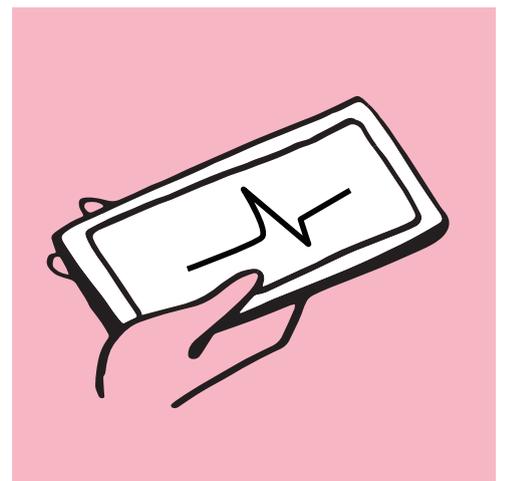
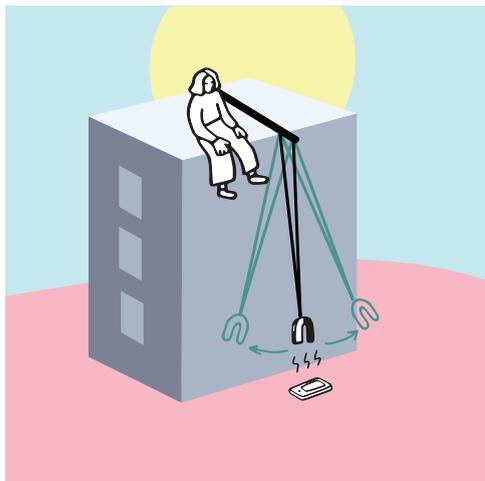
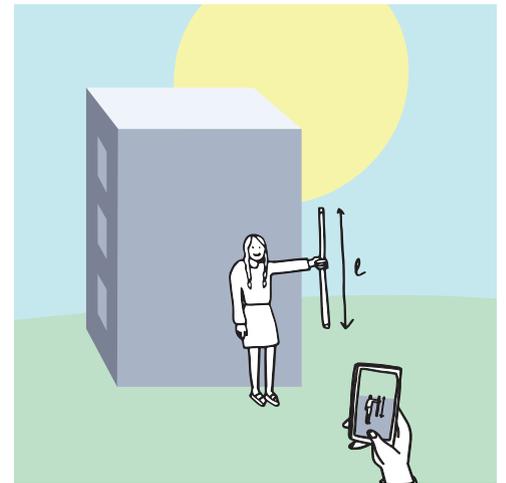


# La sélection **ACCOUSTIQUE**

Toutes les méthodes mêlant  
acoustique et smartphones  
pour déterminer la hauteur  
d'un bâtiment.



Découvrez **Le Smartphone Physics Challenge** sur [VULGARISATION.FR](http://VULGARISATION.FR)

équipe « La Physique Autrement » (Université Paris-Saclay)



Précision : moyenne



Difficulté : minimale

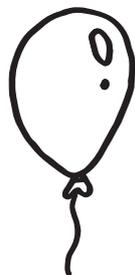
# N°39.

# Chronomètre sonore

## Formule

$$H = v \frac{\delta t}{2}$$

## Matériel

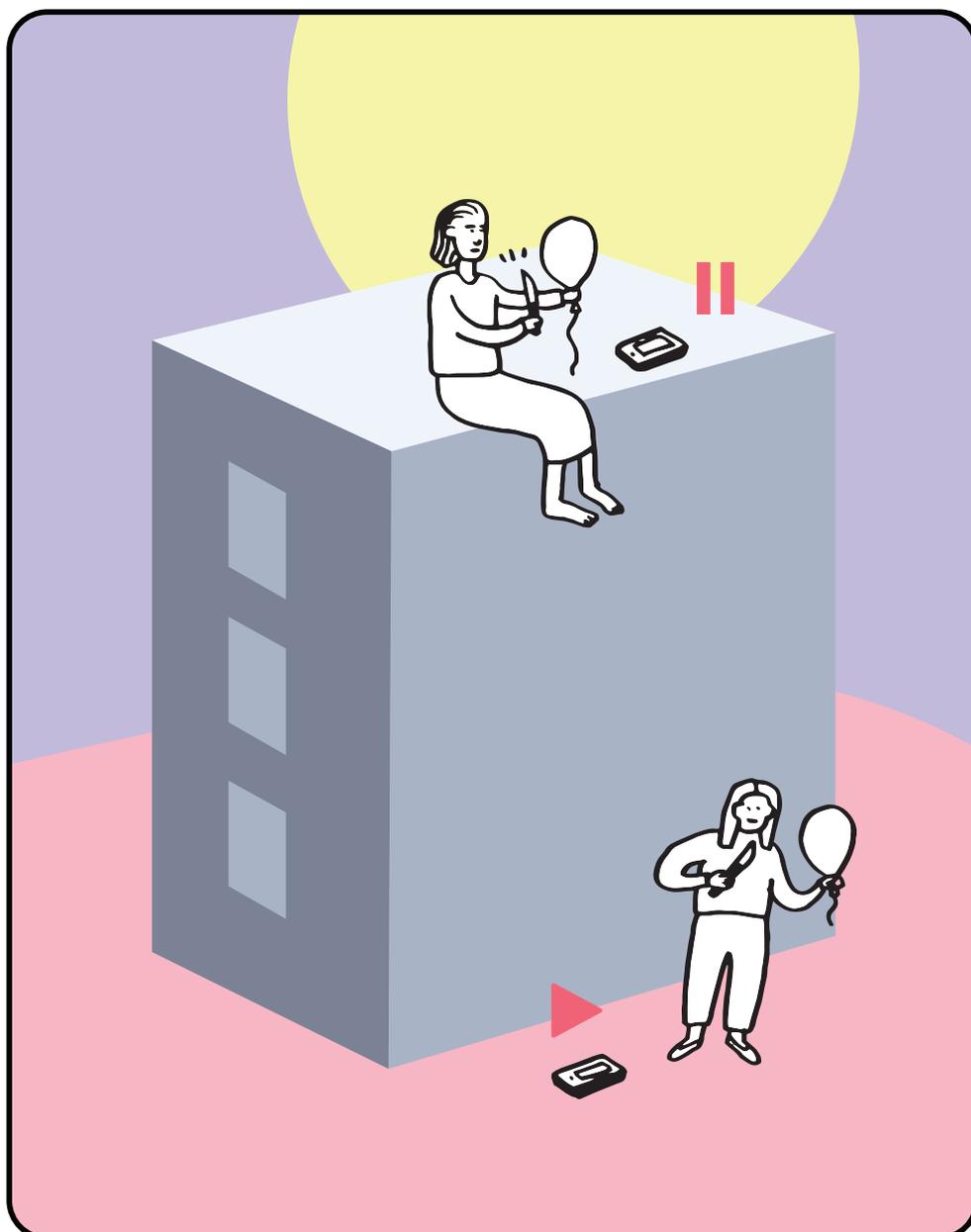


2 ballons

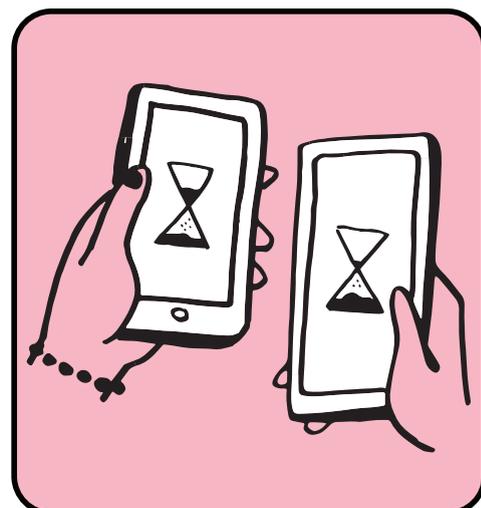


Capteur : **micro**

2 smartphones



Installez une application de chronomètre sonore sur les smartphones (Phyphox par exemple). Lancez l'application, un smartphone en bas du bâtiment, un en haut. Déclenchez les chronomètres en faisant éclater un ballon en bas, puis arrêtez les chronomètres en faisant éclater un ballon en haut.



$v$  = vitesse du son,  $\delta t$  = différence entre les deux chronomètres



Précision : haute



Difficulté : basse

# N°40.

# Enregistrement

## Formule

$$H = vt$$

## Matériel

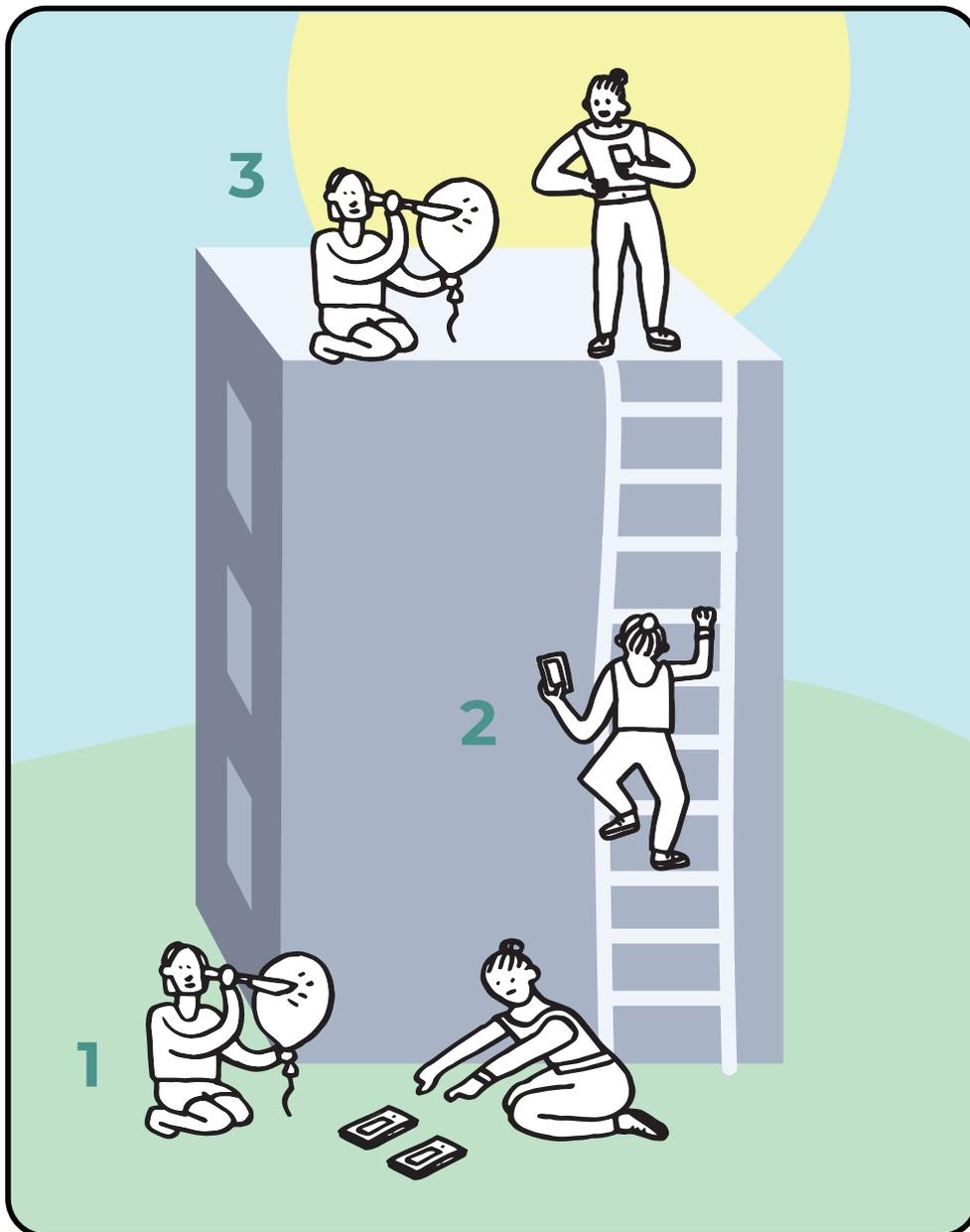


2 ballons

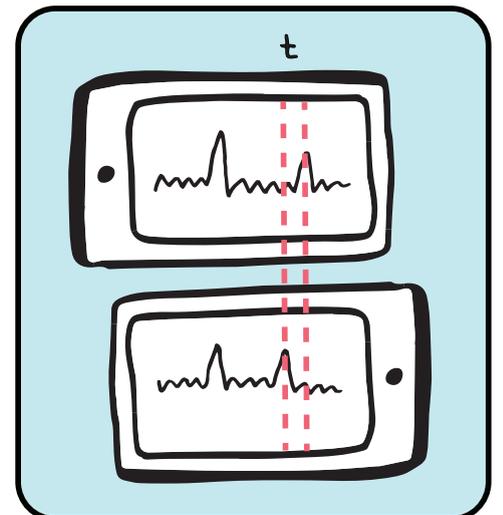


Capteur : **micro**

2 smartphones



Lancez un enregistrement sur les deux smartphones en bas du bâtiment, et faites éclater un ballon. Sans arrêter les enregistrements, monter un smartphone en haut du bâtiment et faites éclater un second ballon. Le premier pop synchronise les deux enregistrements, le second donne la hauteur du bâtiment.



v = vitesse du son, t = temps entre les deux seconds pops



Précision : minimale



Difficulté : basse

# N°41.

# Coup de fil

## Formule

$$H = vt$$

## Matériel

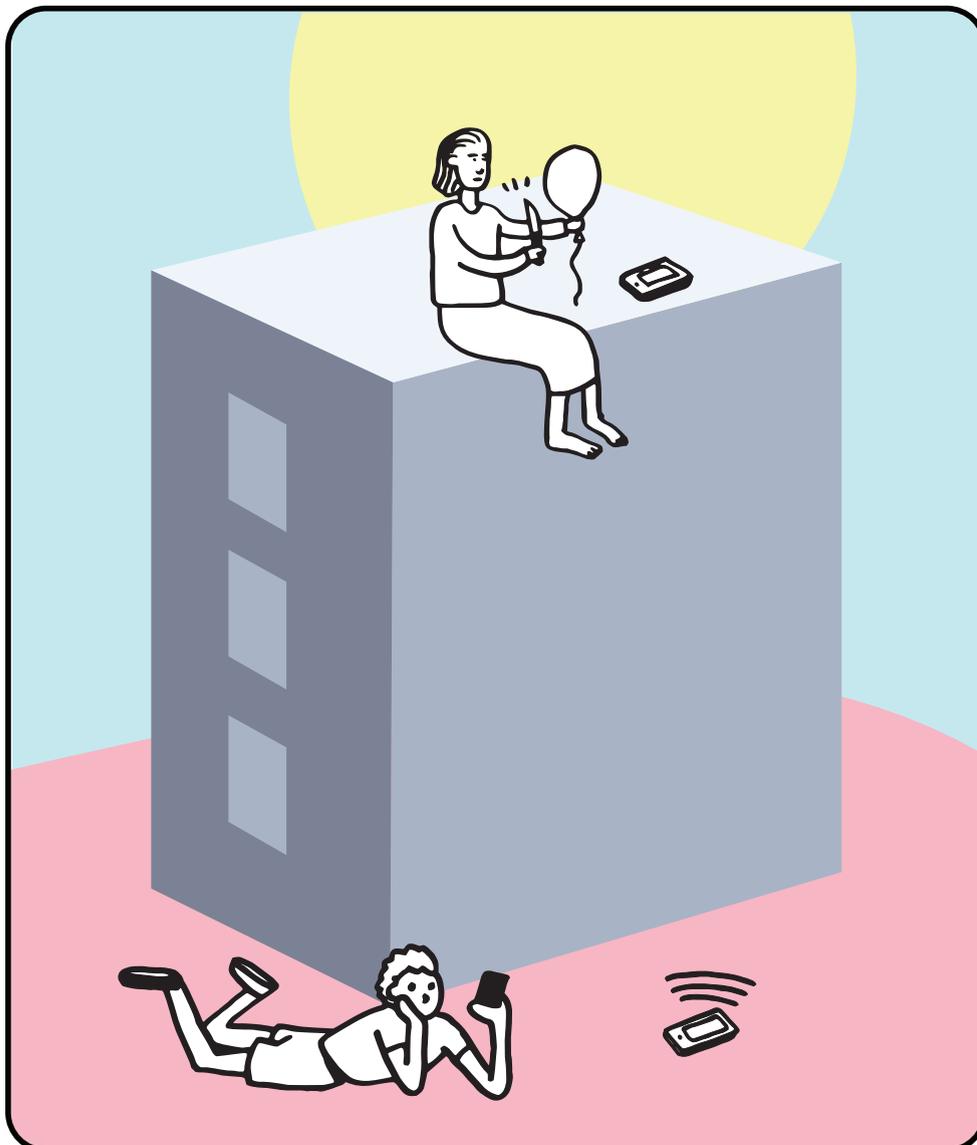


1 ballon



Capteurs :  
**micro, téléphone**

3 smartphones



Postez-vous en bas du bâtiment, et téléphonez à une personne en haut. Mettez votre smartphone en haut-parleur, et lancez un enregistrement sur le troisième smartphone. La personne en haut fait éclater un ballon. Sur l'enregistrement, mesurez le temps entre le pop venant du haut-parleur et le pop venant du ballon.

$v$  = vitesse du son,  $t$  = temps entre les deux pops



*Cette méthode suppose une connexion instantanée entre les deux téléphones ...*



# N°42. Écho

Précision : minimale



Difficulté : minimale

## Formule

$$H = v \frac{t}{2}$$

## Matériel

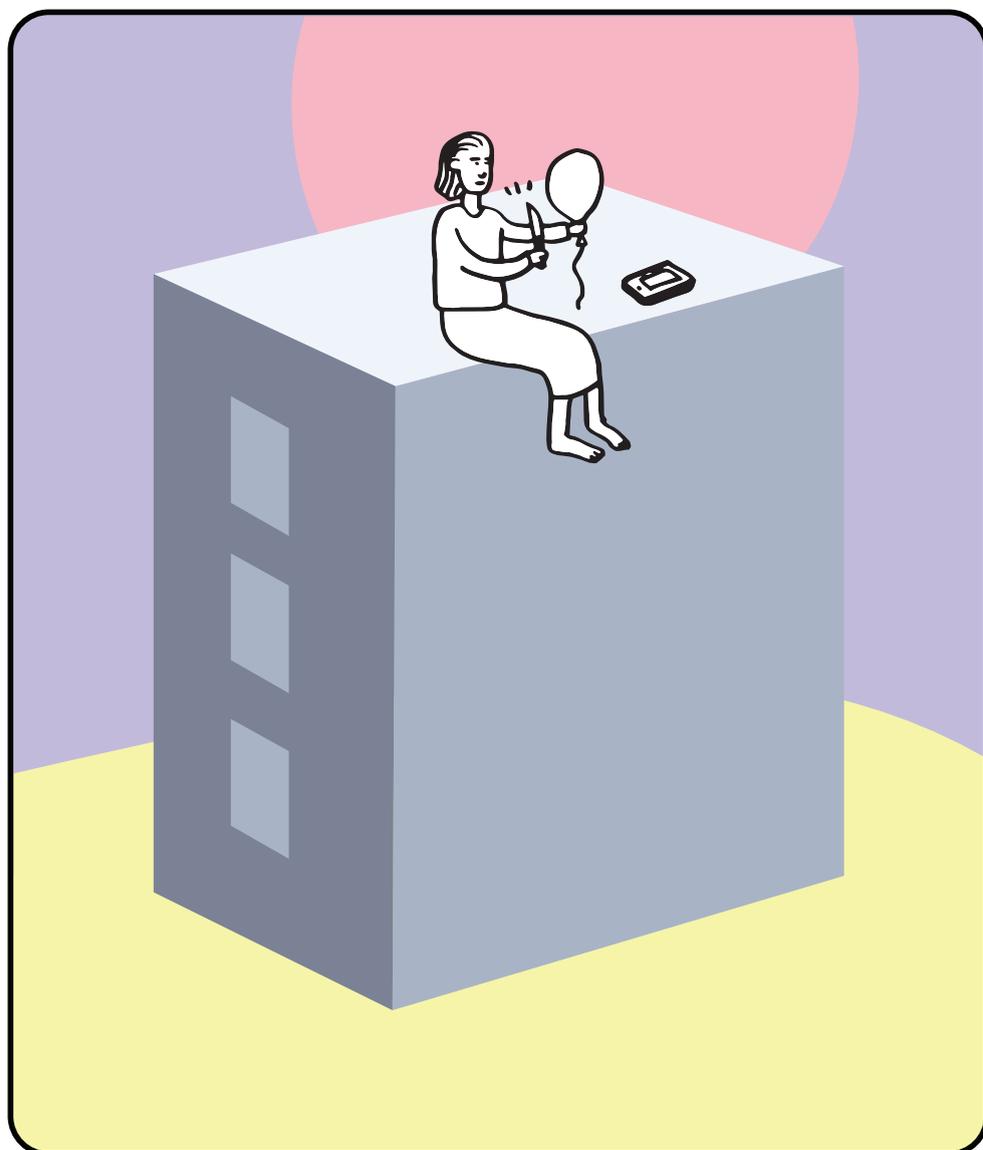


1 ballon



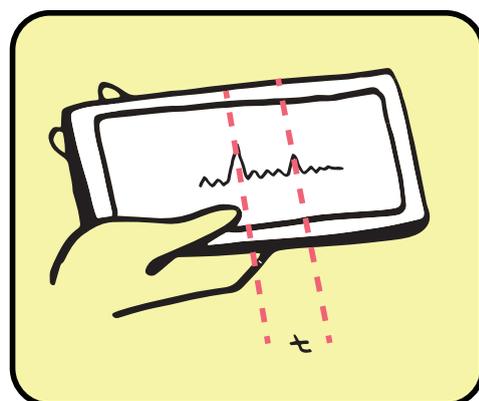
Capteur : **micro**

1 smartphone



Postez-vous en haut du bâtiment. Lancez un enregistrement sur le smartphone, et faites éclater un ballon. Mesurez le temps entre le pop du ballon et son écho.

$v$  = vitesse du son,  $t$  = temps entre le pop et l'écho



Encore faut-il qu'il y ait un écho.



Précision : haute



Difficulté : basse

# N°43. Slow motion

## Formule

$$H = vt$$

## Matériel

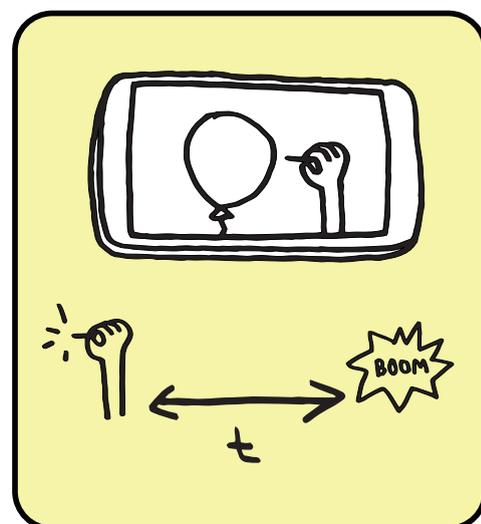
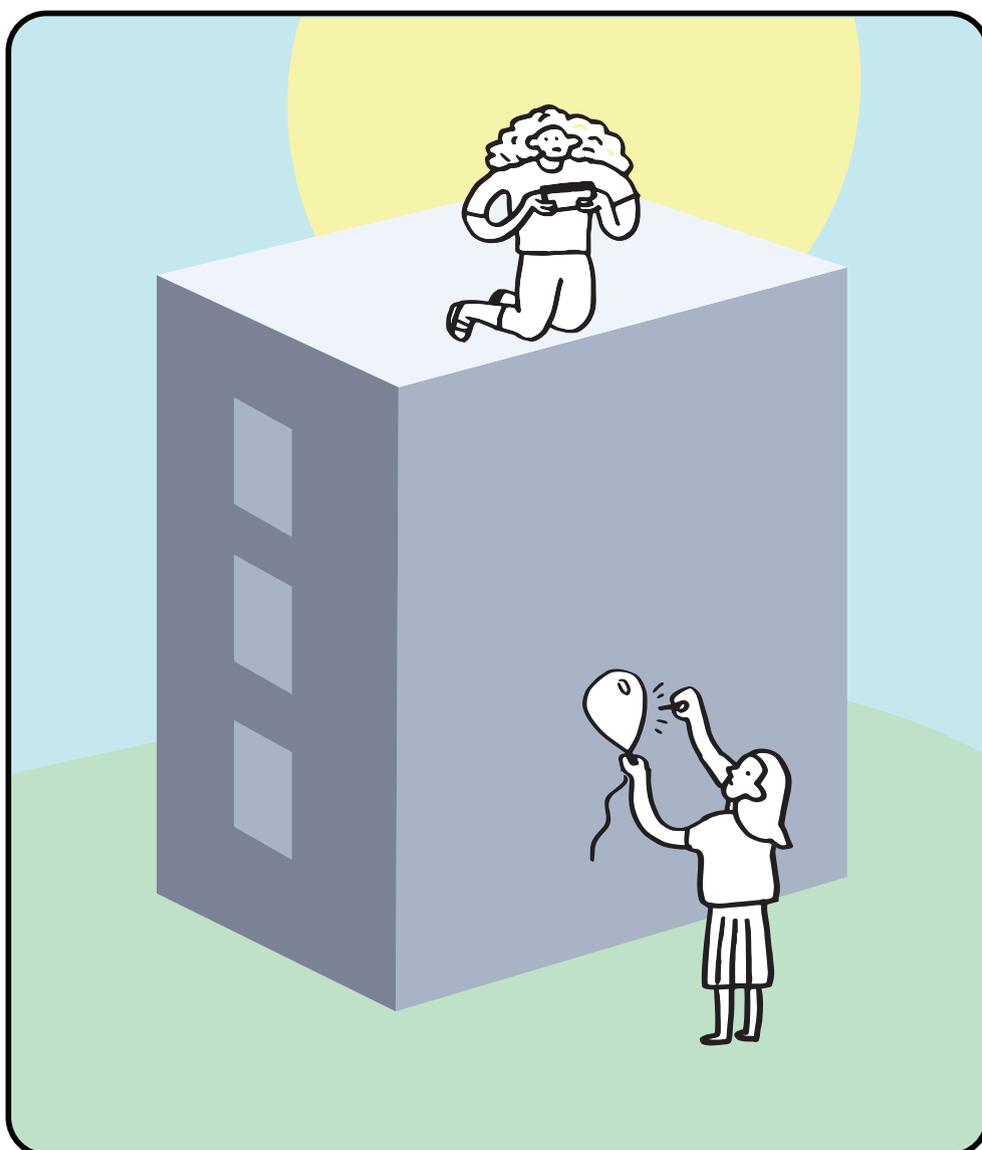


1 ballon



Capteurs :  
**caméra, micro**

1 smartphone avec  
slow motion sonorisé



Enregistrez du haut du bâtiment en «slow motion» l'éclatement d'un ballon en bas du bâtiment. Mesurez le temps écoulé entre l'image et le son du ballon qui éclate.

$v$  = vitesse du son,  $t$  = temps entre l'image du pop et le son du pop

*Certains smartphones n'enregistrent pas le son en slow-motion.*



Précision : haute



Difficulté : haute

# N°44.

# Déphasage d'une note

## Formule

$$H = \Phi \frac{v}{2\pi f}$$

## Matériel

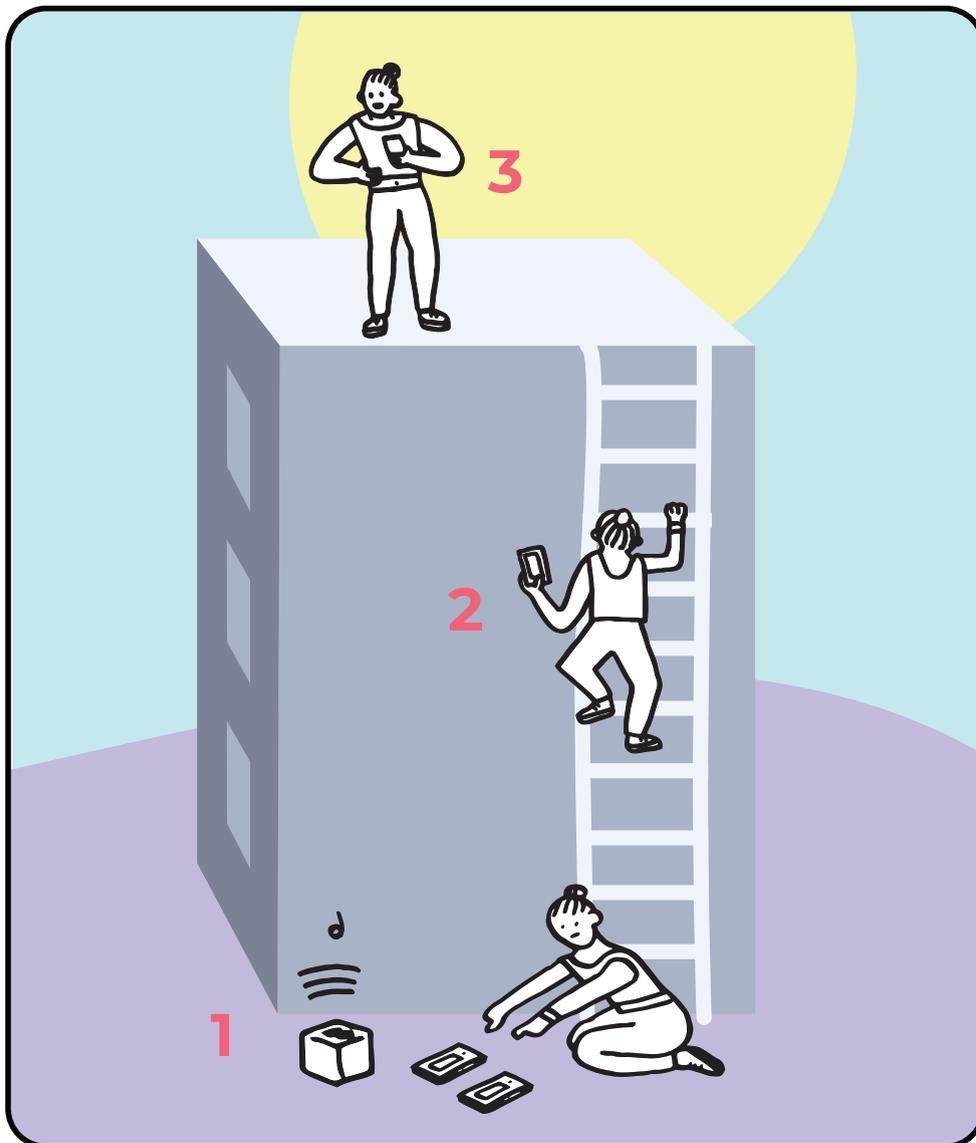


1 haut-parleur bluetooth



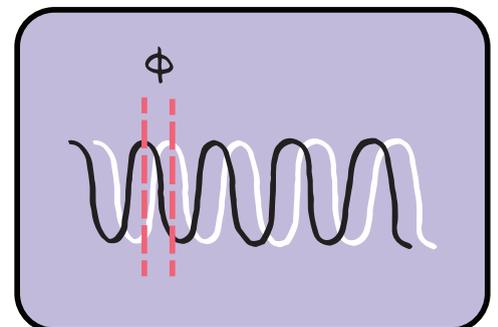
Capteur : **micro**

2 smartphones



Posez le haut-parleur en bas du bâtiment, et émettez une note en continu. Lancez des enregistrements sur les smartphones. L'un reste en bas. Montez jusqu'en haut du bâtiment par l'escalier de secours avec le second smartphone. Comparez les enregistrements pour déterminer le déphasage entre le haut et le bas du bâtiment.

$v$  = vitesse du son,  $f$  = fréquence,  $\Phi$  = différence de phase en radian



Évitez les fréquences trop élevées qui ont des longueurs d'onde trop courtes.



Précision : haute



Difficulté : haute

# N°45.

# Déphasage de notes

## Formule

$$H = \frac{d\Phi}{df} \frac{v}{2\pi}$$

## Matériel

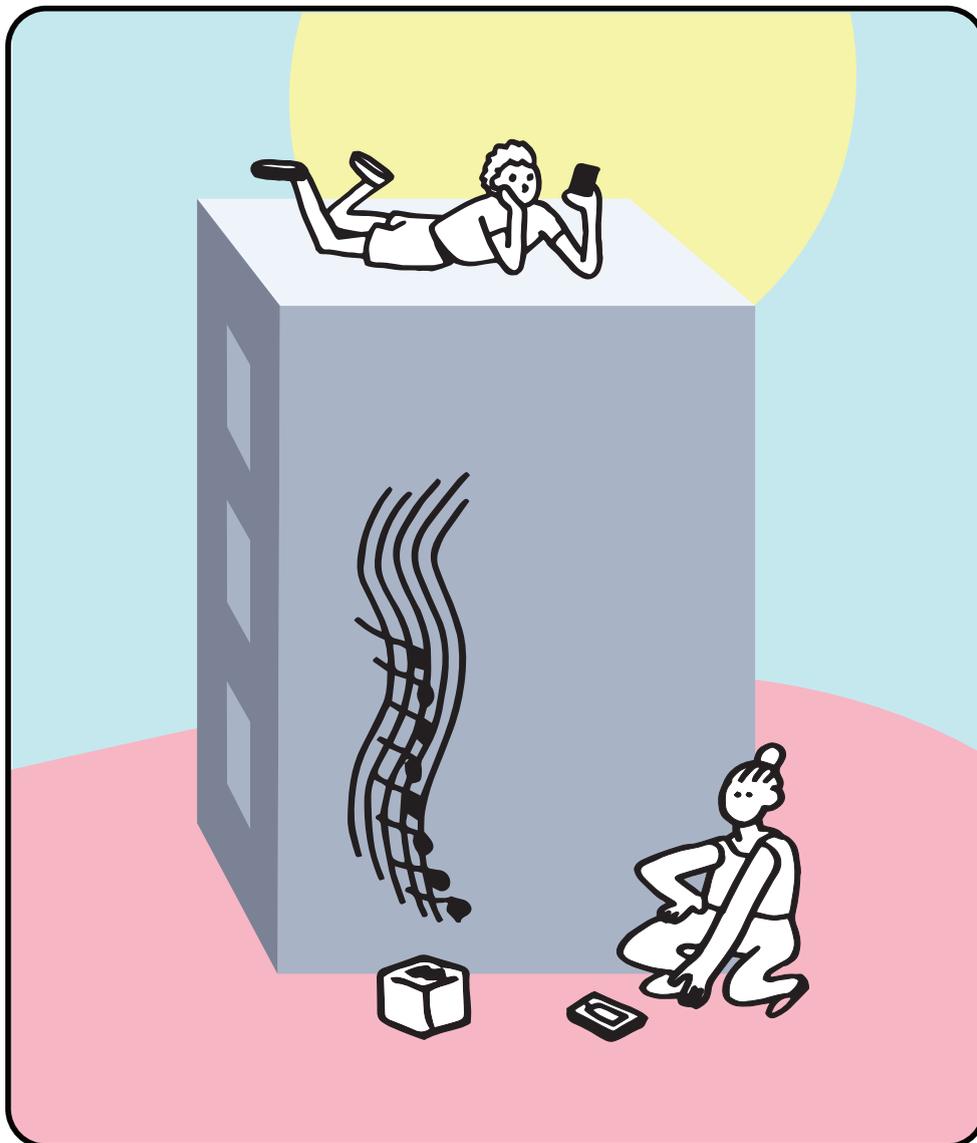


1 haut-parleur bluetooth



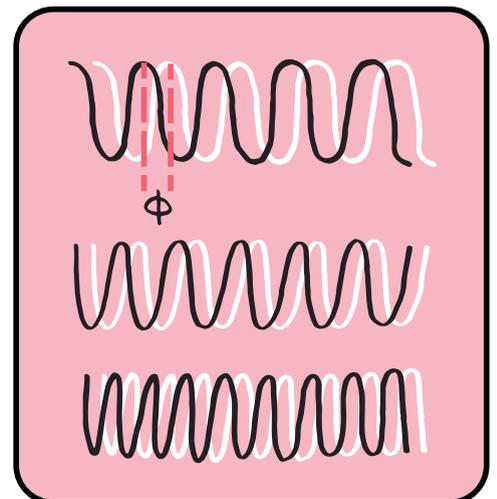
Capteur : **micro**

2 smartphones



Posez le haut-parleur en bas du bâtiment, et émettez une note en continu. Lancez des enregistrements sur les smartphones, l'un en haut, l'autre en bas. Comparez les enregistrements pour déterminer le déphasage quand la fréquence de la note émise varie.

$v$  = vitesse du son,  $f$  = fréquence,  $\Phi$  = différence de phase en radian



*L'analyse des résultats n'est pas immédiate et demande une certaine technicité.*



Précision : haute



Difficulté : haute

# N°46.

# Déphasage latéral

## Formule

$$H = \frac{\pi f}{v} \frac{1}{\frac{\Delta\Phi}{\Delta d^2}}$$

## Matériel

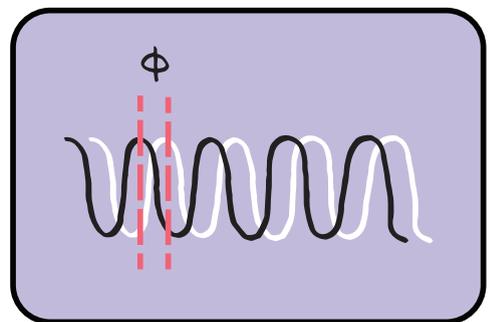
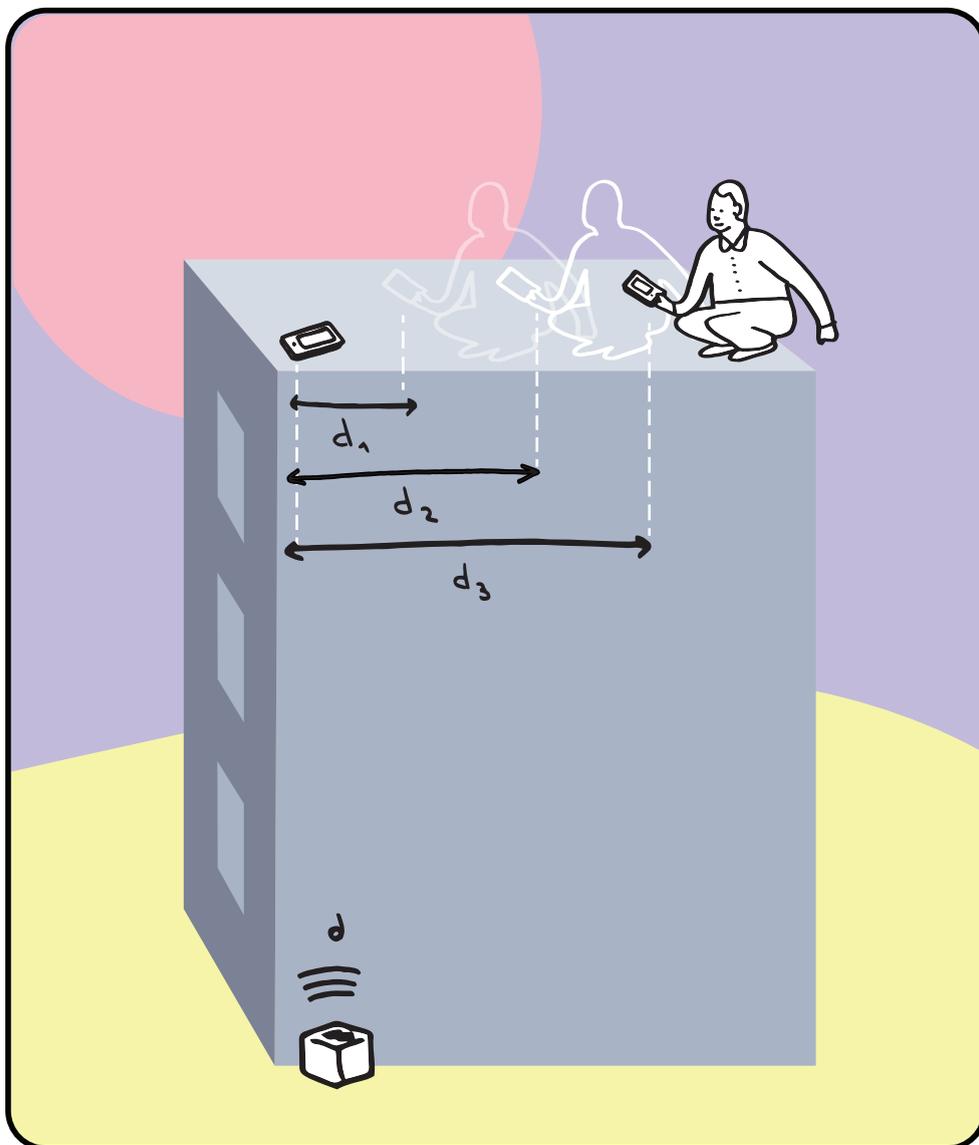


1 haut-parleur bluetooth



Capteur : **micro**

2 smartphones



Posez le haut-parleur en bas du bâtiment, et émettez une note continue. Lancez des enregistrements sur les smartphones placés en haut du bâtiment à la verticale du haut-parleur. Déplacez l'un des smartphones latéralement. Comparez les enregistrements pour déterminer le déphasage entre le son enregistré par les smartphones.

$v$  = vitesse du son,  $f$  = fréquence,  
 $\Phi$  = différence de phase en radian,  
 $d$  = distance entre les smartphones

La formule est valable pour  $d \ll H$



Précision : moyenne



Difficulté : moyenne

# N°47. Interférences acoustiques

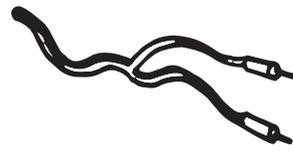
## Formule

$$H = \frac{2df}{v}$$

## Matériel



2 haut-parleurs

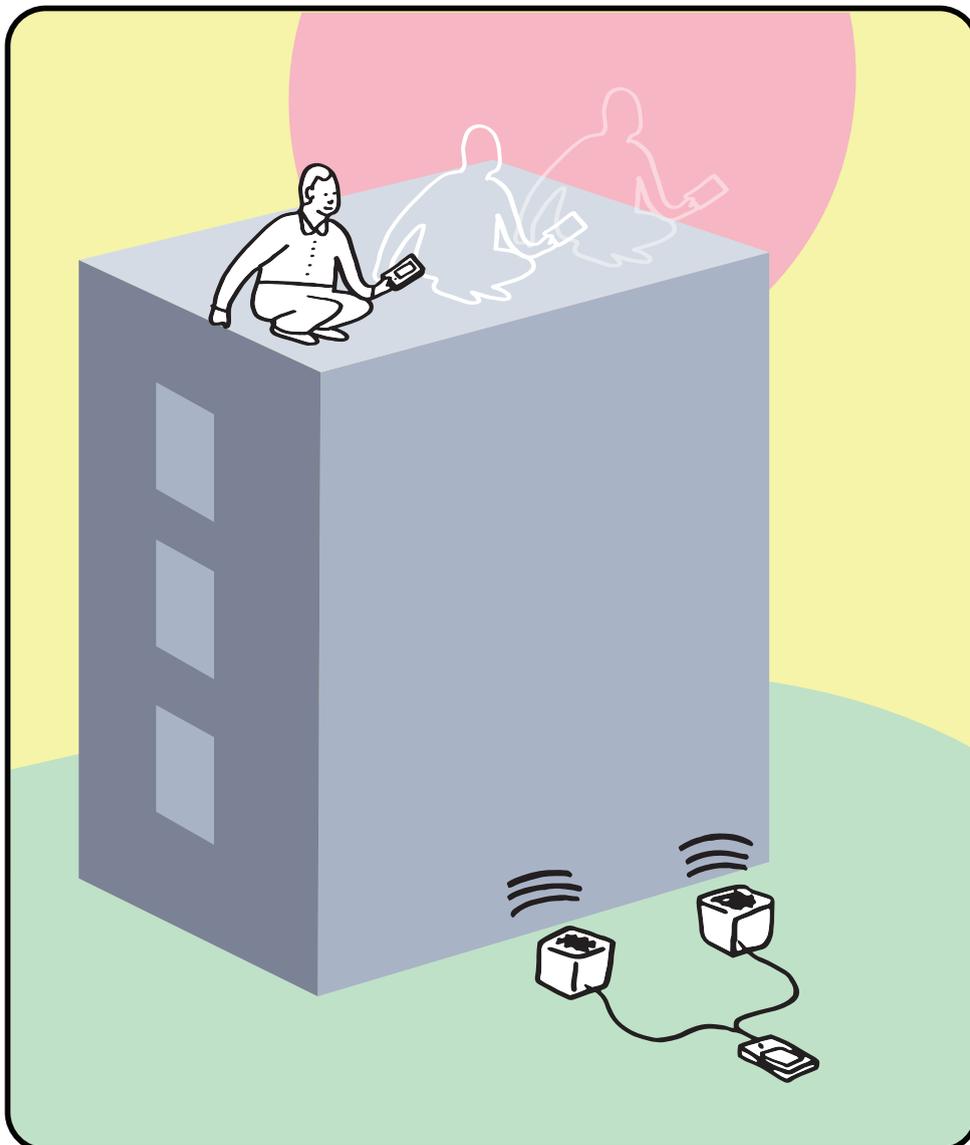


1 dédoubleur  
de prise jack

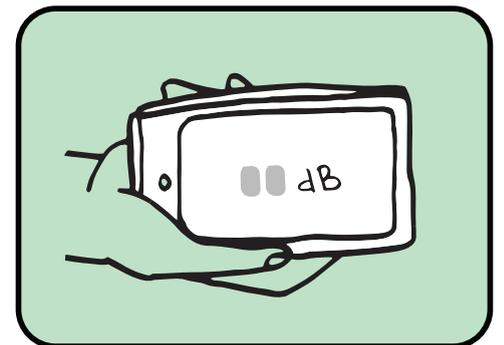


Capteur :  
**micro**

2 smartphones



En reliant les deux haut-parleurs à un smartphone avec le dédoubleur de prise jack, posez les au sol séparés d'une certaine distance, et émettez la même note continue sur les deux appareils.. À la verticale, utilisez un smartphone pour déterminer la distance entre deux minimums d'intensité sonore.



$v$  = vitesse du son,  $f$  = fréquence,  $l$  = distance entre les haut-parleurs,  $d$  = distance entre les deux minimums

la formule est valable pour  $d \ll H$  et  $l \ll H$



Précision : haute



Difficulté : basse

# N°48.

# Résonnance d'un tube

## Formule

$$H = \frac{v}{2f}$$

## Matériel

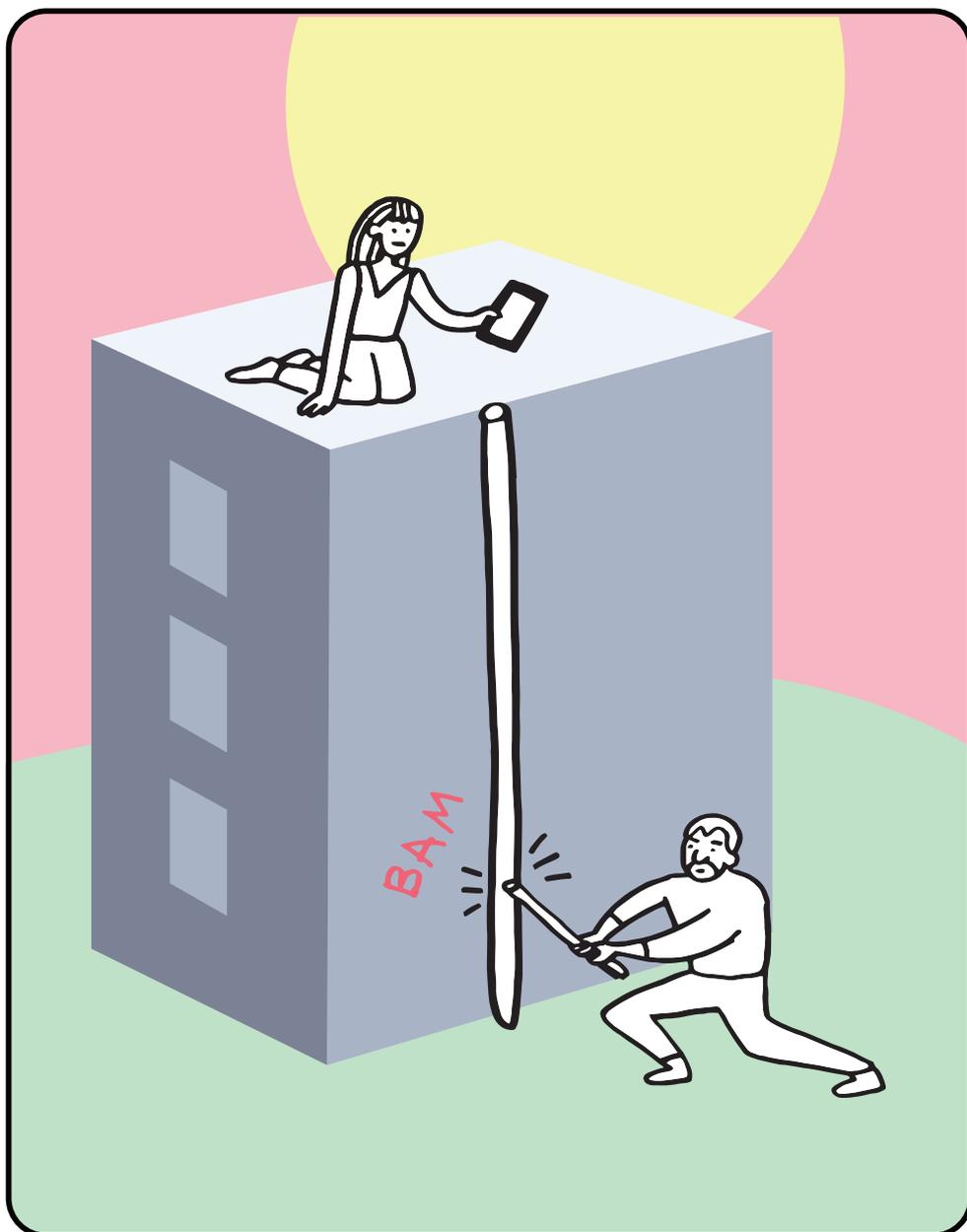


un long tube de la  
hauteur de bâtiment

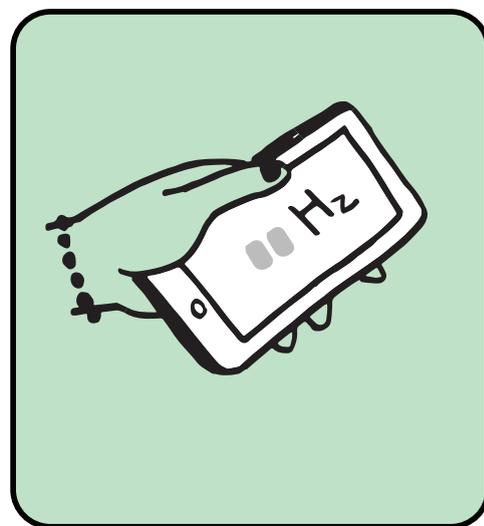


Capteur : **micro**

1 smartphone



Trouvez un tube rigide de la même longueur que la hauteur du bâtiment. Déterminez la note qui peut se propager dans le tube.



v = vitesse du son, f = fréquence



Précision : moyenne



Difficulté : basse

# N°49. Intensité sonore

## Formule

$$H \propto \frac{1}{\sqrt{I}}$$

## Matériel

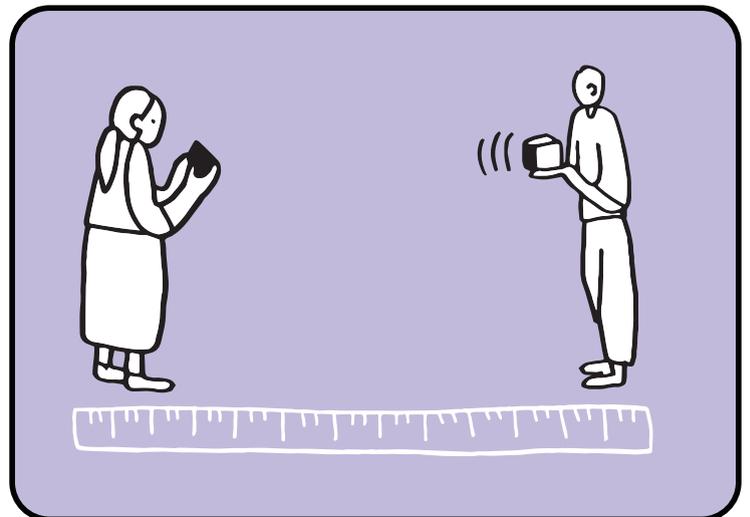
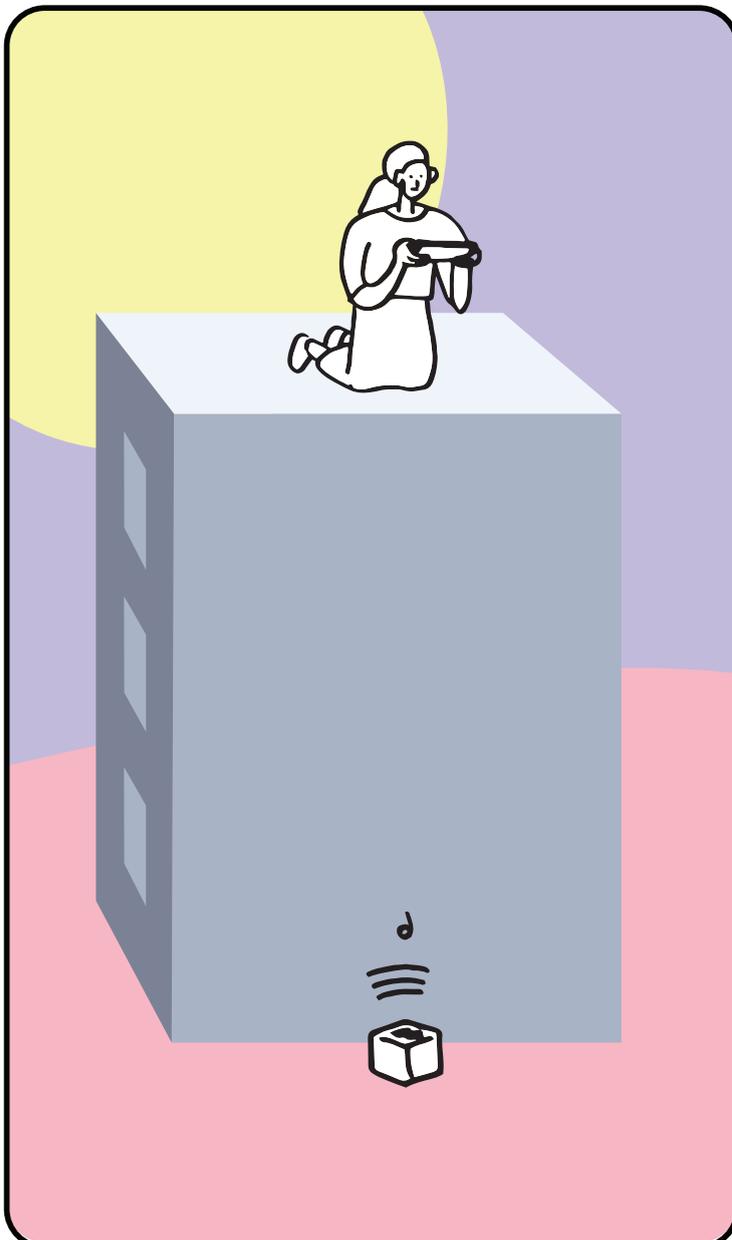


1 haut-parleur



Capteur : **micro**

1 smartphone



Installez le haut-parleur en bas du bâtiment, et mesurez l'intensité sonore en haut. Coupez le son pour déterminer le bruit ambiant. L'intensité varie en  $1/R^2$ , et doit être calibrée auparavant.

I = intensité sonore



Précision: maximale



Difficulté: minimale

# N°61.

# L'architecte

## Formule

$H = H$

## Matériel



Capteur :  
**téléphone**

1 smartphone



Téléphonez à l'architecte du bâtiment, et demandez-lui la hauteur.

Ce projet a été imaginé par Frédéric Bouquet (Université Paris-Saclay) et Giovanni Organtini (Sapienza Università di Roma, Italie).

La physique : Frédéric Bouquet, Giovanni Organtini, Julien Bobroff

La vidéo, les photos, les gif : Amel Kolli

Les illustrations et le graphisme : Anna Khazina

Ce projet a été porté par l'équipe « La Physique Autrement » de l'Université Paris-Saclay et du CNRS. Il a bénéficié du soutien de l'IDEX Paris-Saclay et de la Chaire « La Physique Autrement » portée par la Fondation Paris-Sud et soutenue par le groupe Air Liquide.