

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

« La fusée Saturn V a généré un niveau sonore global de 91 décibels à une distance de 9384 m. » $L = 91 \text{ db}; d = 9384 \text{ m}$

$$I = I_0 \times 10^{L/10} = 10^{-12} \times 10^{9.1} = 1.26 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

Diagram illustrating the relationship between sound intensity and power:

Intensity sonore (W/m^2) is related to Power (P) and Distance (d) by the equation:

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


Which can be rearranged to:

$$P = I \times 4\pi d^2$$

$$P = 1.26 \times 10^{-3} \times 4\pi \times 9384^2 = 1.39 \times 10^6 \text{ W}$$

Donc P est bien 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*).

$$\text{Pour une distance } d_1=d : I_1 = \frac{P}{4\pi \times d^2}$$

$$\text{Pour une distance } d_2=2d : I_2 = \frac{P}{4\pi \times (2d)^2} = \frac{P}{4\pi \times 4d^2} = \frac{I_1}{4}$$

Si la distance double, l'intensité sonore est divisée par 4 donc le niveau sonore baisse de 3dB + 3 dB = 6 dB

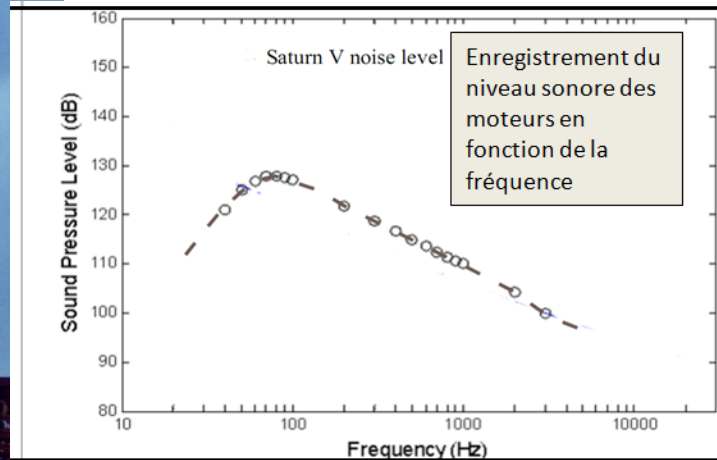
1-3. Montrer que le niveau sonore à 600 km est bien de l'ordre de 55 dB.

$$I = \frac{P}{4\pi \times d^2} = \frac{1.39 \times 10^6}{4\pi \times (600 \times 10^3)^2} = 3.08 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

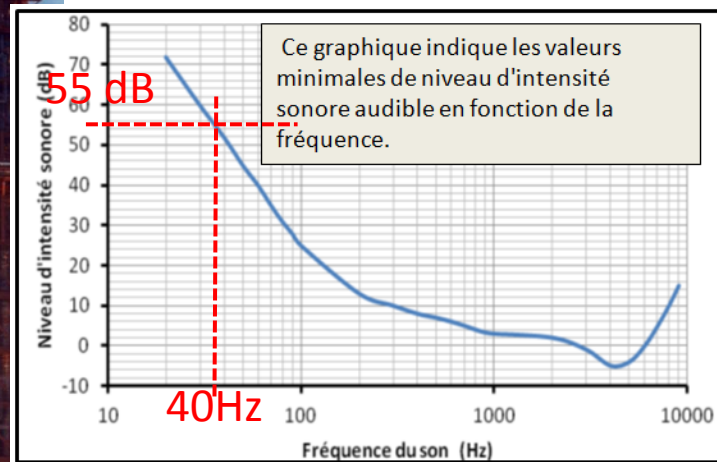
$$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \times \log\left(\frac{3.08 \times 10^{-7}}{10^{-12}}\right)$$

$$L = 54.9 \text{ dB} \approx 55 \text{ dB}$$

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



D'après ce graphe Saturn 5 émet des bruits dans un domaine de fréquence compris entre 20 Hz et 10000 Hz

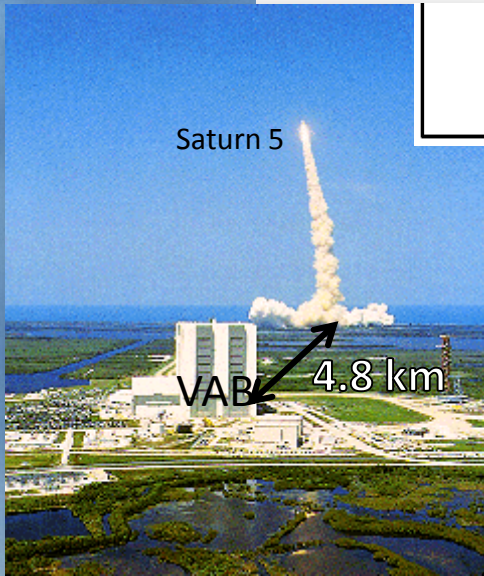


D'après ce graphe, on ne peut donc pas percevoir les sons graves en dessous d'environ 40 Hz. Les fréquence les mieux perçues seront autour de 1000 Hz.

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

Échelle de niveaux sonores:

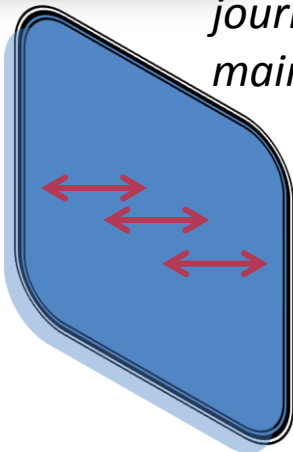
Niveau sonore (dB)	0	60	85	90	120
Effet sur l'auditeur	Limite d'audibilité	Bruit gênant	Seuil de risque	Seuil de danger	Seuil de douleur



C'était un niveau sonore très élevé et au-delà du seuil de danger

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 ?

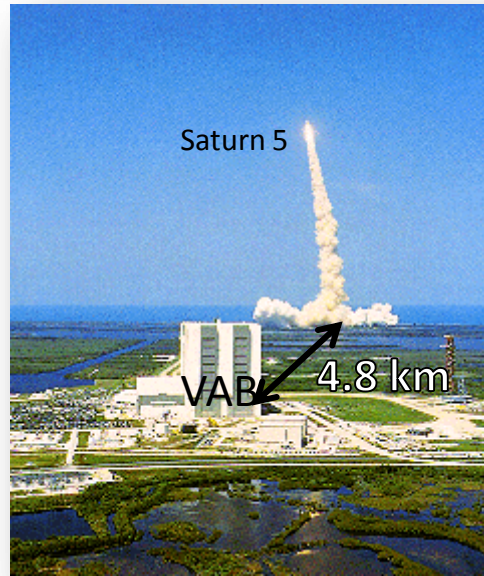
« la baie vitrée a commencé à trembler si violemment que le journaliste Walter Cronkite a dû la maintenir en place avec ses mains »



Cela signifie que les vibrations induites par la pression de l'air étaient horizontales. Cela montre que l'onde sonore est une onde longitudinale.

Les vibrations de pression de l'air étaient si fortes (grande amplitude de l'onde) qu'ils ont ressenti physiquement ces vibrations sur leur corps.

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



« Des tremblements ont d'abord secoué le bâtiment, puis **10 s** plus tard est arrivé le bruit. »

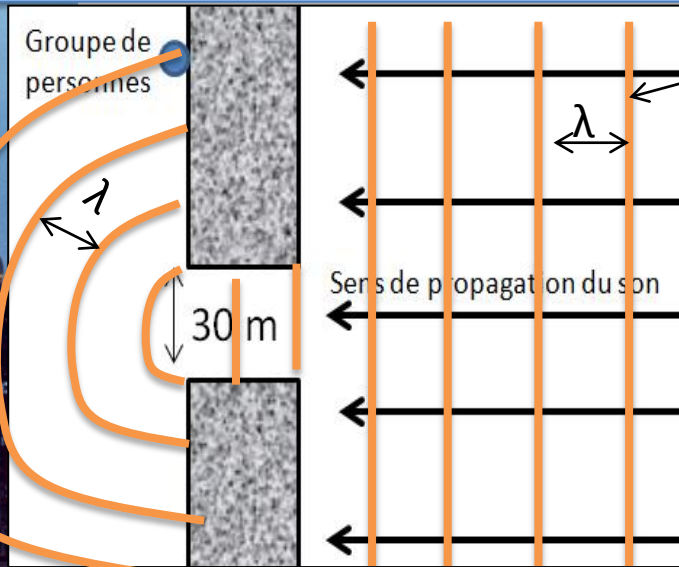
durée de propagation du son entre la fusée et le VAB:

$$d = v_1 \times \Delta t_1 \quad \Delta t_1 = \frac{d}{v_1} = \frac{4800}{340} = 14 \text{ s}$$

Donc le tremblement a mis $\Delta t_2 = 14 - 10 = 4 \text{ s}$ pour parvenir au VAB

$$d = v_2 \times \Delta t_2 \quad v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} = \frac{4800}{4} = 1200 \text{ m/s}$$

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.



Front d'onde

L'onde sonore passe à travers une « fente », il y aura donc possibilité d'un **phénomène de diffraction** si la largeur de la fente est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde.

Pour les basses fréquences $f = 20 \text{ Hz}$

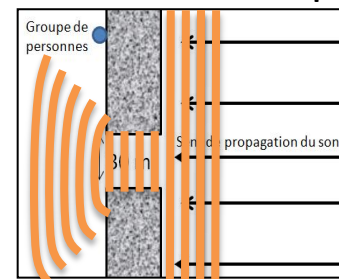
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{20} = 17 \text{ m}$$

L'onde sera bien diffracté et la « fente » se comporte comme une source ponctuelle

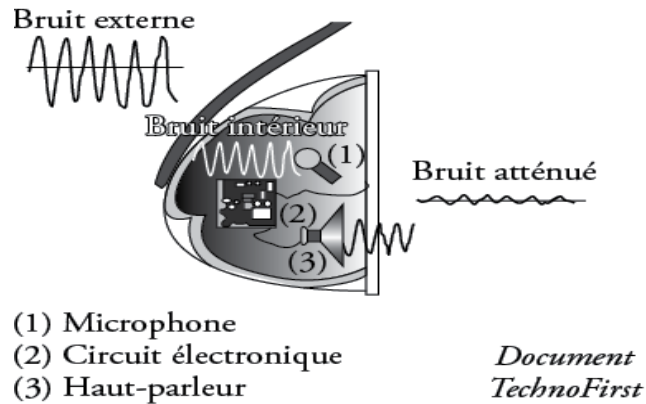
Pour les hautes fréquences $f = 10000 \text{ Hz}$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{10000} = 0.034 \text{ m}$$

L'onde sera plutôt diaphragmée et la « fente » ne se comporte pas comme une source ponctuelle



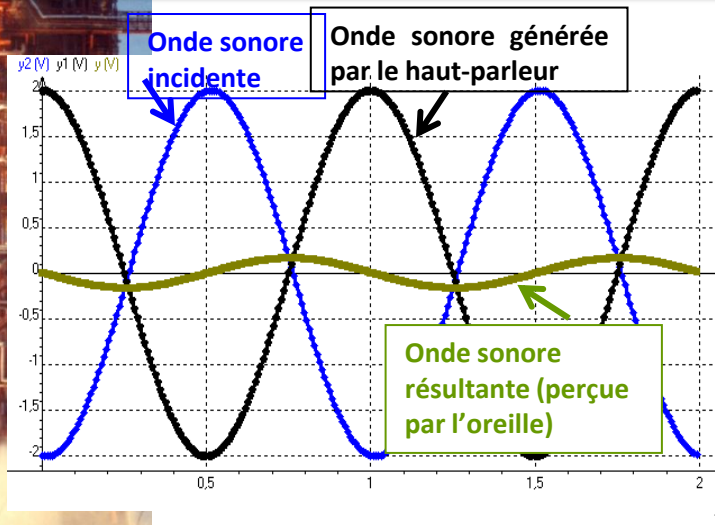
4-1. Nommer le phénomène ondulatoire utilisé par la technologie « ANR » pour réduire le bruit reçu.



« 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 »

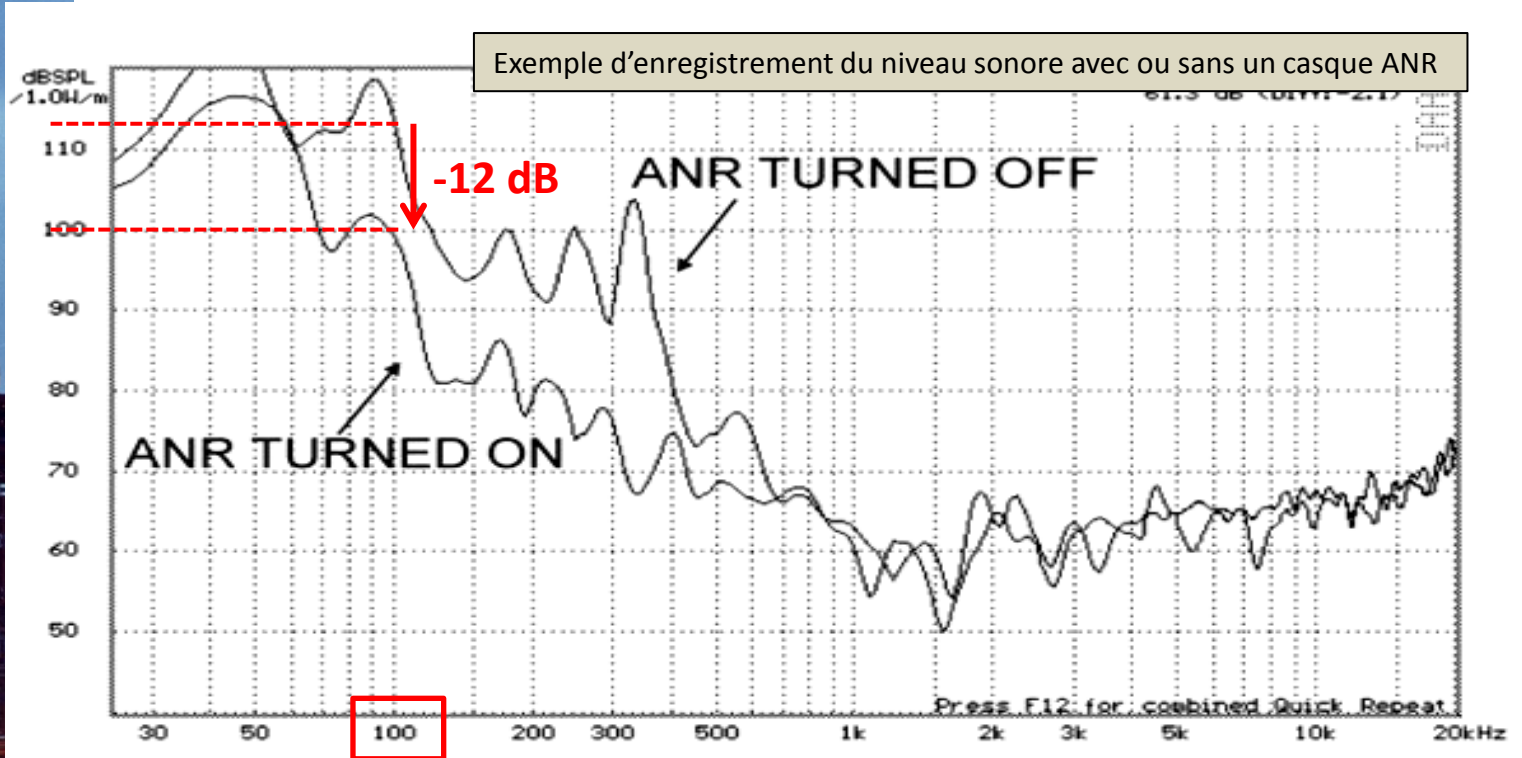
La technologie « ANR » réduit le bruit en utilisant le phénomène d'**interférence destructive** des ondes sonores.

4-2. Expliquer théoriquement et à l'aide de schémas simples comment ce phénomène peut annuler la perception d'une onde progressive sinusoidale.



Le son direct se superpose au son généré par le petit haut-parleur du casque. L'amplitude des deux ondes sonores s'additionne. Le « contre bruit » est produit avec un retard temporel proche de $(2k+1)T/2$ par rapport au bruit. Ainsi l'amplitude du son résultant est réduite.

4-3. Montrer que pour une fréquence sonore de fréquence 100 Hz ce casque diminue l'intensité sonore environ par 16.



Il y a une baisse du niveau sonore d'environ 12 dB

-3 dB \leftrightarrow intensité divisée par 2

-12 dB = 4x -3 dB \leftrightarrow intensité divisée par $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$

ce casque diminue donc l'intensité sonore environ par 16 pour une fréquence de 100 Hz.