*Pour ce T.P. il n'est pas prévu de « fiche élève », le but étant de faire découvrir et mettre en œuvre la mesure d'une distance, par la méthode dite de la parallaxe. Les titres de paragraphes et les informations utiles seront données aux élèves au fur et à mesure du déroulement de la séance.*
*(Tout ce qui est écrit en italique constitue des informations à l'usage du professeur)*
*Le matériel nécessaire sera également distribué en cours de séance. Il est très réduit :*
*- Une salle de classe possédant deux fenêtres distantes de quelques mètres.*
*- Une plaque de carton ou d'isorel mou, une feuille de papier, un double décimètre et trois épingles pour chaque binôme.*

# A quelle distance se trouve un objet inaccessible ?

## I. But

On se propose de mesurer la distance entre le rebord des fenêtres de notre salle de classe et un objet se trouvant dans la cour du Lycée *( Cet objet peut être un arbre ou une mire en carton déposée avant la séance).*

## II. Méthodes possibles

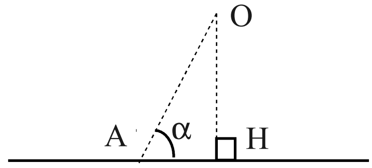
*Le professeur invite les élèves à trouver une méthode en précisant une première « règle du jeu » : Ne pas sortir de la salle de classe.*

*Une dizaine de minutes sera laissée aux élèves pour trouver une ou plusieurs méthodes et les résumer par écrit sur le compte rendu.*

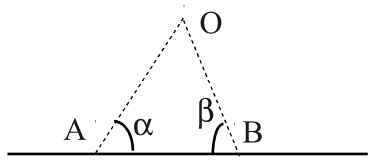
*A l'issue de ce travail le professeur demandera aux élèves de présenter oralement leurs propositions et fera d'éventuelles objections. Cela peut paraître long mais l'expérience faite avec 22 élèves de 1e option m'a montré que c'était tout à fait faisable en raison du faible nombre de propositions dont voici la teneur:*

*- Utiliser un radar*
*- Utiliser un télescope ( ?)*
*- Lancer une flèche attachée à un fil et mesurer la longueur du fil*
*- Tirer une balle de fusil et mesurer la durée du parcours entre la fenêtre et l'objet*
*- Utiliser l'appareil des géomètres ( Comment ?)*

*- Déterminer la position de la projection de l'objet O sur le mur de la salle puis viser l'objet depuis un point A et mesurer $\alpha$.*




*- Viser l'objet depuis deux points A et B et mesurer les angles $\alpha$ et $\beta$ (aucun élève ne trouve la méthode mathématique pour exploiter les mesures)*




*Etant donné la diversité des propositions( et leur côté parfois fantaisiste) une deuxième « règle du jeu » s'impose : utiliser la propagation rectiligne de la lumière.*
*Une expérience peut être proposée :Etendre le bras et regarder un doigt avec l'œil droit puis avec l'œil gauche.*
*L'imagination ne manque pas et l'on s'achemine vers une méthode praticable mais aucun élève n'est capable de la mener à son terme . Le professeur propose donc une méthode.*

## III. Méthode retenue

*(Cette partie pourra éventuellement faire l'objet d'un document polycopié)*

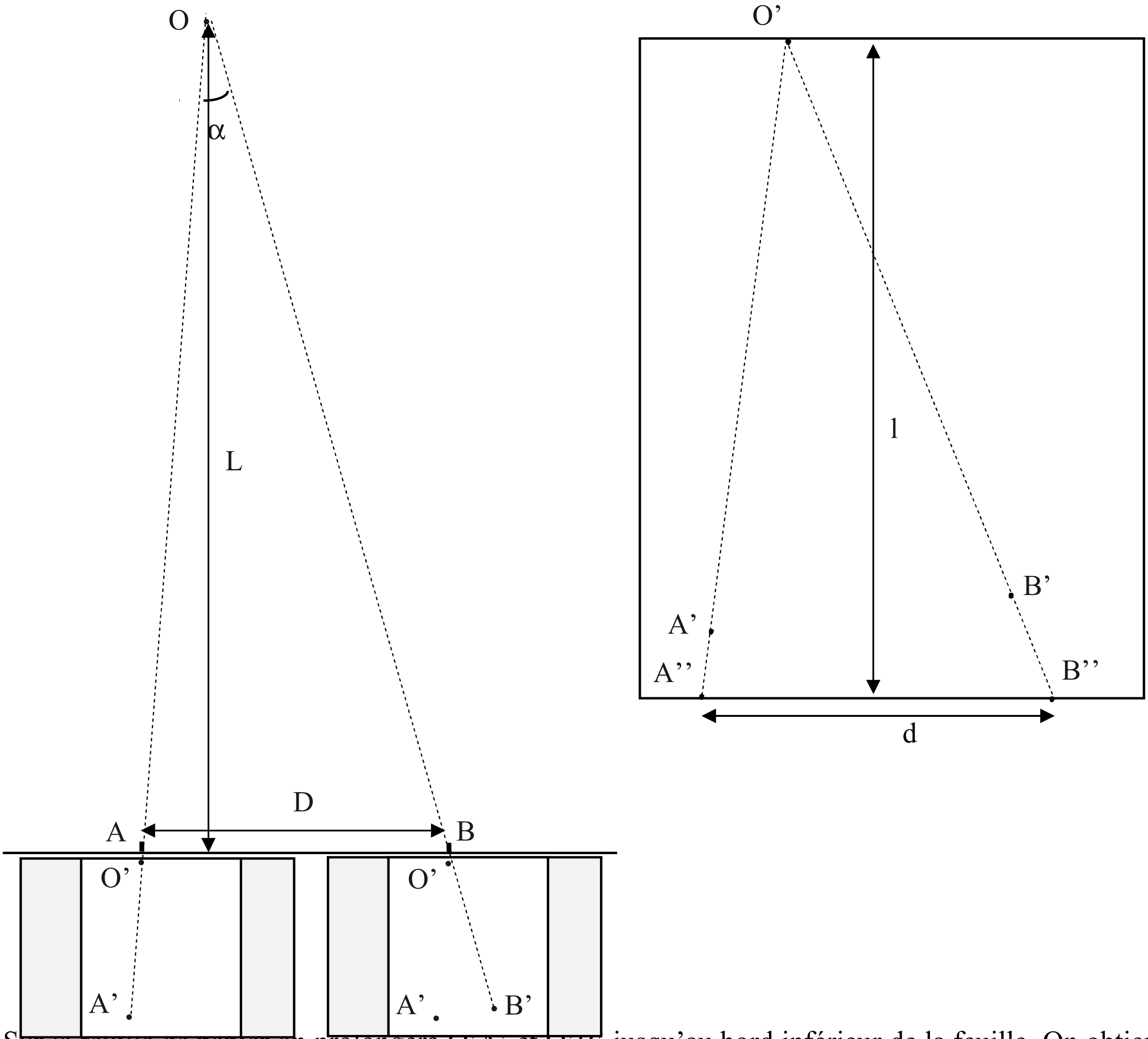
1. Mesures

Fixer une feuille blanche sur la plaque de carton et piquer une épingle en un point O' situé dans la région centrale du bord supérieur de la feuille.

Deux repères A et B ont été tracés sur deux vitres éloignées de la salle de classe.

Après avoir plaqué le bord supérieur de la feuille contre la vitre de telle sorte que O' soit en face du repère A, viser l'objet O placé dans la cour et piquer sur la feuille une deuxième épingle en un point A' (éloigné de O) de telle sorte que O, A et A' soient alignés.

Répéter la même opération en B. On obtient B' aligné avec B et O.



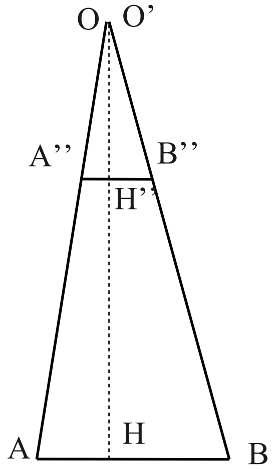

Sur la feuille de papier on prolongera O'A' et O'B' jusqu'au bord inférieur de la feuille. On obtient ainsi les points A'' et B''.

Mesurer D, d et l.

2. Calcul de la distance L

Trouver la relation entre D, d , l et L puis calculer L.

*La méthode la plus simple utilisable par des élèves venant de 3e consiste à utiliser le théorème de thalès :*
*L'angle A''O'B'' étant égal à l'angle* $\alpha$ *(cotés parallèles), on peut se placer dans la situation suivante :*




$$\frac{OA}{OA''} = \frac{AB}{A''B''} = \frac{D}{d}$$

*D'autre part*

$$\frac{OA}{OA''} = \frac{OH}{OH''} = \frac{L}{l}$$

*d'où* $L = l \times \frac{D}{d}$

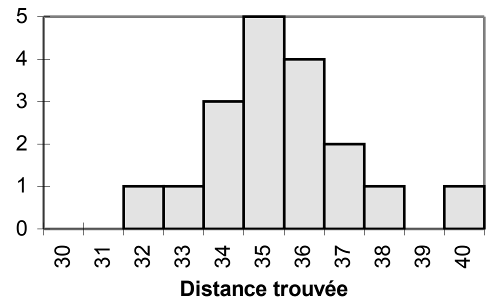
*(On obtient des mesures correctes pour L de l'ordre de 3 à 5D )*
*(Lors du TP réalisé, D =9,00 m et L ≅ 35 m)*

*( On pourra signaler que l'angle* $\alpha$ *est appelé par les géomètres, parallaxe de O pour la base AB )*

3. Fiabilité de la méthode

*Un examen rapide des résultats montre qu'il est illusoire de donner L avec une précision supérieure au mètre. Les élèves sont invités à arrondir leur résultat au mètre, puis on rassemble ces résultats dans un histogramme :*

*On indique en ordonnée le nombre d'expérimentateurs ayant trouvé une valeur donnée*




Conclusion : *La valeur la plus probable est L = 35 m.*

*Si le temps le permet, on recommence les mesures pour un objet situé à une centaine de mètres ou plus de la salle de classe.*
*La dispersion des résultats est alors beaucoup plus grande, ce qui met en évidence la nécessité d'adapter la longueur de la base AB à la distance à mesurer.*

## IV. Application à la mesure de distances en astronomie

(*Cette partie qui constitue un prolongement du TP pourra faire l'objet d'exercices à faire à la maison après avoir donné en classe les explications nécessaires et le document qui suit)*

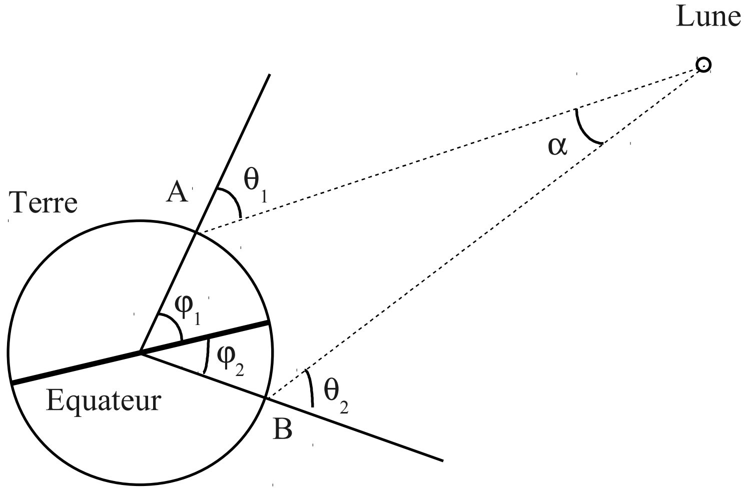
1. Distance Terre-Lune

La méthode précédente n'est applicable qu'à partir de deux points A et B de la surface de la Terre, aussi éloignés que possible.

$\varphi_1$ et $\varphi_2$ sont les latitudes des points A et B

Il est facile de montrer que :
$\alpha = \theta_1 + \theta_2 - (\varphi_1 + \varphi_2)$

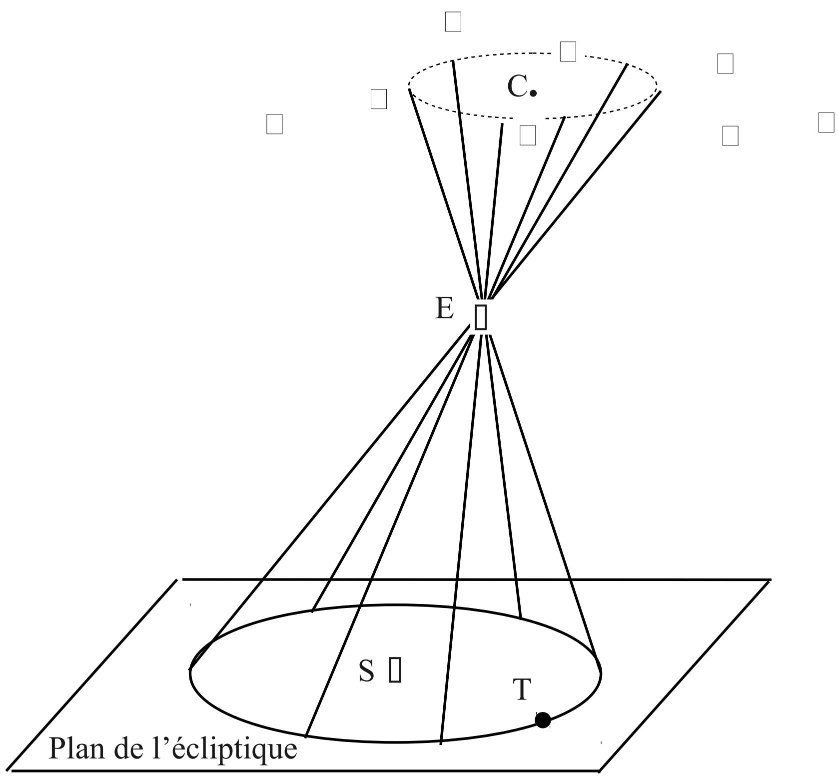
Les astronomes appellent parallaxe de la Lune, l'angle sous lequel on voit le rayon équatorial terrestre depuis un point situé au centre de la Lune .
Sa valeur est $\alpha = 57' \, 2''$

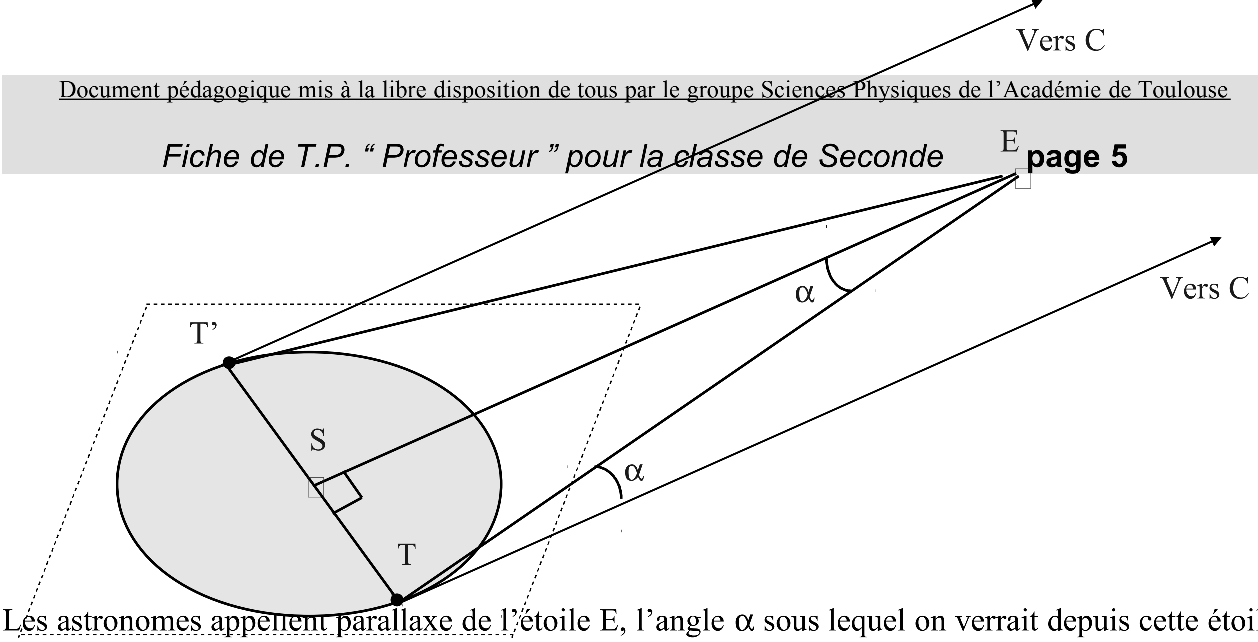



2. <u>Distance des étoiles « proches »</u>

Un observateur terrestre qui se déplace avec la Terre sur son orbite va changer de « point de vue ». Au cours d'une année, une étoile « proche » (E) semble décrire par rapport à la sphère céleste (étoiles « lointaines ») une petite ellipse plus ou moins aplatie.
Etant donné que les étoiles « lointaines » qui constituent la sphère céleste sont beaucoup plus éloignées que l'étoile E (de l'ordre de 1000 fois plus), lorsqu'on vise le centre C de cette ellipse depuis un point quelconque de l'orbite terrestre, on obtient une direction pratiquement parallèle à la droite SEC.
(L'aplatissement de l'ellipse décrite par l'étoile E vue de la Terre, dépend de l'inclinaison de la direction SE par rapport au plan de l'écliptique.)

(La figure ci-contre ne respecte pas les proportions)






Les astronomes appellent parallaxe de l'étoile E, l'angle α sous lequel on verrait depuis cette étoile, la distance Terre-Soleil.
L'angle α est aussi égal à la « distance angulaire » entre C et l'étoile E lorsque celle-ci se trouve à sa plus grande distance de C sur la voûte céleste.

Pour déterminer α, les astronomes prennent au cours d'une année, une série de photographies d'une région du ciel où se trouve l'étoile étudiée. A partir de ces photographies ils reconstituent sur une carte du ciel, la trajectoire apparente de l'étoile E par rapport aux étoiles lointaines.
Ils mesurent alors sur cette carte l'écart angulaire α.(Sur une carte du ciel on ne mesure que des distances angulaires.)
Ces mesures sont très délicates car les parallaxes des étoiles sont toujours inférieure à 1'' d'angle !

Ainsi la parallaxe de l'étoile α du centaure (considérée comme l'étoile la plus proche du Soleil) est de 0,76''.
La parallaxe de Sirius est de 0,38''.

L'orbite terrestre est pratiquement circulaire et son rayon est voisin de $150.10^6$ km.

**Exemple d'exercice :** Calculer à partir de ces informations, les distances entre le soleil et ces deux étoiles, en km et en année de lumière (al).