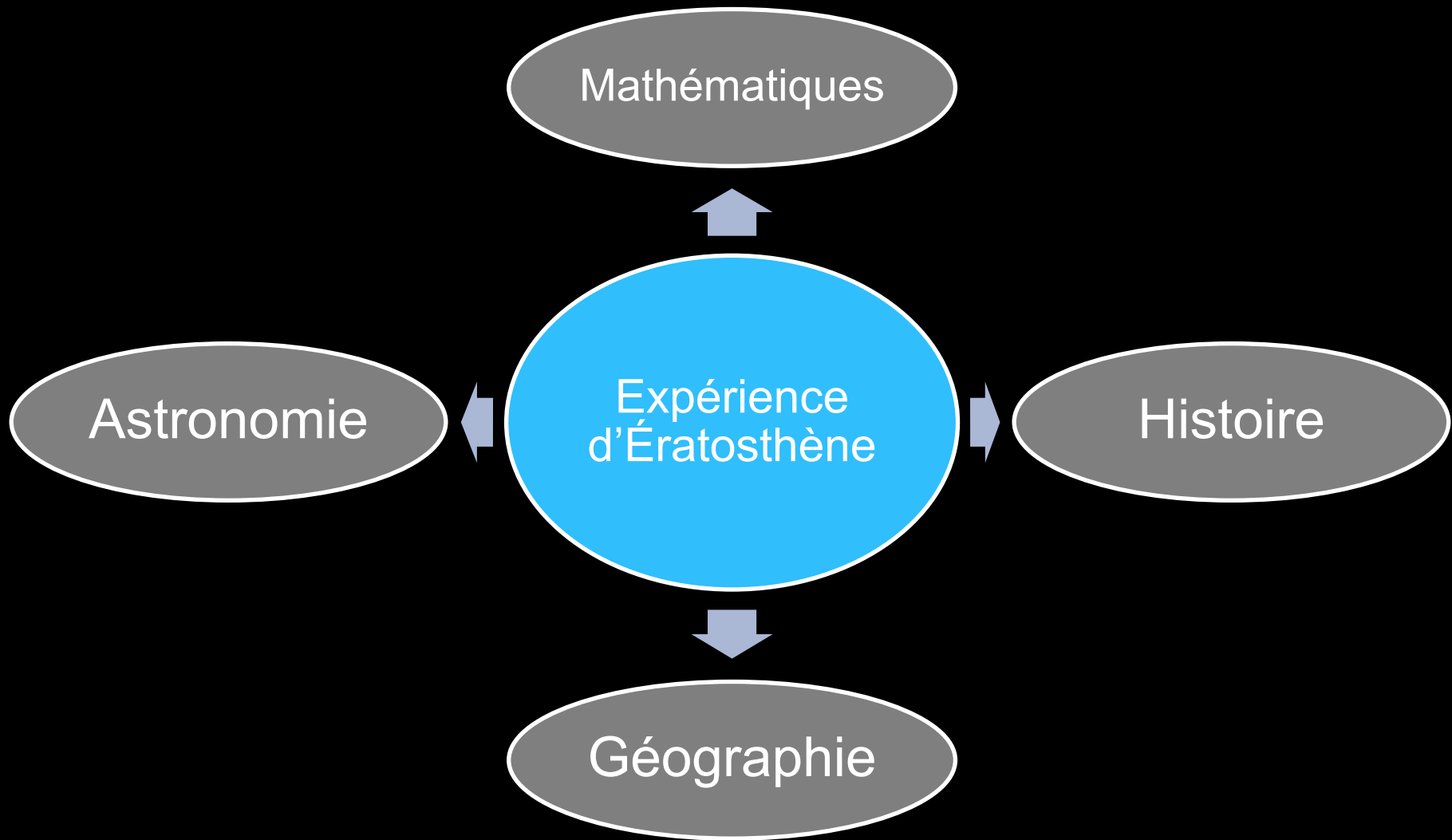


Mesurez la Terre avec vos élèves

Expérience d'Ératosthène



Projet multidisciplinaire

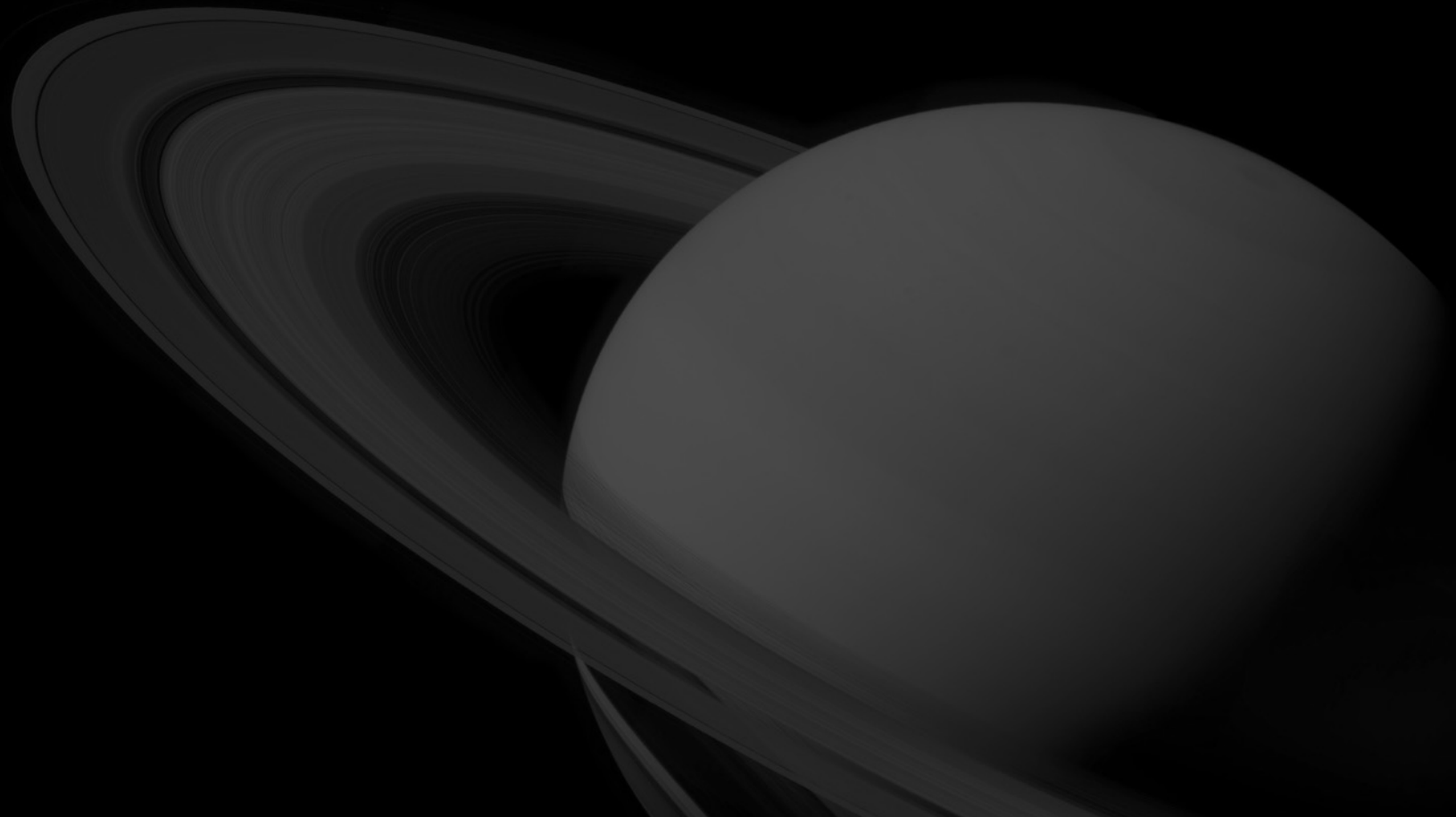


Aussi...

- ★ **Prise de données réelles**
- ★ **Recréer une célèbre expérience scientifique**
- ★ **Projet international avec possibilité de collaborer avec une autre école pour obtenir des résultats**



Le génie d'Ératosthène



Ératosthène

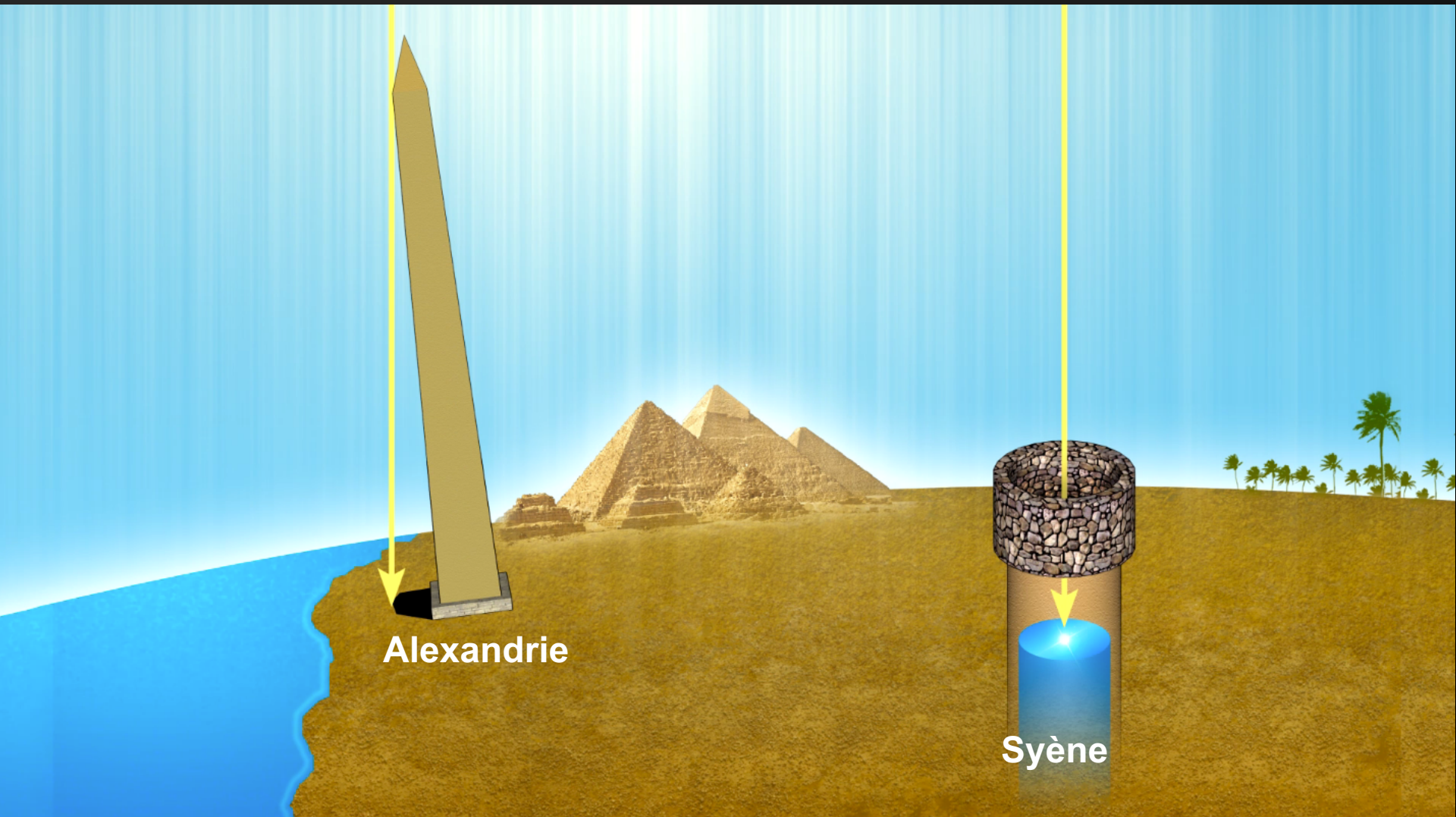


- ★ **Astronome, géographe, mathématicien et philosophe grec.**
- ★ **Vécut de 276 av. J-C à 194 av. J-C**
- ★ **Travaillait à la bibliothèque d'Alexandrie**

- ★ **Avec de simples observations et de la géométrie de base, il parvient à mesurer la circonférence de la Terre de façon très précise.**

Expérience d'Ératosthène

Différences entre les ombres à deux endroits



Crédit: ASTROLab du Mont-Mégantic

Expérience d'Ératosthène

Différences entre les ombres à deux endroits

Crédit: ASTROLab du Mont-Mégantic

Les observations d'Ératosthène



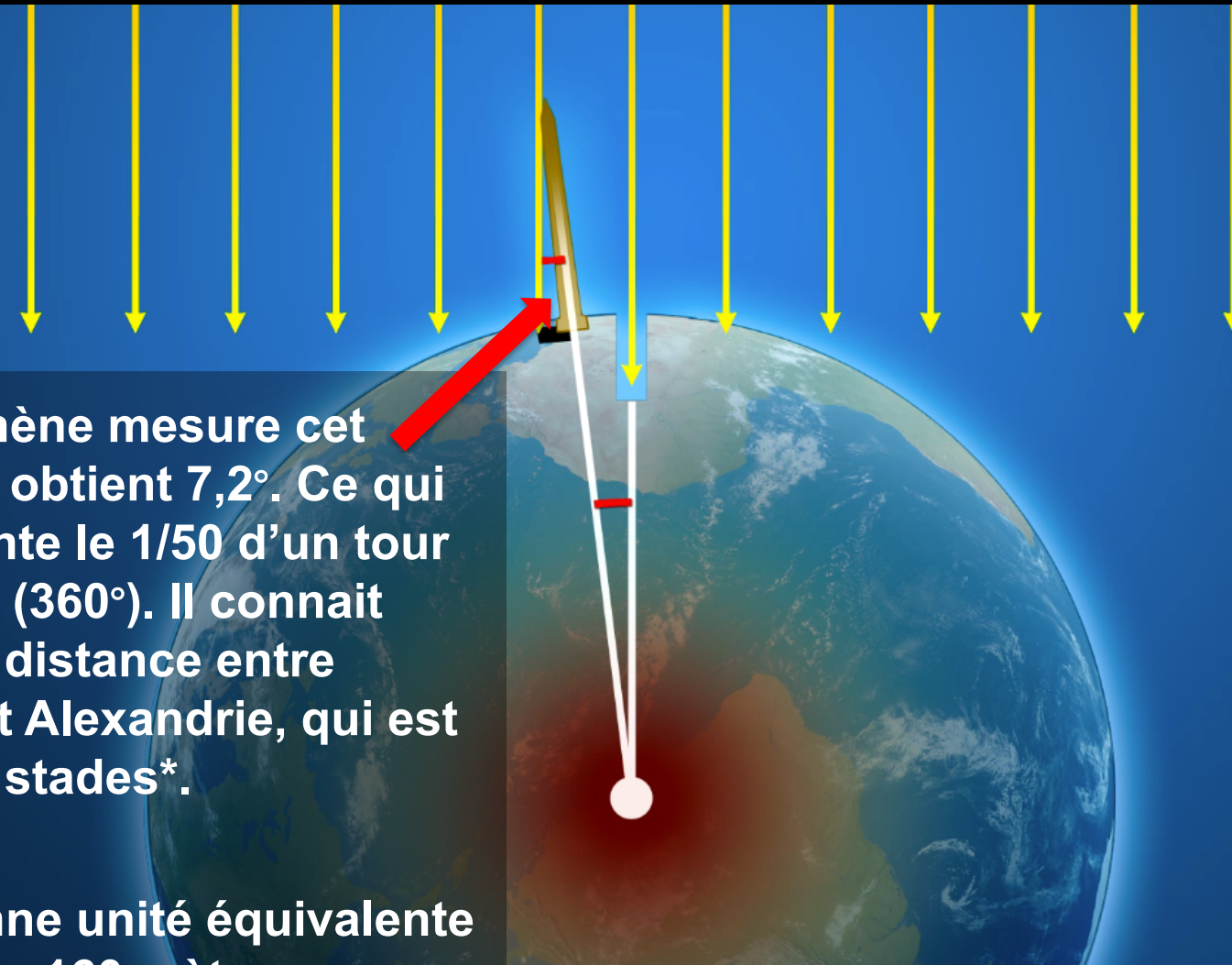
Au solstice d'été à l'heure du midi solaire local,

★ les objets ont une petite ombre à Alexandrie;

★ le Soleil est directement au-dessus de nos têtes à Syène et illumine le fond des puits (le Soleil est au zénith et ne crée pas d'ombre).

Expérience d'Ératosthène

Les observations d'Ératosthène

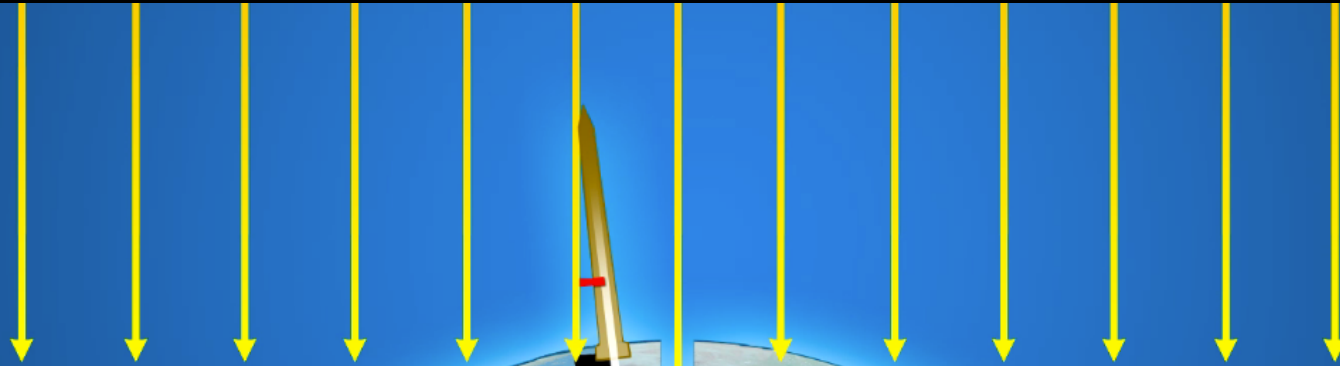


Ératosthène mesure cet angle et obtient $7,2^\circ$. Ce qui représente le $\frac{1}{50}$ d'un tour complet (360°). Il connaît aussi la distance entre Syène et Alexandrie, qui est de 5000 stades*.

* Ancienne unité équivalente à environ 160 mètres.

Crédit: ASTROLab du Mont-Mégantic

Les observations d'Ératosthène



Si la distance entre Syène et Alexandrie représente le 1/50 de la circonférence totale de la Terre, alors :

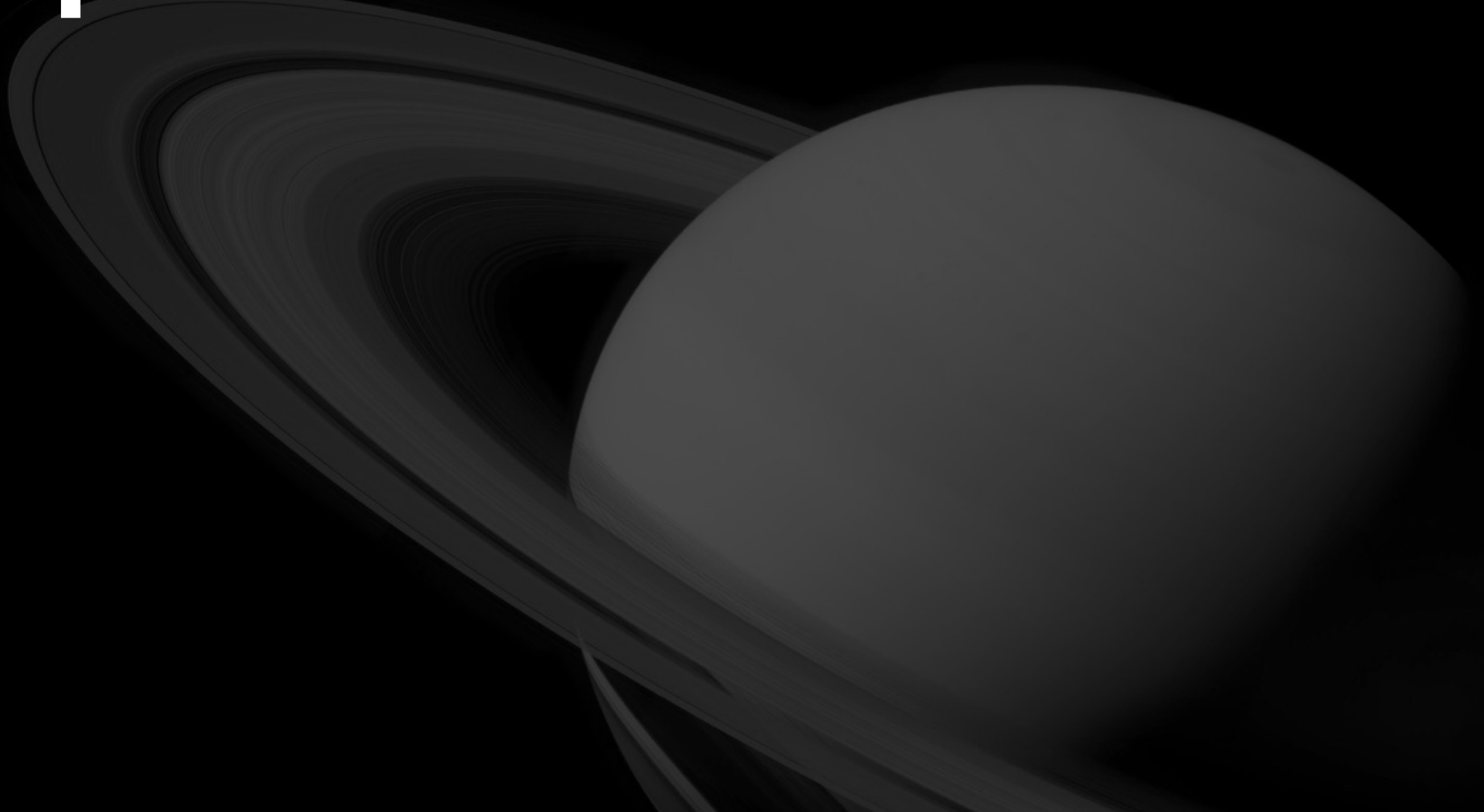
$C = 50 \times 5000$ stades
 $= 250\,000$ stades, soit
environ 40 000 km.

Calcul:

$$\frac{7,2}{360} = \frac{5000}{?}$$

La circonférence de la Terre à l'équateur est de 40 075 km.

Comment recréer cette expérience?



Conditions

- ★ **Observations la même journée aux deux endroits.**
- ★ **Mesurer lorsque le Soleil est à son point le plus haut dans le ciel (midi solaire local).**
- ★ **Les deux endroits doivent être le plus possible sur la même longitude (sur une ligne nord-sud) et éloignés l'un de l'autre.**

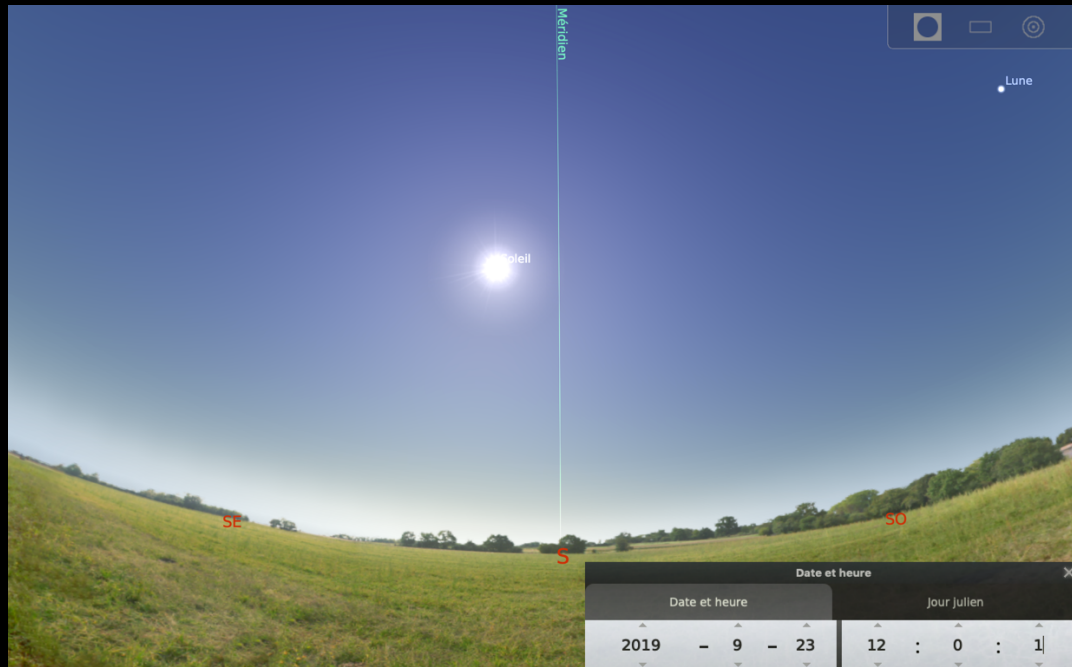
Étapes de l'activité

1. Trouver l'heure du midi solaire local à votre position à un équinoxe- 21 mars ou 21 sept. (lorsque le soleil sera à son point le plus haut dans le ciel durant la journée)
2. Mesurer l'ombre d'une tige à ce moment du midi solaire local.
3. Calculer l'angle formé par l'ombre.
4. Collaborer avec une autre école avec une longitude similaire et éloignée de vous OU utiliser la donnée que l'angle = 0° pour une école à l'équateur.
5. Calculer la circonférence de la Terre.

Si vous voulez moins de math, utiliser le fichier Excel!

1. Trouver l'heure du midi solaire local

Nous voulons prendre la mesure lorsque le Soleil est à son point le plus haut dans le ciel durant la journée. Ce n'est pas à midi exactement (raisons: heure avancée, position dans le fuseau horaire, temps de l'année...).



Ciel à midi le 23
septembre 2019 de
Thetford Mines

Crédit: Stellarium

1. Trouver l'heure du midi solaire local

NOAA Solar Calculator



Déplacez le marqueur rouge

Est: -5

Pacifique: -8

DST pour heure avancée

Ajustez la date

Equation of Time (minutes):	Solar Declination (in°):	Apparent Sunrise (hh:mm):	Solar Noon (hh:mm:ss):	Apparent Sunset (hh:mm):	Az/EI (in °) at Local Time:
-7.04	0.48	06:47	12:52:42	18:59	dark dark

Assurez-vous d'être dans le bon fuseau horaire

Est: -5

Pacifique: -8

DST pour heure avancée

Ajustez la date

1. Trouver l'heure du midi solaire local

Utiliser Stellarium <http://www.stellarium.org/fr> ou <http://stellarium-web.org>

Soleil

Type: étoile
Magnitude: -26.75 (réduit à -26.56 par 1.43 Masses d'air)
Magnitude absolue: 4.83
AD/Déc (J2000.0): 0h01m54.09s/+0°12'15.5"
AD/Déc (de la date): 0h02m54.17s/+0°18'46.9"
AD/Déc: 0h00m15.17s/+0°19'48.6" (apparent)
Az./Haut.: +180°05'17.5"/+4°14'11.1" (apparent)
Long./lat. gal.: +97°22'40.8"/-60°11'11.3"
Long./lat. supergal.: -67°00'15.9"/+12°49'51.0"
Long./lat. éq. (J2000.0): +0°31'02.7"/-0°00'05.9"
Long./lat. écl. (de la date): +0°47'25.1"/-0°00'05.1"
Obliquité de l'écliptique (de la date): +23°26'09.5"
Temps sidéral moyen: 0h03m10.3s
Temps sidéral apparent: 0h03m09.3s
Lever: 6h45m
Transit: 12h52m
Coucher: 18h59m
Jour: 12h14m
Constellation UAI: Psc
Distance: 0.996 UA (149.009 M km)
Vitesse de rotation équatoriale: 1.856 km/s
Diamètre apparent: +0°32'06.86"
Diamètre: 1392000.0 km
Période sidérale: 1.00 jours (0.003 a)
jour sidéral: 654h36m36.1s

Trouver à quelle heure le Soleil aura un azimut de 180°.

Date et heure

Date et heure				Jour julien					
2019	-	3	-	21	12	:	52	:	42

Crédit: Stellarium

2. Mesurer l'ombre d'une tige

À la date et heure précise, mesurer l'ombre d'une tige (suggestion: une règle de 1 mètre, posée perpendiculaire au sol).

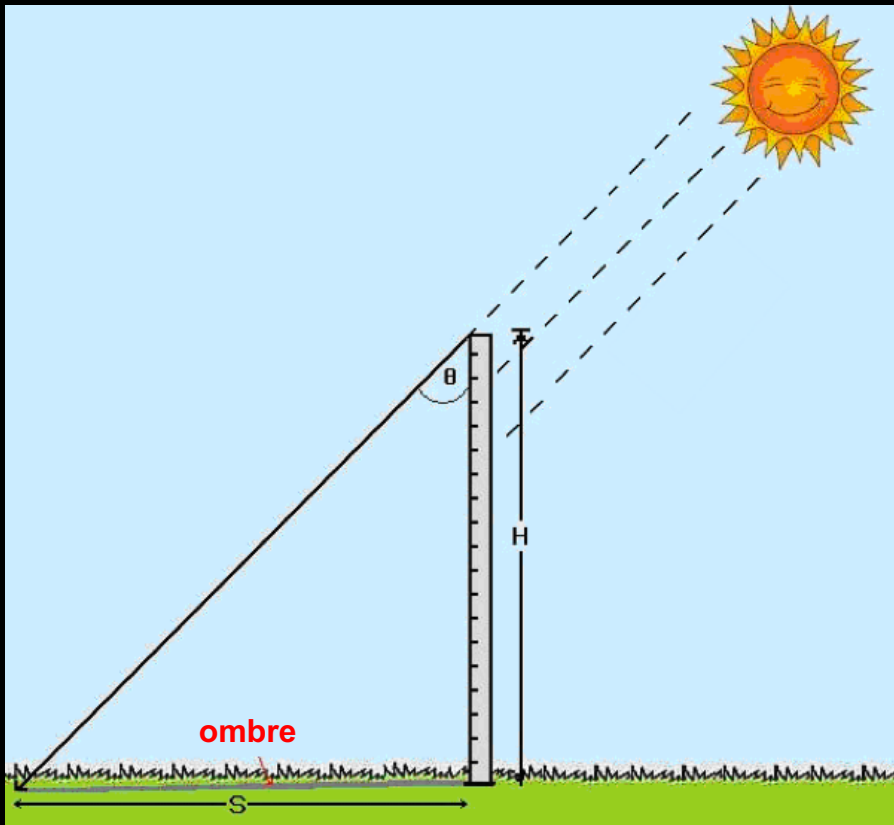


Et prenez des photos pour le concours!

<http://eratosthenes.ea.gr/content/photo-contest-2019>

3. Calculer l'angle formé par l'ombre

Utiliser les notions de trigonométrie pour calculer l'angle voulu.



$$\tan \theta = \frac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}} = \frac{S}{H}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{S}{H}$$

4. Utiliser la mesure d'un autre endroit

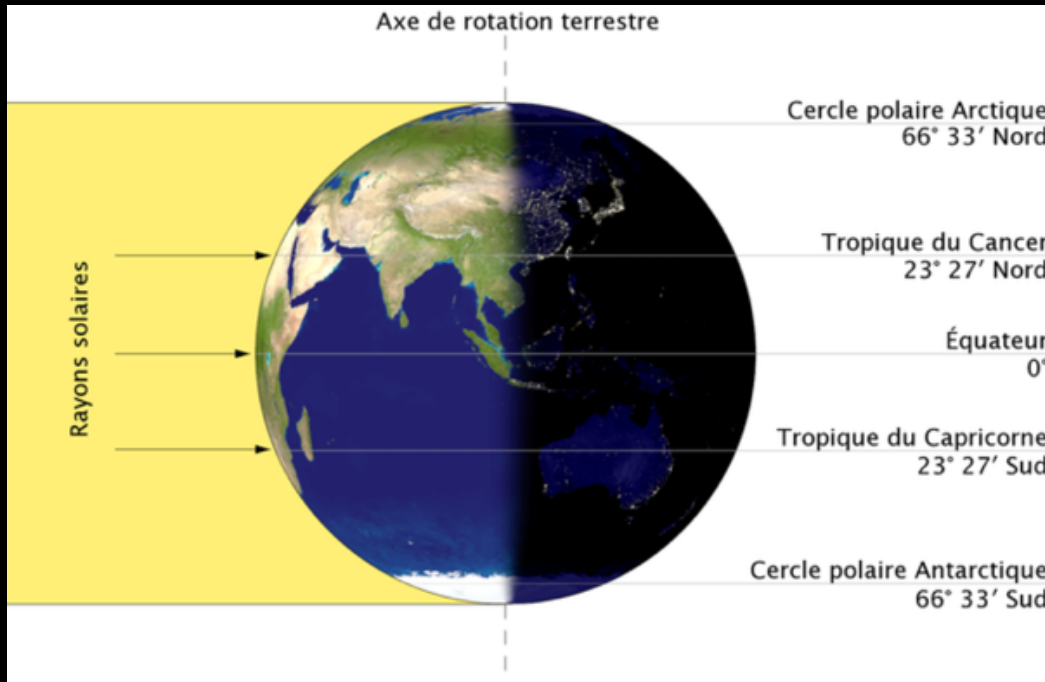
Maintenant que vous connaissez l'angle voulu à votre position, il faut savoir l'angle à un autre endroit.

Deux options:

- ★ [Eratosthenes Experiment](#) – être jumelé avec une autre école
- ★ Utiliser la valeur d'une école fictive à l'équateur

Pourquoi faire l'expérience aux équinoxes?

S'il n'y a pas d'école sur la même longitude que vous, vous pouvez utiliser le fait que le Soleil est directement au-dessus de l'équateur à ces dates.



Donc, une école fictive située sur l'équateur aurait une mesure de 0°.

Crédit: Wikipédia

4. Collaborer avec une autre école

Il faut mesurer la distance entre les 2 écoles, ou entre votre école et l'équateur .

National Geographic MapMaker



4. Collaborer avec une autre école

Il faut mesurer la distance entre les 2 écoles, ou entre votre école et l'équateur.

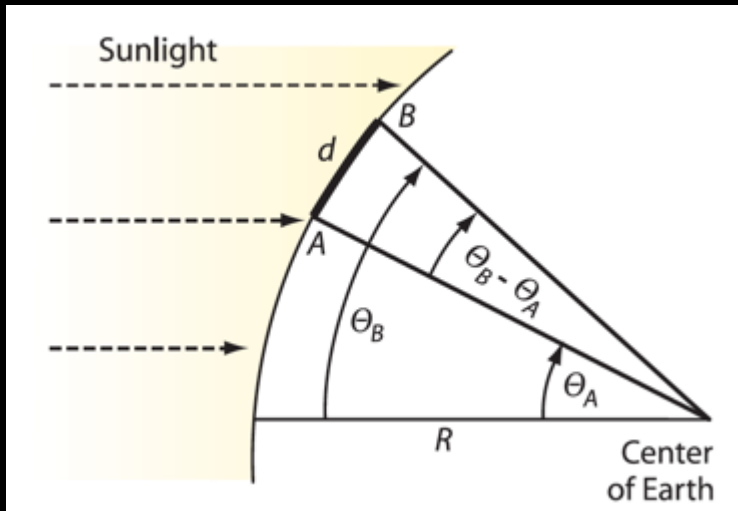
Google Earth



5. Calculer la circonférence de la Terre

Comparer l'arc de cercle entre les 2 écoles et la circonférence:

$$\frac{\theta_B - \theta_A}{360} = \frac{\text{distance entre 2 écoles}}{\text{circonférence } C}$$



$$C = \frac{360 \times \text{distance}}{\theta_B - \theta_A}$$

5b. Calculer la circonférence en utilisant l'équateur

Utiliser l'équateur pour la deuxième école (angle de θ):

$$\frac{\theta}{360} = \frac{\text{distance entre l'école et l'équateur}}{\text{circonférence } C}$$

$$C = \frac{360 \times \text{distance}}{\theta}$$

Expérience d'Ératosthène

Fichier Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
1	Expérience d'Ératosthène																	
2																		
3	Instructions:																	
4	Vous devez entrer des données dans les cases en jaune. Les réponses s'afficheront automatiquement dans les cases en bleu.																	
5																		
6	Pour calculer l'angle																	
7																		
8	Hauteur de la tige:			cm														
9	Longueur de l'ombre:			cm														
10																		
11	Angle:		#DIV/0!	degrés														
12																		
13																		
14																		
15	Pour calculer la circonférence de la Terre avec une autre école																	
16																		
17	Dans le même hémisphère (deux écoles dans l'hémisphère N ou deux écoles dans l'hémisphère S)								Écoles dans hémisphères différents (N et S)									
18	Angle de l'école A:			degrés					Angle de l'école A:			degrés						
19	Angle de l'école B:			degrés					Angle de l'école B:			degrés						
20																		
21	Distance entre les deux écoles:			km					Distance entre les deux écoles:			km						
22																		
23	Circonférence:		#DIV/0!	km					Circonférence:		#DIV/0!	km						
24																		
25	Pourcentage d'erreur avec la valeur scientifique de 40 075 km:				#DIV/0!					Pourcentage d'erreur avec la valeur scientifique de 40 075 km:				#DIV/0!				
26																		
27																		
28																		
29	Pour calculer la circonférence de la Terre en utilisant l'équateur																	
30																		
31	Distance entre votre école et l'équateur:			km														
32	Angle (donnée calculée plus haut):		#DIV/0!	degrés														
33																		
34	Circonférence:		#DIV/0!	km														
35																		
36	Pourcentage d'erreur avec la valeur scientifique de 40 075 km:				#DIV/0!													

Expérience d'Ératosthène

Fichier Excel – mes données

1	Expérience d'Ératosthène					
2						
3	Instructions:					
4	Vous devez entrer des données dans les cases en jaune. Les réponses s'afficheront automatiquement dans les cases en bleu.					
5						
6	Pour calculer l'angle					
7						
8	Hauteur de la tige:	100	cm			
9	Longueur de l'ombre:	103	cm			
10						
11	Angle:	45.8	degrés			
12						
13						
14						
15	Pour calculer la circonférence de la Terre avec une autre école					
16						
17	Dans le même hémisphère (deux écoles dans l'hémisphère N ou deux écoles dans l'hémisphère S)			Écoles dans hémisphères différents (N et S)		
18	Angle de l'école A:	4.2	degrés	Angle de l'école A:		degrés
19	Angle de l'école B:	45.8	degrés	Angle de l'école B:		degrés
20						
21	Distance entre les deux écoles:	4619	km	Distance entre les deux écoles:		km
22						
23	Circonférence:	39972	km	Circonférence:	#DIV/0!	km
24						
25	Pourcentage d'erreur avec la valeur scientifique de 40 075 km:		0.26%	Pourcentage d'erreur avec la valeur scientifique de 40 075 km:		#DIV/0!
26						
27						
28						
29	Pour calculer la circonférence de la Terre en utilisant l'équateur					
30						
31	Distance entre votre école et l'équateur:	5127	km			
32	Angle (donnée calculée plus haut):	45.8	degrés			
33						
34	Circonférence:	40259	km			
35						
36	Pourcentage d'erreur avec la valeur scientifique de 40 075 km:		0.46%			

Collaboration internationale - Eratosthenes Experiment -



Expérience d'Ératosthène

Eratosthenes Experiment

<http://eratosthenes.ea.gr>



WELCOME TO

ERATOSTHENES EXPERIMENT

23.09.2019

REGISTER NOW!

In the framework of



Expérience d'Ératosthène

Eratosthenes Experiment

52

Countries

5153

Schools

735

Photos

13

Contest Winners

35913

Students

2507

Teachers



- ✓ ANDORRA
- ✓ ARGENTINA
- ✓ AUSTRIA
- ✓ BELGIUM
- ✓ BOSNIA AND HERZEGOVINA
- ✓ BRAZIL
- ✓ BULGARIA
- ✓ CANADA
- ✓ CHILE
- ✓ COLOMBIA
- ✓ CROATIA
- ✓ EGYPT
- ✓ FRANCE
- ✓ GERMANY
- ✓ GREECE
- ✓ HUNGARY
- ✓ INDONESIA
- ✓ IRELAND
- ✓ ISLE OF MAN
- ✓ ITALY
- ✓ LUXEMBOURG
- ✓ PHILIPPINES
- ✓ POLAND
- ✓ PORTUGAL
- ✓ ROMANIA
- ✓ SAO TOME AND PRINCIPE
- ✓ SERBIA
- ✓ SPAIN

Ressources

- ★ [Plus de ressource de Eratosthenes Experiment \(en anglais\)](#)
- ★ [Simulateur des rayons de Soleil tout au cours de l'année](#) - Khan Academy
- ★ [Simulateur du mouvement apparent du Soleil au cours de la journée/année](#) (requiert Flash)
- ★ [Vidéo de C'est pas sorcier](#)
- ★ [Vidéo de Cosmos](#) (Carl Sagan, en anglais)

MERCI

Questions?

