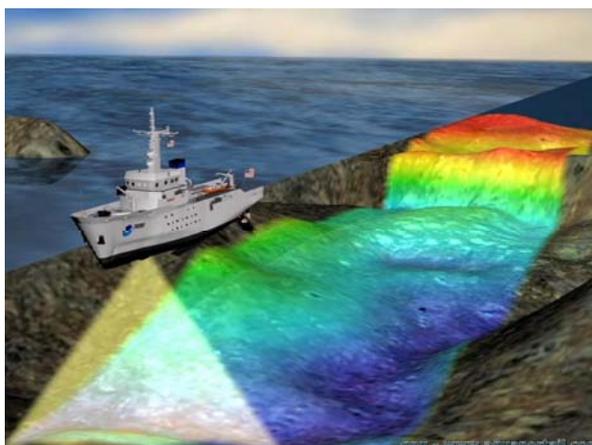


Partie B - Bathymétrie (7,5 points)

La bathymétrie consiste à cartographier le fond des océans. Pour ce faire, on utilise des sonars qui envoient des impulsions sonores sous le bateau et écoutent leurs échos renvoyés par les obstacles qu'elles rencontrent.

D'après

<https://blogs.ifremer.fr/bicose/fiches-scientifiques/la-bathymetrie/>

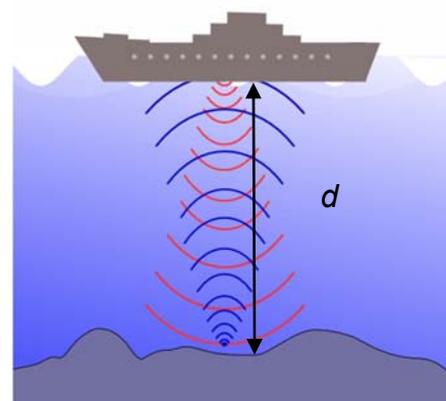


D'après <https://www.aquaportail.com/definition-3272-sonar.html>

I - Étude du sonar

Le sonar émet une onde acoustique de fréquence réglable sous forme d'impulsions. Cette onde se propage vers le bas, à la verticale du bateau. Après réflexion sur le fond marin, elle est de nouveau captée par le sonar qui mesure le décalage temporel Δt entre l'émission et la réception du signal. Il est ensuite possible de déterminer la profondeur d à laquelle se trouve le fond marin connaissant la célérité de l'onde dans l'eau.

Plusieurs facteurs influent sur la célérité du son dans l'eau : la pression (liée à la profondeur), la température et la salinité de l'eau de mer. Il convient donc d'ajuster les mesures en temps réel.



D'après Wikimedia Commons

Fréquence d'émission des sonars

La fréquence d'émission du sonar est choisie en fonction de son utilisation. Les hautes fréquences (plusieurs dizaines ou centaines de kHz) permettent la détection de petits objets et peuvent ainsi réaliser de véritables images. En revanche, ces ondes sont rapidement absorbées par l'eau de mer.

Plus on diminue la fréquence, plus les distances de détection sont grandes, mais on perd en qualité d'image.

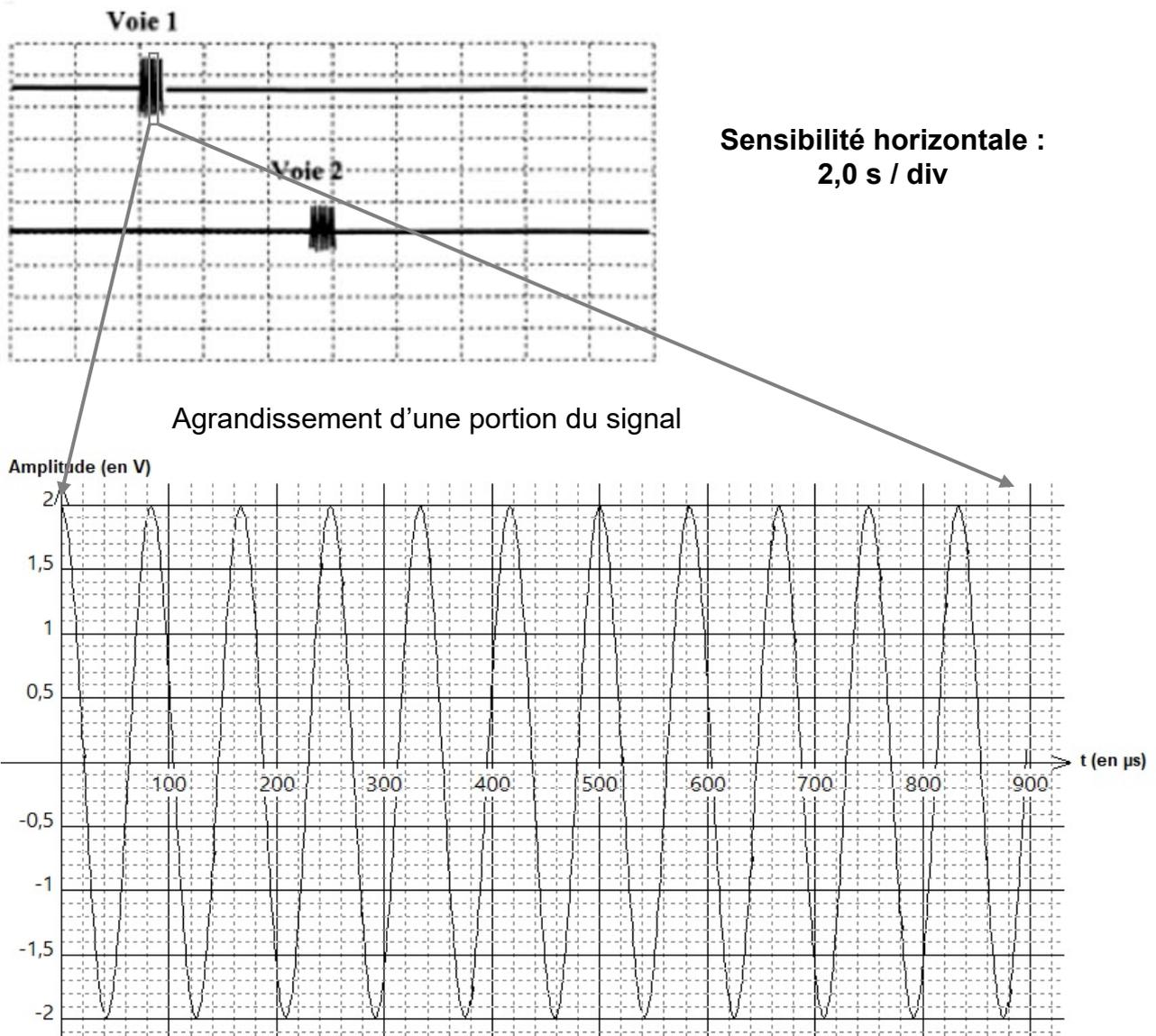
Utilisation	Grands fonds	Talus, pente	Plateaux continentaux	Petits fonds
Fréquence	12 kHz	20 - 30 kHz	100 kHz	200 - 500 kHz
Profondeur	3 à 12 km	1 à 3 km	100 à 500 m	20 à 100 m

Q13- Indiquer deux phénomènes pouvant affaiblir l'amplitude du signal reçu. Préciser où ces phénomènes interviennent (on pourra s'aider d'un schéma).

Q14- Indiquer, en justifiant la réponse, quelles sont les fréquences des sonars qui appartiennent au domaine des fréquences audibles pour l'oreille humaine. À quel domaine spectral les autres fréquences appartiennent-elles ?

Les signaux émis et reçus par le sonar sont visualisés sur un oscilloscope. Les oscillogrammes sont donnés ci-après.

Signal émis (voie 1) et signal reçu (voie 2) par le sonar (simulation au laboratoire)



Q15- Déterminer le plus précisément possible la période T des ondes émises par le sonar.

Q16- En déduire la fréquence f des ondes émises par le sonar.

Q17- Indiquer si les ondes sonores sont des ondes longitudinales ou transversales. Deux schémas a et b sont proposés ci-dessous. Choisir, en justifiant la réponse, celui qui illustre ce type d'ondes.



Q18- Les valeurs moyennes de température et de salinité de la mer dans la zone d'étude sont les suivantes : température : 20 °C ; salinité : 35 g·kg⁻¹.

Sur l'**annexe 1 à rendre avec la copie**, déterminer graphiquement, dans ces conditions, la valeur de la célérité v des ondes produites par le sonar dans l'eau de mer.

Q19- À l'aide de l'oscillogramme fourni, estimer la valeur du retard Δt entre l'émission et la réception du signal.

Q20- En utilisant les résultats précédents, estimer la valeur de la distance d à laquelle se trouve le fond marin.

Données : précision du sonar

L'incertitude-type u_d sur la mesure de la distance d est donnée par la relation suivante :

$$\frac{u_d}{d} = \sqrt{\left(\frac{u_v}{v}\right)^2 + \left(\frac{u_{\Delta t}}{\Delta t}\right)^2} \text{ où } u_v \text{ et } u_{\Delta t} \text{ représentent respectivement les incertitudes-types sur } v \text{ et } \Delta t.$$

On suppose que $\frac{u_v}{v} = 0,005$ et que l'incertitude-type sur Δt est $u_{\Delta t} = 0,2$ s.

Q21- Déterminer la valeur de l'incertitude-type u_d .

Q22- Exprimer le résultat de la mesure de la distance d avec le nombre de chiffres significatifs adapté.

Q23- Indiquer, en justifiant la réponse, si la fréquence utilisée est adaptée à la distance mesurée.

II - Impact du sonar sur la faune

« La pollution sonore, notamment celle générée par les impulsions sonores résultant de l'utilisation de sonars et des relevés sismiques, interfère avec la faculté des cétacés à communiquer et se déplacer. Assourdis, désorientés ou effrayés par ces sons, les animaux se retrouvent alors sur le rivage.



Les espèces qui évoluent en haute mer, comme les baleines à bec, sont particulièrement sensibles aux sonars, même si elles nagent à plusieurs kilomètres de distance. Les échouages multiples de baleines à bec qui se sont produits à Guam sont ainsi associés à l'activité des sonars navals. »

Extrait d'un article de presse, d'après <https://www.nationalgeographic.fr/animaux/pourquoi-les-cetaces-sechouent-ils-sur-les-plages>

Un navire faisait des relevés topographiques à 55,0 km du lieu d'échouage des baleines à becs. Le sonar était réglé sur une fréquence $f = 12$ kHz et sa puissance était de l'ordre de 1 MW.

Les baleines à becs sont capables de percevoir les sons entre 100 Hz et 180 kHz, avec une sensibilité maximale entre 10 kHz et 100 kHz.

Dans cette plage de fréquence leur seuil d'audition est inférieur à 60 dB.

D'après le guide « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine » de Juin 2020 du Ministère de la transition écologique et solidaire.

Intensité sonore et niveau d'intensité sonore

L'intensité sonore I reçue en un point M, situé à une distance R du sonar, est liée à la puissance acoustique P du sonar par la relation :

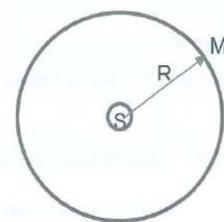
$$I = \frac{P}{4 \times \pi \times R^2}$$

La relation entre le niveau d'intensité sonore L en dB et l'intensité sonore I en $W \cdot m^{-2}$ est la suivante :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

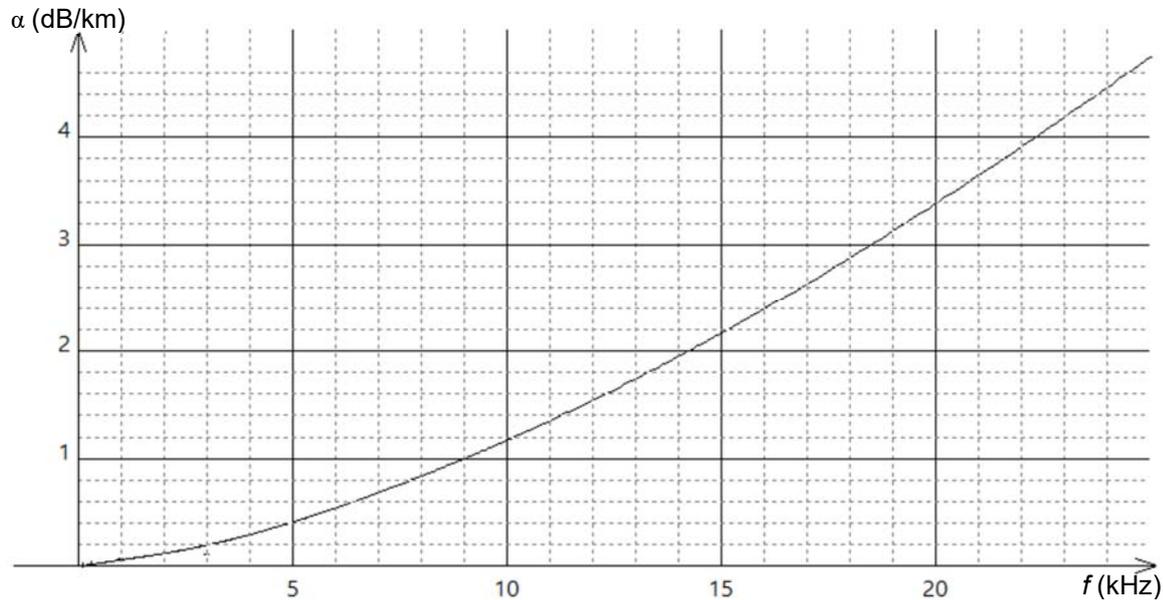
Avec $I_0 = 7,00 \times 10^{-17} W \cdot m^{-2}$ (valeur de l'intensité de référence dans l'eau pour les baleines).

Le milieu de propagation absorbe une partie de l'énergie de l'onde sonore. Il en résulte que le niveau d'intensité sonore mesuré en un point subit une perte A supplémentaire en décibel telle que $A = \alpha \cdot R$ où α est un coefficient d'absorption qui dépend, entre autres, de la fréquence f de l'onde, et où R est la distance entre la source et le récepteur.



La courbe ci-dessous donne la variation du coefficient d'absorption acoustique en fonction de la fréquence.

Coefficient d'absorption acoustique en fonction de la fréquence

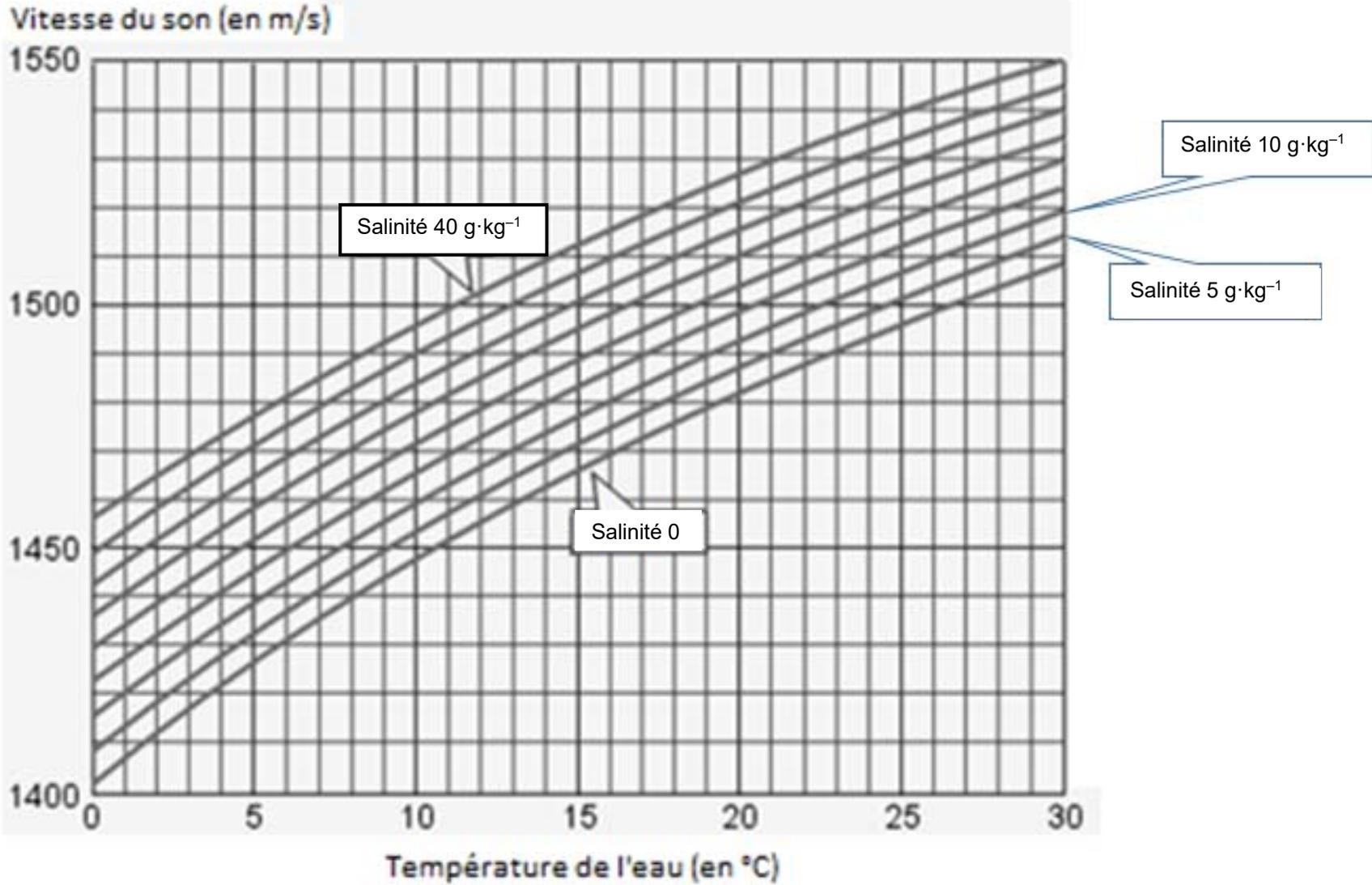


D'après : Acoustique sous-marine présentation et applications Xavier Lurton – IFREMER

- Q24-** Montrer que, si l'on ne prend pas en compte les pertes par absorption, le niveau d'intensité sonore à une distance de 55 km du sonar vaut environ 116 dB.
- Q25-** Estimer la valeur de la diminution du niveau d'intensité sonore en décibel (dB) pour le sonar utilisé par le navire et pour une distance de 55 km.
- Q26-** En déduire le niveau d'intensité sonore reçu par une baleine à bec située à 55 km du navire.
Indiquer, en justifiant la réponse, si les baleines à becs ont pu percevoir l'onde émise par le sonar du navire.

**DOCUMENT RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE**

ANNEXE 1 :



D'après Welcome to SIMRAD Training Course Basic Acoustic By Kjell Eger Kongsberg Maritime AS