

Chorale et orgue

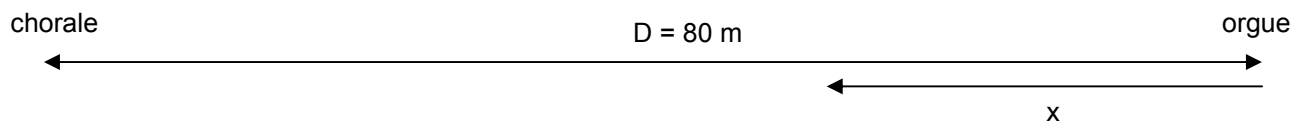
Une chorale est placée dans le chœur d'une cathédrale alors que l'orgue est situé au-dessus de l'entrée, à 80 m de la chorale. **L'organiste règle son jeu sur le son qui lui parvient du chœur.**

A quelle distance maximale de l'orgue les auditeurs doivent-ils être placés pour que les deux mélodies soient décalées d'une durée inférieure à 0,1 s ?

Solution

Soient :

- $D = 80$ m la distance entre l'orgue et la chorale,
- x la distance entre l'auditeur et l'orgue,
- c la célérité du son.



Soit τ le retard que l'orgue possède sur la chorale. Le retard est égal au temps qu'il faut au son pour

parcourir la distance D . $c = \frac{D}{\tau}$, donc $\tau = \frac{D}{c}$,

Supposons qu'à $t = 0$, la chorale entame le morceau musical.

L'auditeur perçoit le début du morceau musical au bout d'un temps qui est la durée de propagation du son pour aller de la chorale à lui.

C'est-à-dire au bout d'une durée $\frac{D-x}{c}$.

A quel instant l'auditeur perçoit-il le début du morceau musical provenant de l'orgue ?

Le morceau musical commence, pour l'orgue, avec un retard de τ (voir plus haut). C'est-à-dire à $t = \tau$.

Or l'auditeur le perçoit $\frac{x}{c}$ après son émission par l'orgue. Donc à $t = \tau + \frac{x}{c}$.

Puisqu'il perçoit le signal de la chorale à l'instant $\frac{D-x}{c}$ et celui de l'orgue à l'instant $\tau + \frac{x}{c}$, le décalage entre

les deux est égal à $\left(\tau + \frac{x}{c}\right) - \left(\frac{D-x}{c}\right)$.

En remplaçant τ par $\frac{D}{c}$, le décalage s'écrit $\left(\frac{D}{c} + \frac{x}{c}\right) - \left(\frac{D-x}{c}\right)$, c'est-à-dire, après simplification, $\frac{2x}{c}$.

Le décalage devant rester inférieur à 0,10 s, on a $\frac{2x}{c} < 0,10$ s, c'est-à-dire $x < \frac{c \times 0,10}{2}$.

La valeur maximale de la distance à l'orgue est donc $\frac{c \times 0,10}{2}$, c'est-à-dire $\frac{340 \times 0,10}{2} = 17$ m.

Méthode bien plus rapide pour déterminer que le décalage est de $\frac{2x}{c}$:

Lorsque le son de la chorale atteint les auditeurs, ceux-ci doivent encore attendre que le son atteigne l'orgue, puis que le son de l'orgue arrive jusqu'à eux. Cela équivaut au temps que met le son pour faire un aller retour entre les auditeurs et l'orgue. C'est-à-dire au temps que met le son pour parcourir la distance $2x$. C'est-à-dire à une durée $\frac{2x}{c}$.