les spectateurs assis au dernier rang de ce théâtre, doté d'une capacité d'accueil de 15 000 personnes, peuvent en effet entendre très distinctement les paroles d'un acteur situé sur la scène à une distance de plusieurs dizaines de mètres !



### I- Généralités :

- 1/ Le son est une onde mécanique progressive. Définir le terme souligné.
- 2/ Dans un espace à combien de dimensions se propage une onde sonore ?

### II- Utilisation d'un émetteur ultrasonore :

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 :  
 $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .

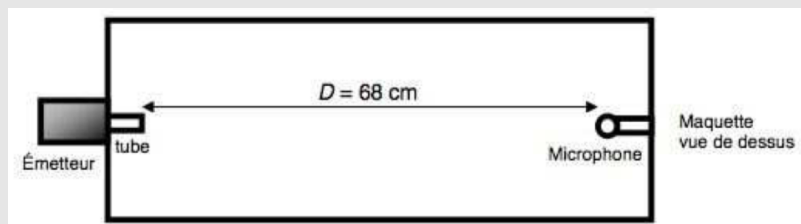
- 3/ Définir en une phrase ce qu'est la longueur d'onde  $\lambda$ .
- 4/ Donner la relation existant entre la longueur d'onde  $\lambda$ , la célérité  $v$  et la fréquence  $f$  d'une onde.
- 5/ Dédire, de ce qui précède, que la longueur d'onde des ultrasons est inférieure à celle des sons moyens de la voix. Justifier précisément la réponse.
- 6/ Justifier alors l'intérêt d'utiliser ce type d'ondes dans le cadre d'une simulation avec une maquette.
- 7/ L'air est-il un milieu dispersif pour les ondes sonores et ultrasonores ? Justifier la réponse.

### III- Influence du plafond :

#### Document

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.

Une des parois latérales est traversée par un tube, relié comme précédemment à un émetteur ultrasonore. La longueur d'onde du son émis est là encore réduite dans le rapport indiqué par l'échelle de la maquette. Sur la paroi opposée est disposé un microphone :

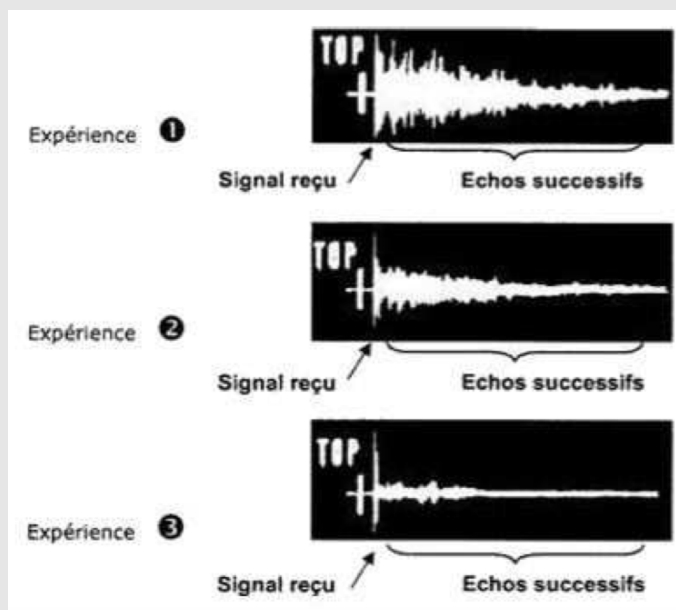


L'expérience consiste à envoyer pendant un temps très court (1 ms), un top d'émission (au niveau de l'extrémité du tube). Un microphone est situé à une distance  $D$  du tube.

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

On a réalisé trois expériences :

- **Expérience 1** : avec le couvercle ;
- **Expérience 2** : avec un couvercle recouvert de moquette ;
- **Expérience 3** : sans couvercle.



8/ A l'aide des données de l'énoncé (la célérité  $v$  des ultrasons dans l'air n'ayant pas changé), évaluer le retard  $\tau$  entre l'émission et la réception du top par le microphone.

9/ Comparer les résultats des trois expériences en termes d'amortissement de l'écho.

10/ Parmi les trois expériences, quelle est la situation la plus intéressante d'un point de vue acoustique ? Justifier la réponse.

11/ Justifier alors que le plafond des salles de concert est toujours recouvert de dalles alvéolées constituées d'un matériau très absorbant.

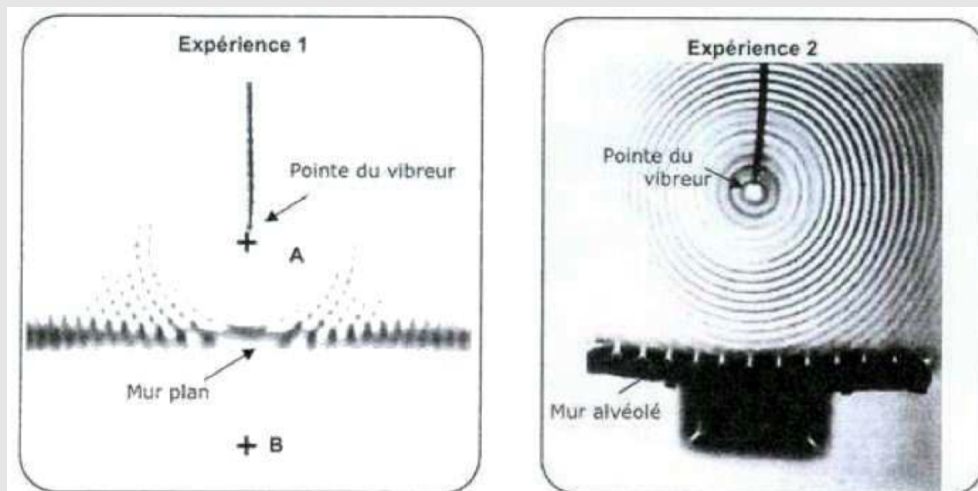
## IV- Rôle du mur : simulation à l'aide d'une cuve à ondes :

### Document

La propagation des ondes et leur comportement quand elles rencontrent une surface réfléchissante peuvent être assez bien matérialisés au moyen d'une cuve à ondes.

Un vibreur muni d'une pointe, frappe verticalement, avec une fréquence connue, la surface de l'eau contenue dans une cuve à ondes.

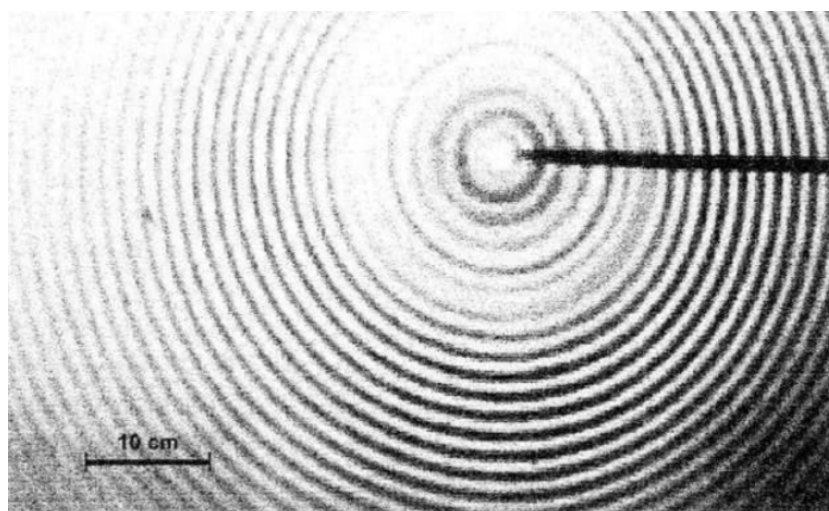
- **Expérience 1** : On réalise l'expérience en plaçant un mur plan. On constate la présence d'échos. Tout se passe comme s'il y avait une deuxième source.
- **Expérience 2** : On utilise cette fois-ci un mur alvéolé.



12/ Les ondes créées par le vibreur à la surface de l'eau sont-elles longitudinales ou bien transversales ? Justifier.

13/ Dans le cas de l'expérience 1, l'onde émise au point A rencontre le mur plan ce qui génère une onde réfléchie qui semble provenir de B, symétrique de A par rapport au plan formé par le mur. Celle-ci se superpose alors à l'onde incidente issue de A. En comparant les images de deux expériences, expliquez en quoi un mur plan est gênant pour la réception sonore dans les gradins.

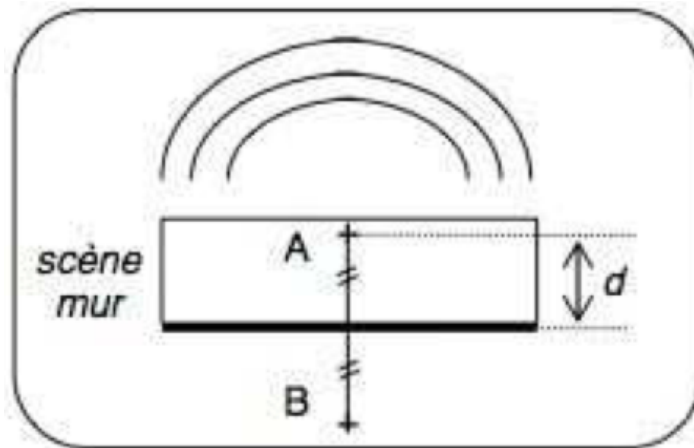
14/ A l'aide du cliché et en tenant compte de l'échelle du document, déterminer, le plus précisément possible, la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  en expliquant brièvement la méthode employée.



15/ En analysant les expériences 1 et 2, justifier la forme du pupitre (voir schéma du premier document) ainsi que la présence de niches et de colonnes dans le mur des théâtres antiques.

16/ Les ondes réfléchies par le mur ne pouvant être totalement évitées, l'essentiel est que tous ces échos n'arrivent pas avec un trop grand retard. En effet, ce sont les consonnes qui forment l'armature de la parole. Leur durée d'émission est très courte de l'ordre de  $1/25^e$  de seconde. Pour qu'elles ne se juxtaposent pas, il faut que leur écho arrive avant la fin de leur émission. Si l'orateur est placé en A, à une distance  $d$  du mur formant le fond de la scène, exprimer la distance AB en

fonction de  $d$ . En déduire l'expression en fonction de  $d$  et de  $v$  du retard  $\Delta t$  entre l'onde sonore émise par l'orateur au point A et l'onde réfléchie par le mur, qui semble issue du point B.



**17/** Déterminer la profondeur maximale  $d_{\max}$  de la scène qui permet à la parole de rester nettement compréhensible. Pour faciliter le calcul numérique, on considérera une célérité des ondes sonores égale à  $350 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

— Fin —