Corrigé n° 2 :

1. a) Le niveau sonore L, à la distance d = 10 m, s'écrit : $L = 10\log\frac{I}{I_0}$

avec I : intensité acoustique à la distance d = 10 m

On en déduit : $\boxed{I = I_0\,10^{\frac{L}{10}}}$ A.N. : $I \cong 1\times10^{-6}\ W.m^{-2}$

b) La puissance sonore se répartit sur une surface sphérique de rayon d = 10 m si l'éolienne émet de façon homogène dans toutes les directions.

$\boxed{I = \frac{W}{4\pi d^2}}$ A.N. : $W \cong 1{,}3\times10^{-3}\ W$

2. a) Des sources sonores, placées côte à côte, additionnent leur puissance sonore et leur intensité sonore.

On a donc : $\boxed{I_T = \frac{30\ W}{4\pi d^2} = 30\ I}$ A.N. : $I_T \cong 3\times10^{-5}\ W.m^{-2}$

b) Le niveau sonore s'écrit successivement : $L_T = 10\log\frac{I_T}{I_0} = 10\log\frac{30\times I}{I_0}$

On obtient : $\boxed{L_T = 10\log 30 + L}$ A.N. : $L_T \cong 75\ dB$

3. Soit d_0 la distance cherchée et L_0 le niveau sonore souhaité. On écrit :

$L_0 = 10\log\frac{1}{I_0}\times\frac{30\ W}{4\pi d_0^2}$; on en déduit : $\boxed{d_0^2 = \frac{30\ W}{10^{\frac{L_0}{10}}\times4\pi\times I_0}}$ A.N. : $d_0 \cong 1{,}7\ km$

Remarque : La multiplication par 30 de la puissance sonore relative à une éolienne se traduit par une augmentation du niveau sonore de 15 dB (ce qui correspond au terme 10 log30)

A la distance cherchée d_0, une seule éolienne doit donc créer un niveau sonore de 15 dB afin que le niveau résultant relatif au parc d'éoliennes atteigne 30 dB !

On écrit, alors : $15\ dB = 10\log\frac{1}{I_0}\times\frac{W}{4\pi d_0^2}$ (1)

On avait, à la distance d : $60\ dB = 10\log\frac{1}{I_0}\times\frac{W}{4\pi d^2}$ (2)

(2) – (1) donne : $60 - 15 = 10\log\frac{d_0^2}{d^2}$ (3) soit : $\frac{60-15}{20} = \log\frac{d_0}{d}$ (3)

puis : $\frac{d_0}{d} = 10^{\frac{45}{20}}$ (3) et, enfin : $\boxed{d_0 = d\times10^{\frac{45}{20}}}$ A.N. : $d_0 \cong 1{,}8\ km$

Ce dernier calcul est un peu moins « précis » car l'augmentation de 15 dB du niveau sonore est arrondi mais il donne un bon ordre de grandeur.

b) *Remarque* :

Le niveau sonore, à D = 1 km du site peut se calculer :

$$L_M = 10\log\frac{1}{I_0}\times\frac{W}{4\pi D^2} \quad : \quad \text{on trouve : } L_M \cong 35\text{ dB}$$

Ce résultat est cohérent avec ceux que nous avons obtenu, précédemment.

L'intensité sonore, au point M est $I_M = I_0 \times 10^{\frac{L_M}{10}}$

Derrière la paroi, l'intensité sonore est : $I_{tr} = I_0 \times 10^{\frac{L_0}{10}}$

Le coefficient de transmission de la paroi s'écrit, alors :

$$\tau = \frac{I_{tr}}{I_i} = \frac{\cancel{I_0} \times 10^{\frac{L_0}{10}}}{\cancel{I_0} \times 10^{\frac{L_M}{10}}} = 10^{\frac{L_0 - L_M}{10}}$$

ce qui donne, pour le taux d'affaiblissement T_A de la paroi :

$$T_A = 10\log\frac{1}{\tau} = -10\log\left(10^{\frac{L_0 - L_M}{10}}\right) = -10\,\frac{L_0 - L_M}{10}$$

On obtient, alors : $\boxed{T_A = L_M - L_0}$ A.N. : $T_A \cong 4$ dB

Remarque : T_A est aussi appelé l'isolement brut de la paroi.