

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Ondes mécaniques et fluide au repos	
Chapitre	Classe
CHAPITRES 11 ET 15.	1 ^{ère} Spé
Calculatrice	Durée
Non Autorisée	1 h

Appréciation

Table réservée au professeur.

Exercice:	1	2	3	4	Total
Points:	4	4	4	10	22
Résultat:					

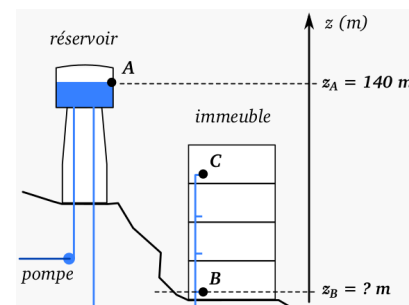
Répondre aux problèmes et questions de ce devoir sur une (des) feuille(s) à part. Indiquez votre nom et prénom, ainsi que votre classe et le numéro des questions. La présentation qui inclut la clarté de votre rédaction ainsi que sa grammaire et son orthographe, est à soigner. Toute réponse non justifiée ne sera pas acceptée. Les tracés doivent se faire à la règle. Le sujet est à rendre avec la copie.

(4 points) Problème 1 : **Un danger réel : le tsunami**

Un tsunami est une série de vagues produites à la suite d'un séisme en pleine mer. L'énergie transportée par ces vagues met en danger les habitants et les constructions du littoral. Bien que la célérité de ces vagues décroît lorsqu'elles approchent du rivage, en raison de la profondeur qui diminue, on estime sa célérité moyenne à $240 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Combien de temps ont les habitants du rivage pour évacuer en prévention d'un tsunami, si celui-ci prend naissance à $d = 48,0 \text{ km}$ au large ? Exprimer le résultat en heures puis en minutes.

(4 points) Problème 2 : **Une question de pression**

Un château d'eau est un grand réservoir d'eau surélevé qui permet l'alimentation de la population en eau potable. La masse volumique de l'eau est $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et l'accélération de la gravité est $g \approx 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.



- (2 points) En appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides, déterminer la valeur de l'altitude z_B sachant que la surpression du point B par rapport au point A est $p_B - p_A = 3,5 \text{ bar}$.
- (2 points) D'après le schéma, indiquer si la pression de l'eau au troisième étage (point C) est supérieure ou inférieure à celle au point B. Justifier qualitativement à partir de la loi fondamentale de la statique des fluides.

(4 points) Problème 3 : **Dangers de la plongée sous-marine (d'après Belin 2019)**

Un plongeur équipé d'une bouteille est à 10 m de profondeur. La pression de l'air dans ses poumons est alors de $2,0 \text{ bar}$. Avant d'entamer la remontée, le plongeur remplit ses poumons d'air, leur volume est alors de $6,0 \text{ L}$.

- (2 points) Calculer le volume qu'occuperait la même quantité d'air à la pression de $1,0 \text{ bar}$, la température étant supposée constante.
- (2 points) Indiquer le risque auquel s'expose le plongeur lors de la remontée. Comment peut-il l'éviter ?

(10 points) Problème 4 : **Sondeur acoustique**

Le littoral, zone de transition entre terre et mer, est un milieu fragile soumis à de fortes pressions naturelles et anthropiques¹, et aux interactions entre celles-ci. Le littoral n'est pas une limite fixe et pérenne, mais au contraire, il s'agit d'une zone d'interface extrêmement sensible aux contraintes qu'elle subit. Cela conduit à des évolutions contrastées du trait de côte, qu'il est nécessaire de prévoir, en particulier dans un contexte de changement climatique avec une élévation attendue du niveau de la mer qui aura à terme des répercussions locales sur les sociétés littorales².

Le tableau ci-dessous présente les principales techniques utilisées pour réaliser des mesures topographiques (pour représenter sur un plan des formes du terrain) et bathymétriques (mesures de la profondeur du fond sous-marin) :

Sonar	Sondeur acoustique monofaisceau	Bathymétrie
	Sondeur acoustique multifaisceaux	
Lidar	Lidar aéroporté	Bathymétrie et topographie
	Scanner laser terrestre (TLS)	Topographie

Le sonar utilise un signal acoustique (en général ultrasonore). Le lidar (light detection and ranging) utilise un signal électromagnétique obtenu par technologie laser.

Cet exercice se propose d'étudier quelques aspects de ces techniques.

Le sondeur émet, sous forme d'impulsions, une onde ultrasonore de fréquence réglable. Cette onde se propage vers le bas, à la verticale du bateau. Après réflexion sur le fond marin, elle est captée par le sondeur qui mesure la durée mise par le signal pour effectuer l'aller-retour (schéma a). Connaissant la célérité des ultrasons dans l'eau, il est possible d'en déduire la profondeur du fond sous-marin. Le déplacement du sondeur en surface permet d'obtenir une succession de mesures (schéma b).

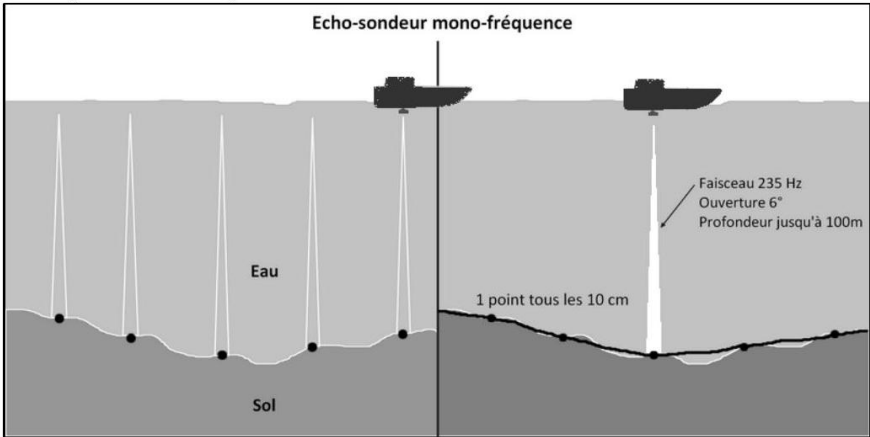


FIGURE 1 – Principe de la mesure bathymétrique monofaisceau d’après <https://escadrone.com/drones-marins/bathymetrie-drone/>.

Le technicien qui utilise le sondeur peut modifier la fréquence des ultrasons en fonction de la profondeur du fond sous-marin qu'il désire étudier.

Plein océan	Grands fonds	Plateaux continentaux	Petits fonds
10kHz	40kHz	200kHz	400kHz

1. anthropique : relatif à l'activité humaine
2. www.brgm.fr

La célérité des ultrasons dépend de la salinité et de la température de l'eau de mer :

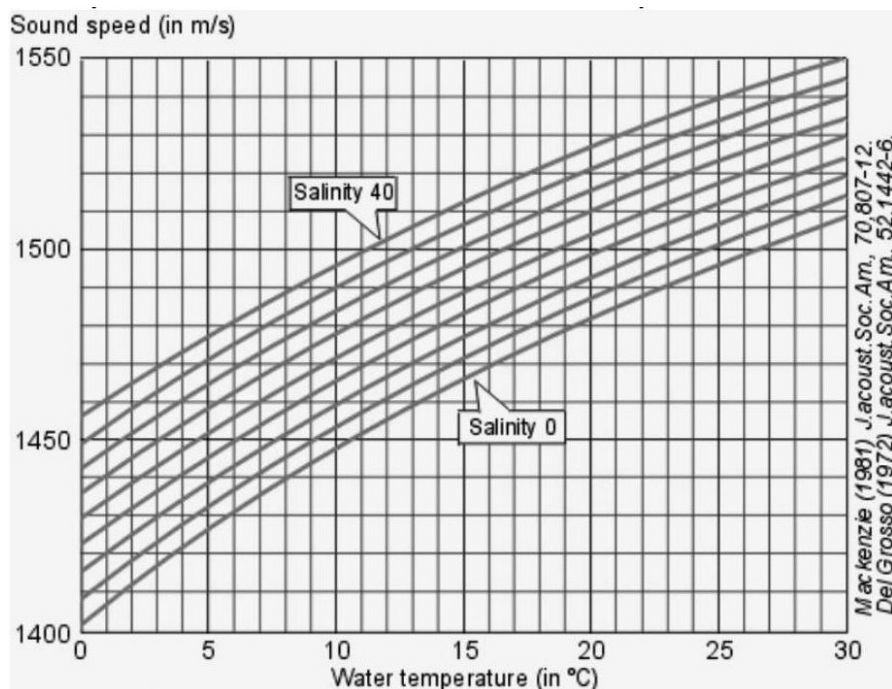


FIGURE 2 – Célérité du son (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) en fonction de la température (en $^{\circ}\text{C}$) et de la salinité (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$). D'après Welcome to SIMRAD Training Course Basic Acoustic By Kjell Eger Kongsberg Maritime AS, Simrad

- (2 points) Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques. Rappeler la définition d'une onde mécanique progressive. Parmi les deux schémas a et b proposés ci-dessous, lequel modélise le mieux la propagation des ultrasons ? Justifier.



FIGURE 3 – Schéma a : Propagation le long d'une corde



FIGURE 4 – Schéma b : Propagation le long d'un ressort

- (2 points) Le signal simulé ci-dessous possède les mêmes caractéristiques temporelles que celles du signal émis par le sondeur acoustique prévu pour effectuer des mesures près du littoral. Les réglages effectués sont-ils cohérents avec l'utilisation prévue ?

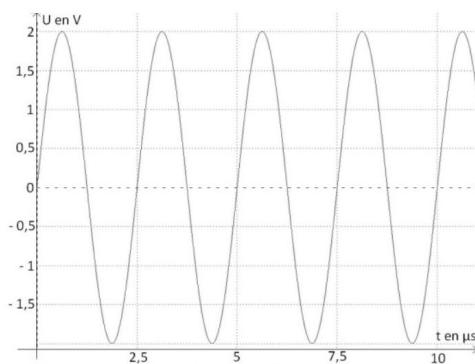
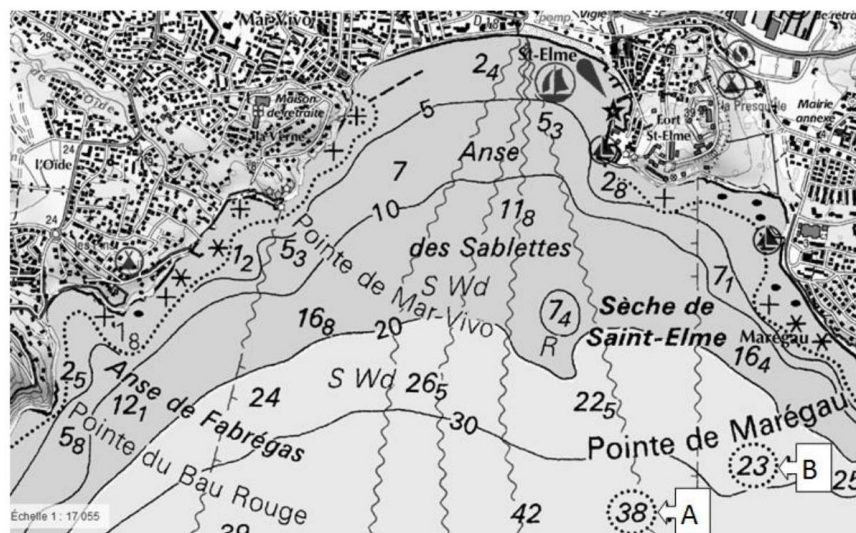


FIGURE 5 – Simulation du signal émis par le sondeur acoustique.

3. Les valeurs moyennes de température et de salinité de la mer à Toulon au mois de mai sont les suivantes : température 16°C , salinité 35 g.L^{-1} .
- 3.1. (2 points) Grâce au document Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en $^{\circ}\text{C}$) et de la salinité (en g/L), déterminer, dans ces conditions, la valeur de la célérité des ultrasons dans l'eau de mer.
- 3.2. (2 points) Lors de la mesure, le retard Δt entre l'émission et la réception du signal vaut $\Delta t = 30 \text{ ms}$. La mesure correspond-elle à une mesure effectuée au-dessus d'une profondeur correspondant à la zone A ou à la zone B, repérées sur la carte ci-dessous ? Justifier la réponse par un calcul.



Carte littorale de l'anse des Sablottes (Var) – Géoportail.gouv

FIGURE 6 – Carte littorale de l'anse des Sablottes (Var) – Géoportail.gouv.

4. (2 points) (Bonus) On s'intéresse dans cette question aux mesures faites pour la zone de 42 mètres de profondeur. Cette zone se trouvant à moins de 300 mètres du littoral, la réglementation maritime exige que la vitesse d'un navire doive rester inférieure à 3 nœuds.

Dans les zones de fonds inférieurs à 100 mètres où la hauteur d'eau sous quille est peu critique, l'incertitude horizontale totale acceptée est : $\text{IHT} = 5 \text{ mètres} + 5\%$ de la profondeur.

Le fabricant présente dans sa documentation un fonctionnement du sondeur à 10 impulsions par seconde : ce fonctionnement vous paraît-il adapté aux mesures pour la zone de 42 mètres de profondeur ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Données :

- 1 nœud = 1 mile nautique par heure ;
- 1 mile nautique = 1,852 km.