

## Mesurer la Terre à la manière d'Ératosthène

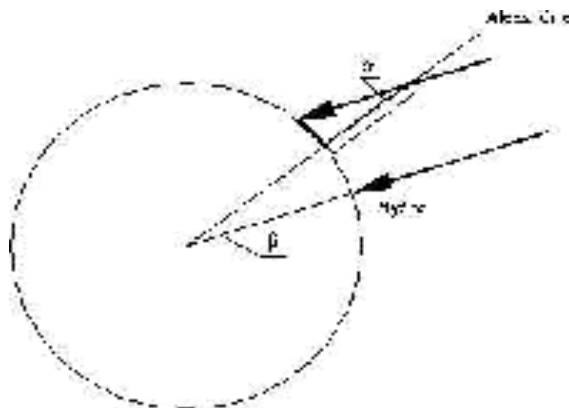
Cette activité a été imaginée par quelques membres du « Groupe inter générations de l'Université du Temps Libre d'Orléans » avec comme objectif de réunir des partenaires de toutes les générations (retraités de tous horizons, enseignants en activité, écoliers, collégiens et lycéens) afin de « remesurer la Terre à la manière d'Ératosthène », en s'appuyant sur les travaux de « La Main à la Pâte<sup>®</sup> » décrits sur le site ou dans le livre.

Les établissements scolaires impliqués ont été le collège d'Ingré (près d'Orléans), le collège de Togo (au Mali) et l'école primaire de Patay (près d'Orléans).

### 1. Méthode d'Ératosthène

L'hypothèse de départ d'Ératosthène est que la Terre est ronde et que le Soleil est suffisamment loin pour que ses rayons soient considérés comme parallèles.

Il sait qu'au solstice d'été, le Soleil est à la verticale au « midi vrai », à Syène (actuellement Assouan) ; il mesure l'angle que font les rayons du Soleil par rapport à la verticale le même jour au midi vrai, à Alexandrie. Les deux villes sont pratiquement sur le même méridien, donc leur distance est égale à la longueur de l'arc de méridien correspondant à l'angle  $\beta$ . Une simple « règle de trois » (ou un calcul de proportionnalité) permet de trouver la valeur de la circonférence. Dans son cas, l'angle mesuré est le cinquantième de  $360^\circ$ . La distance entre les deux villes est mesurée en stades.



$\alpha = \beta = 7,2^\circ$  distance Syène-Alexandrie = 5000 stades soit 787,7 km  
circonférence de la Terre :  $787,7 \times 50 = 39\,375$  km

## 2. Notre méthode

### a. Mesure de l'angle :

Il est plus simple pour un élève de comprendre la mesure de l'angle que fait le Soleil avec l'horizontale (« hauteur du Soleil ») plutôt qu'avec la verticale (angle complémentaire), d'où le matériel proposé. Le calcul se fait avec l'angle obtenu par différence des hauteurs du Soleil au midi vrai le même jour.

### b. Mesure de la distance :

L'expérience peut se réaliser entre deux points quelconques de la Terre en prenant pour longueur de l'arc la distance qui sépare les parallèles sur lesquels ils se situent, ce qui donne un choix plus large de partenaires possibles, à condition que chacun travaille au « midi vrai » de son lieu.

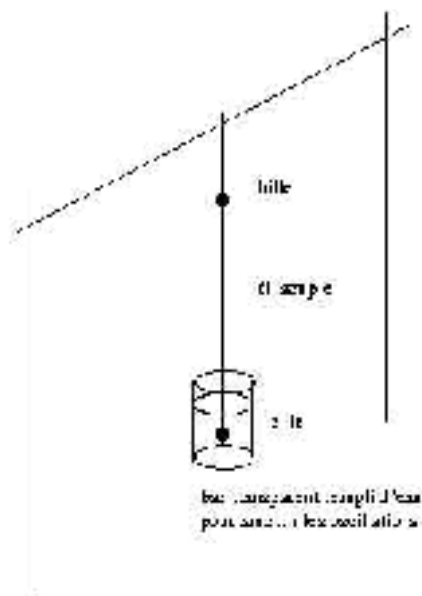
## 3. Notre matériel

### a. Le gnomon

Le matériel le plus simple est un bâton planté verticalement dans un sol horizontal. Il suffit de repérer l'extrémité de l'ombre portée sur le sol. Une ficelle est tendue depuis le sommet du gnomon jusqu'à l'extrémité de l'ombre et l'angle est mesuré avec un rapporteur.

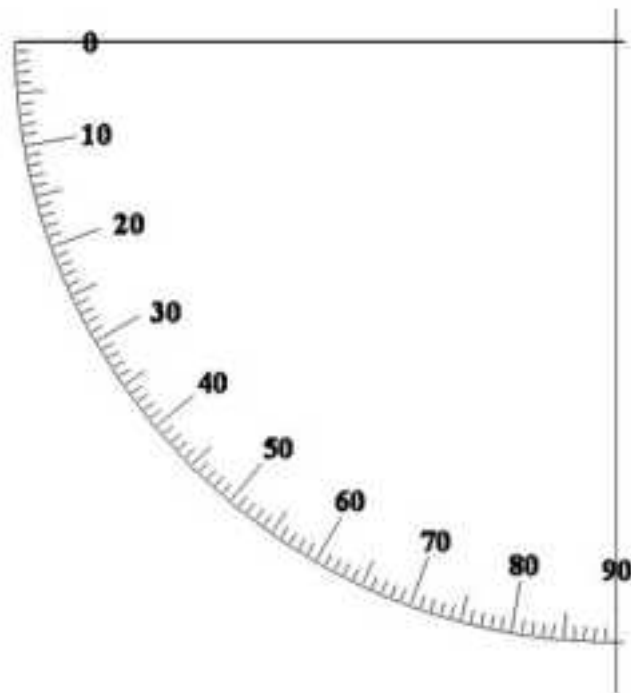
### b. Le « fil à plomb »

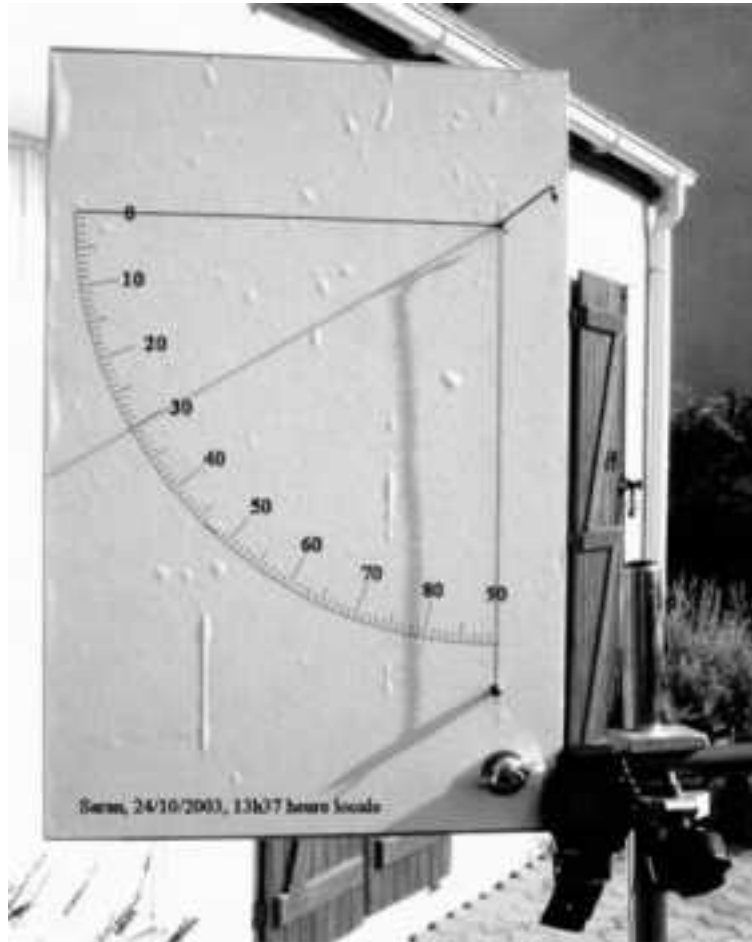
Pour pallier à la difficulté de planter le bâton, l'un d'entre nous a proposé une utilisation particulière d'un fil à plomb modifié afin qu'il soit insensible au vent. Il s'agit alors de repérer l'ombre portée de la bille supérieure.



c. Le « quadrant »

Le « quadrant », collé sur une planchette, est muni d'une tige placée au sommet de l'angle droit et équipé d'un fil à plomb. L'appareil, fixé sur un support et orienté convenablement, permet de mesurer directement la hauteur du soleil (photo Alain Robert).





#### 4. Nos mesures en collège

##### a. Expériences préliminaires

##### -Ligne « nord-sud »

Repérage de la ligne « nord-sud » correspondant au « midi vrai » (à faire quelques jours avant le début des mesures) :

Planter, sur un sol horizontal, un piquet d'1 à 2 m de haut.

Marquer au sol la position de l'extrémité de l'ombre de ce piquet tous les 1/4 heure en commençant environ 2 h avant le "midi solaire" et en continuant 2 h après.

Tracer la courbe au sol et repérer l'extrémité de l'ombre la plus courte.

Relier ce point à la base du piquet et matérialiser la ligne avec deux clous enfoncés dans le sol.

Cette expérience peut se faire avec le fil à plomb perfectionné.

-Calcul de la distance entre Ingré et Togo

b. Mesures

1. Au collège d'Ingré :

Les mesures ont été effectuées au « midi vrai » (passage de l'ombre sur la ligne nord-sud préalablement déterminée) avec le « quadrant » (obtention directe de l'angle) et avec le « fil à plomb » (mesure de la hauteur et de la longueur de l'ombre et calcul de l'angle avec la « touche tangente » de la calculette).

2. Au collège de Togo :

Les mesures ont été effectuées avec un gnomon assez grossier (piquet sans doute pas assez fin et difficultés dues à la nature du sol pour le planter verticalement), d'où l'obtention d'un angle de  $90^\circ$  par rapport à l'horizontale alors qu'en fait le Soleil n'était pas exactement au zénith.

c. Résultats

• Date	Ingré	Togo
• Lundi 3 mai 2004	mesure impossible	$90^\circ$
• Mardi 4 mai 2004	environ $58,5^\circ$	$90^\circ$
• Mercredi 5 mai 2004	$58,5^\circ$	$90^\circ$
• Jeudi 6 mai 2004	$59^\circ$ ( $58,6^\circ$ )	$90^\circ$
• Vendredi 7 mai 2004	$59^\circ$ ( $59,1^\circ$ )	$90^\circ$

Entre parenthèse : résultats obtenus par mesure de l'ombre et calcul de la tangente

d. Calculs

- Écart angulaire entre nos deux villes:  $90 - 59 = 31^\circ$
- Distance entre nos deux villes : 3817 km
- Circonférence terrestre :  $(360 \times 3817) / 31 = 44326$  km

Remarque : en fait, l'angle à Togo à cette période devrait être de  $88,5^\circ$ , d'où la nécessité d'un dispositif permettant une mesure plus fine.

Mais ce qui compte, c'est surtout la méthode et le fait d'avoir fait « travailler ensembles, à distance, des élèves de deux collèges très différents ! »

Nos mesures à l'école élémentaire :

- Distance Antibes Patay (Nord sud) 480 km
- Mesure au midi vrai à Antibes  $70^\circ$  (en fait presque  $70,5$ )
- Mesure à Patay au midi vrai  $66^\circ$  (moyenne sur 5 mesures)
- Cela donne à peu près 43200 km si on prend  $70^\circ$  et 38400 avec  $70,5^\circ$ .

5. Pour aller plus loin

a. Nouveau matériel, valise pédagogique

Du matériel permettant de mesurer l'angle au dixième de degré a été élaboré. Une valise pédagogique contenant tout le nécessaire pour fabriquer le matériel ainsi que de la documentation est en train d'être mise au point ; elle pourra être envoyée à des partenaires situés dans des pays en voie de développement. Consulter le site

<http://www.ac-orleans-tours.fr/physique/doccol/materiel/soleil/Eratosthene.htm>

b. Recherche de nouveaux partenaires revues ou brochures :

- Le BUP (revue de l'UdPPC) : n° 836 (juillet-août-septembre 2001)
- Documents d'accompagnement du programme de physique de seconde.

c. Sites Internet

- <http://www.inrp.fr/lamap/>
- <http://www.ac-nice.fr/clea>
- <http://www.bdl.fr> (bureau des longitudes)
- Sur la plupart des sites académiques on trouve des comptes-rendus d'expériences réalisées dans des établissements scolaires, avec du matériel très varié.

Compte-rendu rédigé par Jean Jourdain ([jean.jourdain@ac-orleans-tours.fr](mailto:jean.jourdain@ac-orleans-tours.fr)).