

**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL****Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie  
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

**ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT**

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

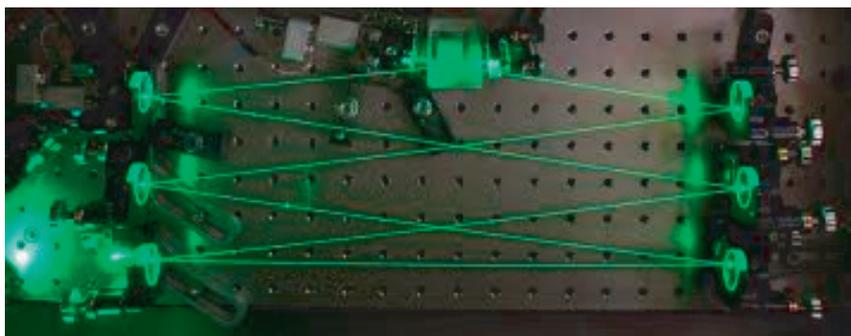
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

**CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION**

La lumière laser est un formidable outil d'investigation permettant d'effectuer des mesures directes ou indirectes d'une grande variété de grandeurs : distance, durée, vitesse, température, etc.



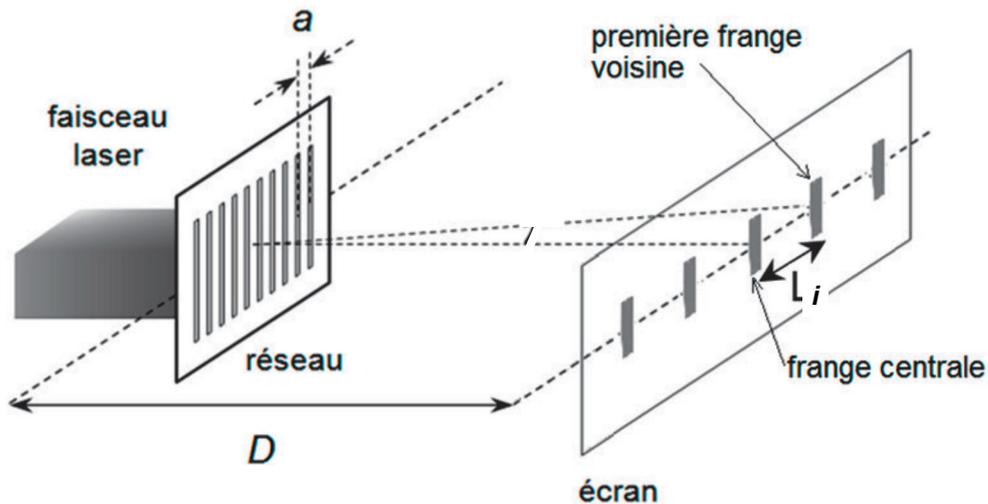
*Expérience dans un laboratoire de physique*

**Le but de cette épreuve est de déterminer la vitesse de propagation (ou célérité) des ultrasons dans l'eau à l'aide d'un laser et du phénomène d'interférence des ondes lumineuses.**

**INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT****Interférence d'un faisceau laser par un réseau**

Un réseau est une surface optiquement travaillée sur laquelle sont gravées des fentes parallèles, équidistantes et très rapprochées. La distance constante entre les centres des fentes, notée  $a$ , est appelée « pas du réseau ».

Lorsqu'on éclaire ce réseau avec un faisceau laser monochromatique de longueur d'onde  $\lambda_{\text{laser}}$ , on observe alors sur l'écran une figure d'interférences constituée de franges lumineuses régulièrement espacées.



On note  $i$  l'interfrange, c'est-à-dire la distance entre les centres de deux franges consécutives et  $D$  la distance qui sépare le réseau de diffraction de l'écran.

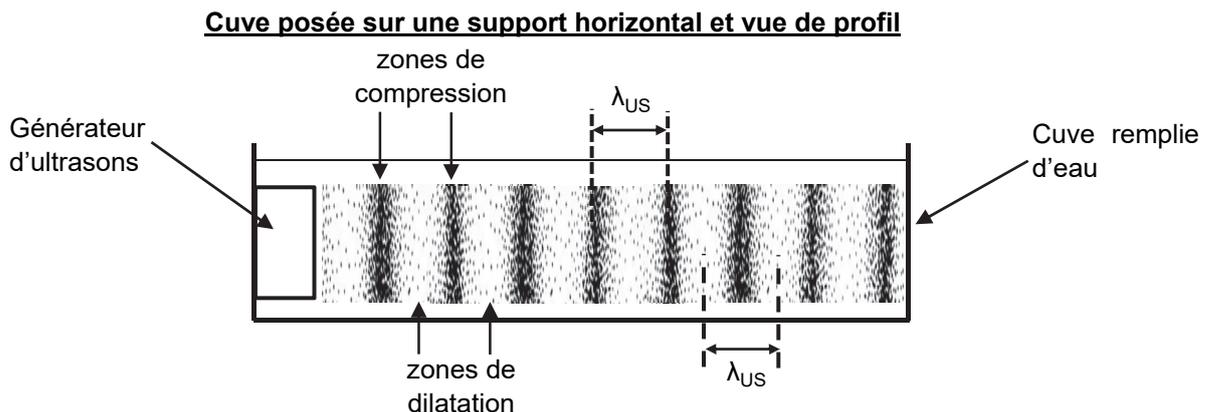
Dans le cas où le faisceau laser arrive perpendiculairement au réseau et si la distance  $D$  est très grande devant l'interfrange  $i$ ,  $D$  et  $i$  sont liées par la relation suivante :

$$i = \frac{\lambda_{\text{laser}} \cdot D}{a} : \text{relation (1)}$$

**Dispositif expérimental**

Un générateur d'ondes ultrasonores placé dans une cuve remplie d'eau produit des ondes de pression progressives sinusoïdales qui se propagent dans l'eau. La propagation de ces ondes crée des zones de compression qui alternent avec des zones de dilatation. Les centres de deux zones successives de compression ou de dilatation sont séparés d'une distance égale à la longueur d'onde  $\lambda_{\text{US}}$  de l'onde ultrasonore.

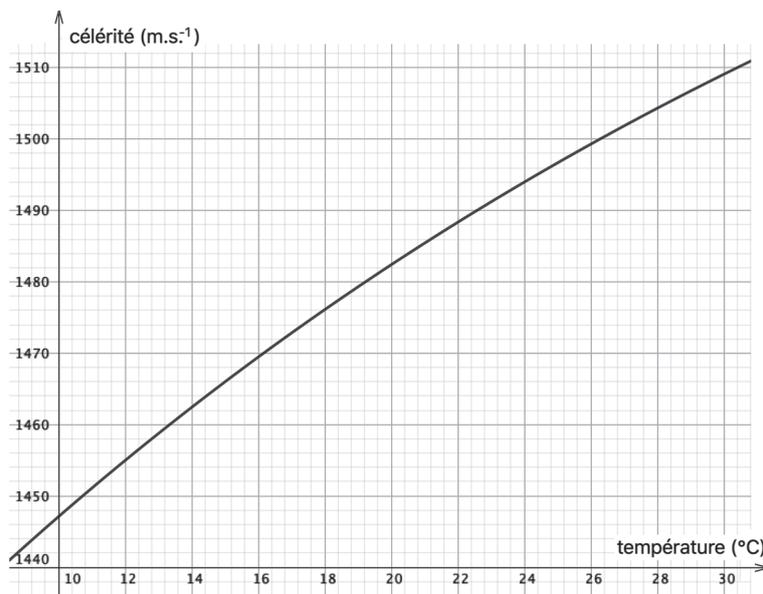
En première approximation, on peut schématiser la situation spatiale de l'eau par le dessin suivant selon une vue de profil de la cuve :



Si un faisceau laser monochromatique est dirigé **perpendiculairement** au plus grand côté de la cuve, cette configuration spatiale de l'eau se comporte comme un réseau de diffraction : les zones de compression et de dilatation successives ont le même comportement que l'alternance des fentes et des obstacles qui les séparent dans un réseau.

Il est ainsi possible de considérer qu'avec le matériel disponible, la relation (1) s'applique toujours.

### Célérité des ultrasons dans l'eau en fonction de la température



Réalisé à partir du Handbook of Chemistry and Physics édition 2014 - 2015

### Critère de compatibilité entre une valeur expérimentale et une valeur de référence

Dans cette étude, on considère que la valeur expérimentale  $v_{exp}$  et la valeur de référence  $v_{ref}$  sont compatibles si le critère ci-dessous est vérifié :

$$\frac{|v_{exp} - v_{ref}|}{u(v)} \leq 2, \quad \text{avec } u(v) \text{ l'incertitude associée au résultat de la mesure de } v.$$

### Données utiles :

- Fréquence des ondes émises par le générateur d'ondes ultrasonores :  $f = 1,65 \pm 0,05 \text{ MHz}$
- Longueur d'onde du faisceau laser :  $\lambda_{laser} = 532 \pm 10 \text{ nm}$
- Relation entre longueur d'onde  $\lambda$  (m), fréquence  $f$  (Hz) et célérité  $v$  ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) dans le cas d'une onde progressive sinusoïdale :

$$\lambda = \frac{v}{f} : \text{relation (2)}$$



.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté</b>	

**3. Célérité et incertitudes** (20 minutes conseillées)

3.1. En exploitant les mesures précédentes, déterminer la valeur de la célérité  $v$  des ultrasons dans l'eau.

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter la valeur de <math>v</math> ou en cas de difficulté</b>	

3.2. Dans les conditions de l'expérience l'incertitude  $u(v)$  associée à la mesure de la célérité  $v$  satisfait la relation :

$$u(v) = v \cdot \sqrt{\left(\frac{u(\lambda_{\text{laser}})}{\lambda_{\text{laser}}}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(f)}{f}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2}$$

Compte tenu du matériel disponible et des conditions dans lesquelles la mesure est effectuée, estimer la valeur de l'incertitude sur la mesure de l'interfrange  $i$ .

$u(i) = \dots\dots\dots$

Les conditions expérimentales imposent de considérer que l'incertitude sur la mesure de la distance  $D$  est :

$u(D) = 2 \text{ cm}$

En déduire l'incertitude sur la célérité  $v$ .

.....

.....

.....

.....

Écrire la valeur de la célérité  $v$  avec son incertitude associée.

.....

.....

APPEL facultatif		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

3.3. Utiliser le critère de comparaison pour apprécier la cohérence du résultat de la mesure de  $v$  avec les informations disponibles sur la célérité des ultrasons dans l'eau. Déduire de l'expression de  $u(v)$  et des résultats expérimentaux les deux sources d'erreurs prépondérantes lors de la détermination de  $v$  par cette méthode expérimentale.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.