

Document 1 : SATURN 5

Saturne 5 est la fusée du programme Apollo qui a amené les hommes sur la lune entre 1969 et 1973. En deux minutes 2 000 tonnes d'ergols sont consommés à raison de 13 t par seconde. Les cinq tuyères permettaient une poussée de 34 millions de Newtons.

Les moteurs au décollage créaient des vibrations dans le sol qui pouvaient être ressenties à 80 kilomètres à la ronde. L'ensemble des stations sismographiques des États-Unis étaient capables de percevoir les vibrations lors du décollage d'une Saturn V. De plus la fusée Saturn V serait la machine produite par l'Homme ayant généré le plus grand nombre de décibels.



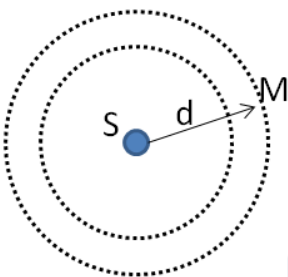
Document 2 : témoignage d'un décollage



Le Vehicle Assembly Building ou VAB, est un très grand bâtiment (160 mètres de haut, 218 m de long et 158 m de large) qui est situé dans le centre spatial Kennedy de la NASA, C'est le plus grand bâtiment d'un seul étage au monde. Il a été construit pour l'assemblage vertical des étages de la fusée Saturn V pour le programme Apollo.

la pression acoustique était beaucoup plus forte que prévu et a secoué le VAB, situé à **4.8 km** du pas de tir. Des tremblements ont d'abord secoué le bâtiment, puis **10 s** plus tard est arrivé le bruit. Les dalles de plafond sont tombés autour des journalistes couvrant le lancement. Dans la cabine de diffusion CBS, la baie vitrée a commencé à trembler si violemment que le journaliste Walter Cronkite a dû la maintenir en place avec ses mains alors qu'il tentait de poursuivre son commentaire. Les gens qui étaient là se souviendront d'avoir ressenti une force physique plutôt qu'un son.

Document 3 : puissance sonore



Pour une source isotrope (c'est-à-dire émettant la même énergie dans toutes les directions) de puissance P , l'intensité sonore I au point M dépend de la distance d à la source et s'exprime de la façon suivante :

Intensité sonore (W/m^2)

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

Puissance (W)

Distance (m)

niveau sonore (dB)

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

Intensité sonore (W/m^2)

Seuil d'audition ($10^{-12} W/m^2$)

$$I = I_0 \times 10^{L/10}$$

Aide éventuelle au calcul :

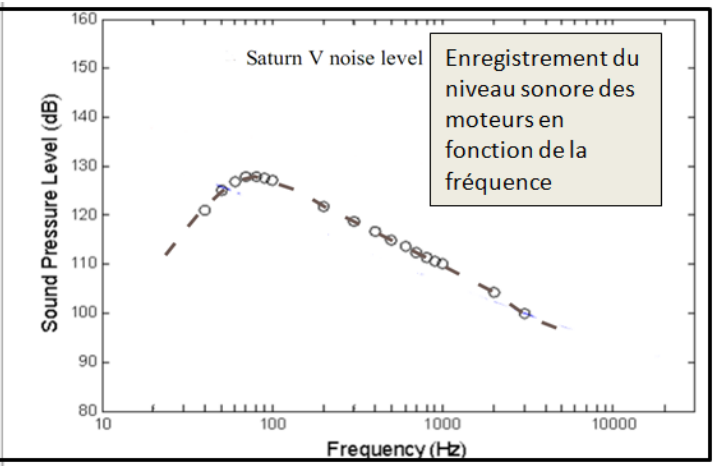
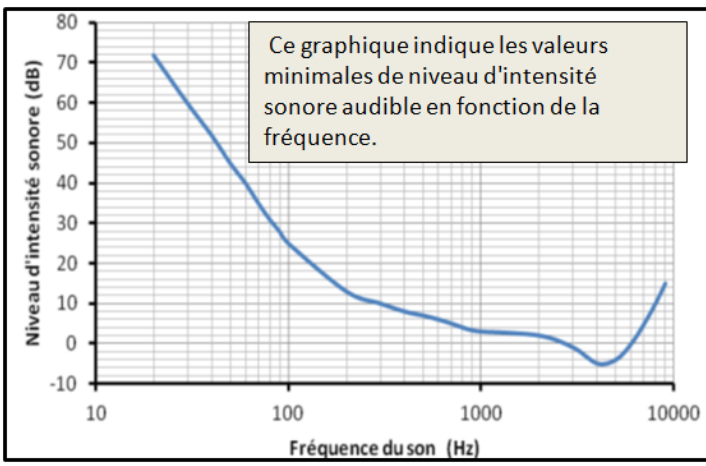
$\log(a \times b) = \log a + \log b$

$\log(a/b) = \log a - \log b$

Échelle de niveaux sonores:

Niveau sonore (dB)	0	60	85	90	120
Effet sur l'auditeur	Limite d'audibilité	Bruit gênant	Seuil de risque	Seuil de danger	Seuil de douleur

Document 4 : autres données



1- La fusée Saturn V a généré un niveau sonore global de **91 décibels à une distance de 9384 m**. Si nous supposons que le son diminue de 6 décibels à chaque doublement de la distance, et que le bruit de fond dans l'environnement est de 55 décibels, vous pourriez théoriquement entendre la fusée Saturn V à une distance de 600 km. Bien sûr, ce ne serait qu'une légère augmentation du bruit de fond et très difficile à détecter effectivement.

1-1 Montrer que la puissance sonore P émise par les moteurs est de l'ordre de 1.4 MW.

1-2 Par un raisonnement (sans calcul), montrer que, le son diminue de 6 décibels à chaque doublement de la distance. (rappel : le niveau sonore baisse de 3 dB quand l'intensité sonore est divisée par 2).

1-3 Montrer que le niveau sonore à 600 km est bien de l'ordre de 55 dB.

1-4 D'après le doc 4, peut-on percevoir à 600 km toutes les fréquences émises par le bruit des moteurs.

2- Document 2 : témoignage

2-1 Le niveau sonore perçu au niveau du VAB était d'environ 97 dB. Que peut-on en dire ?

2-2 D'après ce témoignage, peut-on dire que l'onde sonore est une onde mécanique longitudinale ou une onde mécanique transversale ? Pourquoi ont-ils affirmé avoir ressenti une force physique plutôt qu'un son ?

2-3 Trouver la vitesse de propagation du tremblement de terre induit par le décollage. (Donnée : vitesse du son dans l'air $v = 340 \text{ m/s}$).

3 Le schéma ci-contre montre un groupe de personnes derrière un très haut bâtiment. Expliquez pourquoi elles percevront quand même le bruit du décollage et principalement dans les basses fréquences.

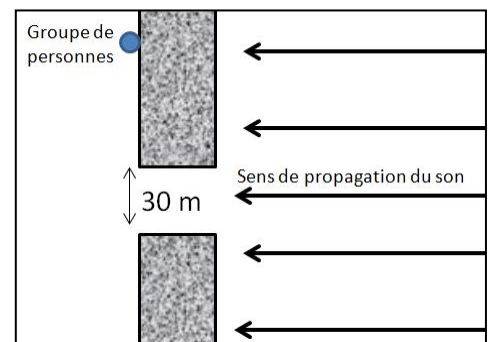
Faire un schéma explicatif.

4 Il existe maintenant des casques actifs antibruit équipés de la technologie ANR® (Active Noise Reduction®) utilisés particulièrement par les personnels d'aéroport. Voir document 5

4.1- Nommer le phénomène ondulatoire utilisé par la technologie « ANR » pour réduire le bruit reçu.

4.2- Expliquer théoriquement et à l'aide de schémas simples comment ce phénomène peut annuler la perception d'une onde progressive sinusoïdale.

4.3- Montrer que pour une fréquence sonore de fréquence 100 Hz ce casque diminue l'intensité sonore environ par 16.



Document 5 : technologie ANR

Bruit externe

Bruit atténué

Bruit intérieur

(1) Microphone
(2) Circuit électronique
(3) Haut-parleur

La technologie ANR® repose sur un système électronique miniaturisé (2) placé à l'intérieur de la coquille du casque. Ce système est connecté d'une part à un petit microphone (1) qui capte le bruit ambiant et d'autre part à un petit haut-parleur (3) qui génère le « contre bruit » à proximité de l'oreille de façon à atténuer considérablement le bruit qui arrive au tympan.

Exemple d'enregistrement du niveau sonore avec ou sans un casque ANR

The graph plots sound level in dB SPL (y-axis, 50 to 110) against Frequency in Hz (x-axis, logarithmic scale from 30 to 20k). Two curves are shown: a solid line for 'ANR TURNED ON' and a dashed line for 'ANR TURNED OFF'. The 'ANR TURNED OFF' curve shows much higher sound levels, particularly between 100 Hz and 500 Hz, where it reaches approximately 105 dB SPL. The 'ANR TURNED ON' curve shows a significant reduction in sound level across the entire frequency range, with the most noticeable drop in the 100-500 Hz range, where it drops from about 105 dB SPL to around 70 dB SPL.