













## Quelle est la durée d'un jour terrestre ?

<i>Méthodes :</i>	1 : par photographie du ciel nocturne avec un long temps de pose	2 : par la durée de traversée d'une étoile dans le champ de l'oculaire d'un télescope	3 : par la durée entre deux passages consécutifs du Soleil (ou d'une étoile) dans la même direction
<i>Niveau scolaire :</i>			
<i>Difficulté technique :</i>			
<i>Durée de mise en place :</i>			
<i>Durée de réalisation de l'expérience et d'exploitation des résultats :</i>			
<i>Matériel nécessaire :</i>	Appareil photo avec pose longue sur pied	Lunette ou télescope et chronomètre	Bâtons d'1m de long et montre

### Introduction

Par définition, un jour terrestre est le temps que met la Terre pour faire un tour sur elle-même, autrement dit la « période de rotation » de la Terre, par rapport aux étoiles éloignées, considérées comme fixes. On parle également de « jour sidéral ».

Comme la Terre tourne aussi autour du Soleil, cette durée sera légèrement différente de celle séparant deux passages du Soleil dans le ciel dans la même direction, c'est-à-dire de la durée du « jour solaire » : en fait, comme la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil dans le même sens, le jour solaire sera légèrement plus long que le jour sidéral.

Cependant, les mesures proposées ci-dessous ont une incertitude trop importante pour permettre de le prouver. On pourra donc employer l'une ou l'autre des méthodes proposées pour mesurer une bonne approximation des deux durées du « jour » et aborder la nuance entre les deux de façon théorique en complément de la mesure.

### Mots clés

Terre, Soleil, jour, durée, rotation, mouvement apparent, angle, proportionnalité, étoile polaire

### Principe des expériences

Comme la Terre tourne sur elle-même sans qu'on le sente, on a l'impression que le ciel (et donc toutes les étoiles, y compris le Soleil de jour) tourne autour d'un point fixe, situé dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre. L'étoile polaire semble immobile au cours d'une nuit, d'où son nom !

On peut mesurer, par différentes méthodes, la période de cette rotation apparente, qui sera égale à la période de rotation de la Terre.

- Méthode 1 : On prend une photo du ciel et on mesure le déplacement angulaire apparent d'une étoile en un temps donné.
- Méthode 2 : On mesure le temps que met une étoile à traverser le champ de l'oculaire.
- Méthode 3 : On mesure le temps entre deux passages du Soleil ou d'une étoile dans l'alignement de deux repères.

## Méthode 1 :

On prend une photo du ciel avec un long temps de pose (30 minutes à 4h, sachant que plus le temps de pose est long et plus on gagne en précision de mesure) en ayant bien fixé l'appareil photo (numérique ou argentique) sur un trépied (ou bien sur un support bricolé) et en l'ayant orienté de façon à ce que la photo soit à peu près centrée sur l'étoile polaire.



*photo du ciel obtenue avec un appareil photo numérique avec un temps de pose de 45 minutes*

Une fois la photo obtenue, on mesure l'angle de déplacement apparent d'une étoile (dont l'arc est bien visible sur la photo).

Pour cela, on doit :

- repérer le centre du mouvement apparent de rotation (qui se situe près de l'étoile polaire)
- tracer les lignes partant du centre de rotation et passant par les deux extrémités de l'arc de cercle décrit par l'étoile
- enfin mesurer la valeur de l'angle avec un rapporteur.

Pour effectuer les tracés, on peut par exemple prendre des photocopies agrandies des photos, tracer au dos des photos placées contre une fenêtre éclairées, réaliser les tracés sur ordinateur ou bien encore projeter sur un écran la photo (ou son négatif s'il s'agit d'une photo argentique).

La période de rotation de la Terre (P) est le temps que mettrait une étoile pour décrire en apparence un cercle entier dans le ciel. On l'obtient par proportionnalité à partir de l'angle mesuré ( $\alpha$ , en degrés) et du temps de pose (T) qui est connu :

$$P = \frac{T}{\alpha \times 360^\circ}$$

On pourra faire une moyenne des résultats obtenus par tous les jeunes (en ayant au besoin écarté des résultats visiblement peu précis).

## Arpenter l'Univers

L'incertitude sur la mesure provient de la précision avec laquelle on mesure l'angle  $\alpha$  et de la précision avec laquelle on a déterminé le temps de pose  $T$ .

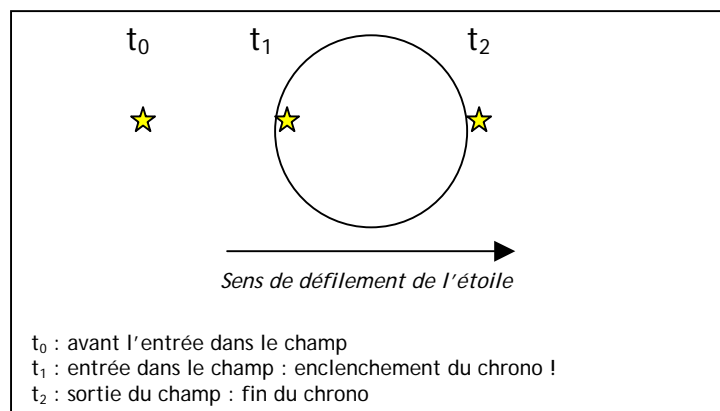
### Méthode 2

Cette méthode est un peu plus compliquée et nécessite l'utilisation d'un télescope (ou d'une lunette).

La méthode consiste à mesurer le temps que met une étoile pour traverser le champ de l'oculaire, après avoir déterminé la valeur de ce dernier. On en déduit ensuite par proportionnalité la période de rotation de la Terre.

Pour cela, on choisit une étoile se situant le plus près possible de l'équateur céleste (la projection de l'équateur terrestre dans le ciel), par exemple Altair ou une étoile de la ceinture d'Orion. On pointe l'étoile au télescope, au milieu du champ. On observe ensuite dans quel sens se déplace l'étoile dans le champ. On place alors l'étoile juste avant son entrée dans le champ et on démarre le chronomètre lorsque l'étoile devient visible et on l'arrête lorsqu'elle sort du champ.

On réalise plusieurs mesures afin de limiter l'incertitude.



Pour déterminer la valeur du champ de l'oculaire, une méthode simple et pratique consiste à placer un objet de longueur connue à une distance connue (ou mesurable)  $L$  du télescope.

Le plus simple est de placer un mètre en face de soi, et d'observer la longueur  $l$  visible du mètre dans le champ. On peut alors déduire la valeur de l'angle du champ par trigonométrie :

$$\alpha = \arctan\left(\frac{l}{L}\right)$$

Connaissant l'angle du champ de l'oculaire et le temps que met l'étoile pour le traverser, la période de rotation de la Terre se détermine de la même façon que pour la méthode 1, avec une simple règle de trois.

### Méthode 3

On plante deux bâtons à la verticale sur un terrain plat (à l'aide d'équerres et/ou de fil à plomb), de façon à ce que leurs ombres soient alignées quelques minutes plus tard. On peut également aligner les deux bâtons dans la direction du sud et attendre l'heure du midi solaire pour lancer l'expérience.

## Arpenter l'Univers

On déclenche un (ou plusieurs) chronomètre(s) au moment où les ombres sont parfaitement alignées et on le(s) laisse tourner jusqu'au lendemain. On arrête le(s) chronomètre(s) au moment où les deux ombres sont de nouveau parfaitement alignées. On peut également réaliser l'expérience sur plusieurs jours, par exemple avec une horloge (en comptant les jours), afin de gagner en précision de mesure.

La durée mesurée (ou la moyenne des durées mesurées) est donc une bonne approximation de la durée d'un jour terrestre.

*Variante : on réalise la même expérience de nuit avec une étoile. Pour cela, il faut réaliser un viseur plus précis en espaçant les deux bâtons d'environ 10 mètres et en accrochant sur ceux-ci un petit objet circulaire (comme un rouleur vide de ruban adhésif par exemple), de façon à ce qu'en regardant à travers le premier cercle on voie l'étoile dans le deuxième. On déclenche le chronomètre à ce moment-là et on l'arrête le lendemain au moment où l'étoile est de nouveau alignée avec le viseur.*

On peut mêler les deux méthodes (avec le Soleil ou avec une étoile) et comparer les durées des jours solaire (24h) et sidérale (23h 56min et 4s). La différence entre ces deux périodes est de quelques minutes et vient du fait de la révolution de la Terre autour du Soleil.