

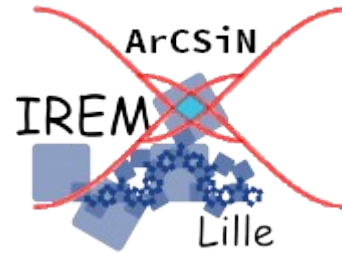
Mesurer



une hauteur

Mesurer

une



hauteur

inaccessible



Mesurer une hauteur inaccessible



Groupe ArCSiN - IREM de Lille
Activités Réalisées Collaborativement
avec des Supports iNformatiques





Mesurer

6^e-5^e: évaluer distances et angles

- quelle(s) unité(s) ?
 - ordres de grandeur
 - des instruments pour construire puis mesurer :
règle graduée, rapporteur
ou équivalents : gabarits...
-
- chemin d'un lieu à un autre, distance en pas :
du protocole à l'informatique débranchée
 - dimensions d'une salle de classe,
altitude d'une salle de cours
 - rond central d'un terrain de football,
valeur de π





Mesurer

4^e-3^e: calculer faute de pouvoir mesurer

- schéma vs figure
- théorie vs pratique
- les propriétés de trigonométrie sur le terrain :

Pythagore,

Thalès,

Cosinus, Sinus, Tangente

→ in situ : hauteur du gymnase, d'un arbre

→ en sortie : clocher du village, hauteur d'une éolienne



Les Outils du géomètre... en herbe

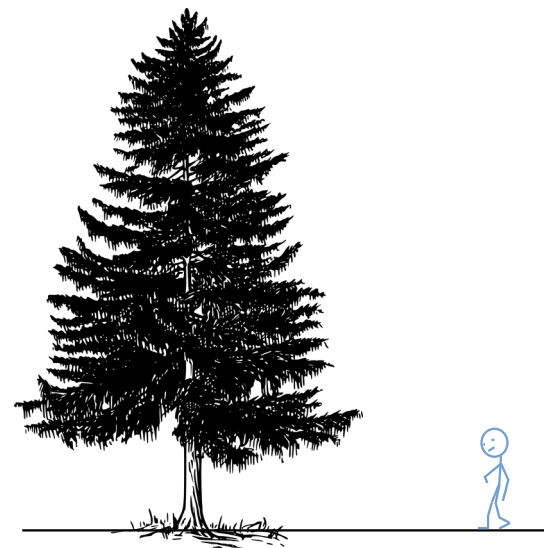
En complément d'une « **règle graduée** »

des Outils disponibles

- une baguette
- un bâton planté
- deux baguettes
- un miroir

des Outils à construire

- un rapporteur amélioré
- une maquette
- (une arbalestrille : bâton de Jacob, baculus)



Les outils du géomètre... en collège

Matériel : recycler, dépenser peu

- recyclé : branches, chute de bois, carton, ficelle...
- consommables courants : papier, colle, scotch...
- peu coûteux : tasseau...
- utilisé en classe : instruments du cartable ou du tableau
- partageable : odomètre, décamètre...

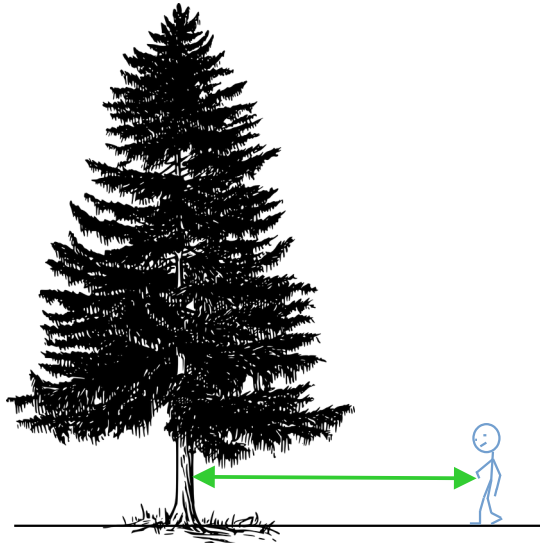
Réalisation

- par les élèves si construction : clinomètre, maquette
- faisable à la maison comme à l'école
- (aidé d'un adulte : arbalestrille ou bâton de Jacob)





Des méthodes par visée(s)



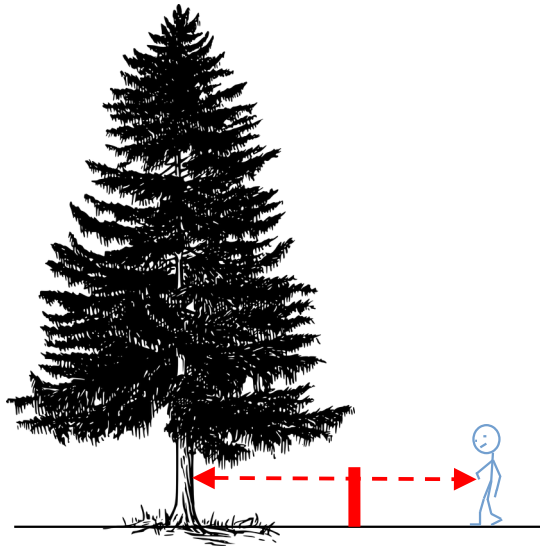
Distance à l'arbre **accessible**

Simple mesure

- longueurs : baguette, bâton planté, croix du bûcheron, miroir
- longueurs et angle : clinomètre



Des méthodes par visées




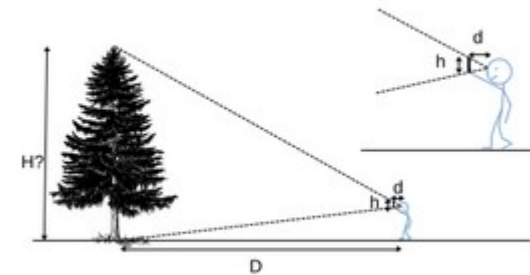
Distance à l'arbre **inaccessible**

Double mesure

- longueurs : baguette, bâton planté, croix du bûcheron, miroir + maquette
- longueurs et angle : clinomètre

Une fiche par méthode

 **Estimer la hauteur d'un arbre**
1- À l'aide d'une baguette



Le principe

- Tenir la baguette verticalement dans la main, bras tendu devant soi.
- Placer la baguette verticalement face à l'arbre.
- Avancer/reculer et déplacer la baguette verticalement pour faire coïncider le haut de la baguette avec le sommet visé, le bas de la baguette avec le pied de l'arbre.
- Repérer la position au sol à l'aplomb de vos yeux (a priori au centre de vos pieds joints).
- Mesurer la longueur de la baguette : h
- Mesurer la distance de vos yeux à la baguette : d
- Mesurer la distance du repère à l'aplomb des yeux à l'arbre : D

La hauteur est alors estimée par la formule : $H = \frac{h \times D}{d}$.

Journées Académiques de l'IREM de Lille 2025 Auteur : E.Osteme © By-Nc 2018-2025

- la prise en main de l'outil
- les contraintes pour limiter les erreurs
- les mesures à relever
- la formule pour estimer la hauteur

À vous de jouer !

- en **binôme** voire trinôme :
l'opérateur doit être aidé afin de
 - respecter les contraintes de l'outil :
horizontalité, verticalité...
 - obtenir des mesures « précises » :
distance des yeux au sol, repères au sol...



À vous de jouer !

- en **binôme** voire trinôme
- **Simple mesure** :
la hauteur de la façade du bâtiment M2
- **Double mesure** :
la hauteur du sommet de l'antenne
de Radio Campus placée sur le bâtiment M1



- Noter les mesures (fin livret)
- Calculer au retour dans la salle





Calculs et bilans critiques

Session 1

Mesurer une hauteur inaccessible

J.A. IREM de Lille - Mars 2025

Hauteurs mesurées (mètres)



N° Groupe	N° Simple	N° Double	Hauteur M1	Hauteur M2	Hauteur Antenne
1	1	9			
2	2	8			
3	3	9			
4	4	10			
5	5	6			
6	1	9			
7	2	8			
8	3	9			
9	4	10			
10	5	6			
11	3	9			
12	5	7			



Mises en œuvre possibles, livret des méthodes, Compléments



Dans la suite, cette icône en titre propose un lien hypertexte vers un dossier en ligne rassemblant des documents sur le thème.



Ce code QR cliquable renvoie au dossier complet : diaporama, feuille de calcul et sous-dossiers.

Contact : emmanuel.ostenne@ac-lille.fr
<https://irem.univ-lille.fr>



Mises en œuvre possibles

Sortie sciences

mathématiques, sciences physiques et SVT
sur un champ éolien à proximité



3^e - Sortie éoliennes – Les mesures

ArCSiN

Au collège		Au site de l'éolienne	
Quart	Heure de départ	Heure d'arrivée	
Bras	(faire le silence complet)	Mesure avec un sonomètre	

Exercices


1- Vis-à-vis des habitations voisines ? ...
 Constatez-tu des nuisances sur la faune ? ... sur la flore ? ...

Vent
 Mesurer la vitesse du vent en plaçant l'anémomètre le plus haut possible face au vent : ...
 Quelle est la direction du vent (d'où vient-il d'après une boussole) ? ...
 Comment est positionnée l'éolienne par rapport au vent ?

Pales
 Mesurer la vitesse de rotation d'une pale de l'éolienne en tour/seconde : ...
 Par exemple, compter le nombre de tours effectués par une pale sur 30 s et diviser par ...

Mât
 Quel est le titre de la fiche méthode proposée pour estimer la hauteur du mât de l'éolienne ?
 Quelle est la formule de calcul proposée sur la fiche méthode ? ...

Recevoir le schéma tel que proposé sur la fiche méthode et y ajuster les mesures prises.



ArCSiN

Journées Académiques de l'IREM de Lille 2025 Auteur : E. Othman © Hy-Nc 2018-2025

repérage sur une carte, durée et distance du trajet, hauteur de l'éolienne, orientation de l'éolienne, vitesse et direction du vent, vitesse de rotation des pales, pression acoustique, impact sur la flore et la faune, choix de l'emplacement

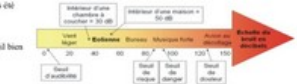
3^e - Sortie éoliennes – Les conclusions

Pour les calculs, indiquer le ou les calculs effectués.

1- La distance parcourue pour se rendre à l'éolienne est : ...
 Quelle a été la vitesse moyenne du groupe pour se rendre du collège au pied de l'éolienne ? ...

2- Pourquoi les éoliennes ont-elles été implantées dans cette zone ?

3- Le bruit en fonctionnement est-il bien placé sur le schéma ci-contre ?

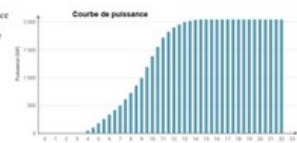


4- Quelle est la hauteur du mât de l'éolienne d'après les mesures ?

5- La notice constructeur précise que pour le modèle observé qu'une pale fait 41 m. Sur un autre document il est dit qu'une pale d'éolienne fait les deux tiers de la hauteur du mât. Est-ce vrai ou faux ? Justifier

6- Quelle est la vitesse en m/s du bout de la pale pour la vitesse de rotation mesurée ? Le rayon d'une pale est 41 m.
 Rappel : Formule du périmètre d'un cercle : $2\pi \times R$

7- A partir de la courbe de puissance donnée par le constructeur, quelle était la puissance de production de l'éolienne ?



8- La population d'une ville comme Arennes-le-Comte (environ 2000 habitants) a besoin d'environ 9300 kWh par jour. En prenant la puissance à l'instant de la mesure et en considérant une vitesse de vent constante, combien faut-il d'heures de production par jour pour les 6 éoliennes du parc pour assurer l'approvisionnement électrique d'Arennes-le-Comte ?
 Rappel : $E = P \times t$ avec E (Énergie électrique) en kWh, P (Puissance) en kW et t (temps) en h

Journées Académiques de l'IREM de Lille 2025 Auteur : E. Othman © Hy-Nc 2018-2025

Comparaison avec des données techniques, puissance et production extrapolée des mesures.





Mises en œuvre possibles

Hauteur du clocher de l'église de Leforest


unités d'angle : grade vs degré,
proportionnalité,
conversion,
découverte du théodolite,
utilisation d'un théodolite bricolé

Calcul de la hauteur de l'église de Leforest avec les instruments du géomètre

Les **mathématiciens** utilisent un rapporteur gradué en **degrés**, c'est-à-dire de 0° à 180°.
Un angle droit mesure donc 90°.

Les **géomètres**, eux, n'utilisent pas le degré comme unité d'angle mais le **grade**.
Un rapporteur gradué en grades possède 200 graduations.
Ainsi, un angle droit mesure grades.

Voici un exemple de rapporteur permettant d'effectuer des mesures dans les deux unités.



En utilisant ce rapporteur, compléter le tableau de conversion suivant :

Angle en degrés	90	50	180		
Angle en grades				30	135

Que peut-on dire d'un tel tableau ?

Si le théodolite (instrument de mesure du géomètre) m'indique un angle de 55,24 grades, à combien de degrés cela correspond-il ?

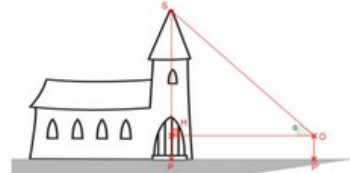
Comment fait-on pour convertir facilement en angle en grades en degrés ?

Quand le théodolite vise le zénith (verticalement vers le haut), l'écran affiche un angle de 0 grade.
Qu'affiche-t-il quand il vise horizontalement ?

Qu'affiche-t-il quand il vise verticalement vers le bas ?

Innov'Académiques de l'IREM de Lille 2023 Auteur : R.Petit © By-Nc 2020-2023

Un observateur installe son théodolite en O et désire calculer la hauteur SP d'une église.



Quelles sont les mesures qui lui sont accessibles ?

Avec ces mesures, quels calculs peut-on faire pour pouvoir calculer la hauteur de l'église ?

Innov'Académiques de l'IREM de Lille 2023 Auteur : R.Petit © By-Nc 2020-2023



Mises en œuvre possibles

Dossier EPI, partie mathématiques, collège Gambetta de Lys-lez-Lannoy

COMMENT MESURER DES HAUTEURS INACCESSIBLES?
Partie mathématique
Dossier à rendre au plus tard le _____

INTRODUCTION
Qu'est-ce qu'une hauteur inaccessible?
Journal Académique de l'IREM de Lille 2021
Année : L. Le Fol © By-Nc 2021

I - DANS LE CAS D'UN BÂTIMENT ACCESSIBLE

INTRODUCTION
— Qu'appelle-t-on un bâtiment accessible?
— Présenter le bâtiment (ou un grand arbre) accessible que vous avez choisi.

1 - LA MÉTHODE DE L'OMBRE
— Expliquer la démarche utilisée sur place et étayer avec des photos et schéma.
— Utiliser le théorème de Thalès pour calculer la hauteur.

2 - LA CROIX DE BŪCHERON
— Décrire une croix de bûcheron et insérer une photo de celle que vous avez fabriquée.
— Expliquer la démarche utilisée sur place et étayer avec des photos et schéma.
— Justifier complètement en utilisant plusieurs fois le théorème de Thalès qu'on peut obtenir la hauteur cherchée. (Attention, lors de vos recherches, vous allez trouver des sites qui présentent des démonstrations incomplètes, à vous de tout écrire!)

3 - CONCLUSION
Émettre une critique argumentée sur les différentes méthodes employées (une critique peut être positive), sur les résultats obtenus (Plausibles ou non? Cohérents entre eux?..)

II - DANS LE CAS D'UN BÂTIMENT INACCESSIBLE
— Présenter le grand gymnase et dire en quoi il est inaccessible.
— Décrire le matériel et son utilisation dans la cour.
— À l'aide des mesures prises dans la cour et de la formule découverte en classe, faire le calcul de la hauteur du grand gymnase.
— Émettre une critique argumentée sur le résultat obtenu.

Remarque : 10 points parmi les 100 seront réservés à la qualité de la présentation, de la rédaction et de l'orthographe.

I- Bâtiment accessible
vocabulaire,
présentation de l'édifice choisi,
méthode de l'ombre,
croix du bûcheron,
conclusion argumentée.

II- Bâtiment inaccessible
présentation de l'édifice,
présentation du matériel,
calcul proposé,
conclusion argumentée.

CALCUL DE LA HAUTEUR DU GRAND GYMNASE

Journal Académique de l'IREM de Lille 2021
Année : L. Le Fol © By-Nc 2021

Dans le triangle ASH rectangle en H :
 $\tan(\widehat{SAH}) = \frac{SH}{AH}$
 $\tan(\alpha) = \frac{SH}{x}$
 $SH = x \times \tan(\alpha)$

Dans le triangle BSH rectangle en H :
 $\tan(\widehat{SBH}) = \frac{SH}{BH}$
 $\tan(\beta) = \frac{SH}{d+x}$
 $SH = (d+x) \times \tan(\beta)$

$$x \times \tan(\alpha) = (d+x) \times \tan(\beta)$$

$$x \times \tan(\alpha) = d \times \tan(\beta) + x \times \tan(\beta)$$

$$x \times \tan(\alpha) - x \times \tan(\beta) = d \times \tan(\beta) + x \times \tan(\beta) - x \times \tan(\beta)$$

$$x \times \tan(\alpha) - x \times \tan(\beta) = d \times \tan(\beta)$$

$$\frac{x \times (\tan(\alpha) - \tan(\beta))}{\tan(\alpha) - \tan(\beta)} = \frac{d \times \tan(\beta)}{\tan(\alpha) - \tan(\beta)}$$

$$x = \frac{d \times \tan(\beta)}{\tan(\alpha) - \tan(\beta)}$$

donc $SH = \frac{d \times \tan(\beta)}{\tan(\alpha) - \tan(\beta)} \times \tan(\alpha)$
 $SH = \frac{d \times \tan(\alpha) \times \tan(\beta)}{\tan(\alpha) - \tan(\beta)}$

d'où $h = HP + \frac{d \times \tan(\alpha) \times \tan(\beta)}{\tan(\alpha) - \tan(\beta)}$

Mes mesures sur le terrain :
 hauteur de visée : HP = _____ ; $\alpha =$ _____
 Distance entre les deux visées : d = _____ ; $\beta =$ _____

Donc, d'après mes mesures, la hauteur du gymnase est environ _____



Double mesure : une preuve menée collectivement en classe

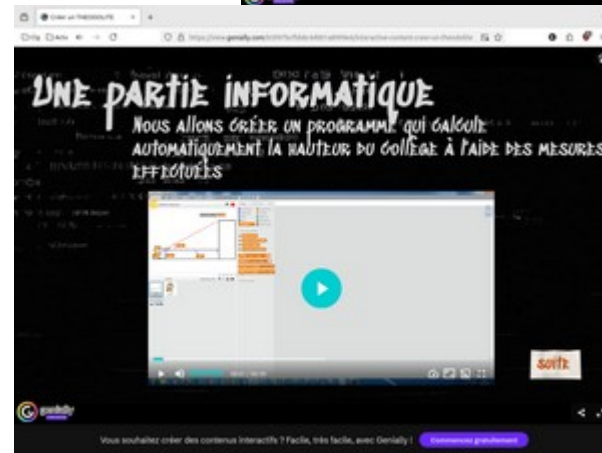
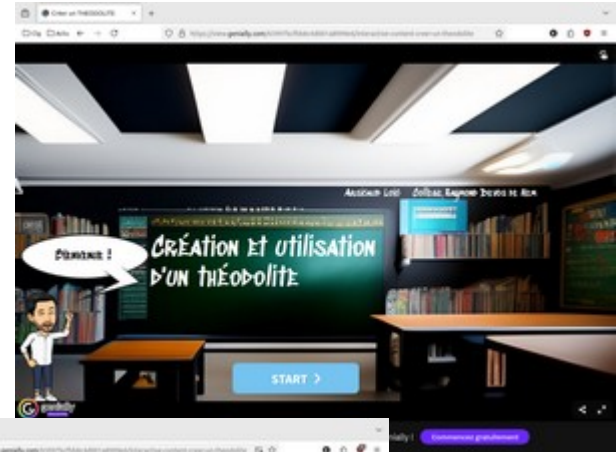


Mises en œuvre possibles

Hauteur du collège Raymond Devos - Hem

Une animation genially afin de

- réaliser et utiliser un théodolite avec exercice de trigonométrie avant de sortir,
- réaliser un programme en Scratch pour automatiser le calcul à partir des mesures.

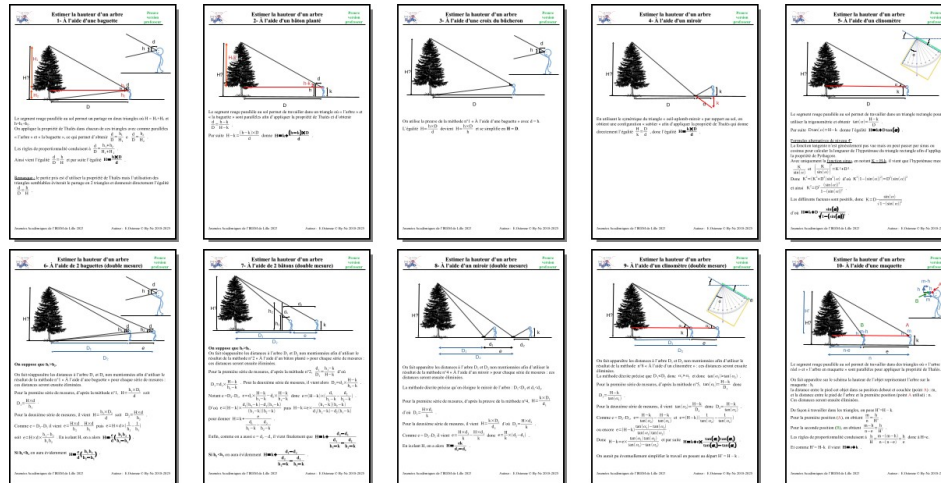




Livret des méthodes

Un livret à destination du professeur regroupant

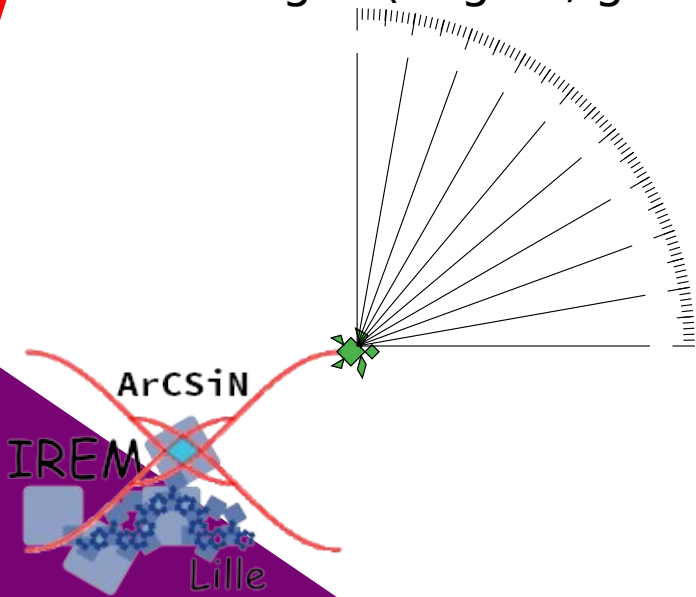
- les 10 fiches méthode pour le terrain
- les fiches « remarques » pratiques
- les fiches « preuves » pour une démonstration rapide de la formule





Compléments

- Construire un clinomètre
- fiche construction
 - script Logo (LOo Writer)
 - script Scratch
 - construction GeoGebra
 - images (degrés, grades)



Réalisation d'un clinomètre

On peut trouver des informations très détaillées concernant la mesure d'angle vertical sur ce site : http://www.fas.org/fabery/0406/FAO_Training/FAO_TrainingGeneral/v3/07/06/07934.html#7
 (Si les accés sont mauvais, le menu Affichage, Encodage, Occidental de votre navigateur corrigera le problème)

Plutôt que de récupérer, imprimer et découper des images existantes en ligne autant réaliser son quart de rapporteur.

Le langage Logo étant le plus adapté, il « suffit » de faire apparaître la barre d'outils Logo de LibreOffice et dessiner avec les commandes : <http://help.libreoffice.org/Writers/Writer/Logo>

Mais le descriptif du langage en français ne correspond pas à celui exécutable avec la version 5.3 anglaise : les procédures ne passent pas, le REPETE annoncé doit être accoral, LABEL ne fonctionne pas ... Bref, il a fallu risser.

Voici le document [clinometre_logo.pdf](#)

L'image vectorielle obtenue a été corrigée : taille, position, imperfections de position des graduations, ajout et alignement des textes.

Voici le document [clinometre_rapporteur.pdf](#)

L'image une fois imprimée est découpée en haut à droite d'un rectangle de carton.

Un trou fait au niveau du centre (le point supérieur droit) laisse passer une ficelle fermée par un gros nœud de l'autre côté du trou, un poids « lourd » (craie, ...) étant accroché à l'autre extrémité.

Ce « fil à plomb » permet de repérer les angles lors de la visée : soit par une tierce personne, soit en bloquant le fil pour lire ensuite.

Pour viser, il reste à fixer une paille sur la partie supérieure du carton le long des pointillés de découpe ou le long du « rayon 90° », le plus soigneusement possible.

Voici la fiche pratique pour ce clinomètre

Le matériel

- Le quart de rapporteur imprimé (sur le verso d'une feuille usagée) depuis le fichier clinometre_rapporteur
- Un morceau de carton d'emballage de 17 cm de côté au moins, avec un angle droit propre si possible.
- Du fil de cuisine (ou du fil de pêche).
- Un petit clous (diamètre un peu plus grand que le fil).
- Un boudin (ou petit objet lourd pour faire poids).
- Une paille pour viser.
- Du scotch.
- Une grande paire de ciseaux.

Le montage

1. Découper le rapporteur imprimé suivant les pointillés existants (17 cm de côté).
2. Caler l'angle supérieur droit resté à angle droit avec l'angle droit flûté du carton.
3. Scotcher le rapporteur sur le carton le long des côtés de l'angle droit.
4. Affiner la découpe du carton sur les 2 autres côtés.
5. Scotcher le rapporteur sur ces 2 côtés.
6. Renforcer le centre (en haut à droite) du rapporteur avec un morceau de scotch de part et d'autre.
7. Percer avec le clou (on pourra commencer par percevoir avec une aiguille en veillant à cerner le trou de part et d'autre des rayons de 90° et 0° (soit légèrement sur l'extrémité avec du fil Apais).
8. Couper un morceau de fil plus grand que la diagonale du morceau de carton afin que le poids puisse osciller librement entre 0° et 90°.
9. Enfiler le fil.

Remarque : le fil de cuisine a tendance à s'effilocher, il peut être pratique d'enserrer l'extrémité de scotch pour le rigidifier (comme pour un lacet) et ensuite de couper la pointe en biais pour le passer.

10. Faire un nœud double au dos du carton pour empêcher le fil de passer dans le trou (éventuellement faire un nœud autour d'un morceau d'alimette comme anti-retour).
11. Attacher à l'autre extrémité un boudin ou autre.
12. Vérifier que le fil est bien tendu avec le poids sans risque d'agrandir trop rapidement le trou (il est possible de le renforcer plus en le combant avec de la colle).
13. Placer la paille le long du « rayon 90° » en veillant qu'une extrémité de la paille soit au moins au ras du carton côté graduation 90 pour placer l'œil et visier (pas important pour l'autre extrémité).

Remarque : on peut aussi utiliser le bord du carton pour caler la paille parallèlement au « rayon 90° ».

- 14. Scotcher en utilisant ce rayon et les pointillés pour aligner correctement.



Compléments

On mesure la tour Eiffel !
 Mickaël Launay et Manu Houdart
<https://youtu.be/nhyFhFczWtA>



Mise en œuvre de la vidéo :
 - fiche méthode
 - démonstration

Mesurer la hauteur de la Tour Eiffel est un jeu d'enfant !

On dispose d'un plateau sur lequel est disposée une Tour Eiffel miniature ou tout autre objet vertical stable.

- 1) Se placer face à la Tour Eiffel, faire une marque à terre puis placer son œil sur la maquette à l'endroit où le sommet de la petite Tour Eiffel correspond au sommet de la grande. Marquer cet endroit précis sur la maquette avec une punaise rouge.
- 2) Sur la maquette, on marque une deuxième punaise rouge à une distance correspondant à la hauteur de la Tour Eiffel miniature.
- 3) Se rapprocher de la Tour Eiffel jusqu'à ce que l'œil, placé sur cette deuxième marque, voit le sommet de la petite Tour Eiffel confondu avec celui de la grande.
- 4) Faire une marque à terre à cet endroit précis. La distance entre les deux marques au sol correspond à celle entre les deux punaises rouges de la maquette. La distance entre les punaises rouges étant la hauteur de la petite Tour Eiffel, celle comprise entre les deux marques au sol est égale à la hauteur de la Tour Eiffel.

Remarque : il y a une petite erreur de précision car les mesures se prennent à hauteur des yeux !

Retrouvez cette expérience sur [la vidéo](https://youtu.be/nhyFhFczWtA) de Mickaël Launay et Manu Houdart.

Journées Académiques de l'IREM de Lille 2025 Auteur : R. Petit © By-Nc 2025

Preuve de la mesure de la Tour Eiffel par la méthode de la maquette

Documents de référence : [vidéo](#) par Manu Houdart et Mickaël Launay et [fil sur Zedip](#) de Raphaël Petit
 Nous définissons les données à partir de ce schéma :

- h est la hauteur de la Tour Eiffel réelle.
- d est la distance entre la première position repérée #1 et la seconde position repérée #2.
- l est la hauteur de la maquette.
- m est la distance sur le plateau de la maquette entre le pied de la mini Tour Eiffel couchée et le pied de la mini Tour Eiffel debout.
- n est la distance entre la première position repérée et le pied de Tour Eiffel réelle.

Notons alors prouver que $d=h$.

La propriété de Thalès à partir des 2 positions repérées donne 2 égalités :

$$\frac{m}{n} = \frac{l}{h} \quad \text{et} \quad \frac{m-d}{n-d} = \frac{l}{h}$$

À partir de la première égalité, nous pouvons exprimer m en fonction de n :

$$m = \frac{nl}{h}$$

Substituons cette expression de m dans la deuxième égalité :

$$\frac{\frac{nl}{h} - d}{n - d} = \frac{l}{h}$$

Multiplions chaque côté par $h(n-d)$ pour éliminer le dénominateur :

$$l(n-d) = h(n-d) \frac{nl - dh}{h(n-d)}$$

En simplifiant, il vient : $l(n-d) = h(n-d)$ et en divisant par l : $n-h=n-d$

En simplifiant, n disparaît pour donner : $d=h$.



Sitographie



La topographie en général dont la mesure d'angle vertical.

Géométrie dans la rue : mesure d'un bâtiment avec les étudiants par Claude Archer sur le site de l'APMEP.

L'instrument de Gerbert dans le Manuel Sésamath

Collège Val du Gy : projet et sorties « éoliennes »

Atelier « La mesure de la hauteur » JA 2023 de l'IREM de Lille

Le site de l'ONF



Mesurer une hauteur inaccessible

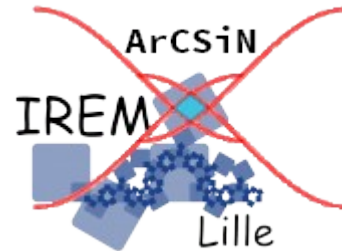


Groupe ArCSiN - IREM de Lille
Activités Réalisées Collaborativement
avec des Supports iNformatiques



Mesurer

une



hauteur

inaccessible



Mesurer



une hauteur



