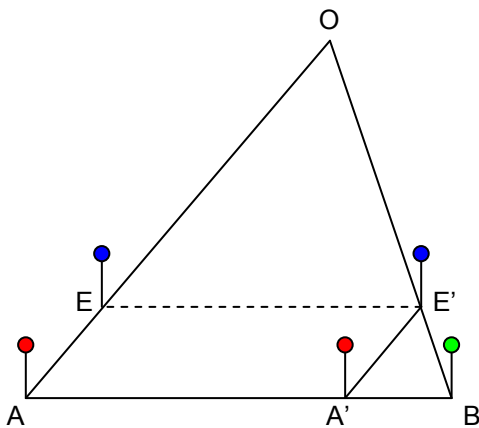
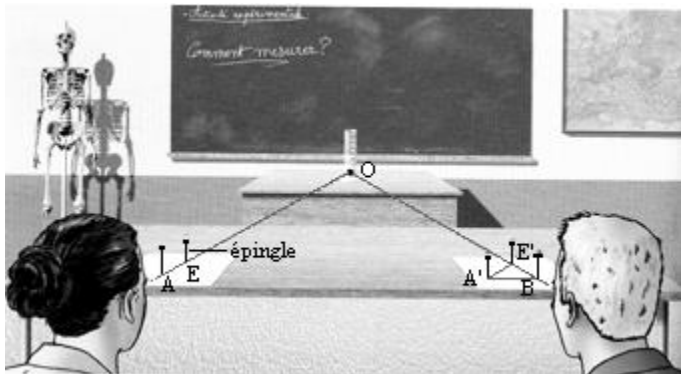


TP – Mesures indirectes par parallaxe et visée

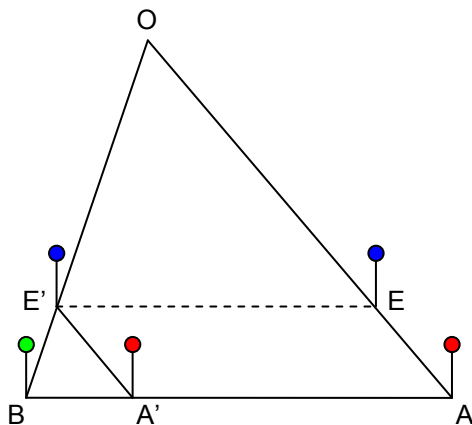
Les méthodes que nous allons utiliser dans cette séance de travaux pratiques reposent sur le principe de propagation rectiligne de la lumière : **Dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en ligne droite.**

Mesure de la distance d'un objet éloigné

Nous allons utiliser la méthode de la **parallaxe** pour déterminer la distance entre la table de chaque binôme, et une éprouvette posée sur le bureau. La position du pied de l'éprouvette sera notée O.



Groupes commençant la séance à *gauche* du tableau.



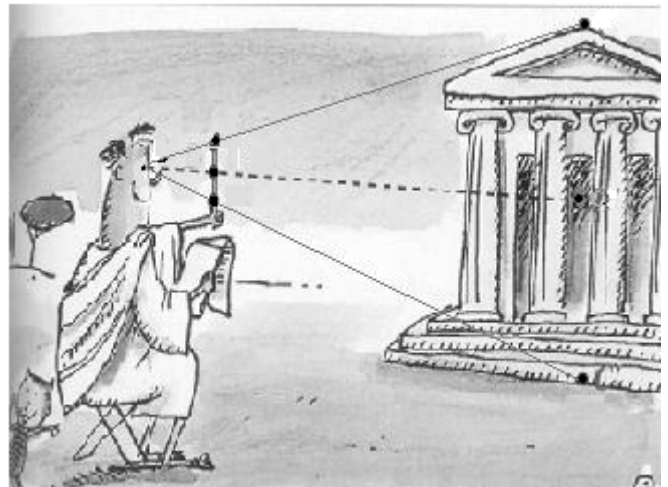
Groupes commençant la séance à *droite* du tableau.

- Sur une feuille cartonnée placée sur la paillasse, piquer verticalement une épingle en un point A (en bas de la feuille).

- Piquer une autre épingle en un point E (en haut de la feuille), afin que les points O, E et A soient alignés.
- Tracer le segment [AE] sur la feuille cartonnée. Mesurer la longueur AE de ce segment.
- Faire glisser la feuille cartonnée parallèlement au bord de la table, vers la droite pour ceux qui travaillent sur la paillasse de gauche ; vers la gauche pour ceux qui travaillent sur la paillasse de droite. L'idéal est de déplacer la feuille cartonnée sur la paillasse de l'autre côté de l'allée (échanger de place avec le binôme qui se trouve sur cette paillasse). On note A' la nouvelle position du point A, et E' la nouvelle position du point E.
- Piquer une épingle en un point B, tel que A, A', B soient alignés, et tel que O, E' et B soient alignés.
- Mesurer les distances AA', A'B et AB.
- Comment déterminer la distance entre l'éprouvette et le point A ? Expliquer le raisonnement et effectuer les calculs.
- Mesurer la distance réelle entre O et A à l'aide d'un décimètre. Conclure.

Détermination de la hauteur d'un objet

Nous allons maintenant utiliser la méthode de **visée** pour mesurer la hauteur de l'éprouvette placée sur le bureau.



Nous ne mesurerons pas, comme le dessin ci-dessus l'évoque, la hauteur d'un temple grec, mais la hauteur de l'éprouvette précédente. Cette technique s'applique cependant à tout objet dont on désire mesurer la hauteur : la tour Eiffel, un immeuble, un arbre, une montagne... Il suffit de connaître la distance à laquelle se situe cet objet (laquelle distance peut être déterminée grâce à la méthode de la parallaxe, vue précédemment).

- Comment utiliser le théorème de Thalès pour déterminer la hauteur h de l'éprouvette ?
- Effectuer la visée : noter les différentes grandeurs nécessaires au calcul.
- En déduire la hauteur h de l'éprouvette
- Mesurer la hauteur réelle de l'éprouvette, en se rendant au bureau. Conclure.

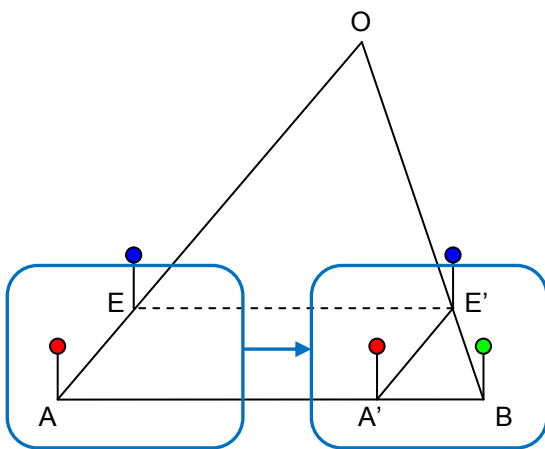
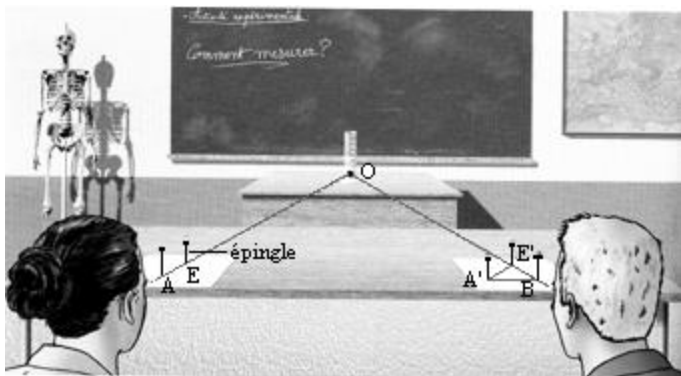
TP – Mesures indirectes par parallaxe et visée – correction

L'objectif de cette séance de travaux pratiques est de déterminer la distance qui nous sépare d'un objet lointain, ainsi que la taille de cet objet, sans s'approcher de celui-ci.

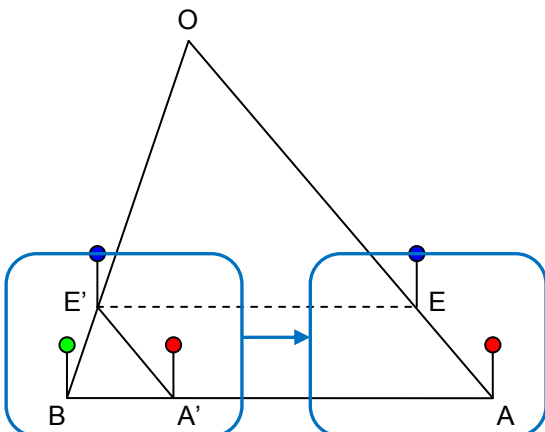
Nous utiliserons des méthodes qui datent de l'Antiquité, et reposent sur des considérations géométriques simples. C'est une propriété fondamentale de la lumière qui rendra possibles nos démonstrations : **dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en ligne droite.**

Mesure de la distance d'un objet éloigné

Nous allons utiliser la méthode de la **parallaxe** pour déterminer la distance entre la table de chaque binôme, et une éprouvette posée sur le bureau. La position du pied de l'éprouvette sera notée O.



Groupes commençant la séance à gauche du tableau.



Groupes commençant la séance à droite du tableau.

- Sur une feuille cartonnée placée sur la paille, nous piquons verticalement une épingle en un point A (en bas de la feuille).
- Nous piquons une autre épingle en un point E (en haut de la feuille), afin que les points O, E et A soient alignés.
- Nous traçons le segment [AE] sur la feuille cartonnée, et mesurons sa longueur AE : nous obtenons **AE = 21,7 cm**.
- Nous faisons glisser la feuille cartonnée parallèlement au bord de la table, vers la droite pour ceux qui travaillent sur la paille de gauche ; vers la gauche pour ceux qui travaillent sur la paille de droite. En fait, nous déplaçons la feuille cartonnée sur la paille de l'autre côté de l'allée (après avoir échangé de place avec le binôme qui se trouve sur cette paille). Nous notons A' la nouvelle position du point A, et E' la nouvelle position du point E.
- Nous piquons une épingle en un point B, tel que A, A', B soient alignés, et tel que O, E' et B soient alignés.
- Nous mesurons les distances AA', A'B et AB :
AA' = 565,0 cm, **A'B = 19,7 cm** et
AB = 584,7 cm.
- Nous pouvons maintenant déterminer la distance entre l'éprouvette et le point A, en utilisant le théorème de Thalès. En effet, les droites (EE') et (AB) étant parallèles, les points O, E, A étant alignés, et les points O, E', B étant alignés, nous pouvons déduire du célèbre théorème la relation suivante : $\frac{OE}{OA} = \frac{EE'}{AB}$. Sachant que nous avons par

$$\text{ailleurs } EE' = AA', \text{ il vient : } \frac{OE}{OA} = \frac{AA'}{AB} \quad (1).$$

Nous connaissons les valeurs de AA' et de AB, mais ignorons la valeur de OE, et bien sûr celle de OA, que nous recherchons.

Pour remédier à cette difficulté, nous pouvons exprimer OE et fonction de OA (notre inconnue) et AE (que nous connaissons) : $OE = OA - AE$ (2).

Il vient alors, d'après les relations (1) et (2) :

$$\frac{OA - AE}{OA} = \frac{AA'}{AB}, \text{ c'est-à-dire}$$

$$\frac{OA - AE}{OA} = \frac{AA'}{AB}$$

$$\Leftrightarrow (OA - AE) \times AB = OA \times AA'$$

$$\Leftrightarrow OA \times AB - AE \times AB = OA \times AA'$$

$$\Leftrightarrow OA \times AB - OA \times AA' = AE \times AB$$

$$\Leftrightarrow OA (AB - AA') = AE \times AB$$

$$\Leftrightarrow OA = \frac{AE \times AB}{AB - AA'}$$

Application numérique :

$$OA = \frac{21,7 \times 584,7}{584,7 - 565,0}$$

$$= 644 \text{ cm}$$

La distance OA, d'après nos calculs, est de 6,44 m.

- Nous mesurons la distance réelle entre O et A à l'aide d'un décimètre : OA = 658 cm.

La distance mesurée est proche de la distance réelle, l'écart relatif est de $\frac{658 - 644}{658} \times 100 = 2,13\%$.

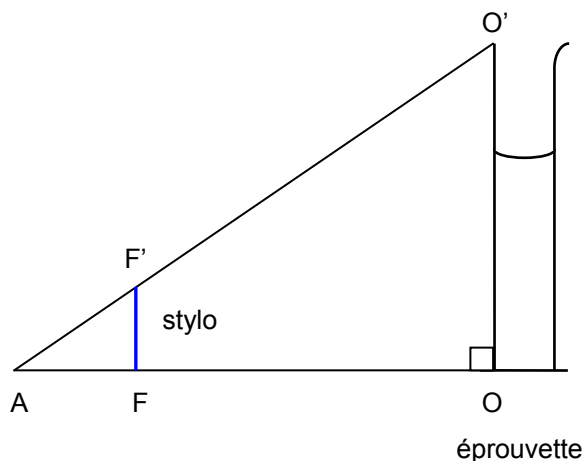
La méthode semble relativement efficace.

Détermination de la hauteur d'un objet

Maintenant que nous connaissons la distance nous séparant de l'éprouvette, nous pouvons utiliser la méthode de **visée** afin de mesurer sa hauteur.



Méthode de visée utilisée pendant l'Antiquité



Le point A désignera notre œil, les points F et F' les extrémités d'une gomme que l'on tient devant soi, le bras tendu ; les points O et O' les extrémités de l'éprouvette se trouvant sur le bureau.

Nous « visons » l'éprouvette avec la gomme, de telle manière que les points A, F, O soient alignés et forment une droite horizontale, et que les points A, F' et O' soient eux aussi alignés.

La hauteur h de l'éprouvette que nous souhaitons déterminer est égale à la longueur OO'.

La distance qui sépare notre œil de la gomme est AF = 65 cm (nous mesurons cette longueur à l'aide d'un mètre).

Notre gomme a une longueur FF' = 4,0 cm.

Enfin, nous connaissons la longueur AO, calculée précédemment : AO = 644 cm.

Les droites (FF') et (OO') étant parallèles, il nous est possible d'appliquer le théorème de Thalès dans le triangle. Nous obtenons :

$$\frac{AF}{AO} = \frac{FF'}{OO'}, \text{ c'est-à-dire } OO' = \frac{FF' \times AO}{AF}$$

Autrement dit : $h = \frac{FF' \times AO}{AF}$

Application numérique :

$$h = \frac{4,0 \times 644}{65}$$

$$= 40 \text{ cm}$$

Nous mesurons la hauteur réelle de l'éprouvette à l'aide d'un décimètre : h = 38 cm.

La hauteur mesurée est proche de la hauteur réelle, l'écart relatif est de $\frac{40 - 38}{38} \times 100 = 5,3\%$. La méthode semble relativement efficace.

- **En conclusion**, nous avons découvert lors de cette séance de travaux pratiques, deux méthodes pour mesurer des distances qui ne sont pas accessibles par mesure directe.

La première, la méthode dite *de parallaxe*, permet de mesurer la distance qui nous sépare d'un objet. Elle consiste à observer l'objet depuis deux points de vue différents, afin de déterminer par le calcul à quelle distance il se trouve des points d'observation. La seconde, la méthode dite *de visée*, permet de déterminer la hauteur d'un objet, connaissant la distance qui nous sépare de cet objet.

Nous avons expérimenté ces deux techniques sur une éprouvette située au laboratoire, et avons obtenu des résultats plutôt satisfaisants (l'intérêt d'expérimenter sur une éprouvette est de comparer les résultats des calculs aux distances réelles). Mais nous pourrions tout à fait l'appliquer à la tour Eiffel, à un immeuble, un arbre, une montagne...