

Conseil : Recopier les questions sur la copie afin de séparer clairement les réponses.

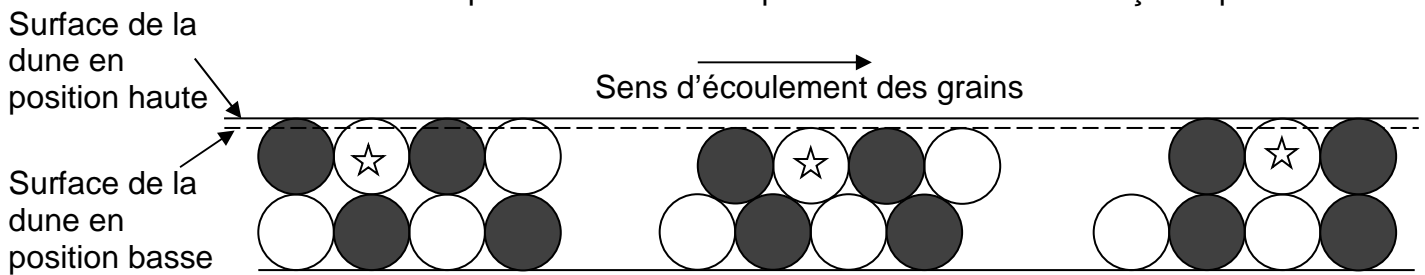
Questions préalables

- **Comment vérifier dans le désert que le son émis par une dune « chantante » est dû à une avalanche de sable, et non au vent ?**

Pour cela, il suffit de se rendre dans le désert un jour où il n'y a pas de vent et de tendre l'oreille pour constater que la dune ne chante pas.
On peut ensuite déclencher une avalanche de sable en se plaçant en haut d'une dune et constater que la dune chante.

- **En raisonnant par analogie avec le principe de fonctionnement d'un haut-parleur, expliquer comment l'écoulement des grains de sable d'une dune est susceptible de générer un son.**

À l'aide du document 1, figure 2, on peut voir que lors de l'écoulement des grains de sable, la surface de la dune se soulève puis revient dans sa position initiale et ce de façon répétée.



D'ailleurs, le texte l'indique : « Ainsi la surface du sable se soulève puis retombe de façon périodique et produit un son de fréquence f ».

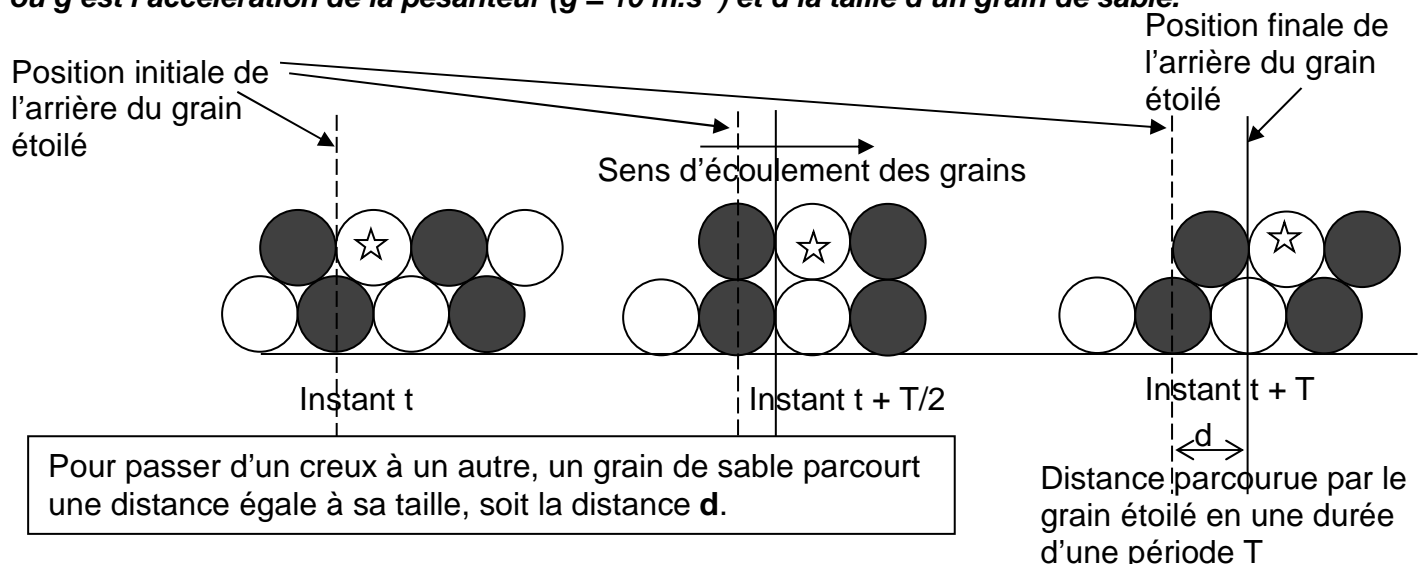
La surface de la dune se comporte comme la membrane du haut-parleur qui produit un son grâce à un mouvement de va-et-vient.

Problème

En estimant la distance parcourue par un grain de sable passant d'un creux à un autre (un schéma est attendu), montrer que la fréquence f de l'onde sonore émise a pour expression :

$$f = 0,4 \sqrt{\frac{g}{d}}$$

où g est l'accélération de la pesanteur ($g = 10 \text{ m.s}^{-2}$) et d la taille d'un grain de sable.



La distance d est parcourue à la vitesse v en une durée égale à la période T .

$$\text{Ainsi } v = \frac{d}{T}, \text{ soit } \frac{v}{d} = \frac{1}{T}$$

$$\text{or } f = \frac{1}{T} \text{ donc } \frac{v}{d} = f.$$

D'après le document 1, $v = 0,4 \cdot \sqrt{g \cdot d}$

$$\text{alors } f = \frac{0,4 \cdot \sqrt{g \cdot d}}{d} = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{g}{d}} \text{ CQFD}$$

La relation mathématique issue de la modélisation précédente est-elle compatible avec les mesures effectuées sur site (documents 3 et 4) ? Argumenter en mettant en œuvre la méthode de votre choix (graphique, numérique...) et exercer un regard critique sur les résultats.

En utilisant le modèle proposé, on calcule la fréquence théorique du son émis par chaque dune. On effectue ces calculs en tenant compte de l'incertitude sur le diamètre des grains de sable. On obtient alors un intervalle de fréquences théoriques, que l'on compare avec la fréquence mesurée.

Le modèle est valide si la fréquence mesurée appartient à l'intervalle de fréquences théoriques.

			$f = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{g}{d}}$			
Nom et localisation de la dune	Fréquence mesurée (en Hz)	Diamètre mesuré des grains de sable (en m)	Fréquence calculée avec d minimale (en Hz)	Fréquence calculée avec d moyenne (en Hz)	Fréquence calculée avec d maximale (en Hz)	Comparaison modèle / expérience
Dune Oméga 1	100	$(160 \pm 30) \times 10^{-6}$	$0,4 \times \sqrt{\frac{10}{160 - 30}} = 1,1 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$0,4 \times \sqrt{\frac{10}{160 + 30}} = 92$	accord
Al-Wagan	80	$(200 \pm 70) \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^2$	89	77	accord
Cerro Bramador	70	$(300 \pm 20) \times 10^{-6}$	76	73	71	désaccord
Sand Mountain	85	$(243 \pm 40) \times 10^{-6}$	89	81	75	accord
Dune d'Eurêka	90	$(165 \pm 50) \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^2$	98	86	accord

Le modèle proposé convient pour toutes les dunes mais pour le Cerro Bramador la fréquence mesurée est à 1 Hz près en dehors de l'intervalle de fréquences calculées.

Il serait intéressant de connaître l'incertitude sur la mesure de la fréquence afin de comparer les intervalles de confiance de la mesure et du calcul.

On peut observer sur les courbes du document 4 que la fréquence mesurée correspond en réalité plus à une bande de fréquences qu'à une seule valeur. Ce qui peut expliquer le très léger décalage constaté.

Ceci n'est pas la grille de correction officielle, cependant elle peut constituer un repère pour s'auto-évaluer.

- La grille permet d'apprécier, selon quatre niveaux (A, B, C, D), le niveau de maîtrise des compétences mises en œuvre par le candidat pour traiter l'exercice. Pour cela, elle s'appuie sur des indicateurs de réussite adaptés à la résolution.

Niveau A	Les indicateurs de réussite apparaissent dans leur (quasi) totalité.
Niveau B	Les indicateurs de réussite apparaissent partiellement.
Niveau C	Les indicateurs de réussite apparaissent de manière insuffisante.
Niveau D	Les indicateurs de réussite ne sont pas présents.

- **L'exercice sera évalué globalement en fonction de la position des différentes croix dans la grille suivant des indications précisées ci-dessous.**

En fonction de la position des croix dans la grille de compétences, le correcteur donne une note, en portant un regard global et en convertissant la grille en note chiffrée à l'aide de deux étapes qui utilisent les indications non exhaustives suivantes :

Première étape :

- majorité de A et de B : note entre 3 et 5
- majorité de C et de D : note entre 0 et 3

Deuxième étape :

- majorité de A : note entre 4 et 5 (majorité de A et aucun C ou D : 5)
- majorité de B : note entre 2 et 4 (uniquement des B : 3)
- majorité de C : note entre 1 et 3 (uniquement des C : 2)
- majorité de D : note entre 0 et 2 (uniquement des D : 0 ; dès qu'il y a d'autres niveaux que le D : 1 ou 2)

Évaluation par compétences	Compétences évaluées	Coefficient	Compétences évaluées / Critère de réussite (en gras)	A	B	C	D
	Analyser Vérification chant dune dû à avalanche et non au vent	1	L'élève propose un protocole et argumente sur les modalités de traitements des mesures. Toute proposition cohérente acceptée.		X		
	S'approprier Analogie dune / haut-parleur	½	L'élève s'approprie la problématique du travail à effectuer, extrait l'information utile. Mouvement de la surface de la dune = Mouvement de la membrane	Évaluation APP A		X	
	S'approprier Distance parcourue par un grain (schéma + réponse)	½	L'élève s'approprie la problématique du travail à effectuer, extrait l'information utile. Schéma clair Réponse : d		X		
	Analyser Montrer que $f = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{g}{d}}$	1	L'élève mène la démarche afin de répondre explicitement à la problématique posée. L'élève exploite ses connaissances ($v = d/\Delta t$, $T = \Delta t$, $f = 1/T$) et les informations extraites ($v = 0,4 \cdot \sqrt{g \cdot d}$)			X	
	Réaliser calculs	1	L'élève réalise les calculs analytiques et numériques et exprime le résultat : Plusieurs calculs sont menés correctement, expliqués et les résultats sont exprimés avec l'unité adaptée.	X			
	Valider	1	L'élève discute des résultats obtenus au regard de la problématique : Tient compte des incertitudes sur d et fait preuve d'esprit critique : un élément critique est proposé (Cerro Bramador désaccord ou autre)		X		
			Note	/5 points			

Bilan : A, B, C, D