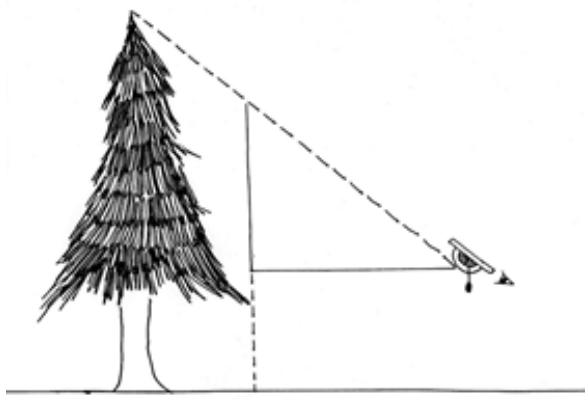
Ressources pédagogiques tridimensionelles

LES CLINOMÈTRES ET LA HAUTEUR (MÉTHODE AVANCÉE)



Les premiers arpenteurs, explorateurs et scientifiques se sont servis de clinomètres pour évaluer rapidement l'inclinaison et la hauteur des objets qu'ils voyaient. Bien que ces instruments ne soient plus courants, ils demeurent utiles. Découvrez comment utiliser un clinomètre pour déterminer la hauteur d'un objet du quotidien.

LIENS AVEC LE CURRICULUM DE L'ONTARIO

Cette activité permettra aux élèves de découvrir les clinomètres et d'utiliser les principes de la trigonométrie (en particulier la tangente) pour déterminer la hauteur d'un objet. Elle peut être liée à de multiples aspects du curriculum de l'Ontario. Voici le lien que nous suggérons :

- 10e année : Mathématiques : cours théorique et cours appliqué (trigonométrie)

Niveau Scolaire
10e – 12e année

Groupe d'âge
De 14 à 17 ans

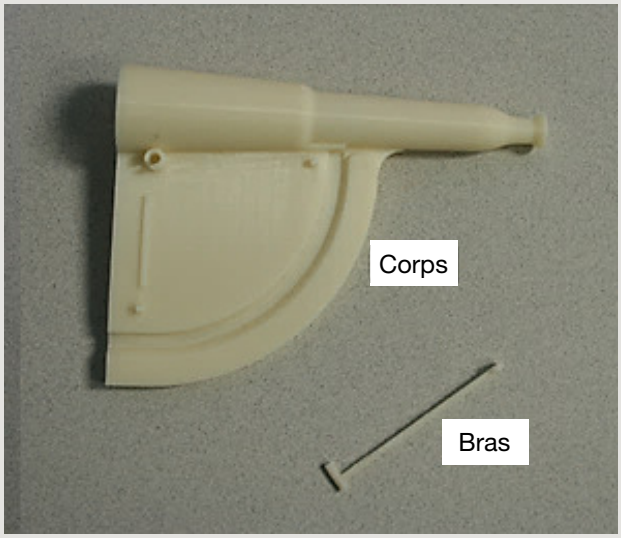
MATÉRIEL

1 – clinomètre imprimé en 3D
1 – rapporteur d'angles imprimé
1 – bâton de colle
1 – calculatrice
1 – ruban à mesurer

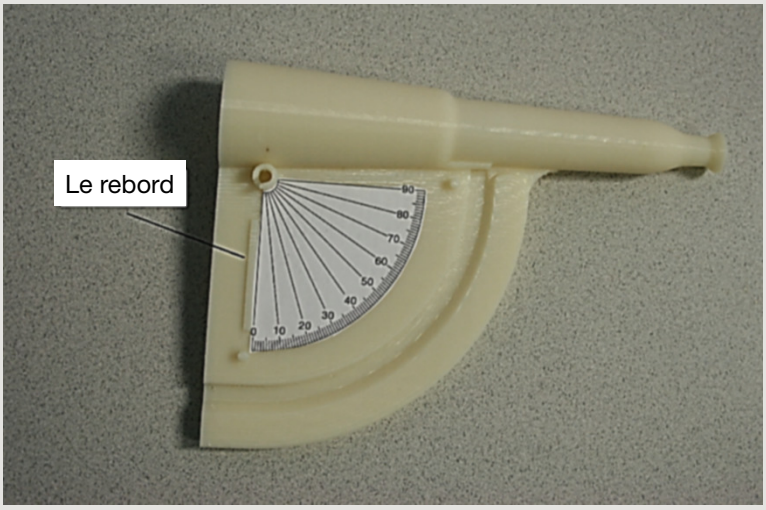
INSTRUCTIONS

Fabrication du clinomètre

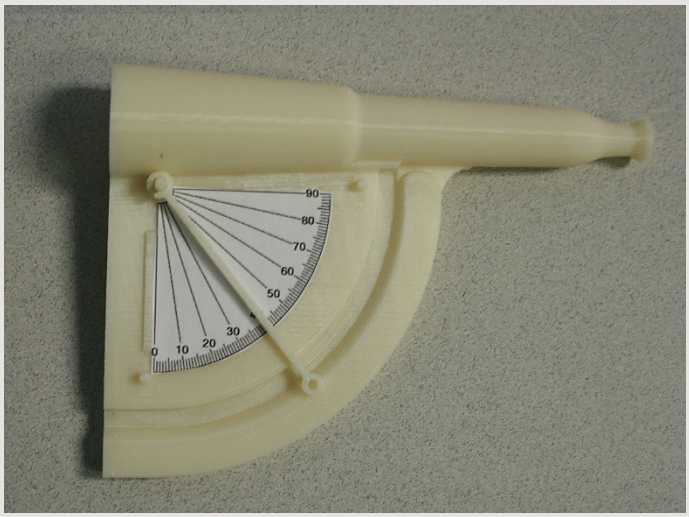
1. Les termes suivants seront employés dans les instructions :



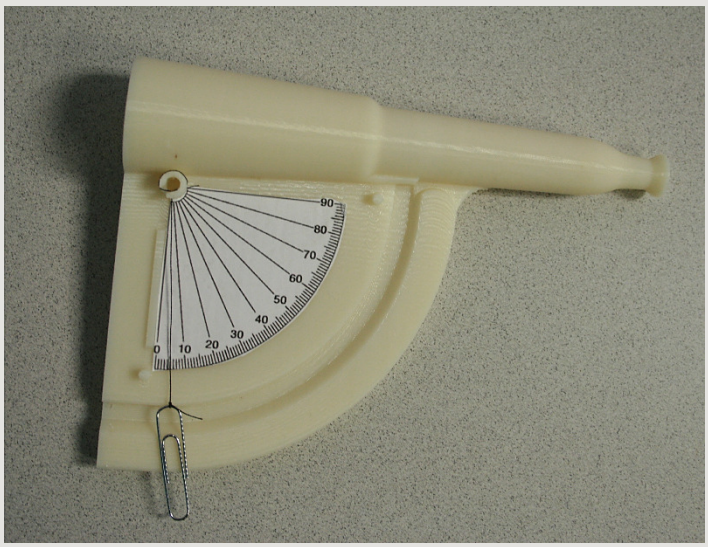
2. Au moyen du bâton de colle, fixez le rapporteur d'angles sur le corps du clinomètre. Il faut placer le rapporteur d'angles de sorte que la ligne du « 0 » arrive à égalité avec le rebord et que la pointe soit vis à vis du trou (voir l'illustration ci-dessous), ce qui assurera l'exactitude des mesures.



3. Insérez le bras du clinomètre dans le trou situé sur le corps de l'instrument. Placez d'abord l'extrémité la plus courte. Si le bras ne bouge pas librement après son insertion, c'est peut-être parce que vous avez inséré le mauvais côté.



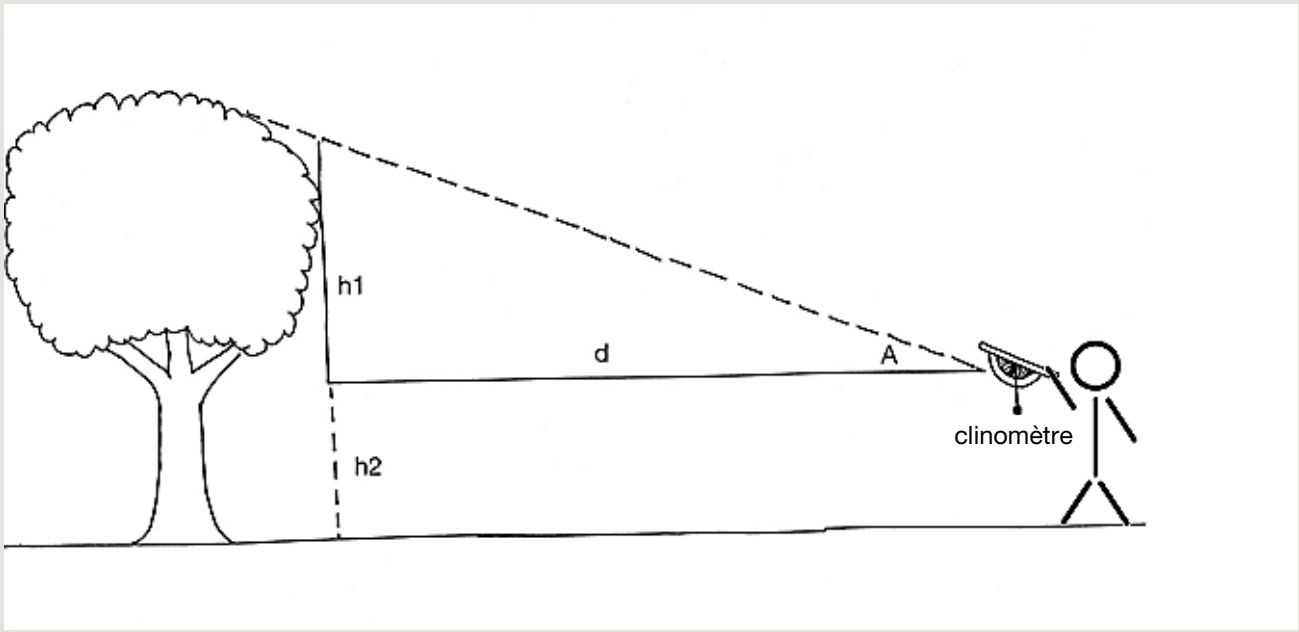
Remarque : Si vous ne souhaitez pas utiliser le bras (ou s'il se brise), vous pouvez nouer un fil sur le corps du clinomètre (là où est situé le trou) et attacher une pesée (un trombone ou une rondelle, p. ex.) à l'autre extrémité du fil.



4. Lorsque le clinomètre est incliné, le bras indique un nombre sur le rapporteur d'angles. Ce nombre représente l'angle d'inclinaison du clinomètre par rapport à l'horizon. Faites l'essai du clinomètre. Le principal point à retenir, c'est que le bras doit glisser librement sur la surface du corps de l'instrument.

Mesure de la hauteur d'un objet

1. Choisissez un objet situé à proximité dont vous souhaitez mesurer la hauteur et tenez-vous à une certaine distance de cet objet.
2. Regardez dans le clinomètre de sorte que le sommet de l'objet dont vous souhaitez mesurer la hauteur se trouve au centre de l'oculaire.



3. Prenez note de l'angle indiqué par le bras du clinomètre (A dans l'image ci-dessus). Si vous avez de la difficulté à le lire, appuyez le bras sur le rapporteur d'angles lorsqu'il a cessé de bouger.
4. Mesurez la distance qui vous sépare de l'objet (d dans l'image ci-dessus).
5. Déterminer la hauteur de l'objet au-dessus du niveau du clinomètre (h1 dans l'image ci-dessus) au moyen de l'équation suivante :

   Hauteur (h1) = distance (d) x tangente (angle A)

   Pouvez-vous expliquer pourquoi cette équation fonctionne?

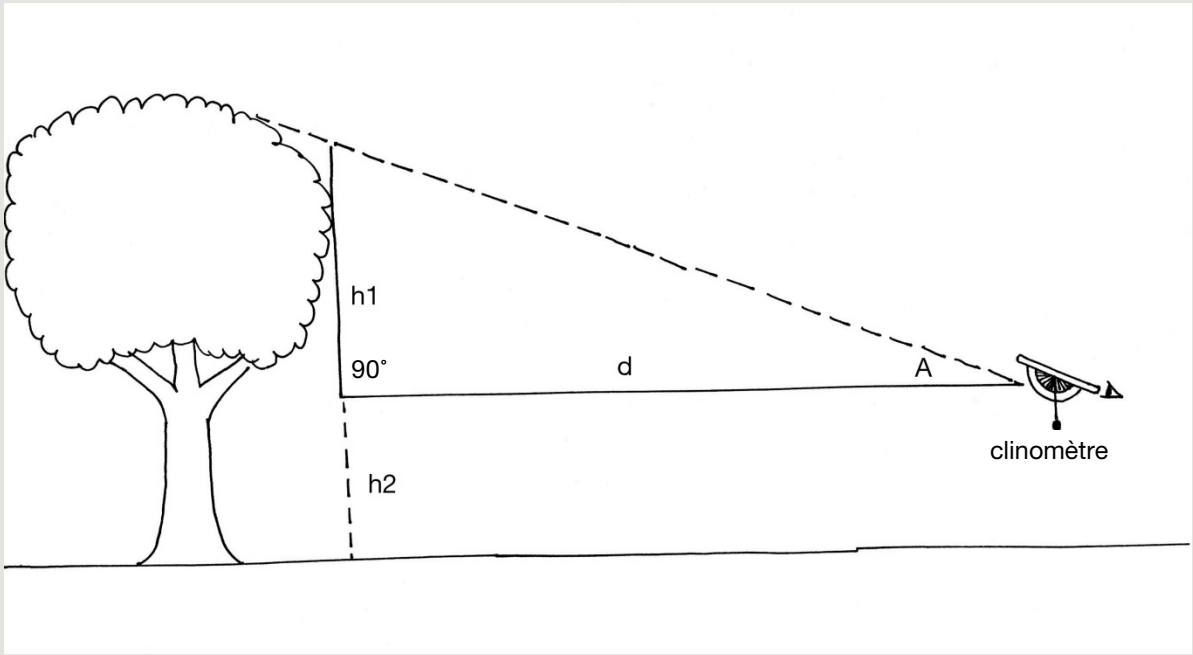
6. La hauteur que vous avez mesurée n’est pas la hauteur réelle de l’objet. Pour obtenir cette dernière, il faut ajouter la distance à partir du sol jusqu’au niveau où se trouvait le clinomètre lorsque vous avez pris la mesure (h2 dans l’image).

Suggestion : Le clinomètre dont on a tiré un modèle 3D a d’abord servi à mesurer la hauteur de la base des nuages, ce que vous pouvez aussi essayer. Tout ce qu’il vous faut de plus pour le faire est un appareil d’éclairage très puissant (comme un spot portatif) et l’aide d’une deuxième personne.

À la nuit tombée, demandez à la deuxième personne de se tenir sous des nuages et de diriger la lumière droit vers le ciel. Vous devriez voir un point lumineux là où la lumière touche au bas du nuage. Suivez les instructions qui précèdent pour déterminer la hauteur de ce point lumineux. Étant donné la hauteur des nuages, vous devrez probablement vous tenir à environ 100 m de la deuxième personne.

EXPLICATIONS SCIENTIFIQUES

Le fonctionnement du clinomètre repose sur des principes de trigonométrie. Lorsqu'on mesure la hauteur d'un objet (un arbre, p. ex.), la distance entre le clinomètre et cet objet (d), la hauteur de l'arbre à partir de celle du clinomètre (h1) et la diagonale entre le sommet de l'arbre et le clinomètre forment un triangle (voir l'illustration ci-dessous).



Dans un triangle rectangle, la tangente de l'un des angles qui ne sont pas de 90 degrés est égale au rapport de la longueur du côté opposé à l'angle sur la longueur du côté adjacent à l'angle :

tan (angle) = longueur du côté opposé ÷ longueur du côté adjacent

En substituant les lettres employées dans le diagramme ci-dessus, nous obtenons :

tan (angle A) = h1 ÷ d

Ce qui donne :

$$h1 = d \times \tan(\text{angle } A)$$

Nous pouvons mesurer d. Le clinomètre mesure l'angle A. Ces deux variables étant connues, la valeur de h1 peut être calculée.

Comme indiqué dans les instructions, h1 n'est pas la hauteur réelle de l'objet : c'est la distance entre le niveau du clinomètre au moment de la mesure et le sommet de l'objet. Pour obtenir la hauteur réelle de l'objet, il faut ajouter h2, c'est à dire la distance entre le sol et le niveau du clinomètre.

La collection d'Ingenium – Musées des sciences et de l'innovation du Canada comprend plus de 110 000 artefacts, dont un grand nombre ont trait aux clinomètres. Vous pouvez la découvrir à l'adresse ingeniumcanada.org/ingenium/collections-recherche/collection.php.