

DNB Asie 2023 — Corrigé complet

Épreuve de Sciences — Sujets corrigés

Partie 1 — Écholocation chez les dauphins

Les grands dauphins sont capables de produire et de capter un signal sonore grâce à différents organes situés dans leur tête.

Le signal sonore est émis par les muscles de l'évent, puis amplifié par le melon. Il se propage dans l'eau et peut être réfléchi par un obstacle tel qu'un banc de poissons. La mâchoire inférieure du dauphin reçoit le signal réfléchi et le transfère à l'oreille interne.

Dans l'oreille interne, des cellules spécifiques, appelées cellules ciliées, se déplacent sous l'action du signal sonore. Ce mouvement des cellules ciliées entraîne la création d'un courant électrique transmis au cerveau via le nerf auditif. C'est ainsi que le dauphin peut localiser le banc de poissons : on parle d'**écholocation**.

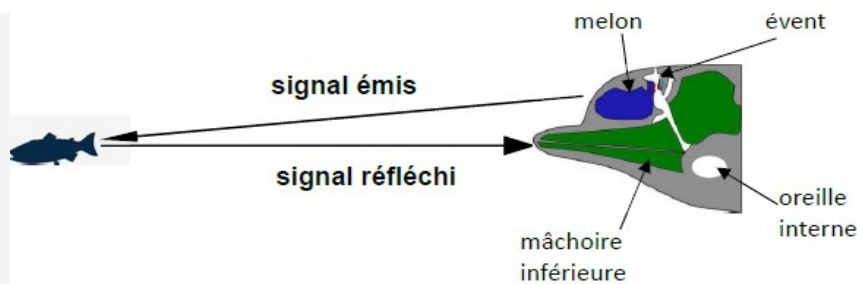


Figure 1 — Schéma du système d'écholocation du grand dauphin

Question 1 (2 points) — Identifier les propositions exactes

- a) L'oreille interne du grand dauphin émet des signaux sonores. → **FAUX** (le signal est émis par les muscles de l'évent, non par l'oreille interne)
- b) Le grand dauphin est capable d'émettre des signaux sonores. → **VRAI**
- c) Le grand dauphin est capable de capter des signaux sonores. → **VRAI**
- d) Un signal sonore dans l'océan se propage plus vite à 400 m de profondeur qu'à 50 m. → **FAUX** (vitesse : 1520 m/s à 50 m de profondeur et 1500 m/s à 400 m de profondeur)

Question 2 (3 points) — Signal de 50 kHz audible par un plongeur ?

Un son de fréquence 50 kHz appartient au domaine des **ultrasons**. L'oreille humaine ne perçoit que les sons compris entre 20 Hz et 20 kHz. Ce signal est donc **inaudible par un plongeur humain** évoluant à proximité.

Question 3 (3 points) — Conversion d'énergie dans l'oreille interne

Dans l'oreille interne du grand dauphin, une conversion d'énergie se produit :

Énergie sonore (signal acoustique) → Énergie électrique (courant nerveux)

Les cellules ciliées se déplacent sous l'action du signal sonore (énergie mécanique/sonore) et génèrent un courant électrique transmis au cerveau via le nerf auditif.

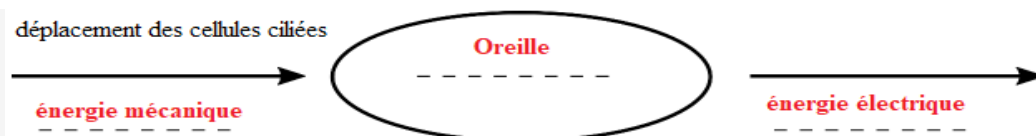


Figure 2 — Schéma de conversion d'énergie

Question 4 (4 points) — Perception pour fréquence < 20 kHz

D'après la courbe du seuil de perception sonore du grand dauphin :

- Seuil de perception à 20 Hz $\approx$ **140 dB**
- Seuil de perception à 20 000 Hz $\approx$ **45 dB**

Plus le seuil de perception est bas, plus le signal est facilement perçu (il faut moins d'intensité sonore). Ainsi, pour des fréquences inférieures à 20 kHz, le grand dauphin perçoit plus facilement les signaux de **haute fréquence** (proches de 20 kHz).

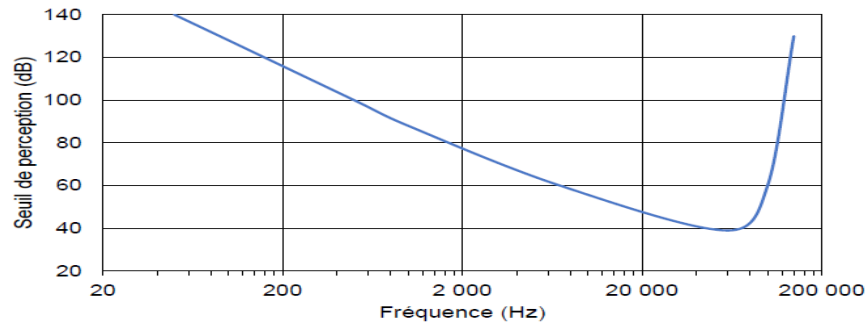


Figure 3 — Courbe du seuil de perception sonore du grand dauphin en fonction de la fréquence

Question 5 (4 points) — Signal du sonar à 20 kHz / 70 dB

Le sonar émet un signal à 20 kHz d'intensité 70 dB.

D'après la courbe, le seuil de perception du grand dauphin à 20 kHz est d'environ 45 dB. Or le signal émis a une intensité de 70 dB, ce qui est **supérieur au seuil de perception**.

Conclusion : Le signal est perçu par les grands dauphins. Une intensité sonore de 70 dB à 20 kHz dépasse le seuil de détection et peut donc **perturber le groupe de dauphins**.

Question 6 (3 points) — Formule de la vitesse d'une onde sonore

Parmi les trois relations proposées, la bonne est :

$$v = d / t$$

Avec : d = distance en mètres (m) ; t = temps en secondes (s) ; v = vitesse en m/s

Les formules $v = t/d$ et $v = d \times t$ sont incorrectes dimensionnellement.

Question 7 (6 points) — Distance entre le dauphin et le banc de poissons

Données du problème :

- Profondeur : 100 m $\rightarrow$ vitesse du son : **$v = 1515$ m/s**
- Durée totale (aller-retour) : **$t = 106$ ms = 0,106 s**

Calcul de la distance aller-retour :

$$d_{\text{aller}} + d_{\text{retour}} = v \times t = 1515 \times 0,106 \approx 160,6 \text{ m}$$

Puisque la distance aller est égale à la distance retour :

$$d_{\text{aller}} = d_{\text{retour}} \approx 160,6 / 2 \approx 80 \text{ m}$$

Réponse : La distance séparant le grand dauphin du banc de poissons est d'environ **80 mètres**.

Partie 2 — Une région sismique

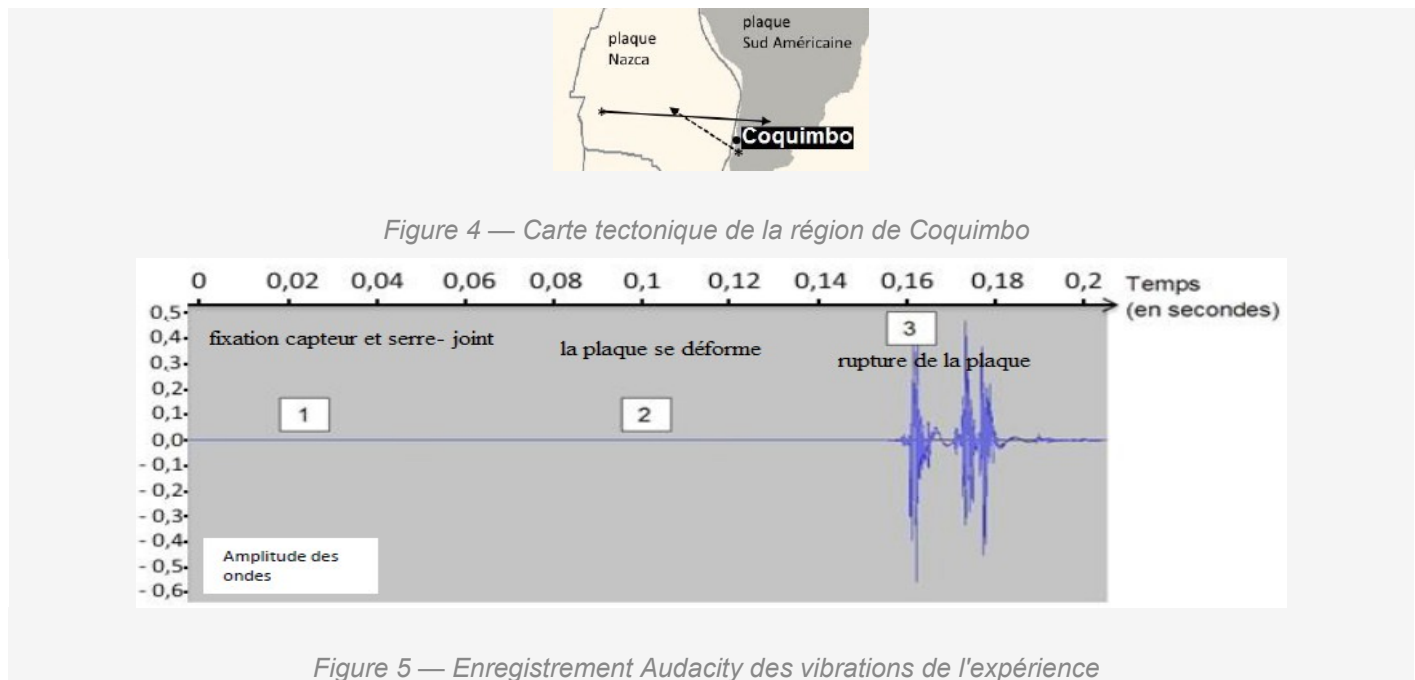
Le 16 septembre 2015, un très fort séisme s'est produit au Chili, entraînant l'évacuation de plus d'un million de personnes. L'épicentre a été localisé près de **Coquimbo**.

Question 1 (6 points) — Pourquoi de nombreux séismes à Coquimbo ?

La région de Coquimbo se situe à la **limite de deux plaques lithosphériques** : la plaque de Nazca (océanique) et la plaque Sud-Américaine (continentale).

Les **mouvements relatifs entre ces plaques** constituent la principale force à l'origine des séismes. Dans cette zone de **subduction**, la plaque océanique de Nazca plonge sous la plaque continentale sud-américaine, générant d'importantes contraintes mécaniques qui se libèrent brutalement sous forme de séismes.

Question 2 (9 points) — Questions à choix multiples



2.1 — Les plaques tectoniques dans la région de Coquimbo :

- ☐ s'écartent
- ☒ **se rapprochent** → *Vrai : la plaque de Nazca converge vers la plaque Sud-Américaine*

2.2 — Les vibrations enregistrées avec Audacity sont dues à :

- ☒ **à la rupture de la plaque de polystyrène** → *Vrai : c'est la rupture brutale qui génère les vibrations*
- ☐ à l'installation du serre-joint sur la plaque de polystyrène en début d'expérience
- ☐ à la déformation de la plaque de polystyrène

2.3 — Les forces du serre-joint représentent dans la réalité :

- ☒ **des contraintes de convergence (pressions exercées l'une vers l'autre sur la plaque)** → *Vrai*
- ☐ des contraintes verticales exercées sur la plaque
- ☐ des contraintes de divergence (s'éloignant l'une de l'autre)

Question 3 (10 points) — Enchaînement des événements à l'origine des séismes

Étape	Description
1. Limites de plaques	La région de Coquimbo se trouve à la limite entre la plaque océanique de Nazca et la plaque continentale Sud-Américaine.
2. Mouvement des plaques	La plaque de Nazca se dirige vers la plaque Sud-Américaine (convergence). Ce mouvement est mesuré grâce au GPS.
3. Accumulation de contraintes	Des forces importantes (contraintes de convergence) s'exercent sur les deux plaques. La plaque se déforme élastiquement, accumulant de l'énergie.
4. Rupture et séisme	La plaque cède brutalement (zone de subduction) : la plaque de Nazca passe sous la plaque Sud-Américaine. La rupture libère des ondes sismiques qui se propagent dans toutes les directions, générant un séisme.