

1 Le gnomon

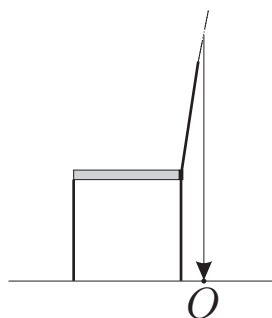
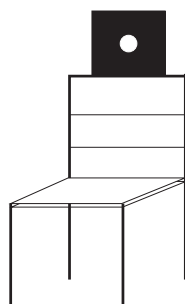
Dans notre expérience le gnomon est un bâton d'environ un mètre au bout duquel on fixe un panneau (de 10 cm sur 10 cm) en bois, carton rigide, ... et au centre duquel un trou circulaire d'environ 3 cm a été aménagé. Ce panneau doit être opaque pour que son ombre soit contrastée par rapport à celle du trou lumineux. L'ensemble doit pouvoir tenir droit tout seul grâce à un trépied suffisamment stable



Le dispositif indiqué sur la figure n'est qu'indicatif ... Toutes les solutions sont envisageables pourvu que :

- l'on puisse accéder au pied du gnomon (avec le fil à plomb, voir après) ;
- l'ensemble soit stable ;
- le panneau troué soit à peu près vertical et situé à environ un mètre du sol ...

Au boulot les papas, papys ou tontons pour fabriquer un joli gnomon ! Pas la peine non plus de faire appel à un architecte... un manche à balai, un carton rigide troué à l'emporte pièce, le plus délicat (mais bon ...) est le système pour maintenir l'ensemble stable et droit. Une chaise pourrait être une bonne idée...

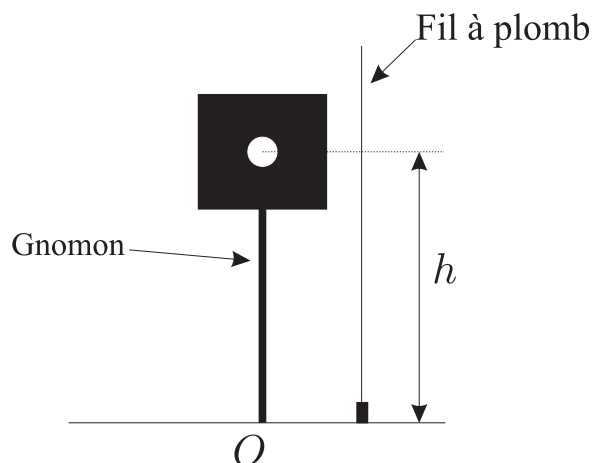


Si le dossier n'est pas strictement vertical ce n'est pas grave, vous déterminerez le pied (noté O) du gnomon avec le fil à plomb ... La chaise ne doit surtout pas bouger pendant l'expérience !

2 Calcul de la hauteur h du gnomon.

En fait, le sommet de notre gnomon est le centre du trou. À cause des phénomènes de diffusion, l'ombre de ce centre est en effet plus facile à déterminer sur le sol que l'ombre de l'extrémité d'un bâton. Pour déterminer la hauteur du centre du trou, on utilise un fil à plomb : un fil inextensible au bout duquel on a fixé un poids, un

plomb ou une pierre ...

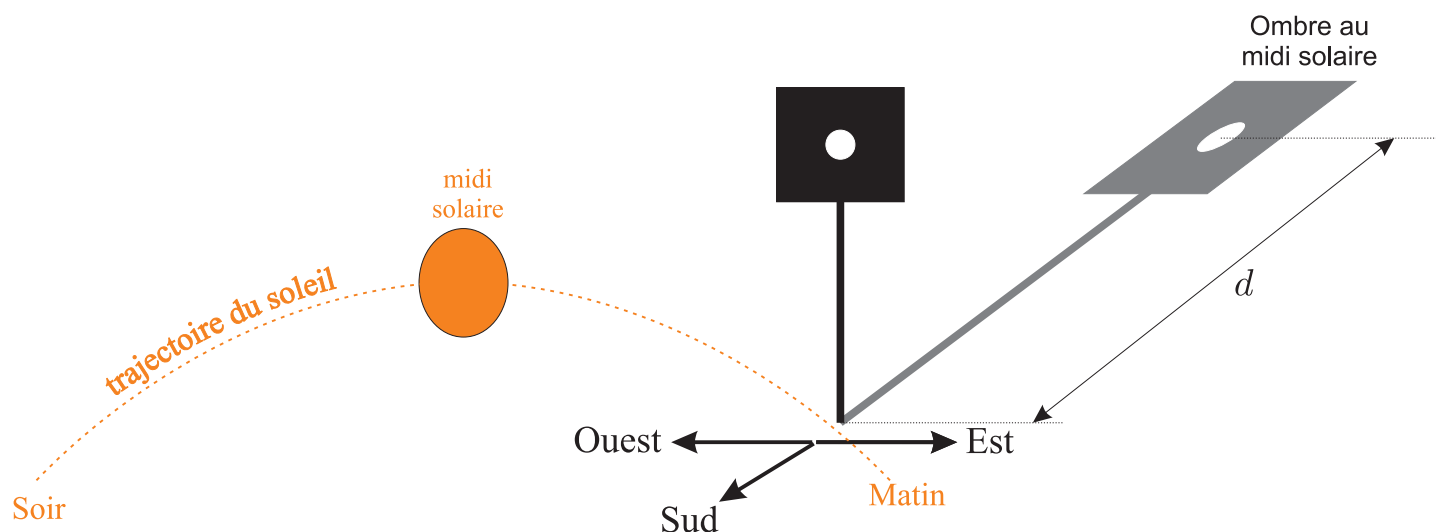


On laisse pendre le fil devant le trou jusqu'à ce que le plomb effleure le sol. Un associé pince alors le fil à la hauteur du centre du trou, ou bien dispose le bas d'une pince à linge à cet endroit ... Il ne reste plus qu'à mesurer précisément la distance d entre le bas de la pince à linge et l'extrémité du plomb.

Pour avoir la meilleure valeur possible recommencez cette mesure plusieurs fois et faites une moyenne des résultats.

3 Relevé du centre de l'ombre du trou.

La configuration est la suivante



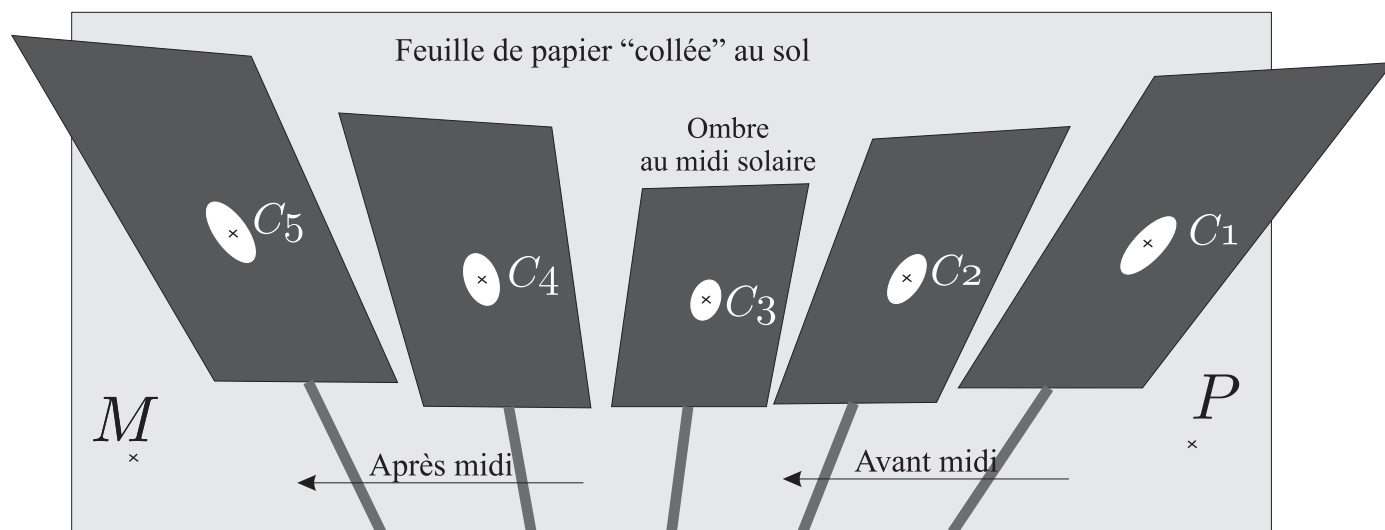
Il est essentiel de repérer un endroit propice à l'expérience : l'ombre du gnomon doit se projeter sur le sol au midi solaire (moment où le Soleil est le plus haut dans le ciel), il ne doit donc pas y avoir d'obstacle sur l'endroit où se projette l'ombre. Il est essentiel aussi de repérer la veille de l'expérience (par exemple), l'endroit où l'expérience va se dérouler : l'expérience consiste en effet à noter le centre de l'ombre du trou sur une feuille de papier disposée au sol toutes les 5 minutes environ¹. Si l'on ne veut pas utiliser un papier de trop grande taille, il est donc indispensable de savoir dans quelle zone va se projeter le trou du gnomon vers midi. Pour relever les points on peut utiliser un grand carton, des feuilles bien collées ensemble, ou même un vieux drap si celui-ci est suffisamment inextensible ... et solide ! Avec un mètre carré bien *disposé au bon endroit* cela devrait être suffisant...

Le jour J , une heure avant le midi solaire, placer le gnomon à l'endroit prévu, installer le papier, carton, drap à l'endroit adéquat... À partir du moment où tout est prêt plus rien ne doit bouger, c'est très important

¹La durée entre 2 relevés est variable, elle dépend de la vitesse à laquelle l'ombre du trou se déplace... et donc de la saison, de la hauteur du gnomon, et de la latitude du lieu de l'expérience. Au plus il y a de points au mieux c'est ...

(faire des repères à la craie sur le sol ou disposer des pierres pour tout fixer, éviter un jour venteux ou pire pluvieux ...).

Avant de commencer les relevés du centre de l'ombre dessiner deux points de référence M et P en deux endroits opposés du support, comme indiqué sur la figure



Mesurer alors très précisément avec un mètre ruban de longueur adaptée, la distance m entre M et le pied du gnomon (noté O), et la distance p entre le pied du gnomon et le point P . Le pied du gnomon est le point donné par le fil à plomb suspendu juste devant le trou²... Ces mesures doivent être aussi précises que possibles, elles sont des repères qui permettront de déterminer la longueur de l'ombre ! Je conseille de faire chaque mesure dans un sens OM puis dans l'autre MO ... Indiquez aussi la direction de O par des flèches (en P et en M)

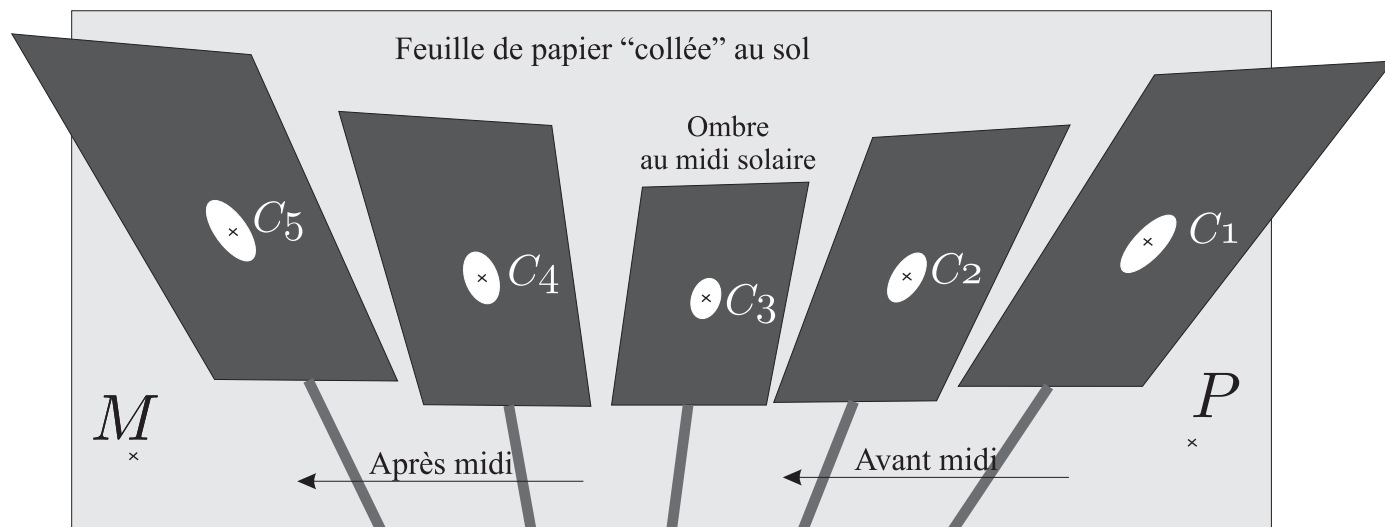
Il ne reste plus qu'à mettre des croix au centre de l'ombre du trou sur la feuille, à côté de chaque croix mettre un nombre qui augmente au fil des relevés... Le diamètre de votre gnomon doit être adapté à votre expérience : s'il est trop petit son ombre ne se projettera pas, s'il est trop gros l'ombre sera très grosse et il sera délicat de déterminer son centre, quelques réglages sont donc nécessaires avant de réaliser l'expérience. Un trou de 3 centimètres pour un gnomon d'un mètre semble adapté, à vérifier ! On détermine le centre à l'œil, généralement on réussit cela très facilement... Pensez à utiliser un feutre pour faire un joli point ... attention à l'endroit où vous inscrivez le nombre pour ne pas qu'il vienne perturber le relevé suivant...

Si tout se passe bien vous devriez constater que vos points se rapprochent de O pour atteindre une distance minimale (il est alors midi au Soleil) et se mettre à croître. N'arrêtez pas l'expérience dès que vous pensez être passé au midi... continuez encore un quart d'heure, on ne sait jamais !

²Cela impose que l'on puisse accéder à ce point : le dispositif permettant de maintenir le gnomon droit ne doit pas vous empêcher d'accéder au pied du gnomon ...

4 Calcul de la longueur de l'ombre au midi solaire $OC = d$.

Sur la feuille de papier de l'expérience on trace le repère orthonormé \mathcal{R} de centre M , et dont l'axe Mx passe par P .



On mesure la distance $MP = \ell$, les coordonnées de P dans \mathcal{R} sont donc $(x_p = \ell, y_p = 0)$.

On mesure les coordonnées (x_C, y_C) de C par projection orthogonale sur Mx et My à l'aide d'une équerre.

On connaît la distance $OM = m$ et la distance $OP = p$, les coordonnées de O dans \mathcal{R} sont (x_o, y_o) on doit les déterminer.

Le point O est sur le cercle de centre M et de rayon m ainsi

$$x_o^2 + y_o^2 = m^2$$

Le point O est sur le cercle de centre P et de rayon p ainsi

$$(x_o - \ell)^2 + y_o^2 = p^2$$

On a donc 2 équations et 2 inconnues,

$$\begin{cases} y_o^2 = m^2 - x_o^2 \\ (x_o - \ell)^2 + m^2 - x_o^2 = p^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y_o^2 = m^2 - x_o^2 \\ x_o = \frac{\ell^2 + m^2 - p^2}{2\ell} \end{cases}$$

$$\begin{cases} y_o = \sqrt{m^2 - \left[\frac{\ell^2 + m^2 - p^2}{2\ell} \right]^2} \\ x_o = \frac{\ell^2 + m^2 - p^2}{2\ell} \end{cases}$$

La distance OC se calcule donc maintenant comme la distance entre deux points dont les coordonnées sont connues

$$d = OC = \sqrt{(x_c - x_o)^2 + (y_c - y_o)^2}$$