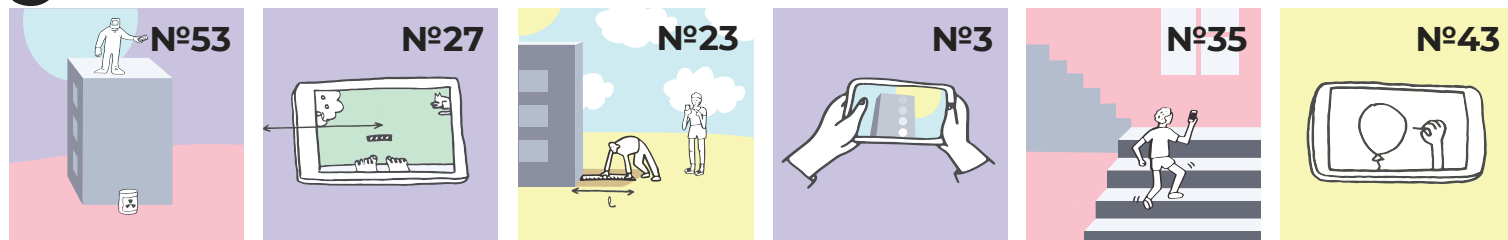
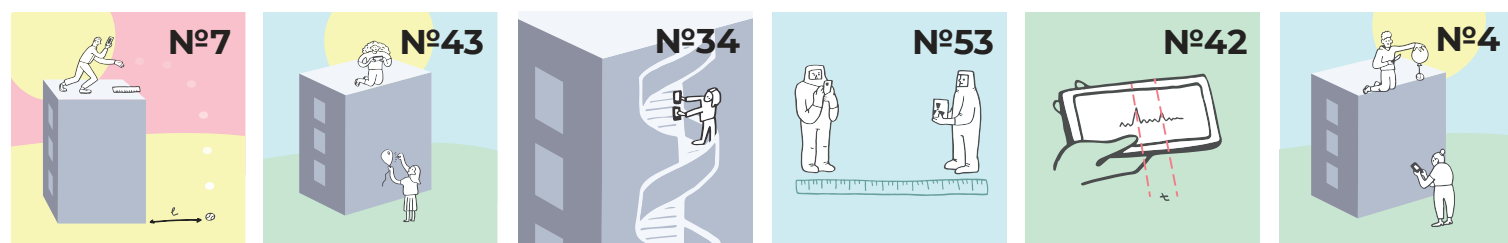
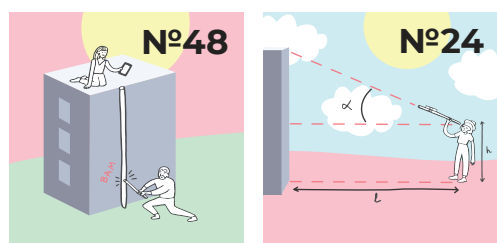


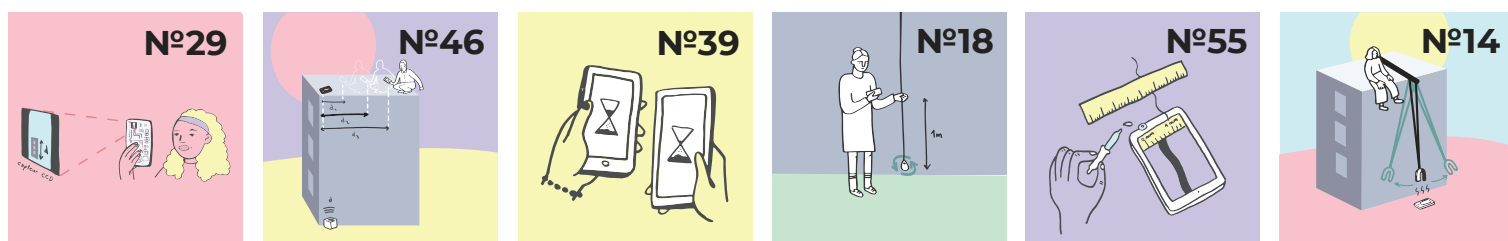
Combien y-a-t-il



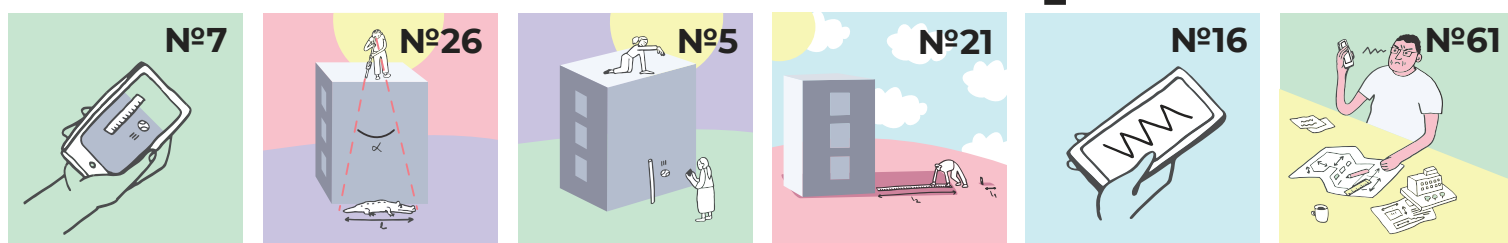
de façons de mesurer



la hauteur d'un bâtiment



avec un smartphone ?



Découvrez Le Smartphone Physics Challenge sur VULGARISATION.FR

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



Précision : haute



Difficulté : basse

N°1. Chute libre du smartphone

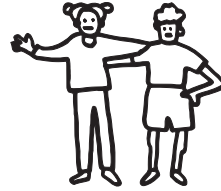
Formule

$$\begin{cases} H = \frac{1}{2}gt^2 \\ H = \int \int \ddot{z} dt \end{cases}$$

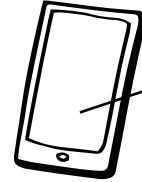
Matériel



1 drap

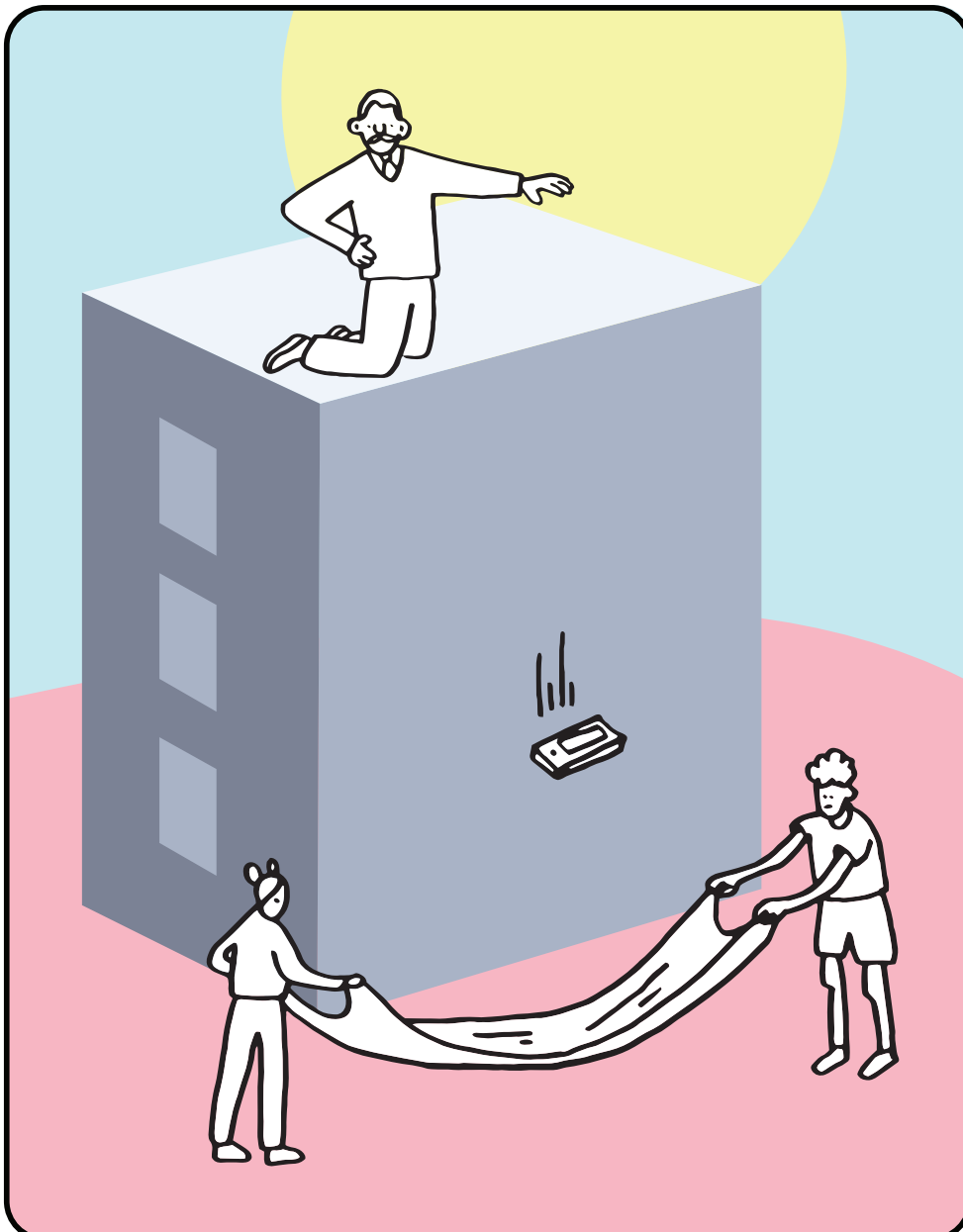


deux amis

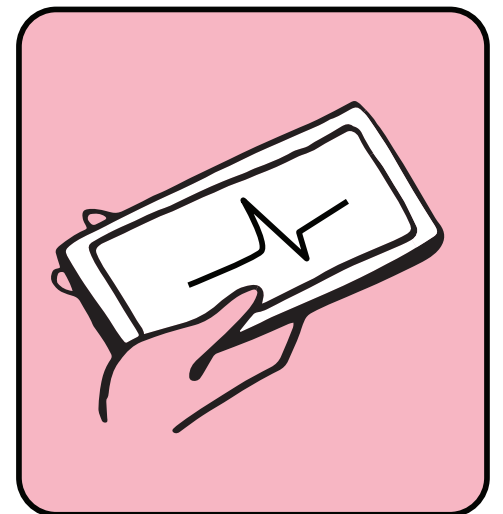


1 smartphone

Capteur :
accéléromètre



Lâchez votre smartphone du haut du bâtiment, vos amis le réceptionnant en bas dans un drap, à la façon de pompiers. L'enregistrement des données de l'accéléromètre permet de déterminer le temps de chute, et la valeur de l'accélération permet de mesurer l'effet des frottements de l'air.



t = temps de chute du smartphone, \ddot{z} = accélération du smartphone, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$



Précision : haute



Difficulté : minimale

N°3. Chute libre filmée

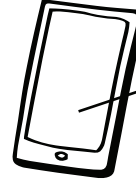
Formule

$$H = \frac{1}{2} g t^2$$

Matériel

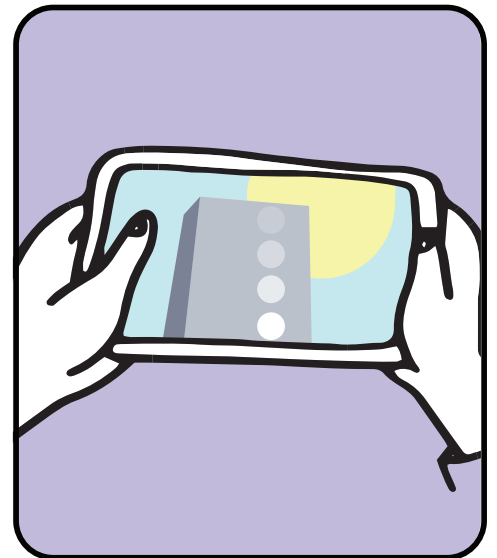
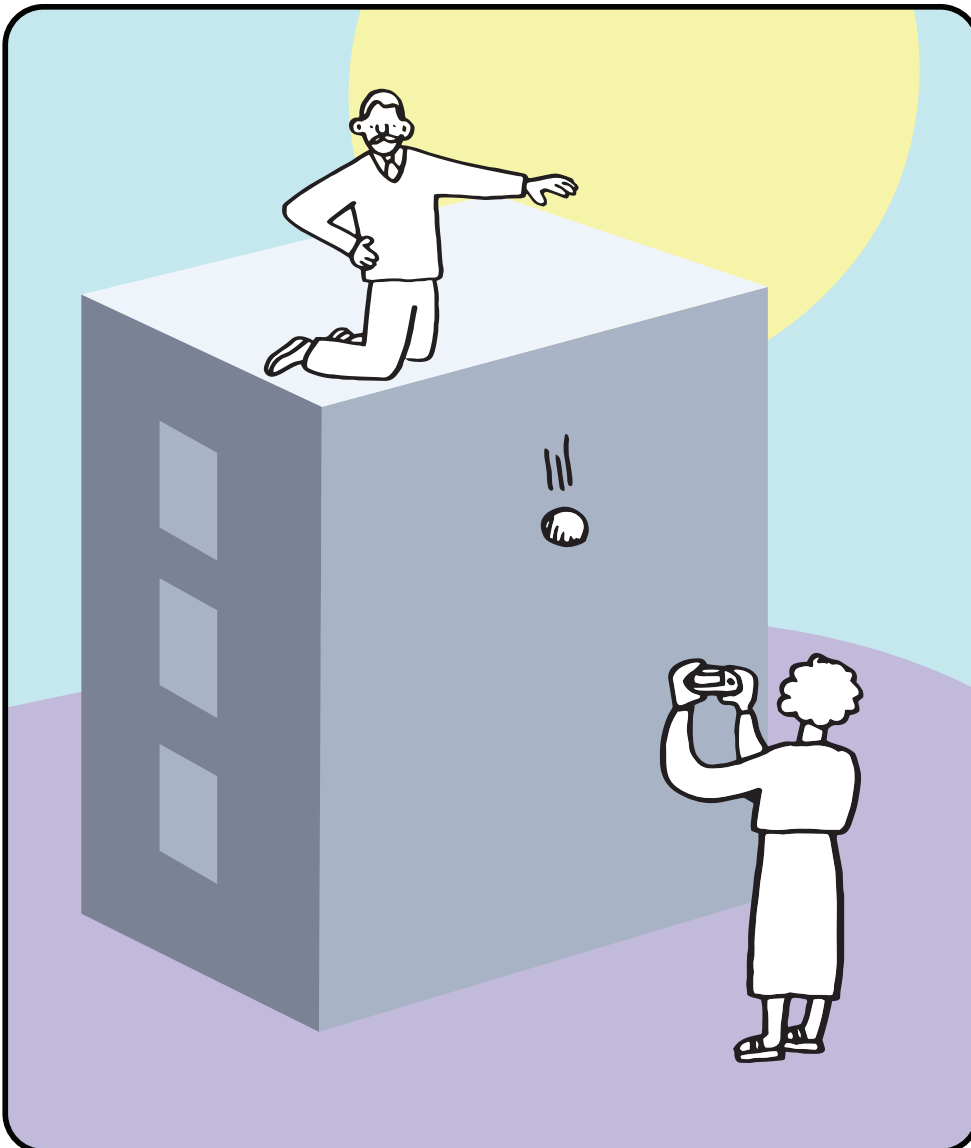


1 balle



Capteur :
caméra

1 smartphone



Lâchez la balle du haut du bâtiment. Filmez la chute pour en déterminer la durée.

t = temps de chute de la balle,
g = 9.8 ms⁻²

Les frottements de l'air peuvent perturber cette mesure.



Précision : moyenne



Difficulté : basse

N°5. Fin de chute filmée

Formule

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

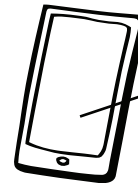
Matériel



1 balle

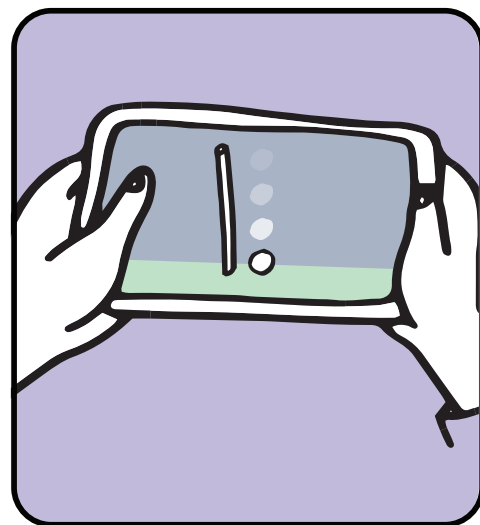
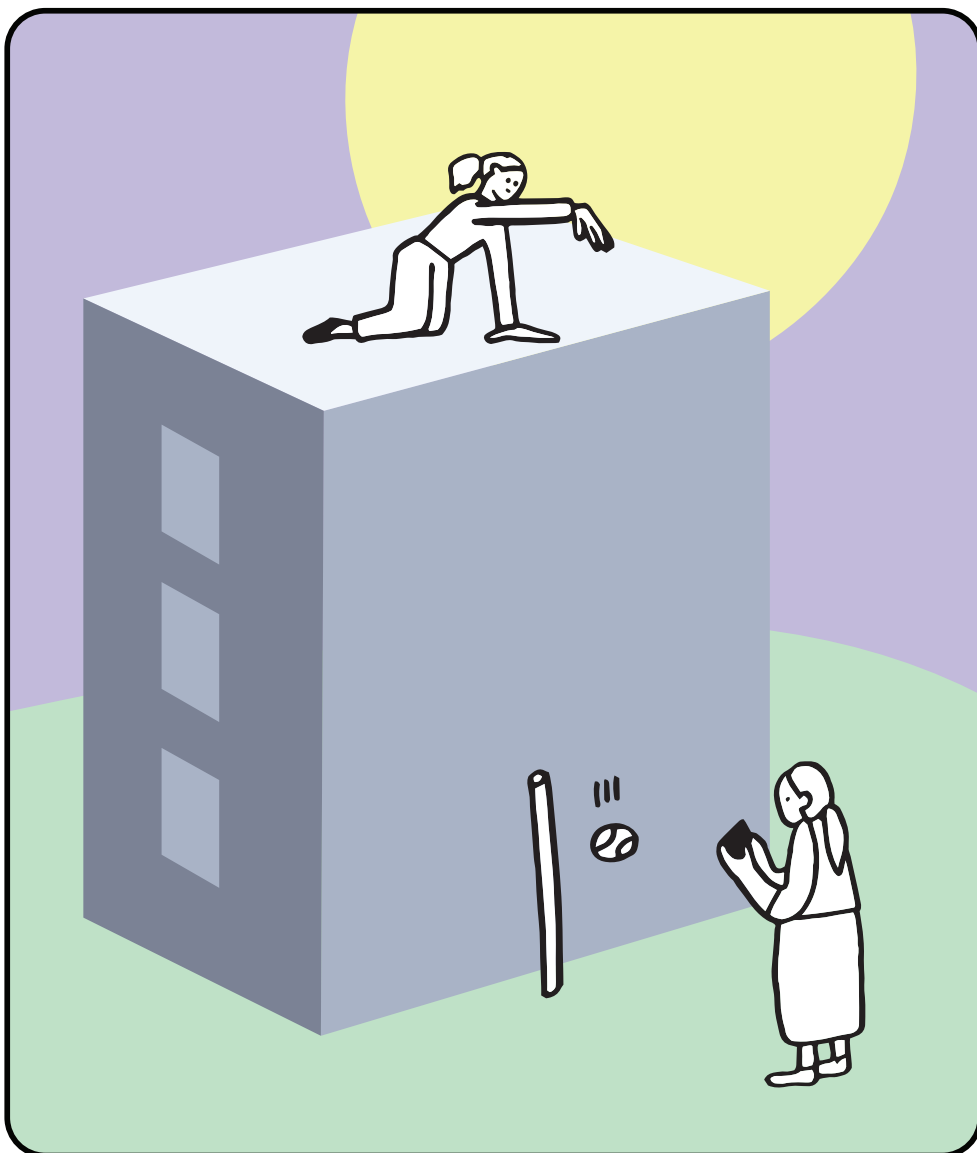


1 barre de
taille connue



Capteur :
caméra

1 smartphone



Lâchez la balle du haut du bâtiment. Filmez les derniers instants de la chute de la balle, la barre servant d'échelle. Déterminez la vitesse de la balle.

v = vitesse finale de la balle,
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

Les frottements de l'air peuvent perturber cette mesure.



Précision : moyenne



Difficulté : basse

N°9. Son de rebonds

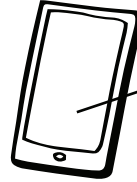
Formule

$$\begin{cases} t_n = 2e^n t_0 \\ H = \frac{1}{2} g t_0^2 \end{cases}$$

Matériel

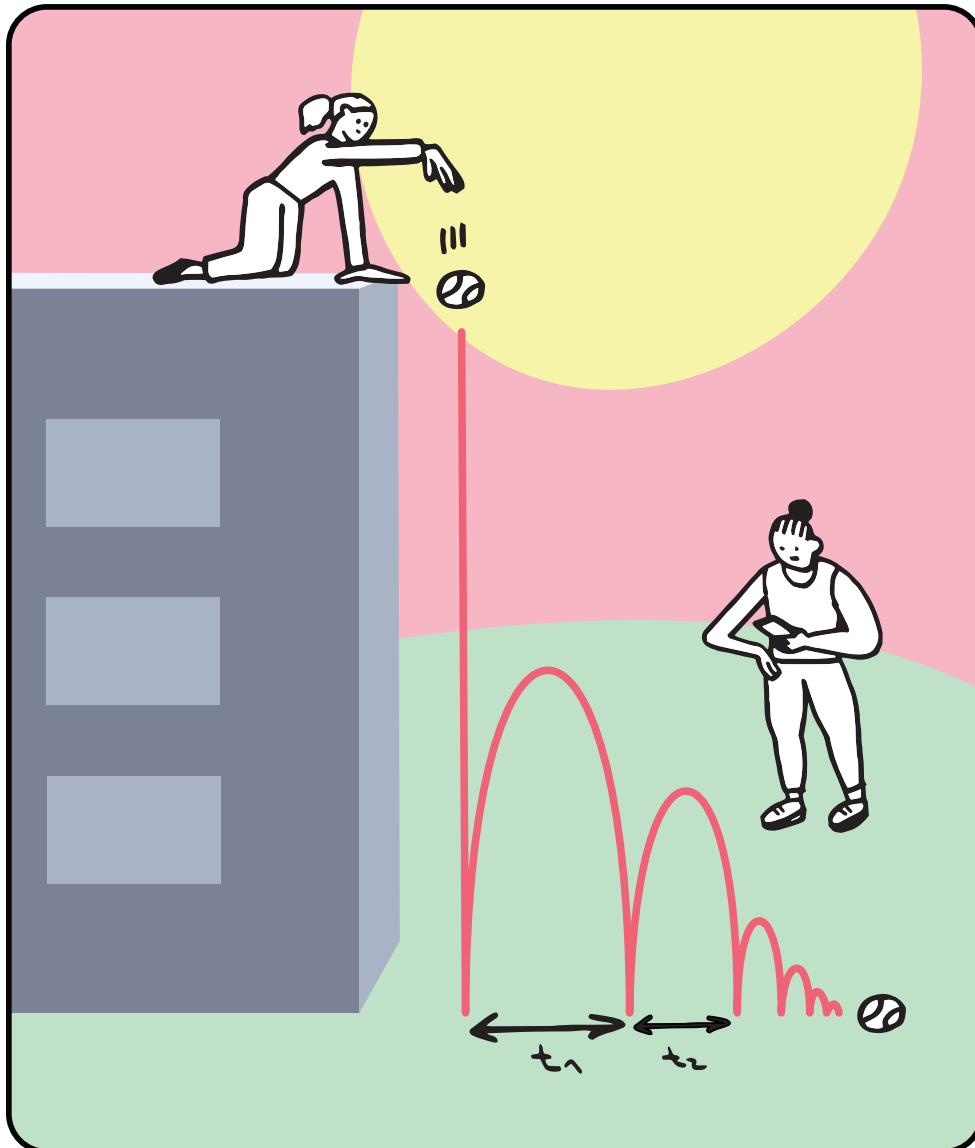


1 balle



Capteur : **micro**

1 smartphone



Laissez tomber la balle du haut du bâtiment. Enregistrez le son des rebonds successifs de la balle pour en déterminer les durées (le coefficient de restitution est supposé constant).

t_n = durée du nième rebond,
 e = coefficient de restitution,
 t_0 = temps de chute du haut du bâtiment, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

Les frottements de l'air peuvent perturber cette mesure.



Précision : haute



Difficulté : moyenne

N°10 à 17

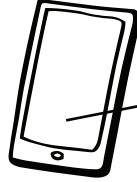
Pendule Géant

Formula

$$H = g \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2$$

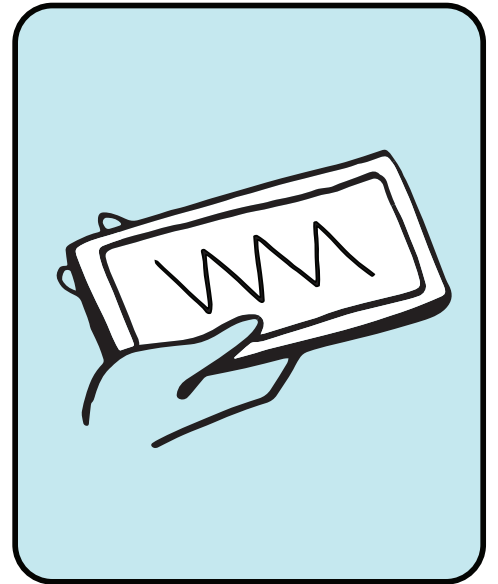
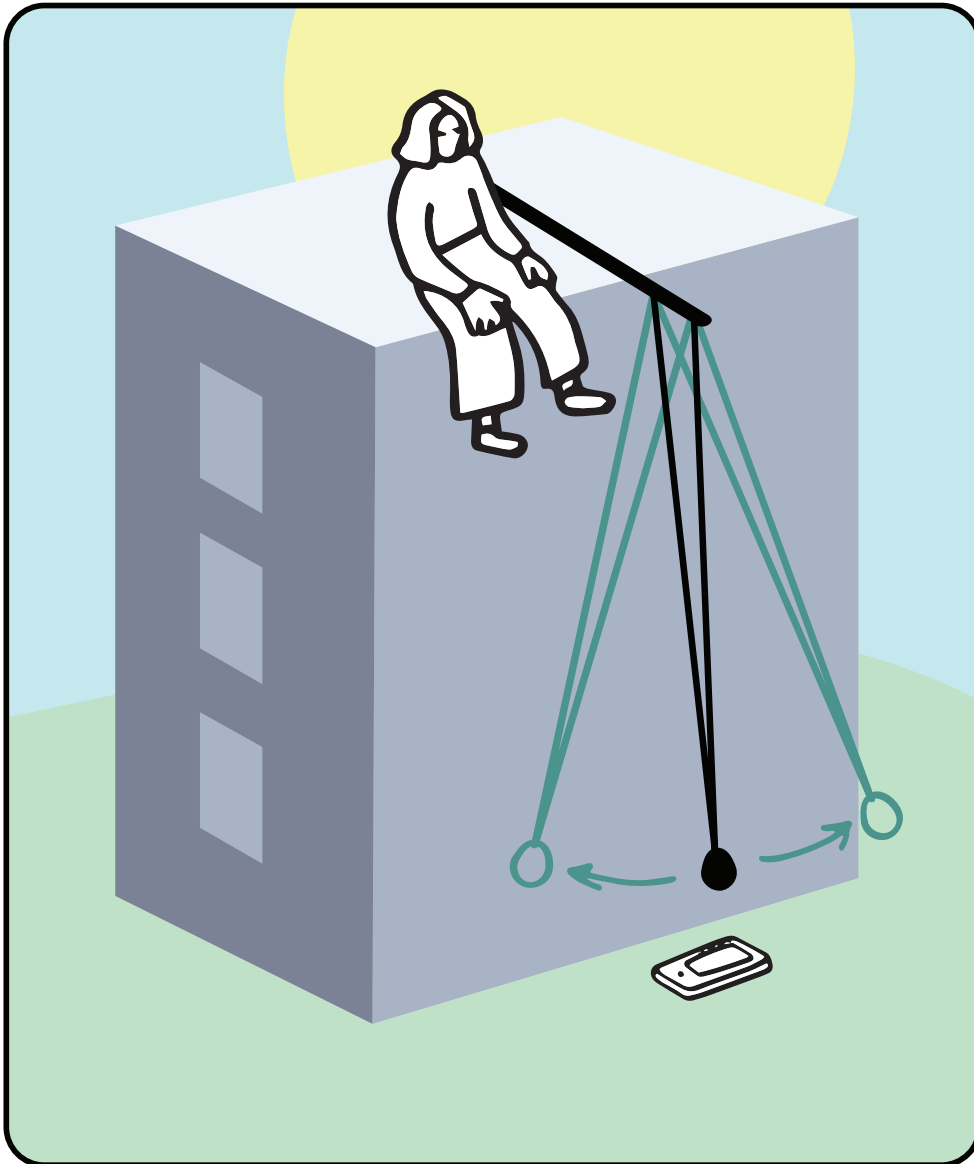


1 longue
corde



1 smartphone

Capteurs :
chronomètre, caméra,
accéléromètre, gyroscope,
magnétomètre, capteur de
lumière, capteur de
proximité, micro



Fabriquez un pendule géant de la taille du bâtiment. Utilisez l'un des capteurs du smartphone pour mesurer la période d'oscillation du pendule.

T = période du pendule,
g = 9.8 ms⁻²

Attention, le pendule ne doit pas tourner dans tous les sens, il doit seulement se balancer.



Précision : basse



Difficulté : moyenne

N°18. Pendule géant de torsion

Formule

$$H \propto T^2$$

Matériel

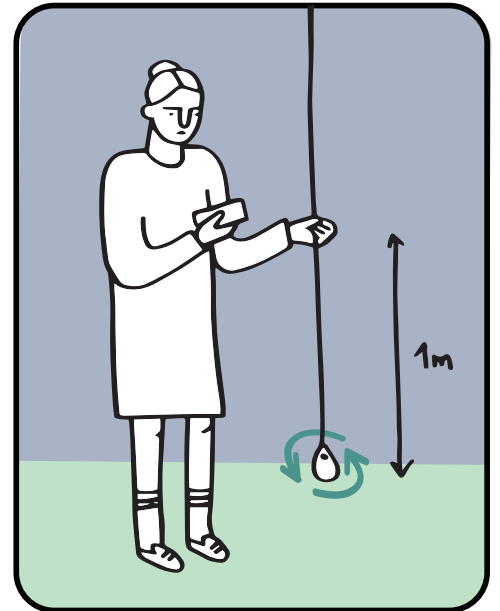
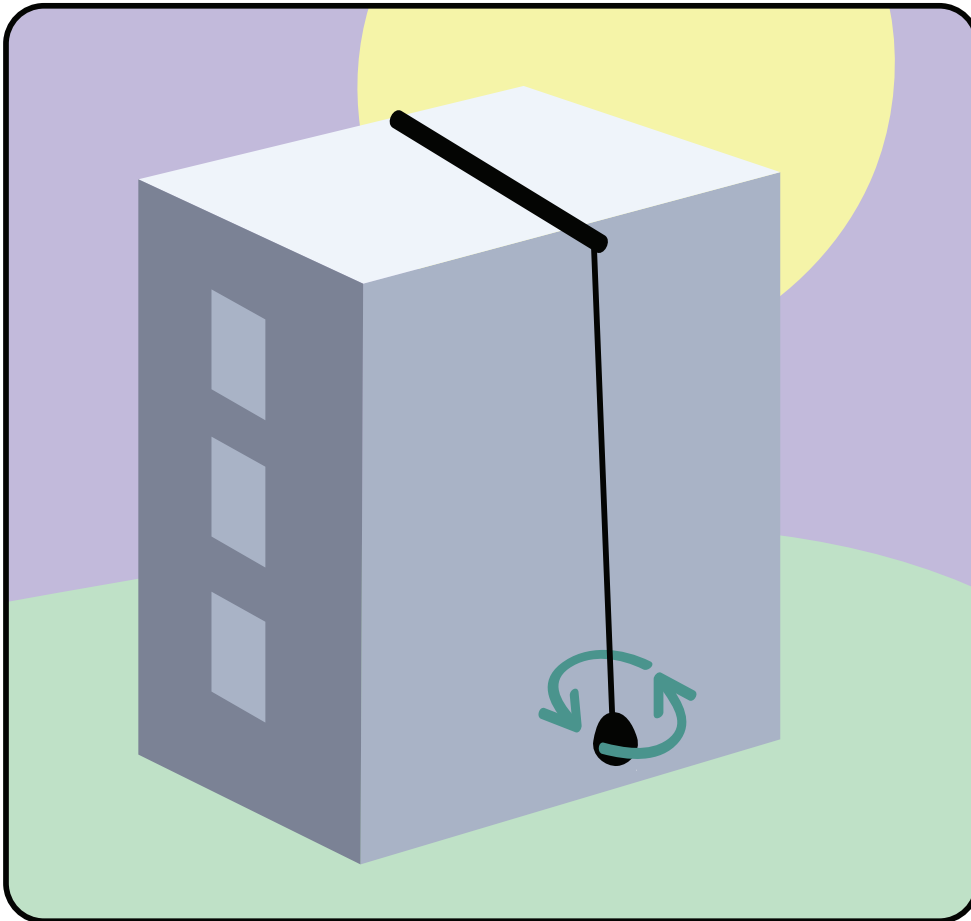


1 longue corde



1 smartphone

Capteurs :
chronomètre, caméra,
accéléromètre, gyroscope,
magnétomètre, capteur de
lumière, capteur de
proximité, micro



Fabriquez un pendule géant de torsion de la taille du bâtiment. Mesurez la période en utilisant une des méthodes du pendule géant. Calibrez la constante de torsion en mesurant la période pour une longueur de corde de 1 m.

T = période du pendule



Précision : basse



Difficulté : basse

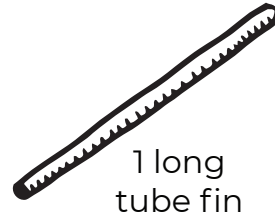
N°25.

Trigonométrie

version 2

Formule

$$H = h + \frac{h}{\tan \alpha_2} \tan \alpha_1$$



1 long
tube fin

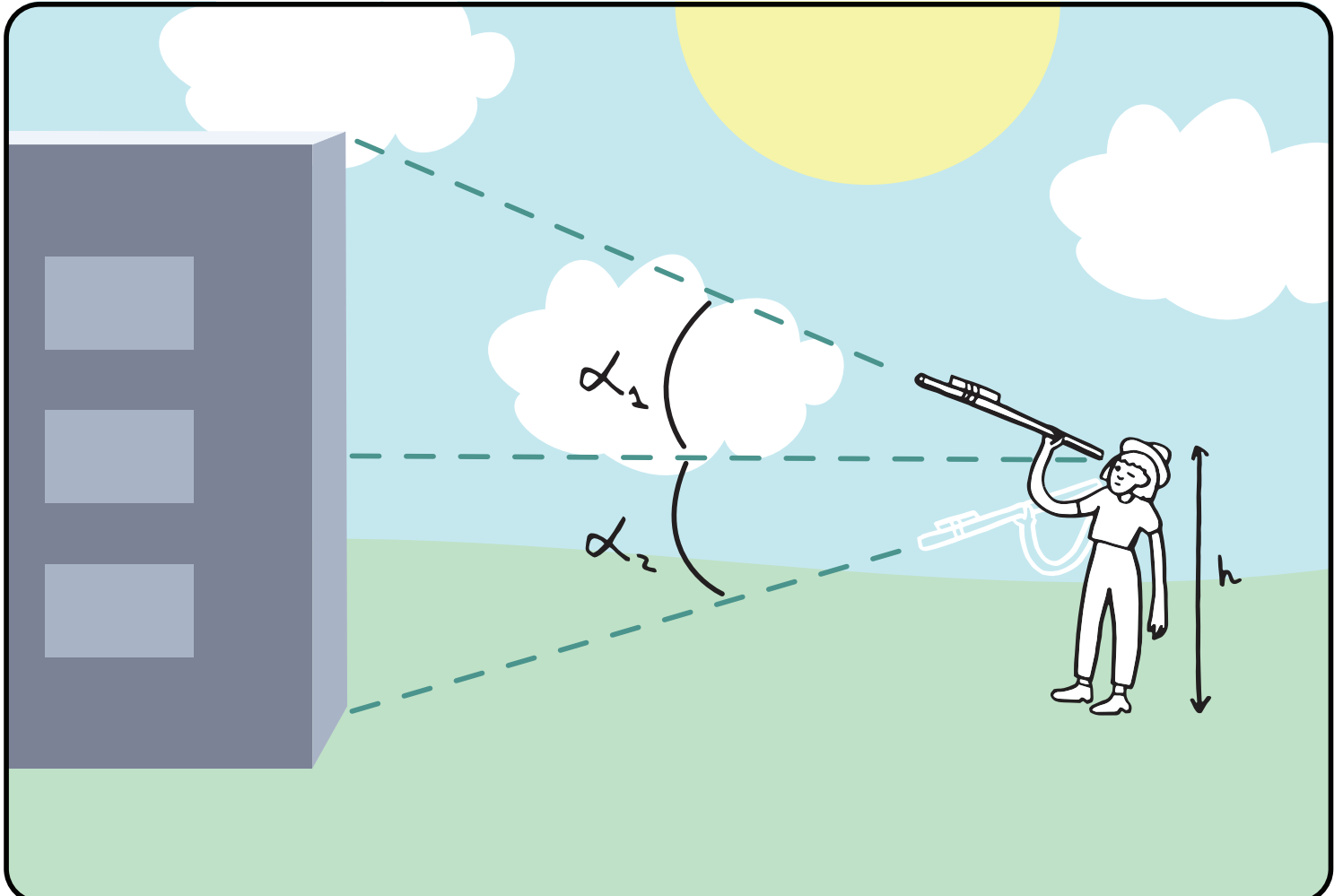


Capteur :
accéléromètre

1 smartphone

Fixez le smartphone sur le tube, et mettez vous à une distance quelconque du bâtiment. Avec l'accéléromètre, mesurez l'inclinaison par rapport à l'horizontale quand vous visez le haut du bâtiment, puis quand vous visez le bas.

h = taille de la personne qui fait la mesure, α_1 = angle du haut du bâtiment, α_2 = angle du bas du bâtiment





Précision : haute



Difficulté : minimale

N°29.

Photographie de face

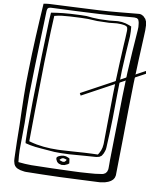
Formule

$$H = l \frac{d}{f}$$

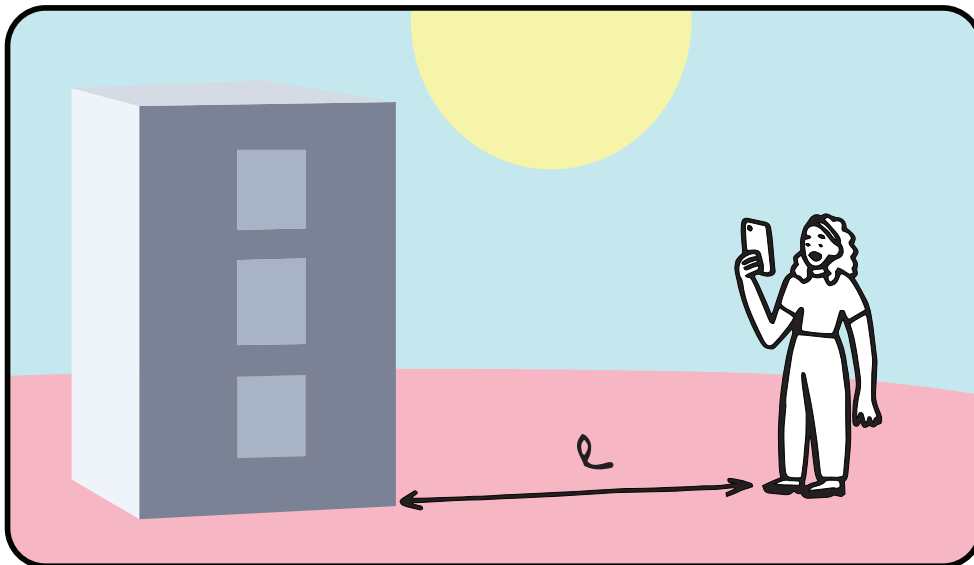


1 mètre mesureur

1 smartphone avec taille capteur CCD et focale connues

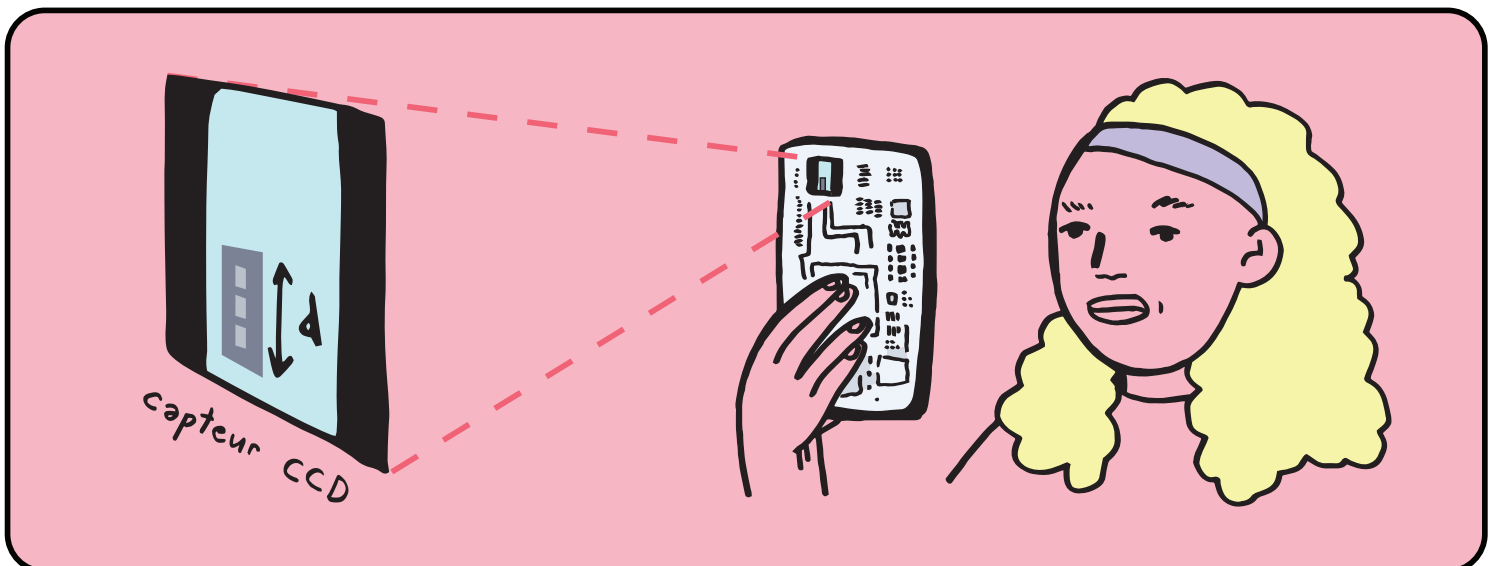


Capteur : **caméra**



Prenez une photo du bâtiment, à une distance connue. Déterminez la taille réelle de l'image du bâtiment sur le capteur CCD en regardant la fraction de la hauteur de l'image occupée par le bâtiment.

l = distance au bâtiment, d = taille de l'image du bâtiment sur le capteur CCD, f = focale de l'appareil photo



Minimisez les déformations de perspectives pendant la prise de vue !



Précision : maximale



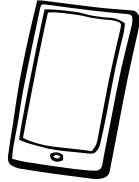
Difficulté : minimale

N°34. Nombre de smartphones

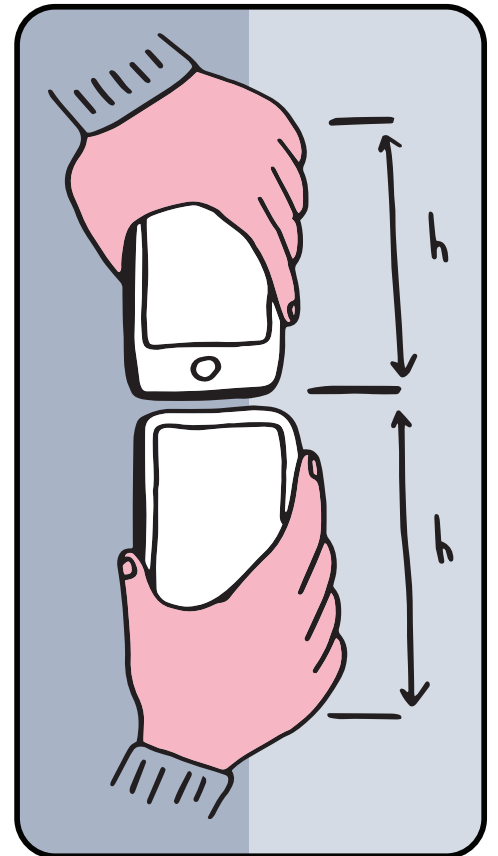
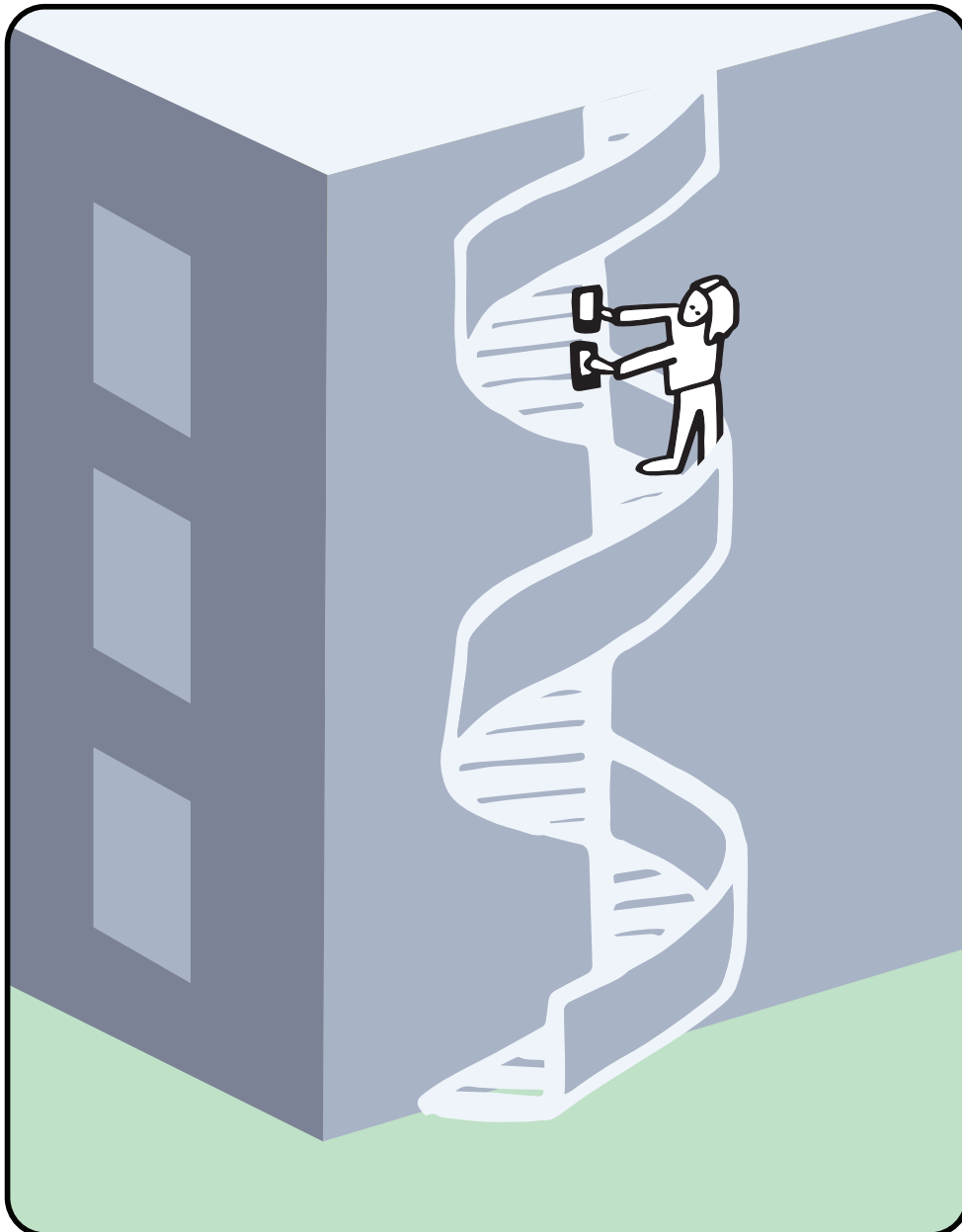
Formule

$$H = Nh$$

Matériel



2 smartphones identiques



En utilisant l'escalier de secours extérieur, comptez le nombre de smartphones qu'il faut superposer pour atteindre le haut du bâtiment.

N = nombre de smartphones,
 h = hauteur d'un smartphone



Précision : haute



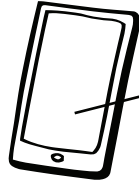
Difficulté : minimale

N°36. Variation de la pression

Formule

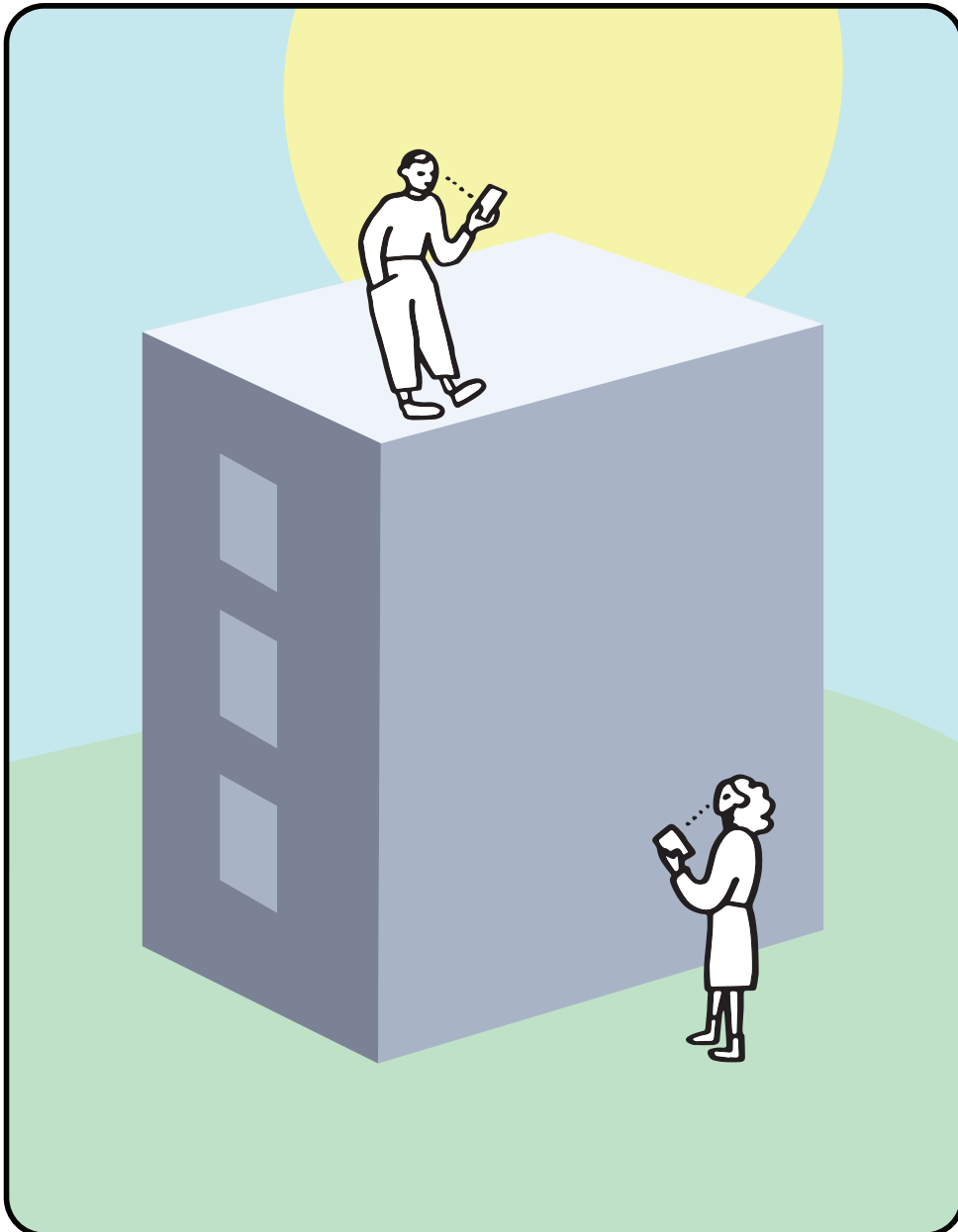
$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g}$$

Matériel

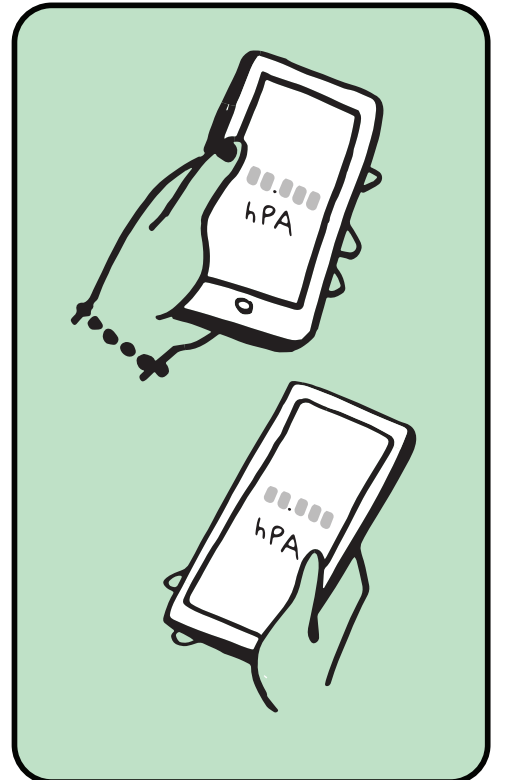


Capteur :
baromètre

1 smartphone



Mesurez la pression atmosphérique en haut et en bas du bâtiment. La variation de pression dépend directement de la hauteur et de la masse volumique de l'air.



P_1 = pression en haut, P_2 = pression en bas, ρ = masse volumique de l'air, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$



N°38. GPS

Précision : minimale

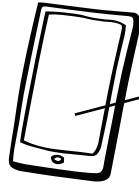


Difficulté : minimale

Formule

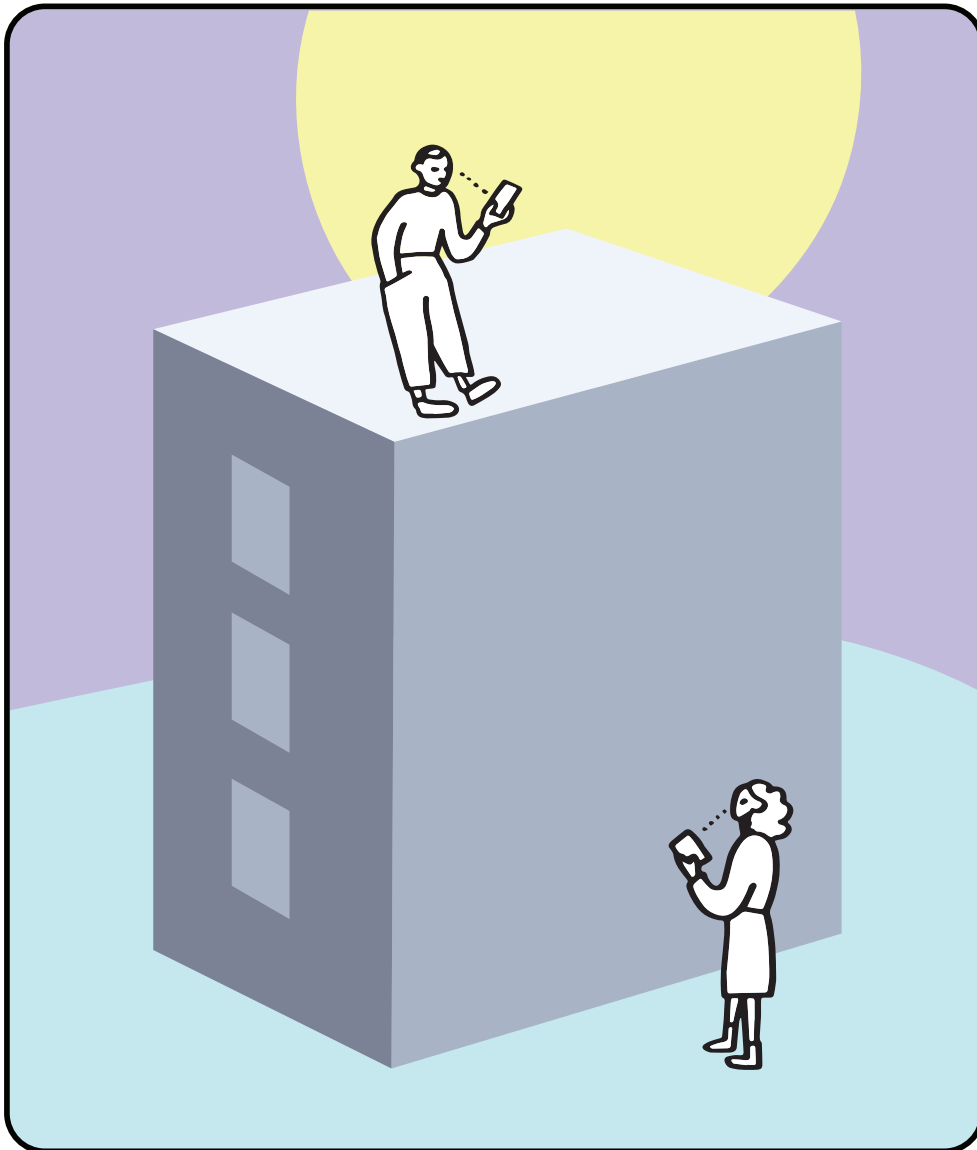
$$H = h_2 - h_1$$

Matériel



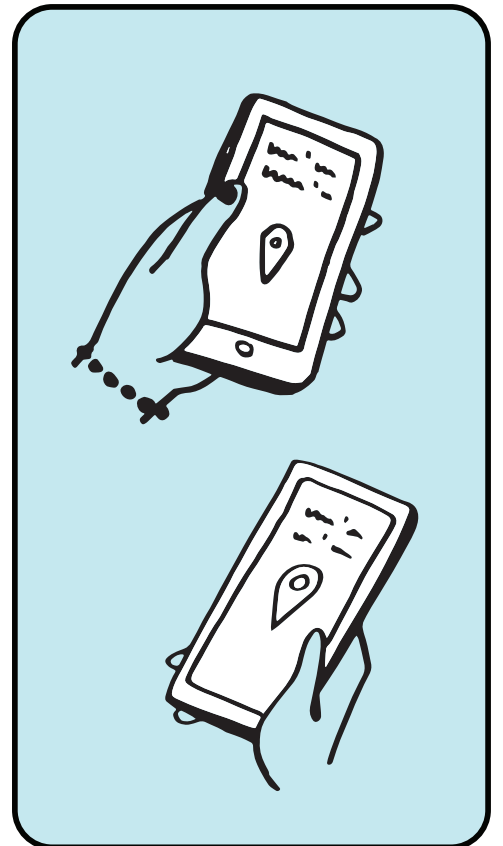
Capteur : **GPS**

1 smartphone



Utilisez les données du GPS pour déterminer l'altitude du pied et du haut du bâtiment.

h_2 = altitude en haut du bâtiment,
 h_1 = altitude en bas



La fonction altitude du GPS n'est vraiment pas précise.



Précision : moyenne



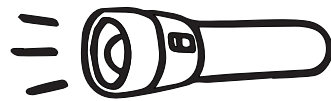
Difficulté : basse

N°50. Intensité lumineuse

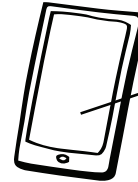
Formule

$$H \propto \frac{1}{R^2}$$

Matériel

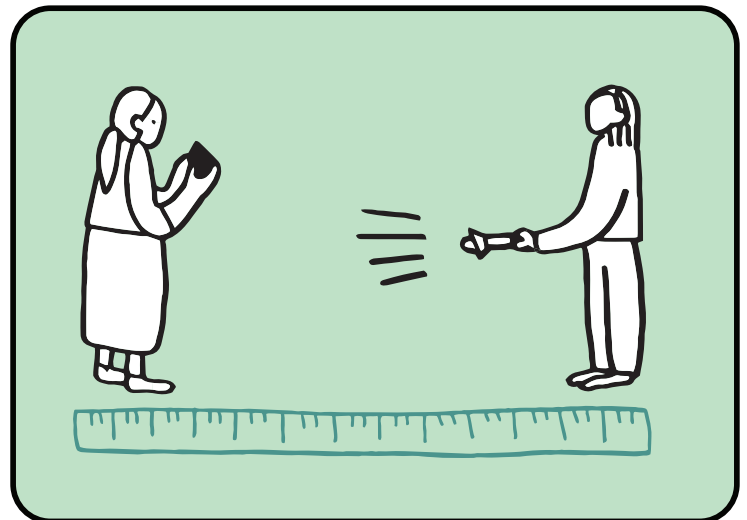
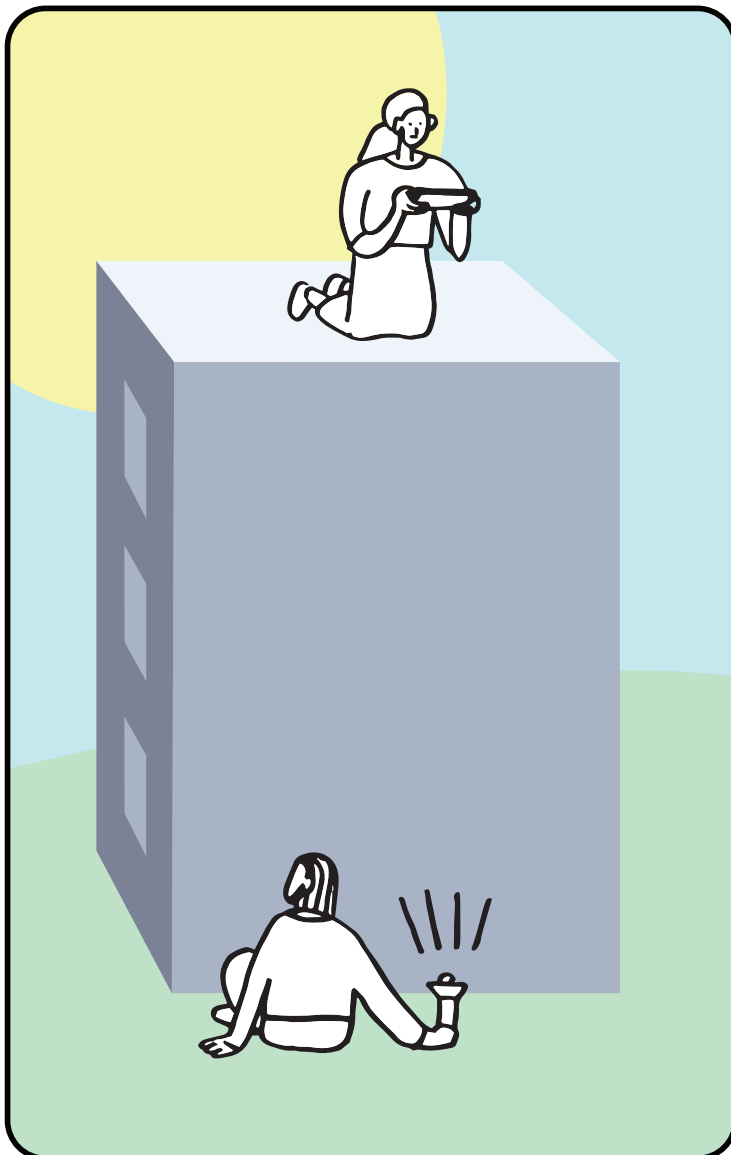


1 lampe



Capteur :
capteur de lumière

1 smartphone



Installez la lampe en bas du bâtiment, et mesurez l'intensité lumineuse en haut. Éteignez la lumière pour déterminer la lumière ambiante. L'intensité reçue varie en $1/R^2$, et doit être calibrée auparavant.

I = intensité lumineuse

Fonctionne mieux le soir ou la nuit.



Précision : nulle



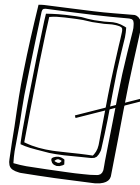
Difficulté : minimale

N°60. Relativité générale

Formule

$$H = \frac{c^2}{g} \frac{\delta t}{t}$$

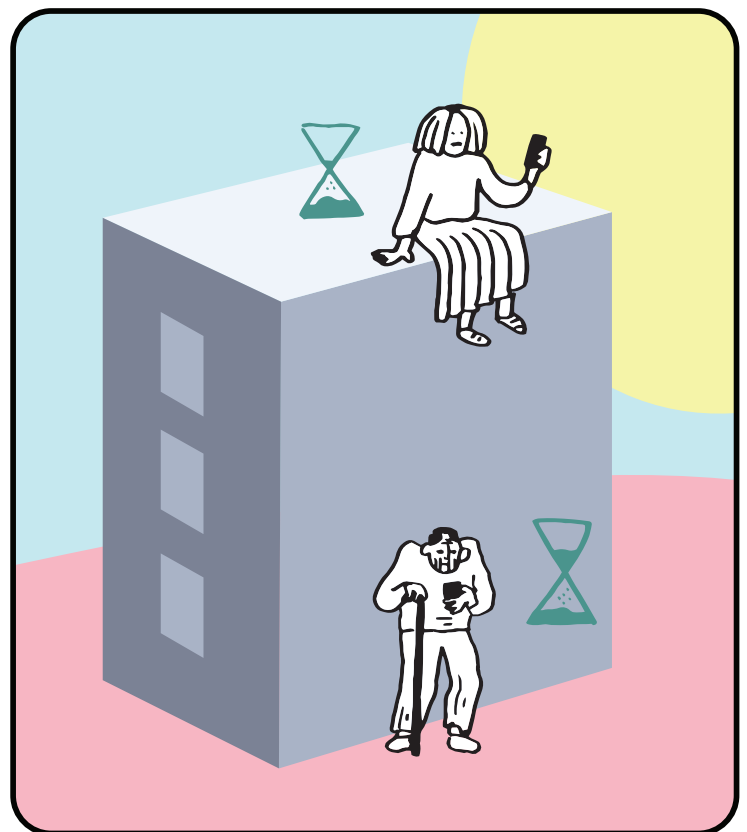
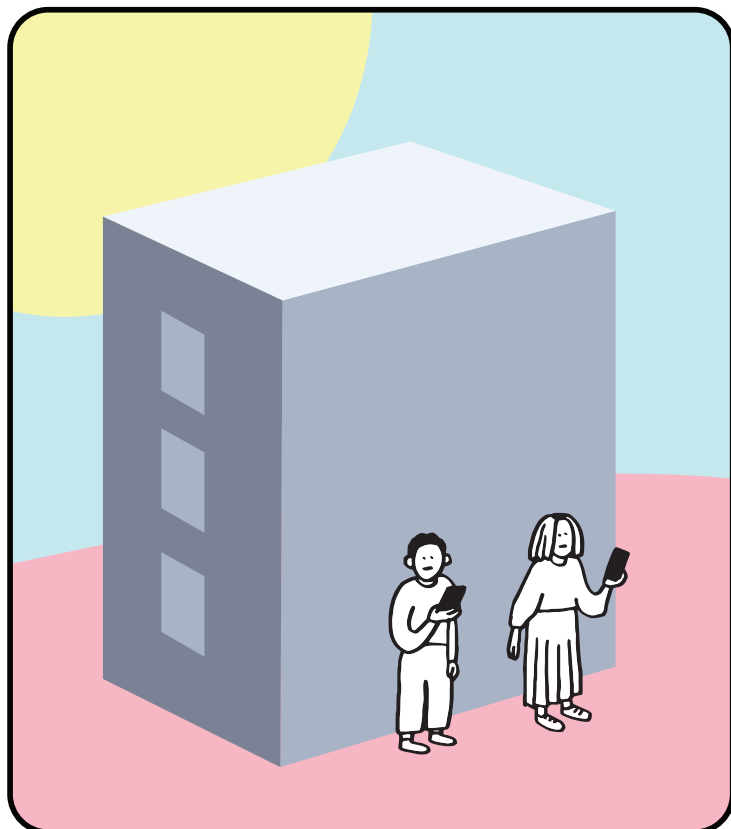
Matériel



Capteur :
chronomètre

2 smartphones

En bas du bâtiment, lancez les deux chronomètres, puis montez l'un des smartphones en haut du bâtiment. Attendez un certain temps, puis redescendez. Mesurez la différence de synchronisation entre les deux chronomètres due à la relativité générale.



c = vitesse de la lumière,
 g = pesanteur,
 δt = différence entre les
deux chronomètres,
 t = durée de l'expérience

L'effet de la vitesse (paradoxe des jumeaux) est négligeable devant l'effet de la hauteur dans cette situation.



Précision: maximale



Difficulté: minimale

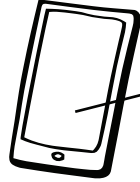
N°61.

L'architecte

Formule

$H = H$

Matériel



Capteur :
téléphone

1 smartphone



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