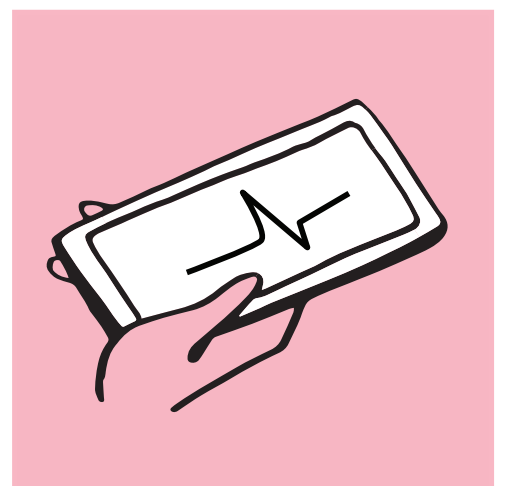
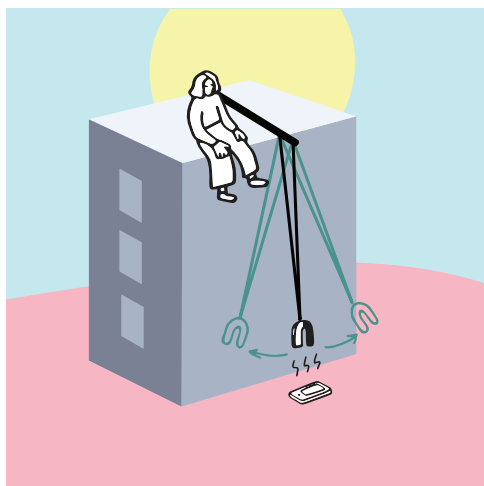
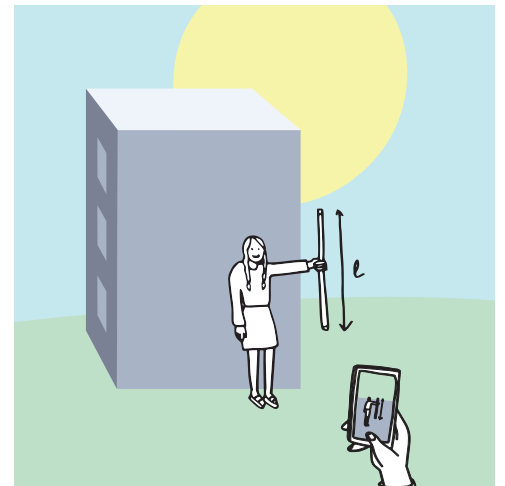


La sélection **MATHÉMATIQUES**

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



Découvrez Le Smartphone Physics Challenge sur VULGARISATION.FR

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



Précision : haute



Difficulté : minimale

N°21. Thales sur les ombres

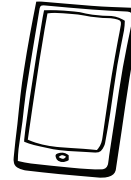
Formule

$$H = h \frac{l_2}{l_1}$$

Matériel

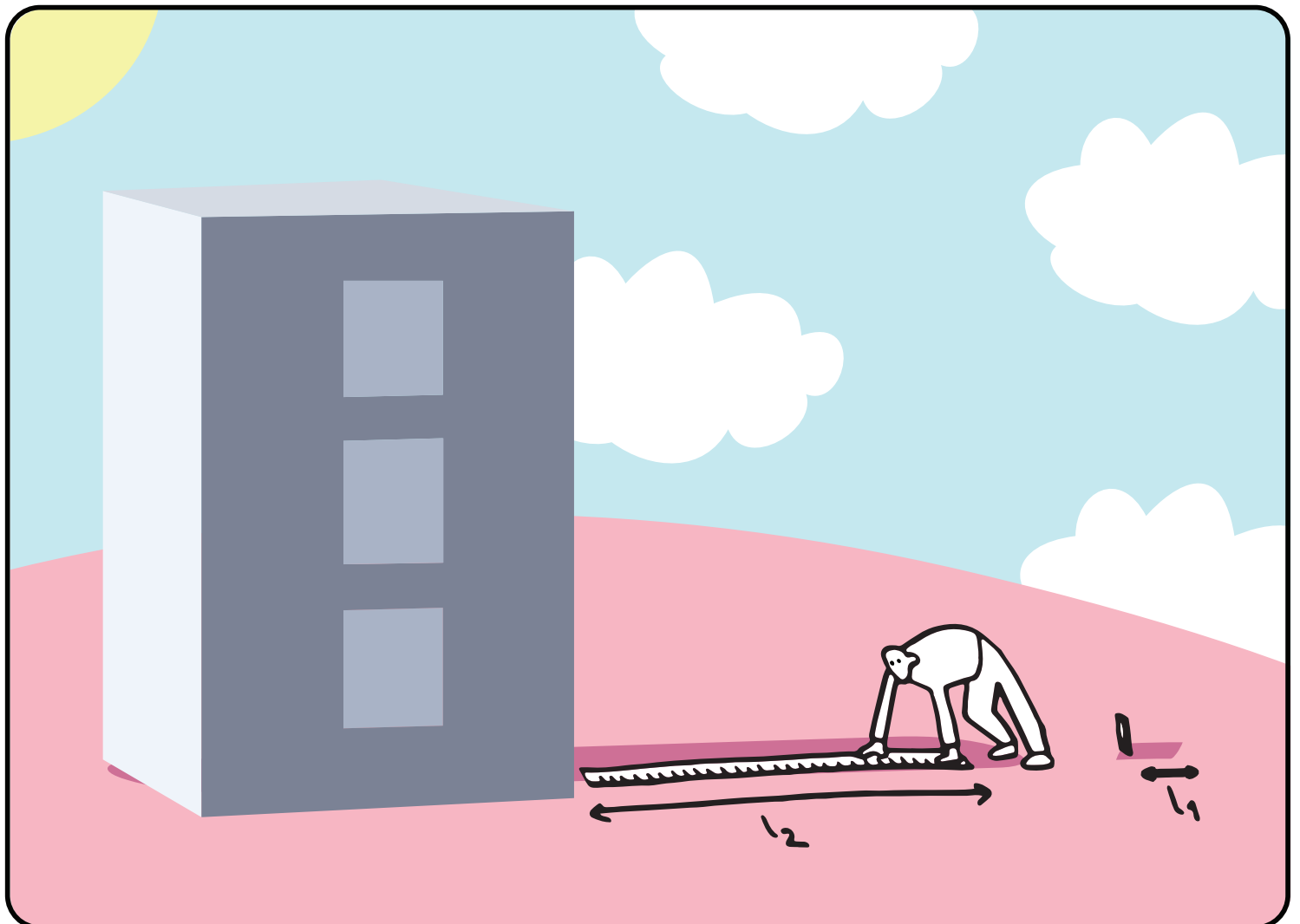


1 mètre mesureur



1 smartphone

Mesurez l'ombre d'un smartphone et l'ombre du bâtiment. Utilisez Thales pour déterminer la hauteur du bâtiment à partir de la hauteur du smartphone



h = hauteur du smartphone, l_2 = ombre du bâtiment, l_1 = ombre du smartphone



Précision : maximale



Difficulté : minimale

N°22. Ombre et position du Soleil

Formule

$$H = l \tan(\alpha)$$

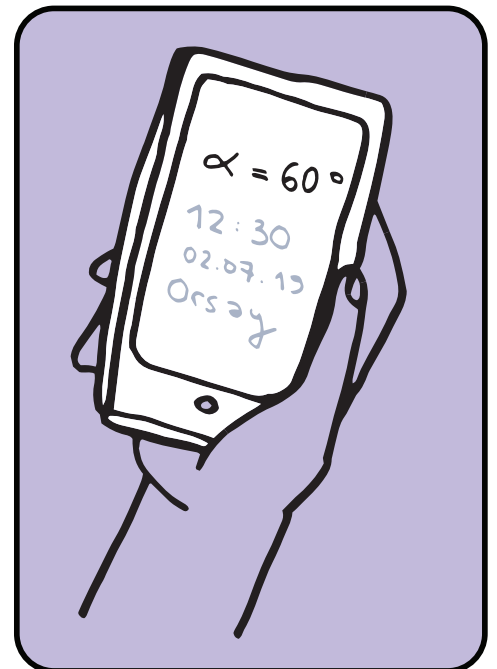
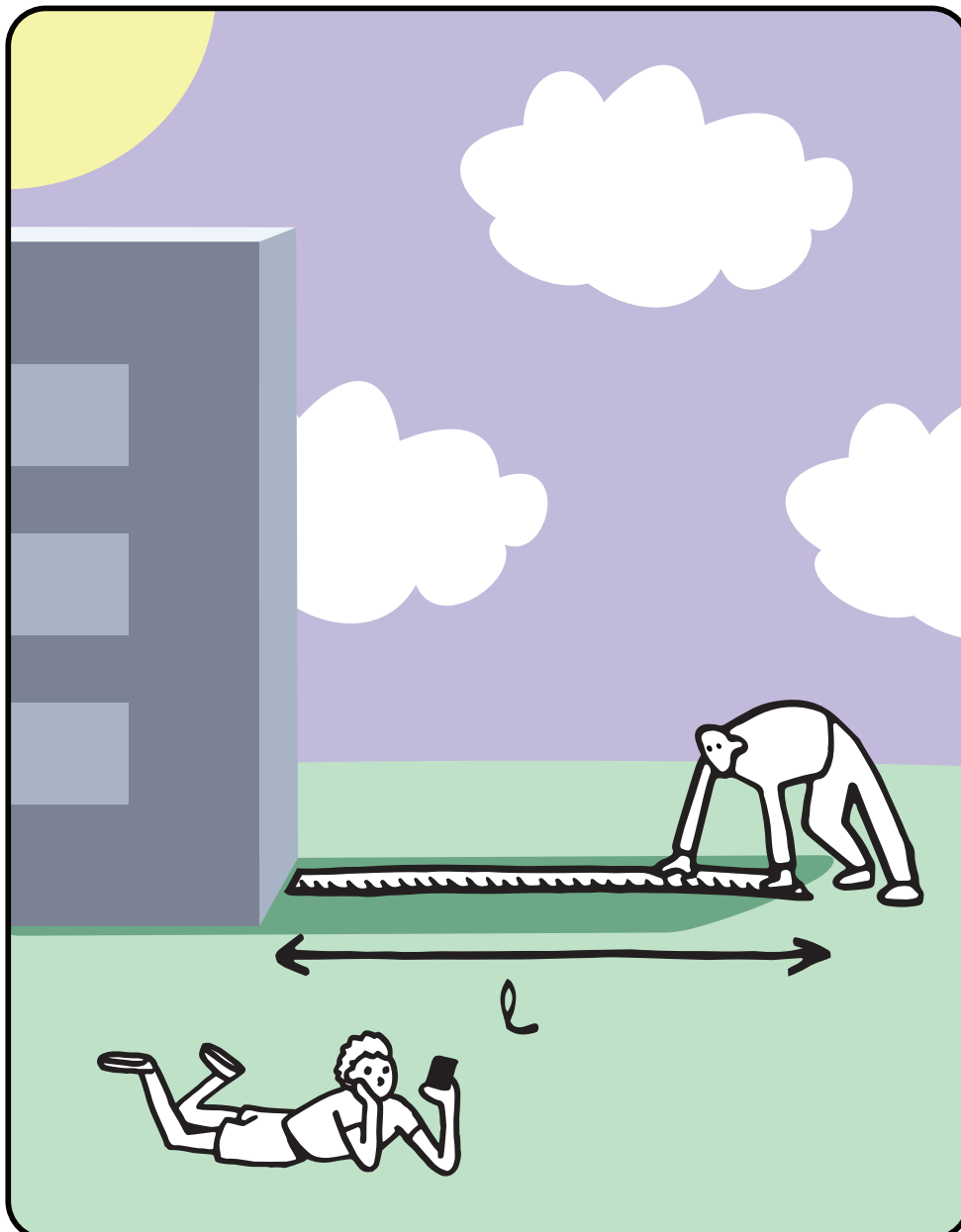


1 mètre mesureur



Capteur : **GPS**

1 smartphone



Mesurez l'ombre du bâtiment. Mesurez votre latitude, longitude, et heure de la mesure à l'aide de votre smartphone. Trouvez sur internet l'élévation du soleil à ce moment là et à cet endroit là.

l = ombre du bâtiment,
 α = élévation du soleil



Précision : haute



Difficulté : moyenne

N°23. Ombre à l'équinoxe

Formule

$$H = l \tan(\alpha)$$

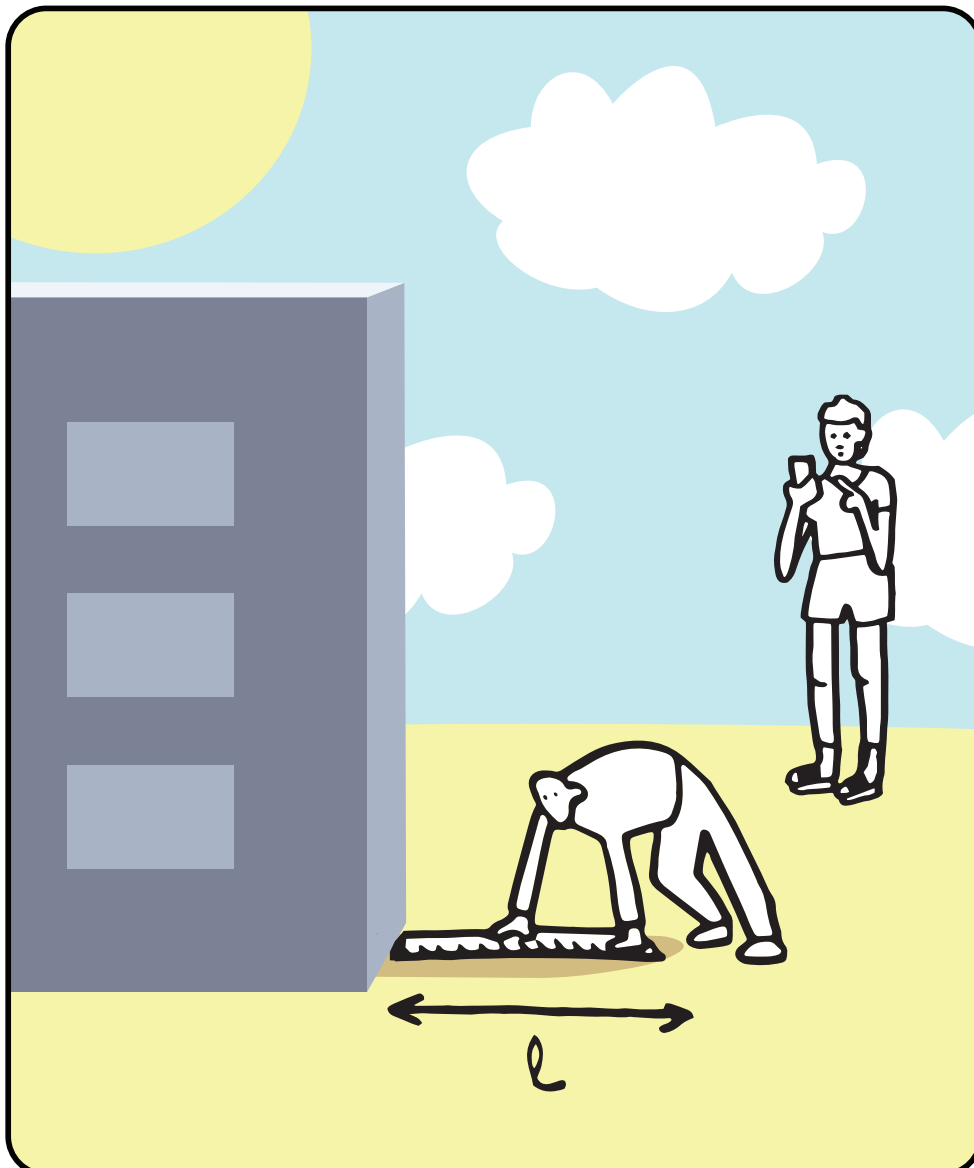


1 mètre mesureur

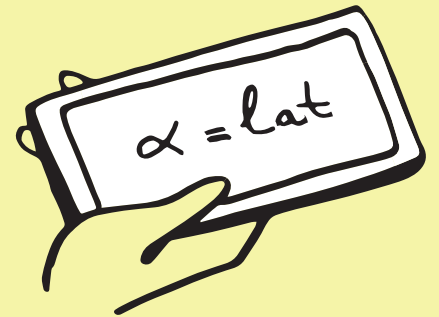


Capteurs :
GPS, camera

1 smartphone



21 MARS
(OU SEPTEMBRE)



Faites un timelaps de l'ombre du bâtiment pour déterminer la position de l'ombre la plus courte, à midi. Mesurez la longueur de cette ombre, ainsi que la latitude. À l'équinoxe, l'élévation du soleil correspond à $90^\circ - \text{latitude}$.

l = ombre du bâtiment,
 α = élévation du soleil

Aux solstices, cette méthode peut fonctionner en additionnant ou soustrayant la latitude des tropiques.



Précision : maximale



Difficulté : basse

N°24.

Trigonométrie

version 1

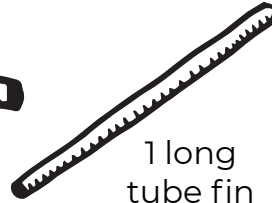
Formule

$$H = h + l \tan \alpha$$

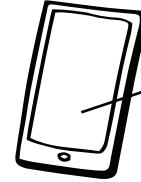
Matériel



1 mètre
mesureur



1 long
tube fin

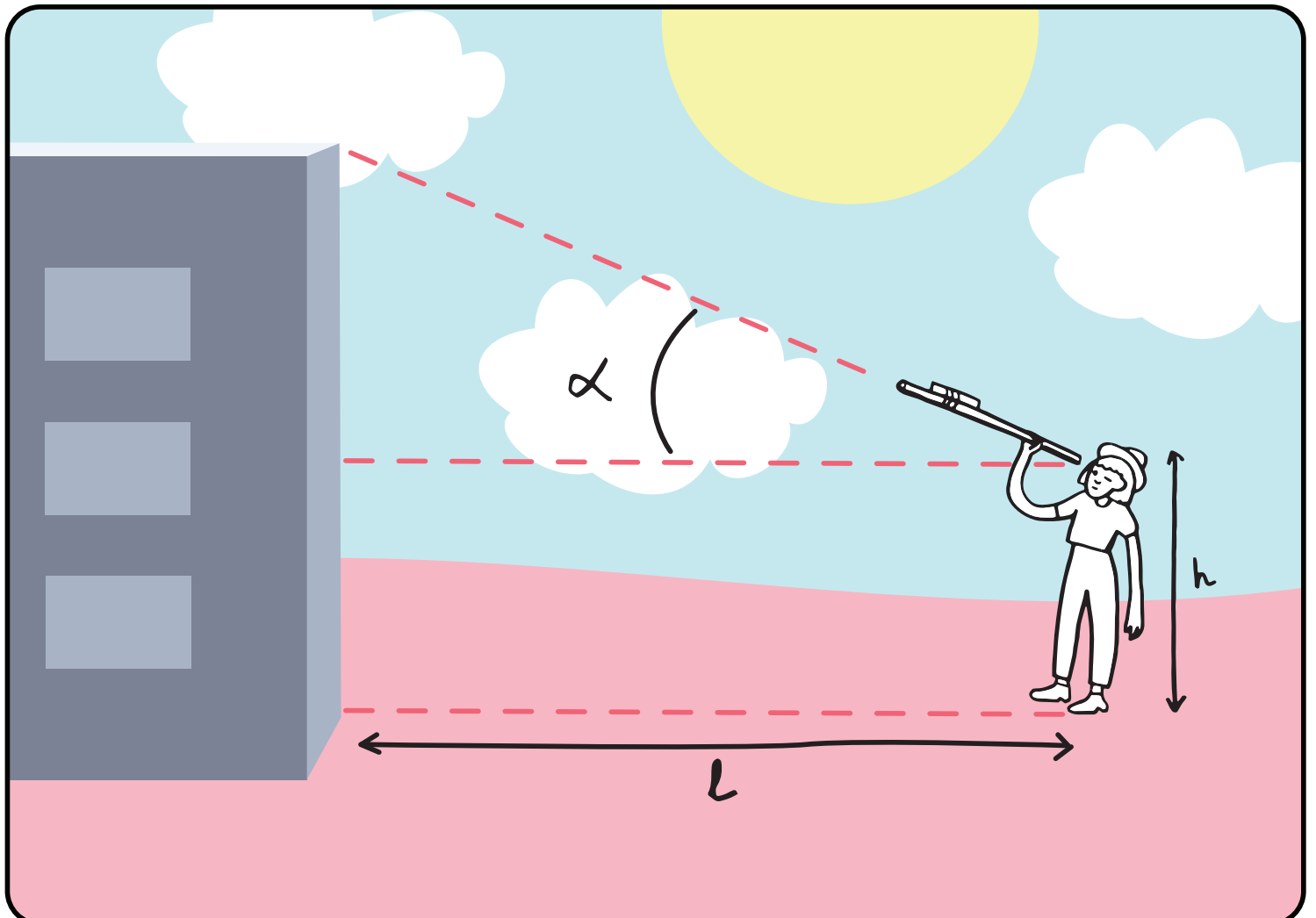


1 smartphone

Capteur :
accéléromètre

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

h = hauteur de l'oeil de la personne, l = distance au bâtiment, α = angle du haut du bâtiment





Précision : basse



Difficulté : basse

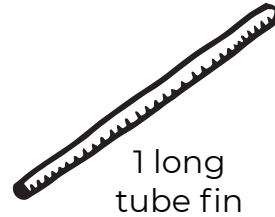
N°25.

Trigonométrie

version 2

Formule

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

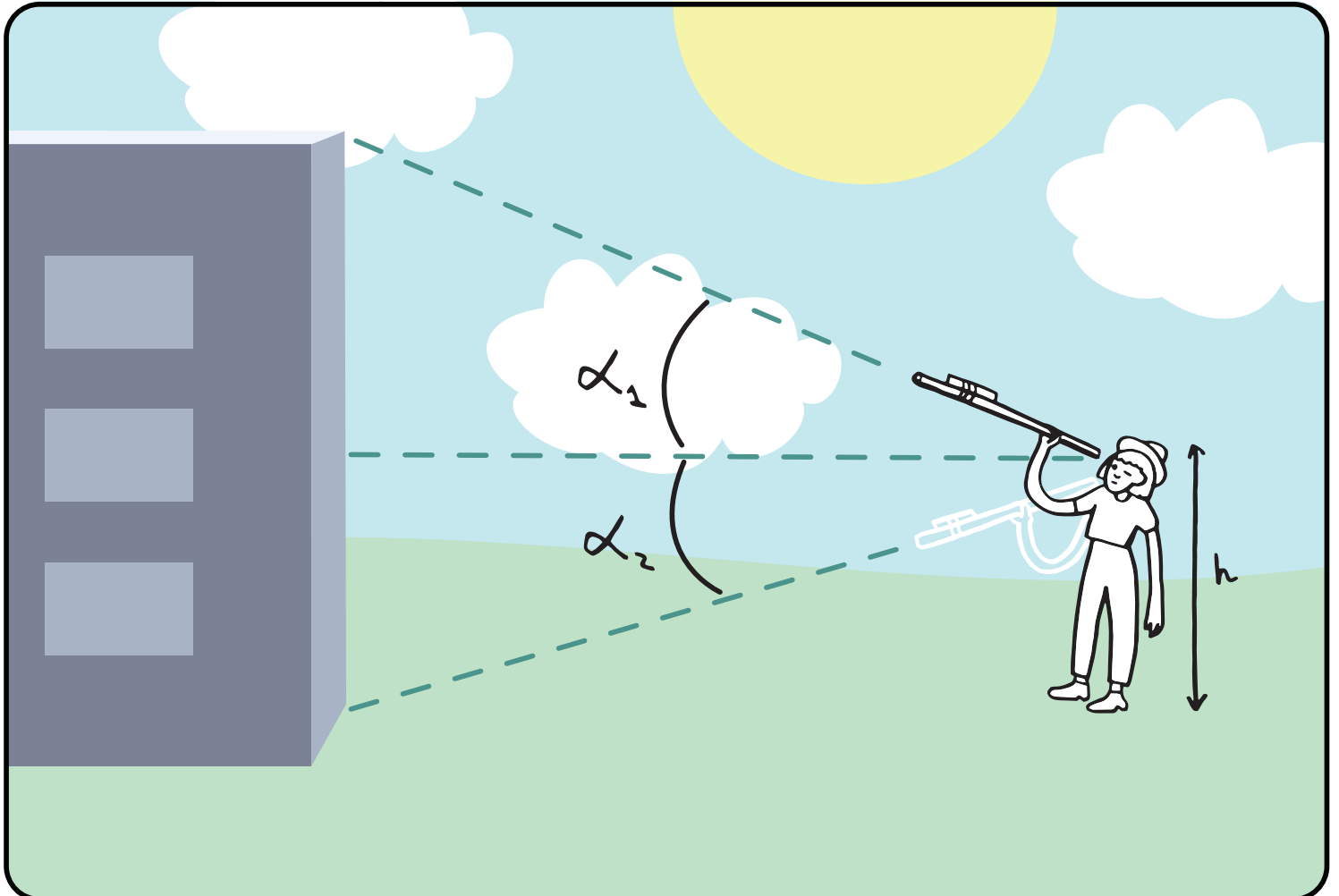


Capteur :
accéléromètre

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 : moyenne



Difficulté : basse

N°26.

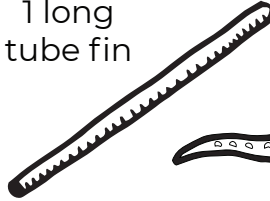
Trigonométrie version 3

Formule

$$H = \frac{l}{2 \tan(\alpha/2)}$$

Matériel

1 long
tube fin

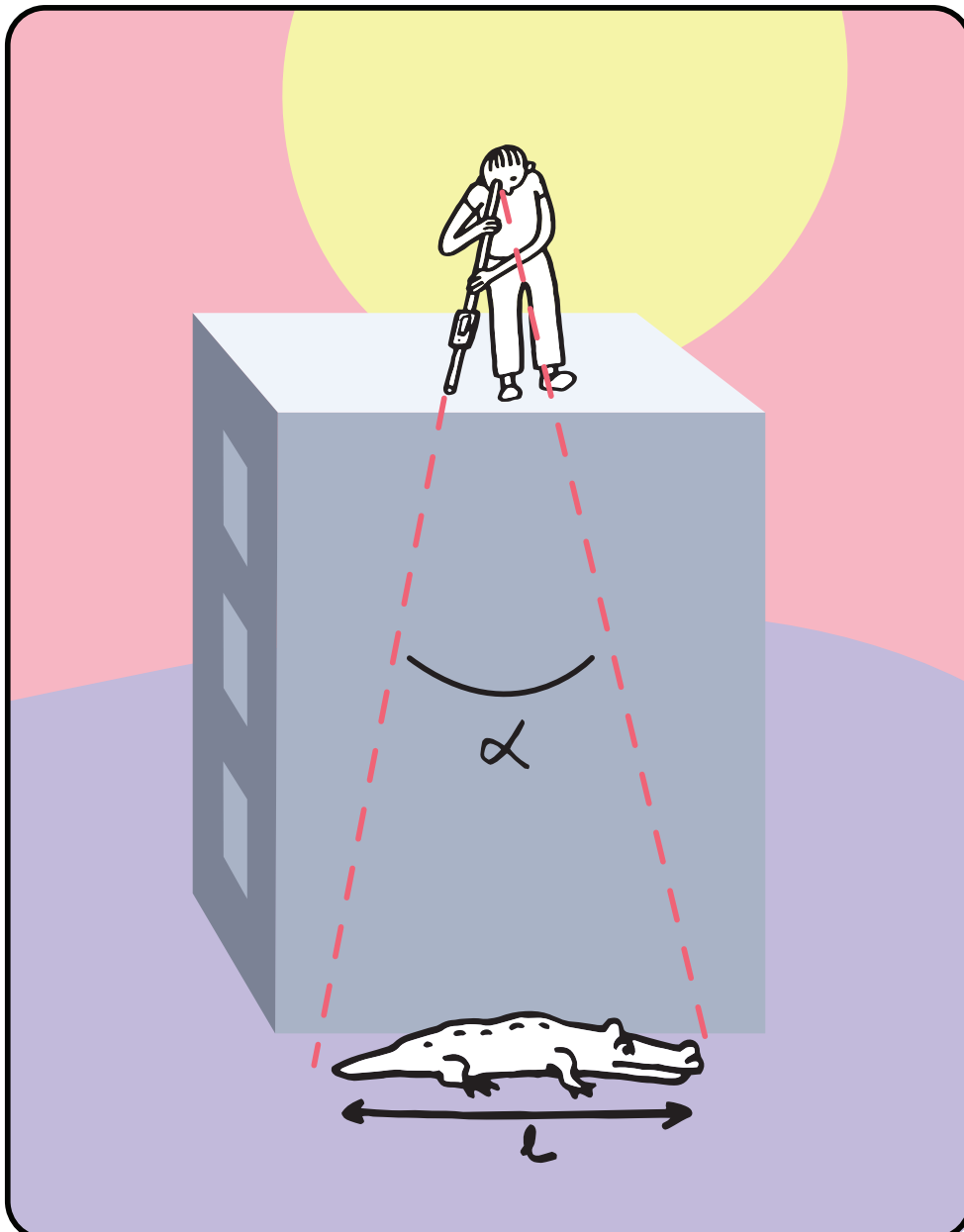


1 objet de
taille connue



Capteur :
accéléromètre

1 smartphone



Fixez le smartphone sur le tube, posez l'objet de taille connue au pied du bâtiment, et montez en haut, à la verticale de l'objet. Utilisez l'accéléromètre pour déterminer la taille angulaire de l'objet.

l = taille de l'objet, α = taille angulaire de l'objet



Précision : haute



Difficulté : minimale

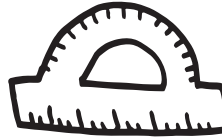
N°27. Angle de champ d'une photo

Formule

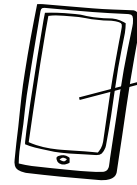
$$H = \frac{l}{2 \tan(\alpha/2)}$$



1 barre de taille connue

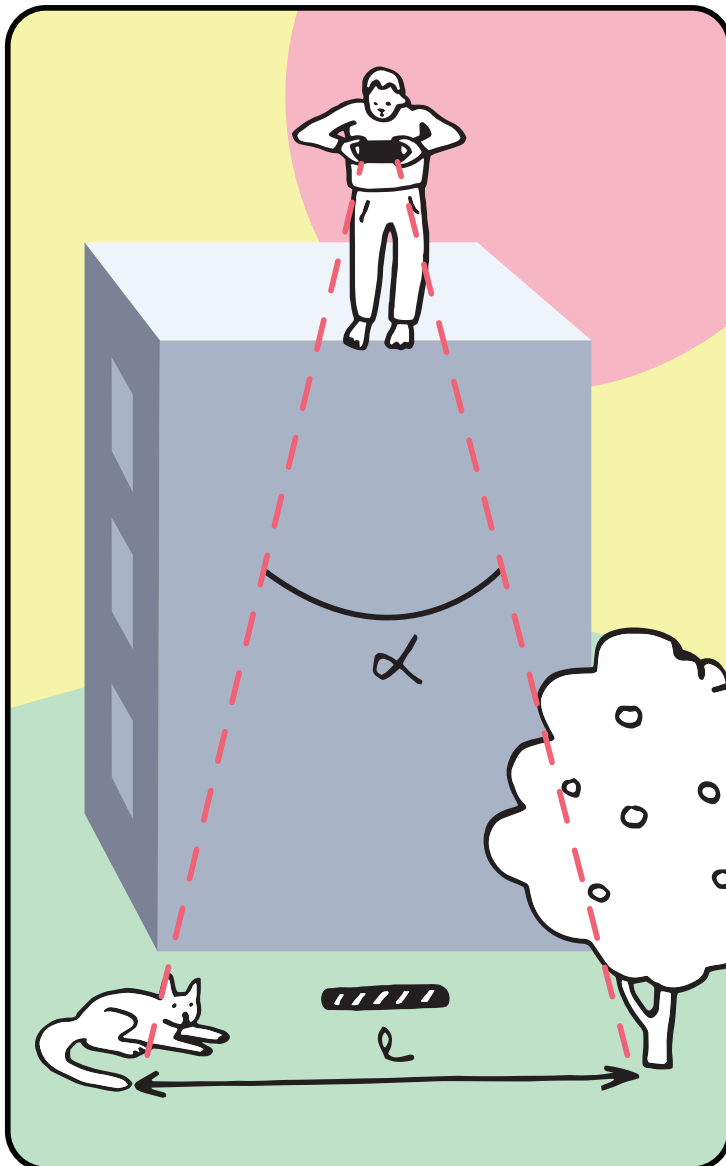


1 rapporteur



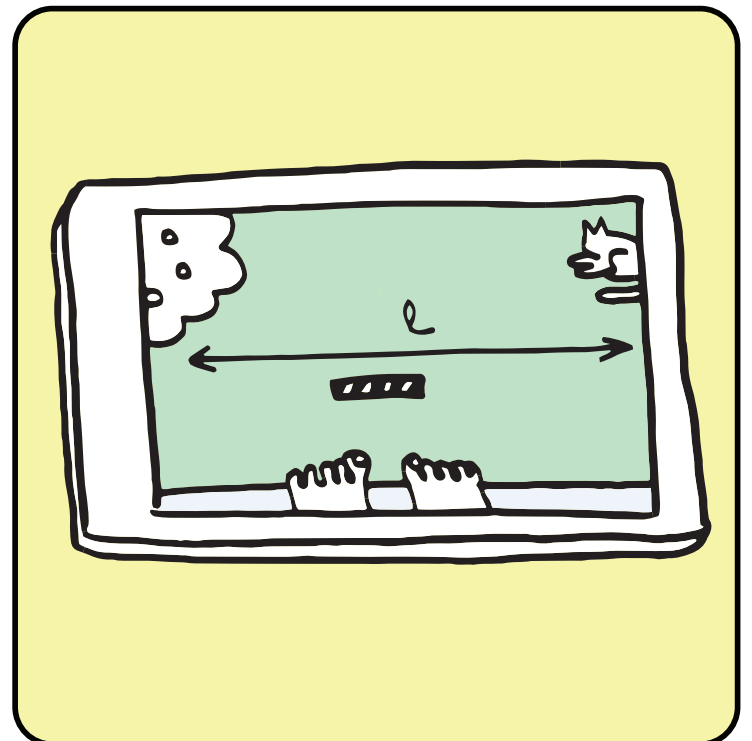
1 smartphone

Capteur :
caméra



Du haut du bâtiment, prenez une photo du sol, et déterminez la longueur de sol photographiée, la barre servant d'échelle. À l'aide du rapporteur, déterminez l'angle de champ de votre smartphone.

l = longueur de sol visible sur la photo, α = angle de champ du smartphone



L'angle de champ peut également être déterminé en prenant une photo de la barre à une distance connue.



Précision : maximale



Difficulté : minimale

N°28.

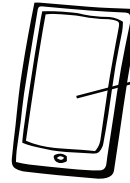
Photographie avec échelle

Formule

$$H = \frac{d_2}{d_1} l$$

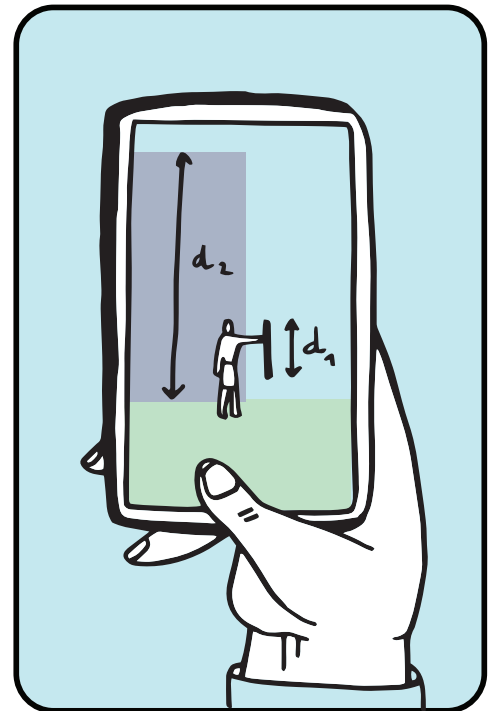
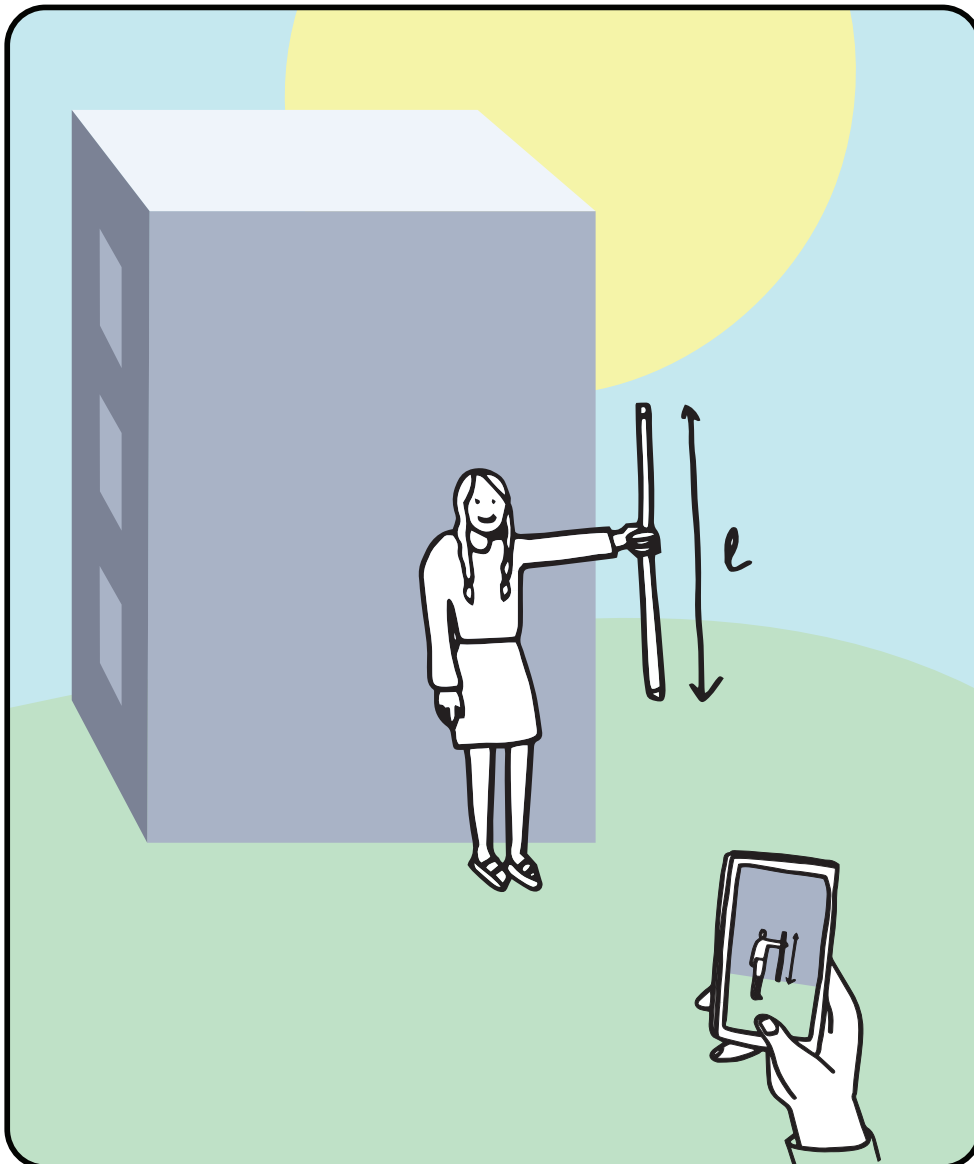


1 barre de taille connue



Capteur :
camera

1 smartphone



Prenez une photo du bâtiment, avec la barre servant d'échelle. Mesurez la taille du bâtiment et de la barre sur la photo.

d_2 = taille du bâtiment sur la photo,
 d_1 = taille de la barre sur la photo,
 l = taille réelle de la barre

Minimisez les déformations de perspectives pendant la prise de vue !



Précision : haute



Difficulté : minimale

N°29.

Photographie de face

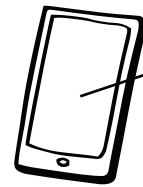
Formule

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

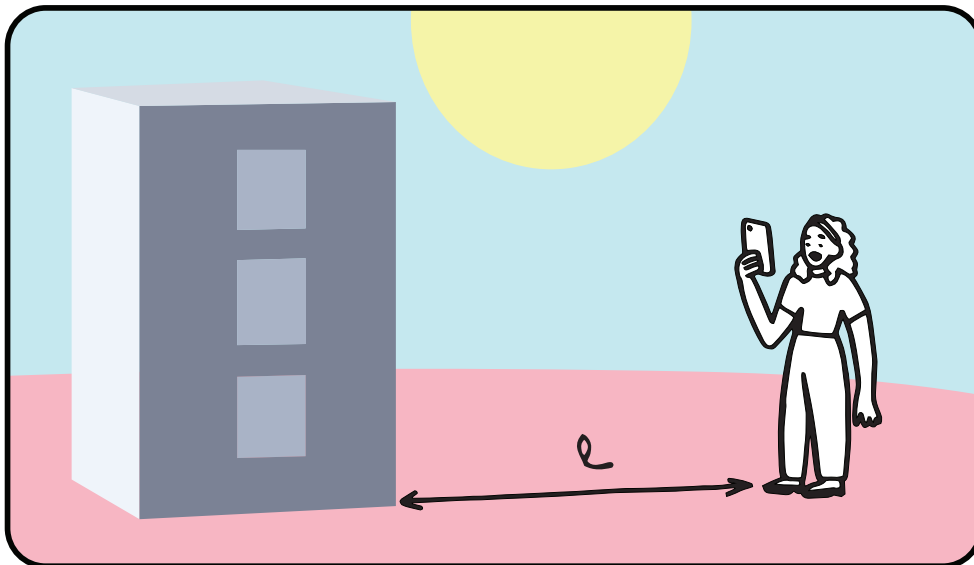


1 mètre mesureur

1 smartphone avec taille capteur CCD et focale connues

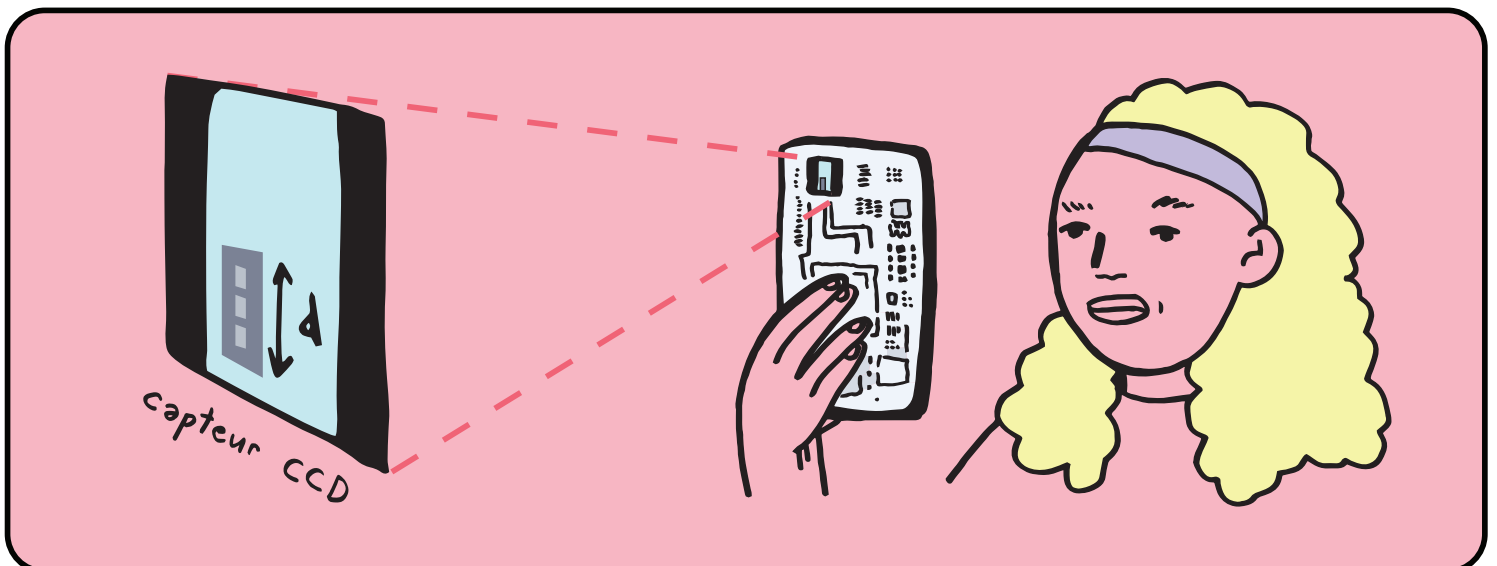


Capteur : **caméra**



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 : haute



Difficulté : minimale

N°30.

Photographie de haut

Formule

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

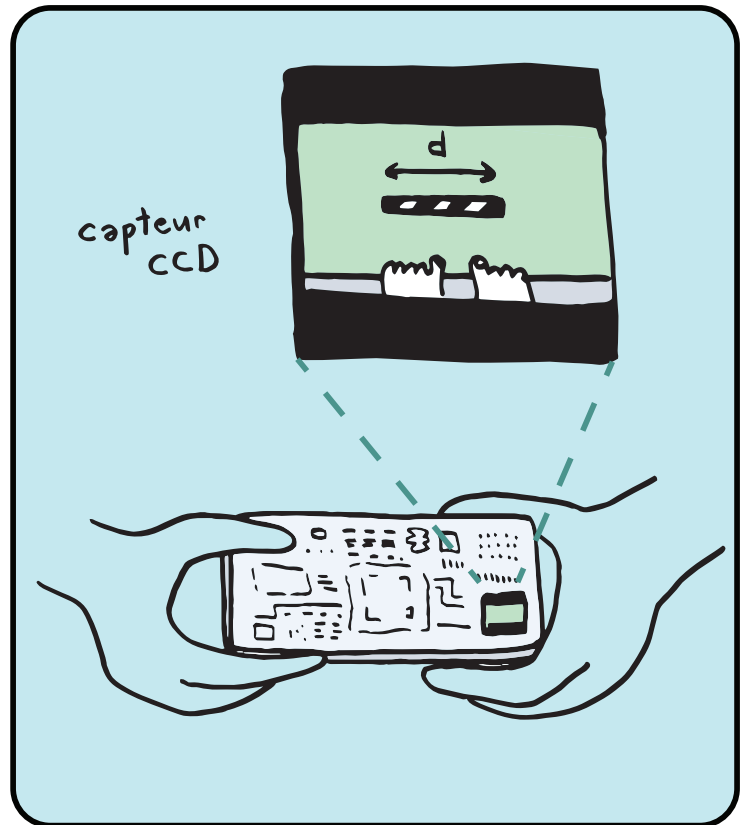
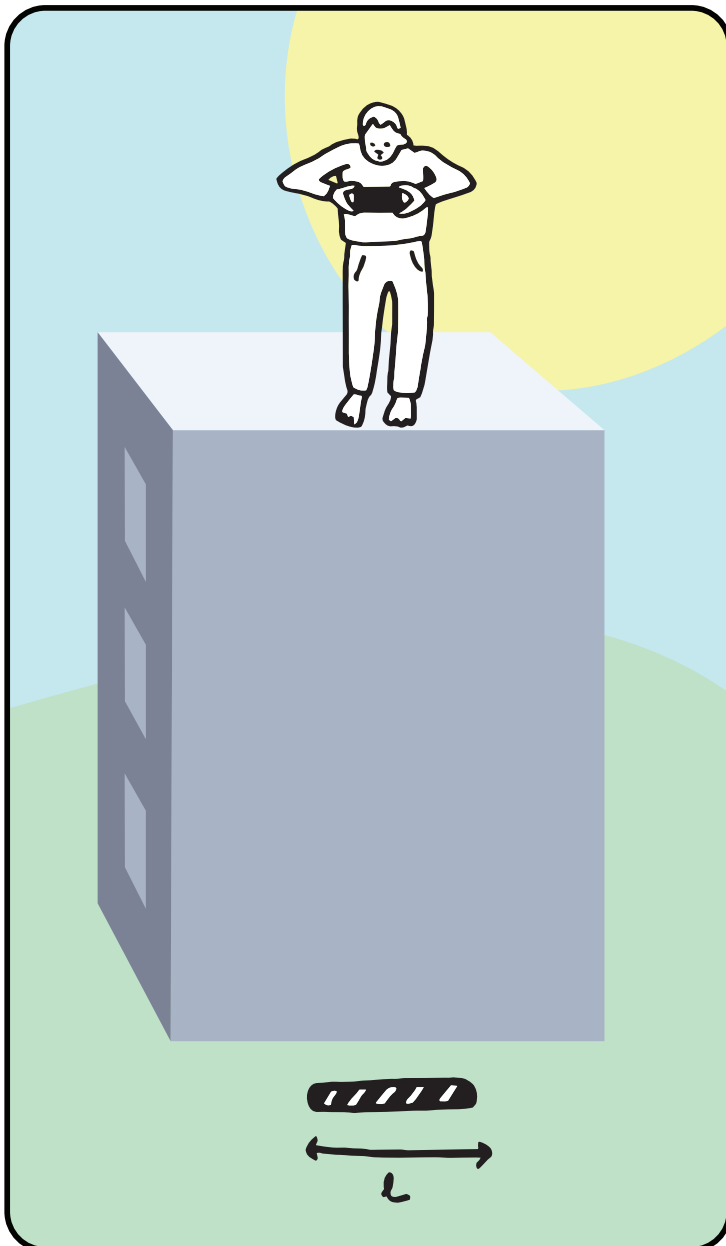


1 barre de taille connue

1 smartphone avec taille capteur CCD et focale connues



Capteur : caméra



Du haut du bâtiment, prenez une photo de la barre posée au sol. Déterminez la taille réelle de l'image de la barre sur le capteur CCD en regardant la fraction de la largeur de l'image occupée par la barre.

l = taille de la barre, f = focale de l'appareil photo, d = taille de l'image de la barre sur le capteur CCD



Précision : haute



Difficulté : basse

N°54. Nombre de pixels

Formule

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

Matériel

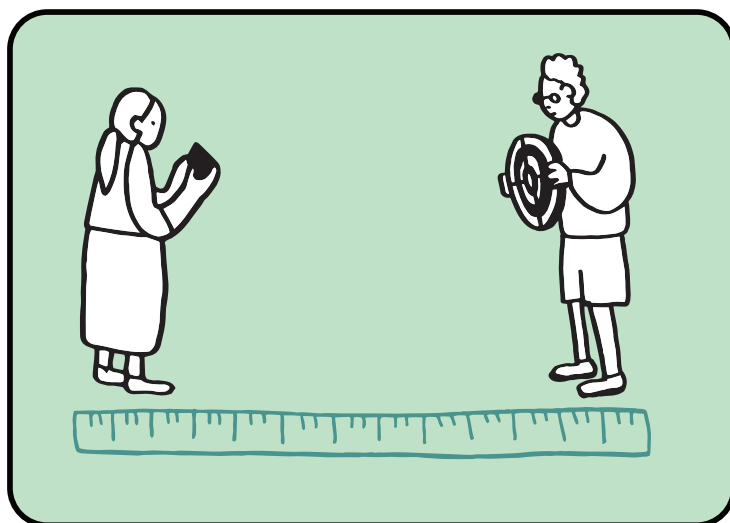
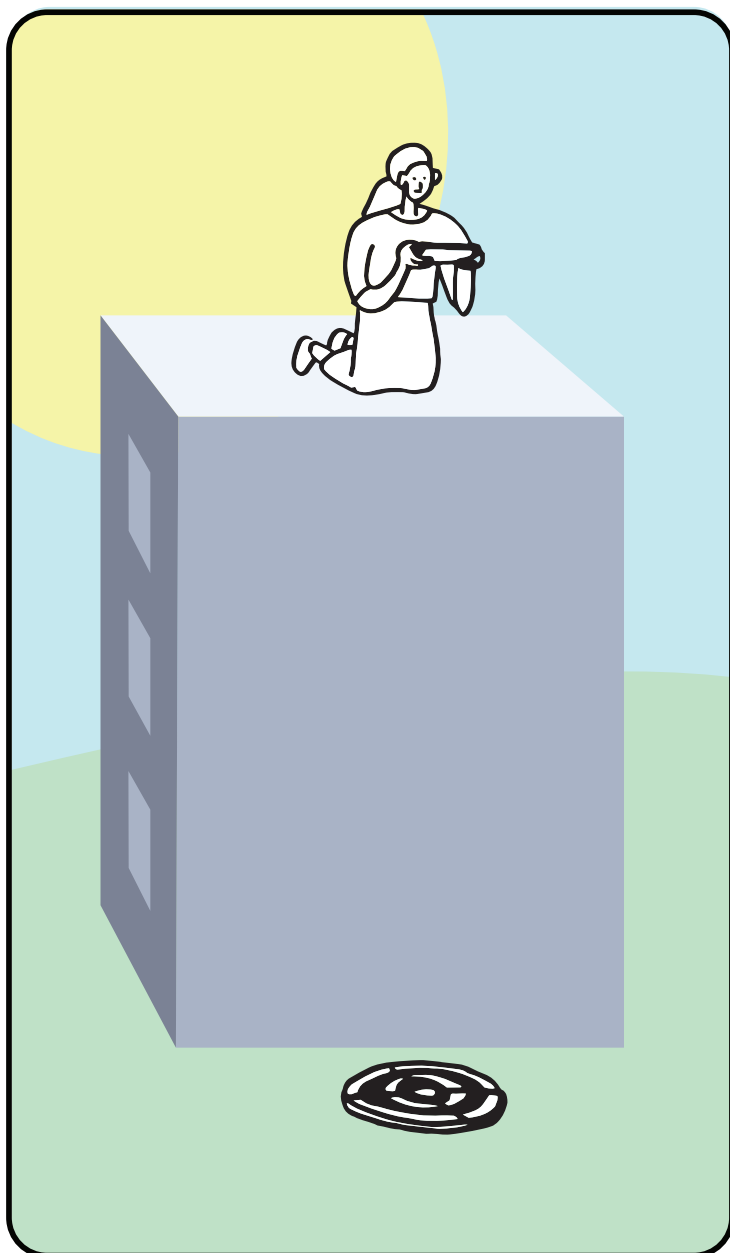


une cible



Capteur :
caméra

1 smartphone



Installez la cible en bas du bâtiment, et prenez là en photo du haut du bâtiment. Le nombre de pixels représentant la cible sur la photo varie en $1/R^2$, et doit être calibré auparavant.

N = nombre de pixels

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.