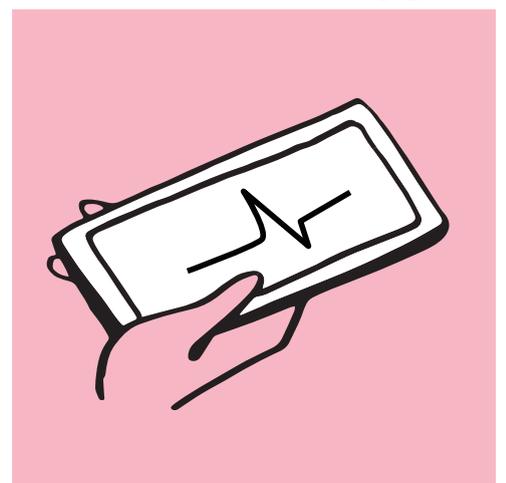
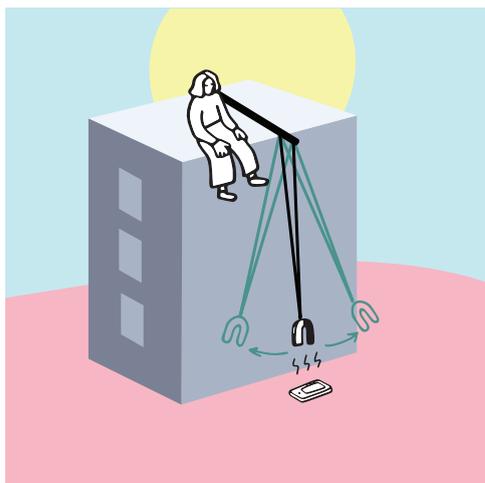
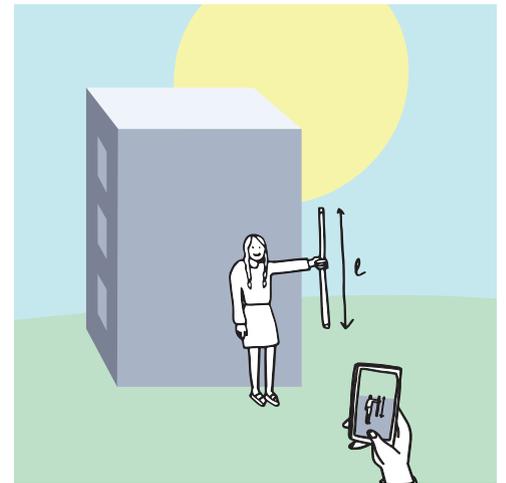


# La sélection **ONDES**

Toutes les méthodes mêlant ondes 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 : moyenne

# N°6. Fin de chute & Doppler

## Formule

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

## Matériel



1 haut-parleur bluetooth

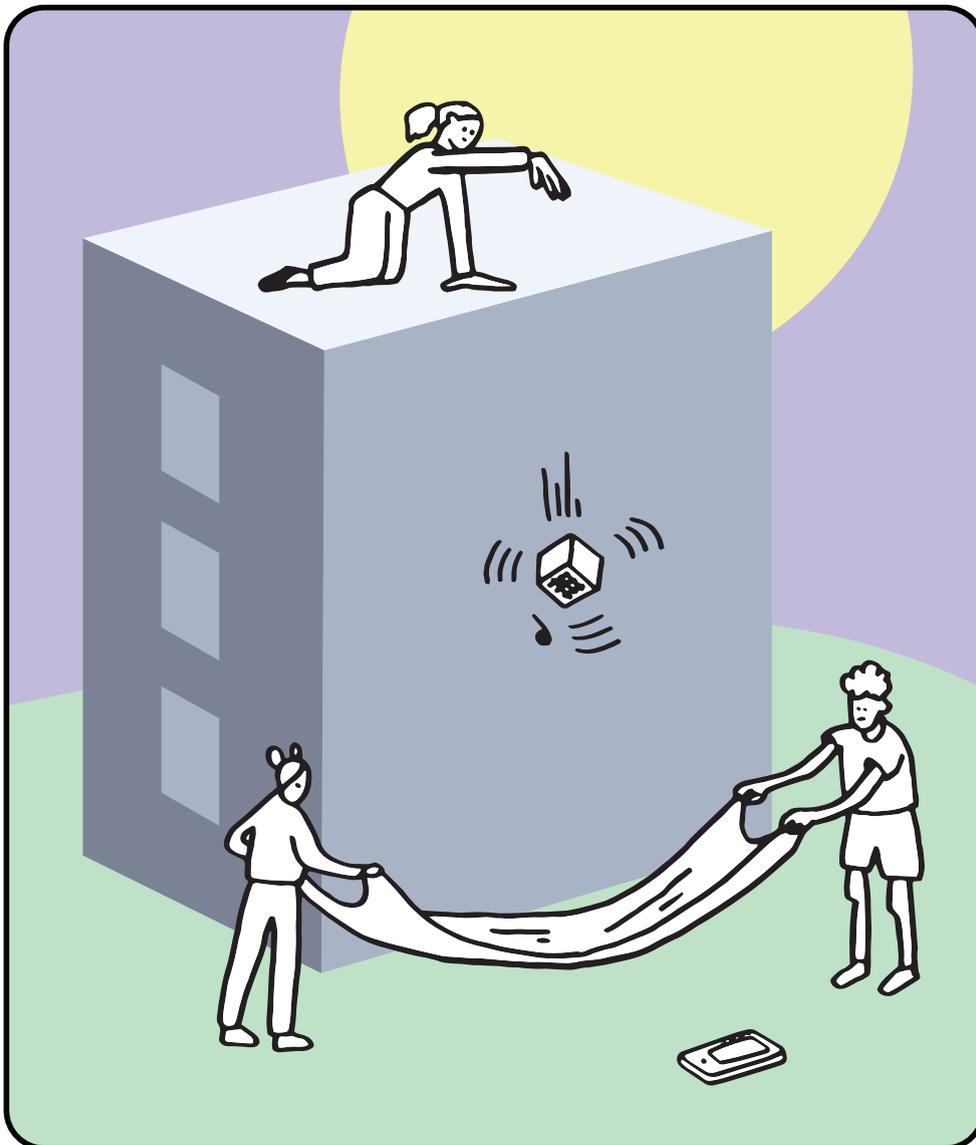


1 drap



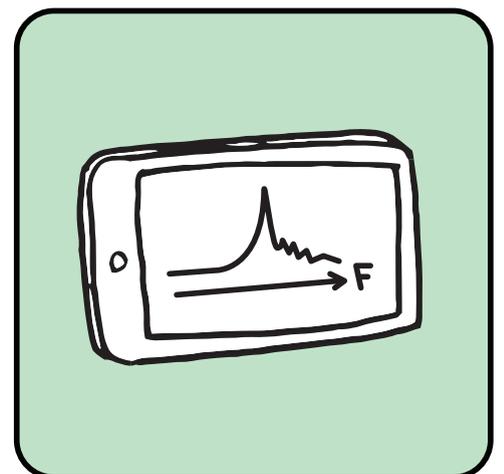
Capteur :  
**micro**

1 smartphone



Lâchez le haut-parleur du haut du bâtiment, en lui faisant émettre une note continue. En bas, le smartphone enregistre le son pour déterminer la vitesse de chute par effet Doppler. (Rattrapez le haut-parleur dans un drap tendu entre deux personnes.)

$v$  = vitesse finale vitesse finale du haut-parleur,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$



*Les frottements de l'air peuvent perturber cette mesure.*



Précision : haute



Difficulté : haute

# N°44.

# Déphasage d'une note

## Formule

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

## Matériel

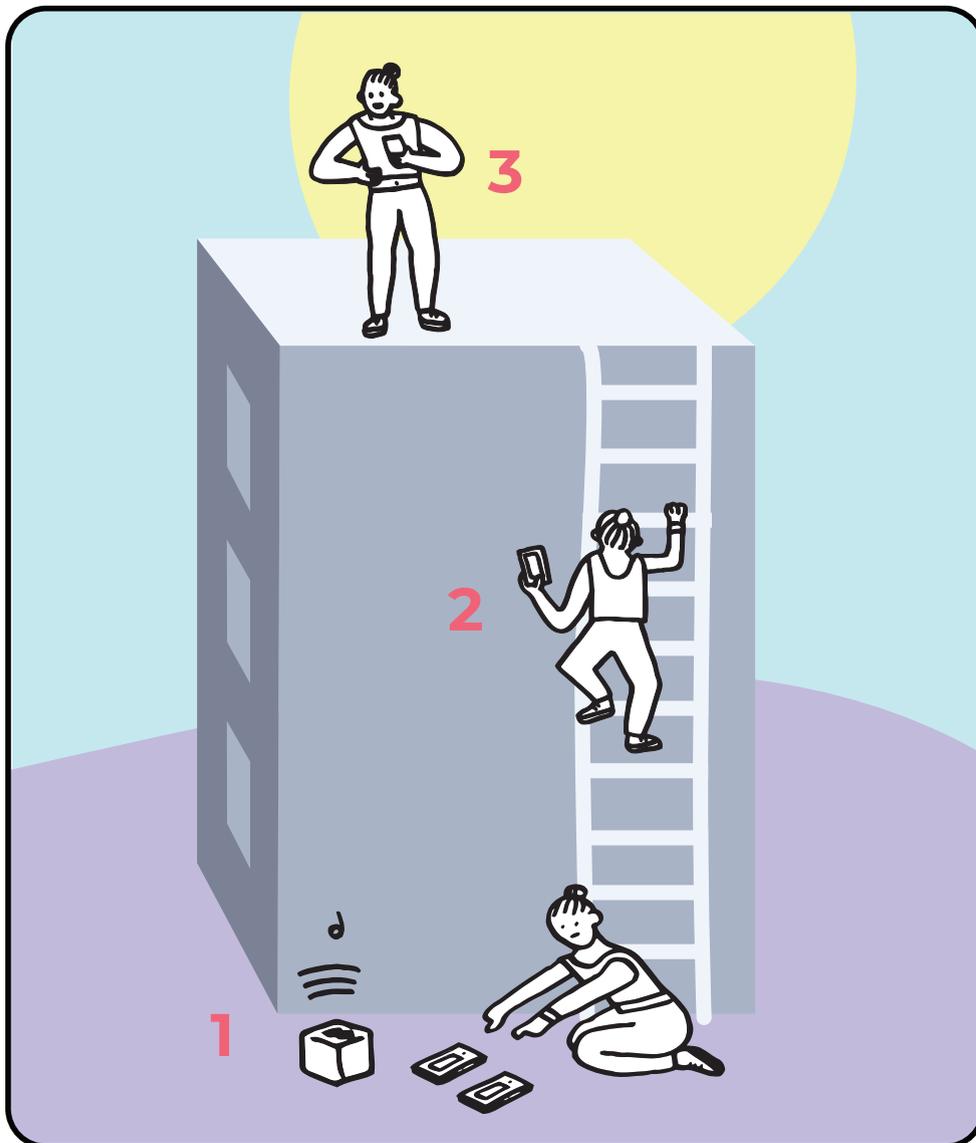


1 haut-parleur bluetooth



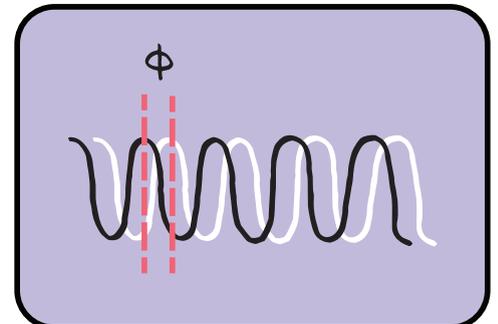
Capteur : **micro**

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

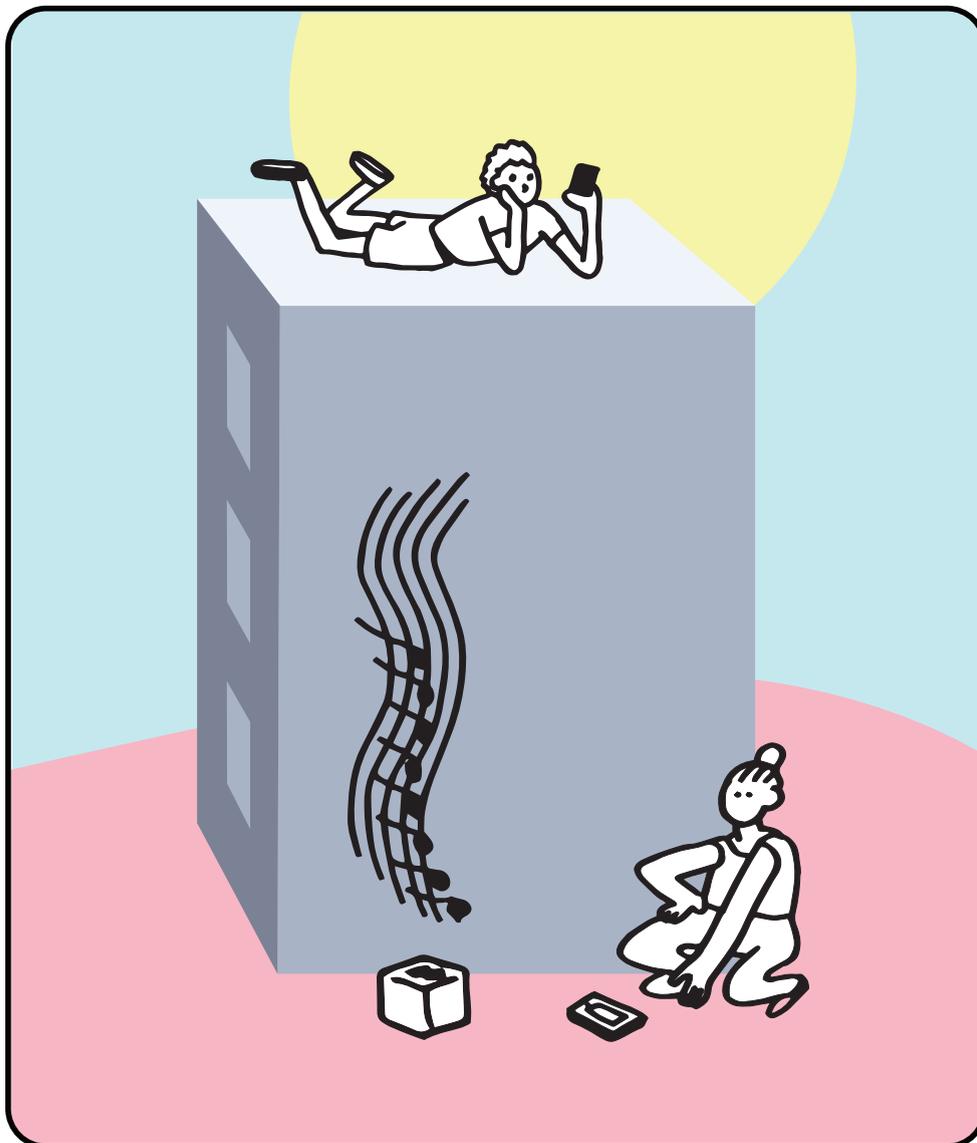


1 haut-parleur bluetooth



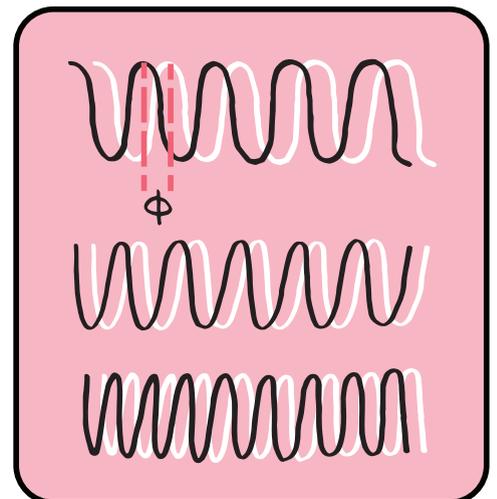
Capteur : **micro**

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

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

## Matériel

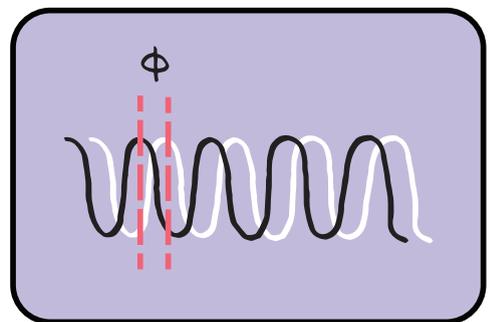
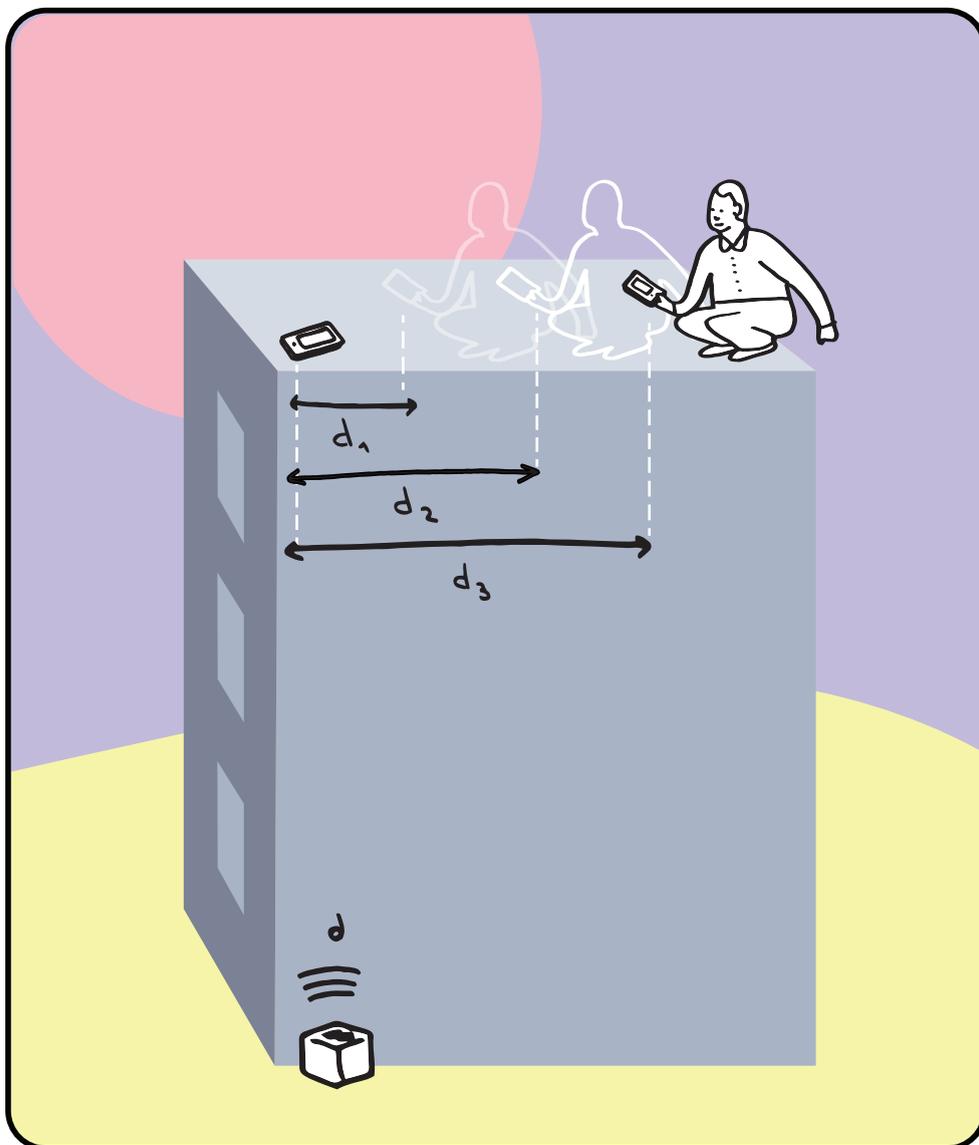


1 haut-parleur bluetooth



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

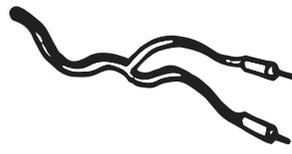
## Formule

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

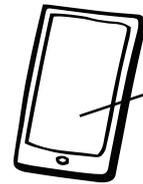
## Matériel



2 haut-parleurs

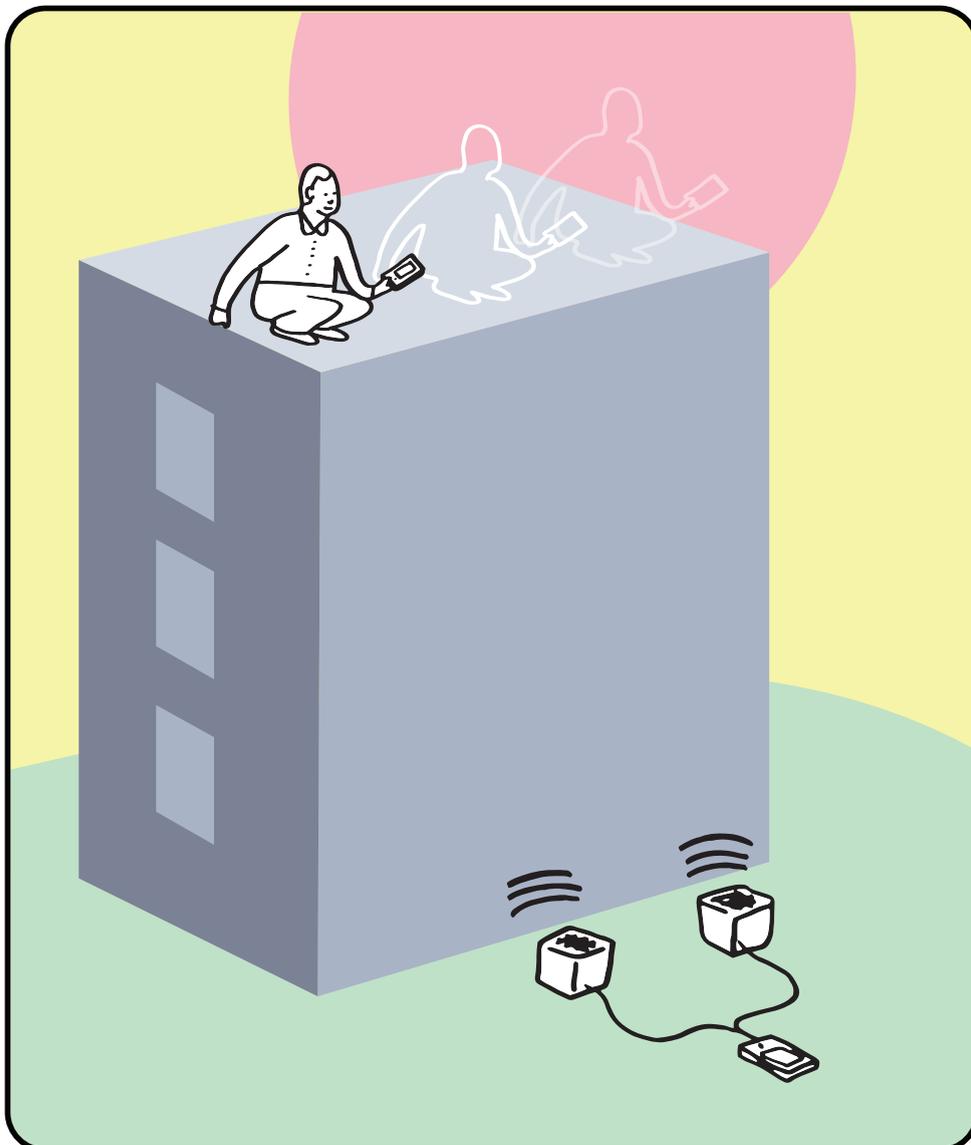


1 dédoubleur  
de prise jack

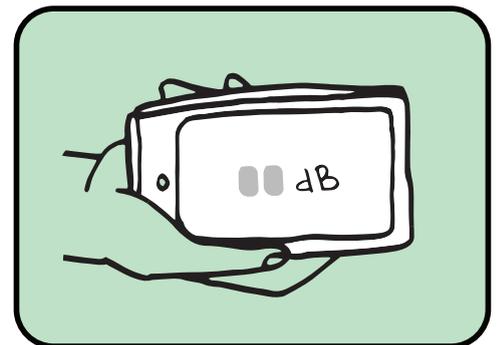


Capteur :  
micro

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.

# Résonance d'un tube

## Formule

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

## Matériel

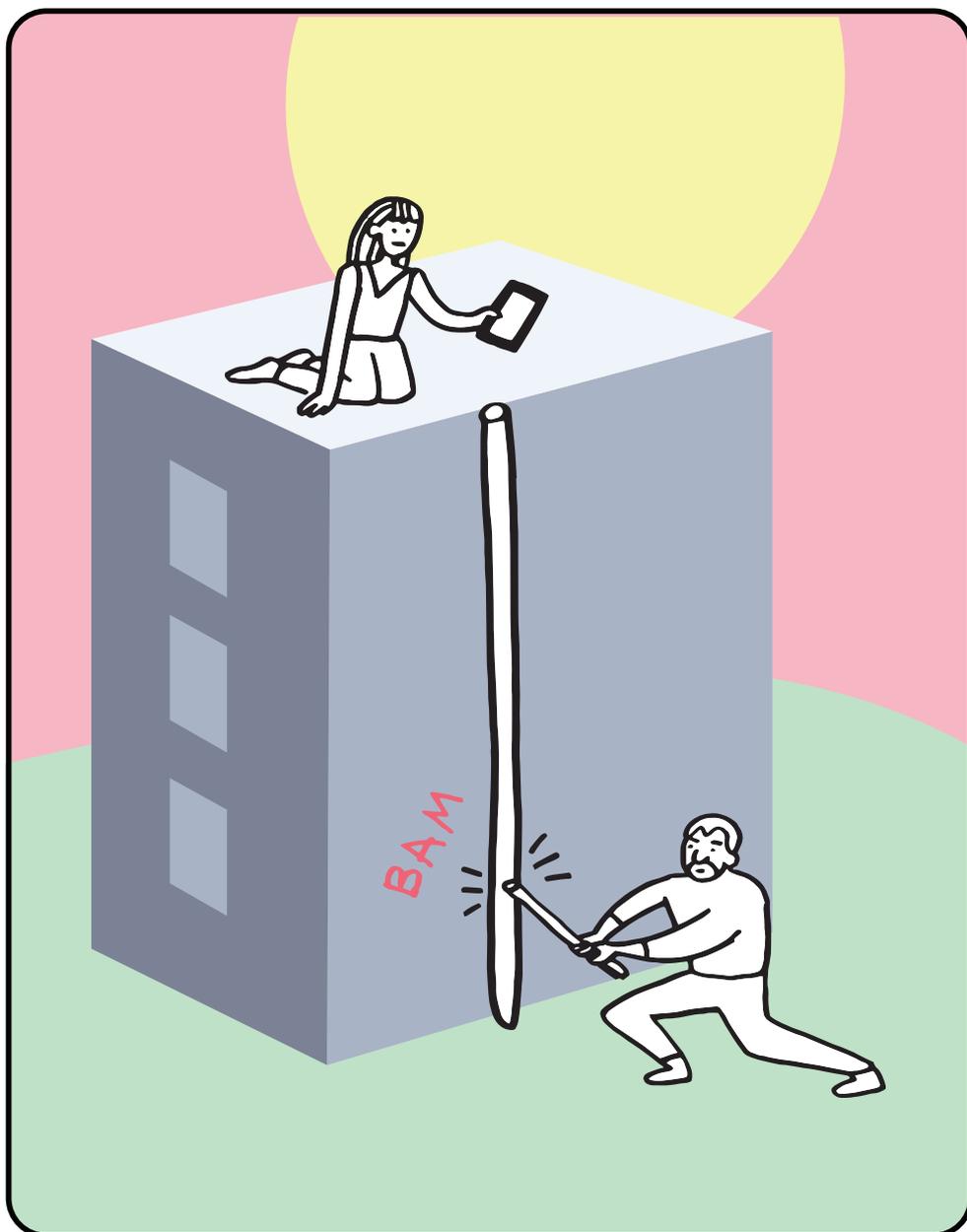


un long tube de la  
hauteur de bâtiment

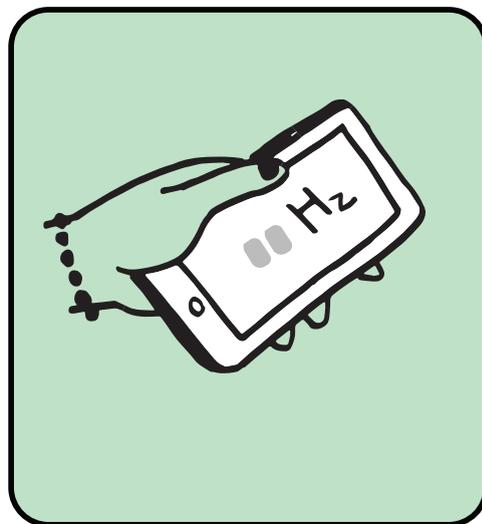


Capteur : **micro**

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 : haute



Difficulté : haute

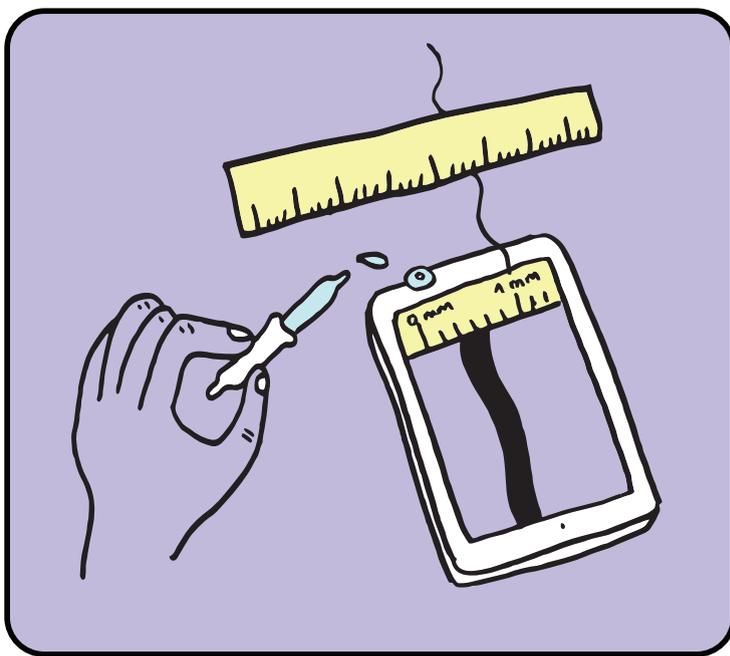
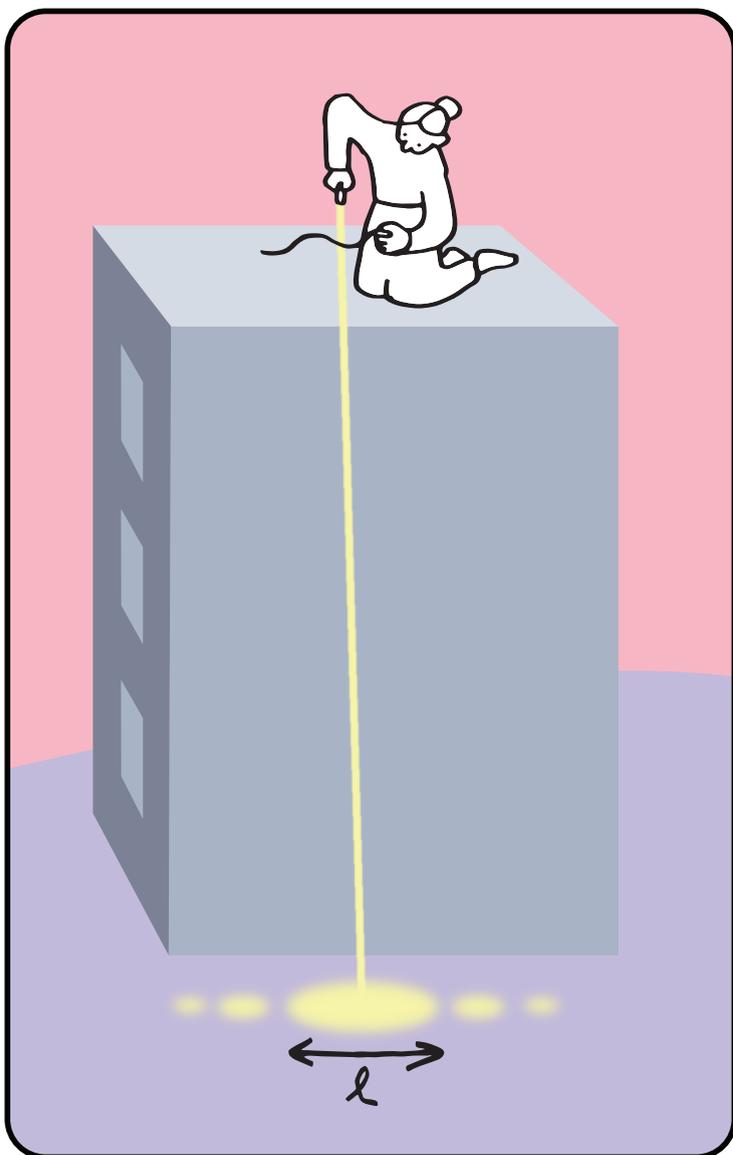
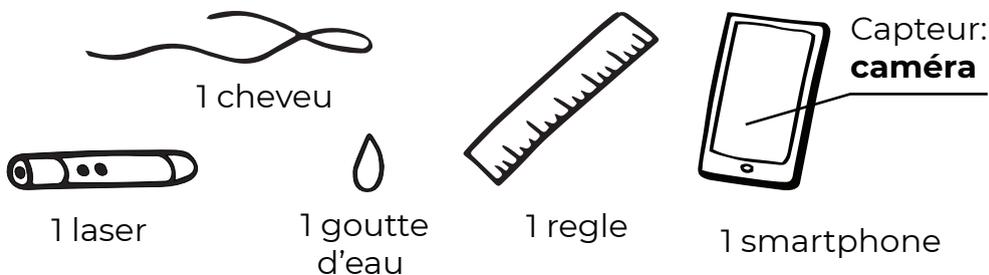
# N°55.

# Diffraction d'un cheveu

## Formule

$$H = \frac{ld}{2\lambda}$$

## Matériel



Du haut du bâtiment, éclairez le cheveu avec un laser vers le bas. Mesurez la tache de diffraction en bas du bâtiment. À l'aide d'une goutte d'eau posée sur la caméra, transformez votre smartphone en microscope, et mesurez le diamètre du cheveu.

$l$  = taille de la tache de diffraction,  
 $d$  = diamètre du cheveu,  $\lambda$  = longueur d'onde du laser

Attention : la manipulation d'un laser est dangereuse.



Précision : haute



Difficulté : haute

# N°56.

# Diffraction sur l'écran

## Formule

$$H = \frac{lp}{\lambda}$$

## Matériel



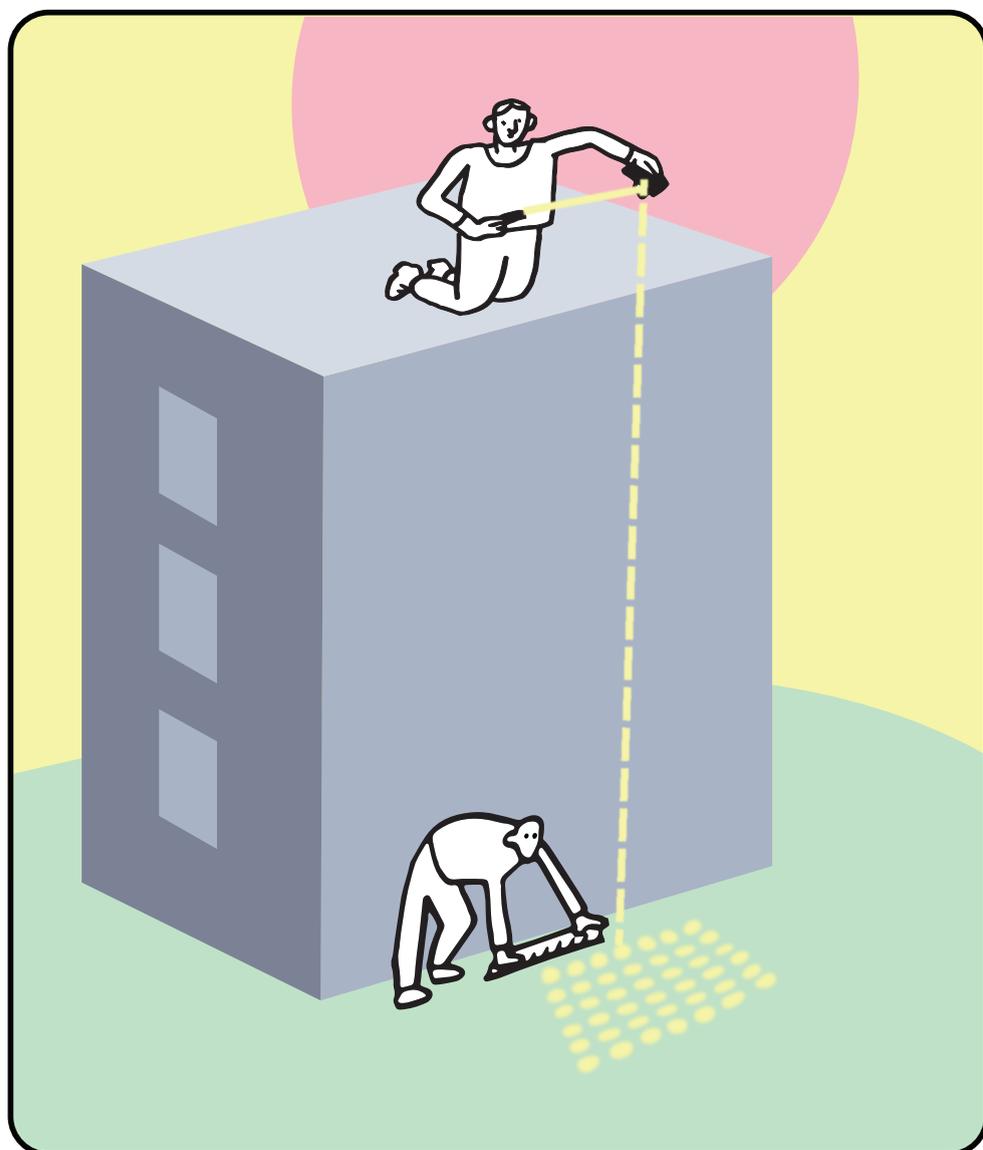
1 laser



1 règle



1 smartphone



Du haut du bâtiment, éclairez l'écran du smartphone avec le laser et projetez la figure de diffraction sur le sol. Mesurez la distance caractéristique de la figure. Déterminez la taille des pixels en comparant leur nombre et la taille de l'écran. (Certains écrans diffractent mieux que d'autres.)

$l$  = distance entre les taches de diffraction,  $p$  = taille d'un pixel,  $\lambda$  = longueur d'onde du laser

Attention : la manipulation d'un laser est dangereuse.

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.