



3. Saisons

CM à terminale

OBJECTIFS

- Montrer par divers exercices le mécanisme des saisons.
- Travailler avec les angles sur des situations concrètes.

INTRODUCTION

Le mécanisme des saisons est très mal connu puisqu'une majorité de personnes pensent qu'il fait plus chaud en été parce que l'on est plus près du Soleil. Ces exercices ont pour objectif de montrer les deux phénomènes responsables des variations de température :

- 1) La hauteur du Soleil. Au printemps et en été, le Soleil est plus haut et nous chauffe davantage qu'en hiver où il éclaire en lumière rasante.
- 2) La longueur de la journée. Le Soleil chauffe plus longtemps au printemps et en été.

Ces deux phénomènes ont une même cause, l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport au plan de son orbite.

La plupart des exercices sont conçus pour une latitude de 47° nord. Ils peuvent s'adapter à n'importe quelle autre latitude de France métropolitaine et les conclusions seront les mêmes. Par contre, les personnes habitant au sud du tropique du Capricorne devront inverser certaines conclusions. Entre les tropiques, la situation est plus complexe, le Soleil de midi se trouvant parfois au nord, parfois au sud.

EXERCICES

1	CM2 - 6 ^e	Calcul sur des durées. Arrondis. Graphique.
2	5 ^e à 2 ^{de}	Calculs d'angles.
3	3 ^e - 2 ^{de}	Sinus. Aire du rectangle. Espace.
4	3 ^e - 2 ^{de}	Sinus, cosinus, tangente. Proportionnalité.
5	6 ^e à 3 ^e	Axe de symétrie, mesure angle, éventuellement tangente.
6	2 ^{de} à T	Sinus, équations et trigonométrie, introduction aux intégrales.

SUPPLÉMENTS

Vous trouverez en plus sur le CD les solutions avec des commentaires, des feuilles de calcul pour les exercices 1 (avec les heures de lever et de coucher du Soleil pour différentes villes) 3 et 6, les dates des saisons de 2000 à 2030, des images modifiables en SVG ainsi qu'un court diaporama de présentation du phénomène des saisons.

1. Durée de la journée

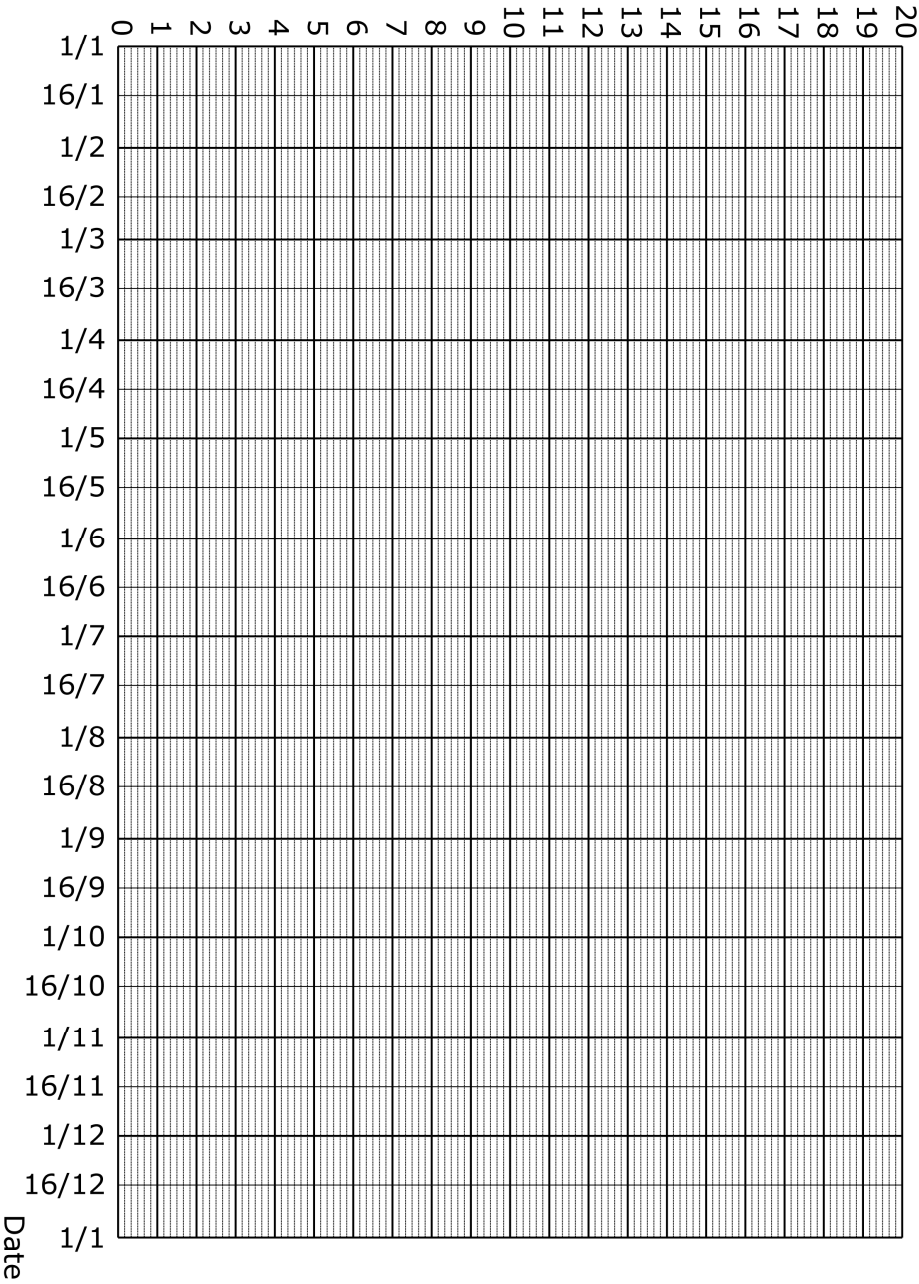
- a.** Pour chacune des dates du tableau, on demande de calculer la durée de la journée (durée écoulée entre le lever et le coucher du Soleil) à la minute près.
b. Calculer ensuite l'arrondi de cette durée à 10 minutes près.
c. Compléter le graphique.

Date	Lever	Coucher	Durée de la journée	Arrondi à 10 min près
1/1	7 h 46 min	16 h 2 min		
16/1	7 h 40 min	16 h 21 min		
1/2	7 h 23 min	16 h 46 min		
16/2	6 h 59 min	17 h 11 min		
1/3	6 h 35 min	17 h 32 min		
16/3	6 h 4 min	17 h 55 min		
1/4	5 h 31 min	18 h 19 min		
16/4	5 h 0 min	18 h 42 min		
1/5	4 h 33 min	19 h 4 min		
16/5	4 h 10 min	19 h 25 min		
1/6	3 h 54 min	19 h 44 min		
16/6	3 h 48 min	19 h 54 min		
1/7	3 h 53 min	19 h 56 min		
16/7	4 h 5 min	19 h 47 min		
1/8	4 h 25 min	19 h 28 min		
16/8	4 h 45 min	19 h 3 min		
1/9	5 h 8 min	18 h 32 min		
16/9	5 h 29 min	18 h 1 min		
1/10	5 h 51 min	17 h 29 min		
16/10	6 h 13 min	16 h 59 min		
1/11	6 h 38 min	16 h 29 min		
16/11	7 h 2 min	16 h 8 min		
1/12	7 h 24 min	15 h 55 min		
16/12	7 h 39 min	15 h 52 min		

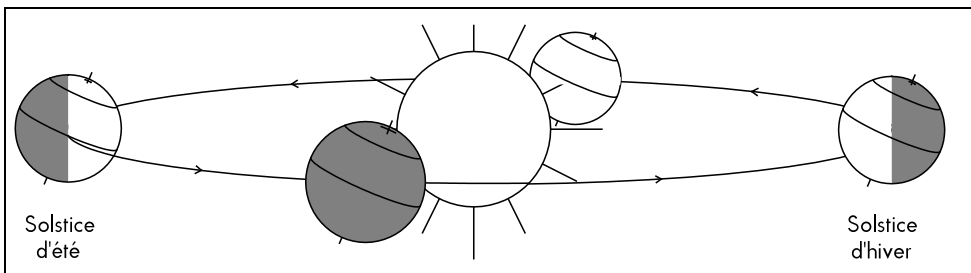
Heures du lever et du coucher de Soleil à Paris.

Remarque : Les heures sont données en Temps Universel (T.U.) Pour avoir l'heure légale, il faut ajouter 1 heure en hiver et 2 heures en été.

Durée de la journée (h)

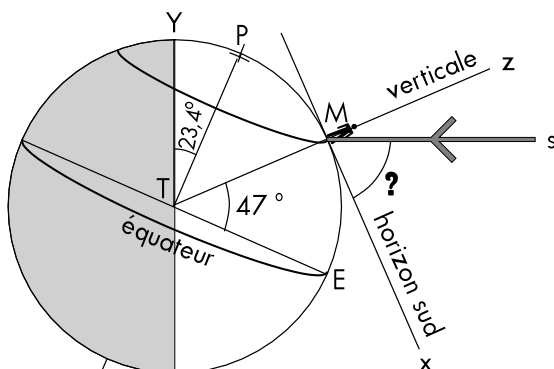


2. La hauteur du Soleil à midi



La Terre tourne autour du Soleil en suivant une orbite presque circulaire. Son axe fait un angle de $23,4^\circ$ avec la perpendiculaire au plan de son orbite. On cherche à calculer la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon à midi, au solstice d'été puis au solstice d'hiver.

a. Au solstice d'été à midi solaire et à Dijon (47° N)



Sur le schéma de gauche, le trait épais représente un rayon lumineux en provenance du Soleil. Pour le personnage situé à 47° de latitude Nord, il est midi au Soleil.

[Mz] est la verticale et [Mx] indique l'horizon sud. Calculer \widehat{xMs} , l'angle entre l'horizon sud et la direction du Soleil, appelé "hauteur" du Soleil.

Sur les deux schémas, P représente le pôle Nord, T, le centre de la Terre et M est l'observateur à midi.

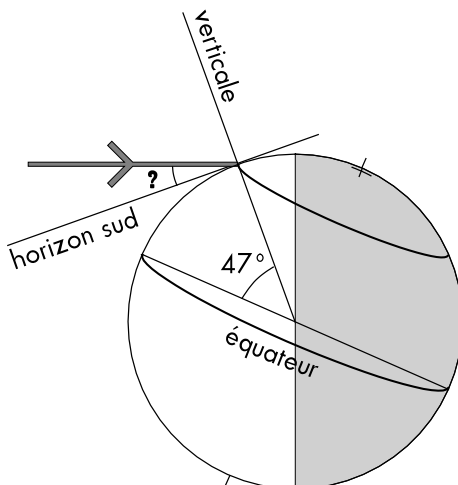
b. Au solstice d'hiver à midi

Même question au solstice d'hiver toujours à midi solaire et à Dijon (47° N).

c. Question supplémentaire

On pourra chercher une formule donnant la hauteur du Soleil à midi au solstice d'été en fonction de la latitude φ .

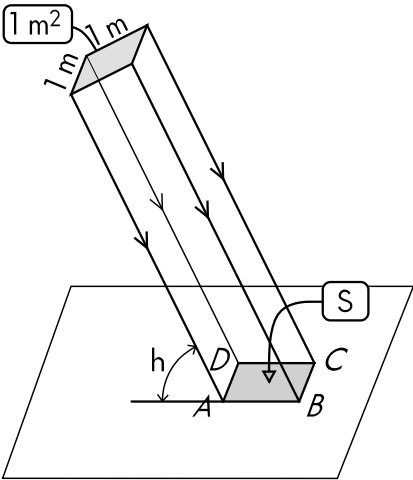
Même question au solstice d'hiver.



3. Hauteur du Soleil et chauffage du sol

Le Soleil nous apporte son énergie principalement en chauffant le sol. Pour comprendre les différences de température au cours de l'année, on cherche l'aire de la surface horizontale chauffée par un faisceau de lumière en provenance du Soleil de 1 m^2 de section à différentes dates, ceci à midi solaire et à une latitude de 47° Nord.

Ce faisceau de lumière de 1 m^2 de section vient éclairer le sol horizontal.
ABCD est la surface rectangulaire éclairée.
S est son aire.
h est la hauteur du Soleil.



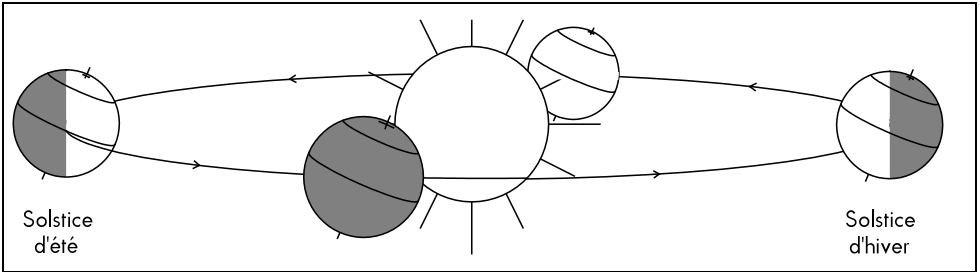
- a. Que vaut la longueur BC ?
- b. Déterminer AB pour différentes hauteurs du Soleil (compléter le tableau ci-dessous)
- c. Calculer l'aire S dans les différents cas.
- d. Conclure.

	21/12	21/01	21/02	21/03	21/04	21/05	21/06	21/07	21/08	21/09	21/10	21/11
h	20°	23°	32°	43°	55°	63°	66°	63°	55°	43°	32°	23°
BC												
AB												
S												

(h = hauteur du Soleil à midi à la latitude de 47°)

e. Question supplémentaire. Ce faisceau de lumière de 1 m^2 a une puissance de 1370 W . Calculer la puissance reçue par 1 m^2 de sol horizontal à différentes dates en rajoutant une ligne au tableau (on ne tient pas compte de l'absorption atmosphérique).

4. Calcul de la longueur de la journée



On cherche à déterminer la longueur de la journée au solstice d'été puis au solstice d'hiver. Pour éviter toute confusion, on appellera jour la durée de 24 heures et journée l'intervalle de temps entre le lever et le coucher du Soleil.

a. Au solstice d'été

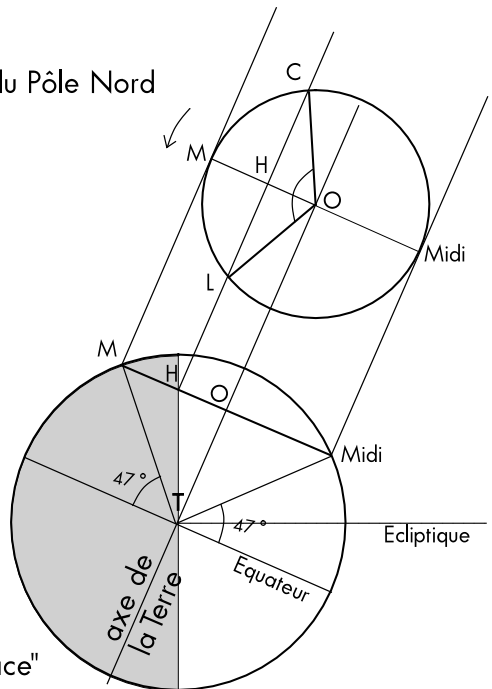
Sur le schéma de droite, vous avez en bas une vue "de face" comme dans le schéma précédent et au-dessus une vue du pôle Nord, où le cercle représente le parallèle 47° nord. C représente la position de l'observateur au coucher du Soleil, L au lever et M à minuit. O est le centre du parallèle.

La Terre fait un tour sur elle-même en 24 heures, à vitesse constante. La durée de la nuit est donc proportionnelle à l'angle \widehat{COL} .

Pour déterminer la mesure de cet angle, on pourra auparavant calculer OM, OT et OH.

Vue du Pôle Nord

Vue "de face"



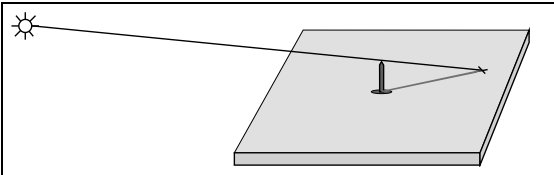
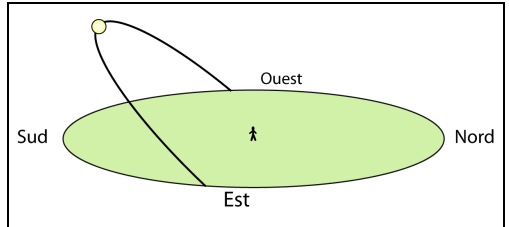
b. Au solstice d'hiver

Même question au solstice d'hiver. On pourra utiliser la figure précédente en inversant le jour et la nuit.

Pour mieux comprendre le problème, on pourra réaliser la maquette donnée en fichier.

5. Relevé d'ombres

Midi signifie milieu du jour. On a la même durée entre le lever du Soleil et midi solaire qu'entre midi et le coucher. A midi solaire, le Soleil est au plus haut dans le ciel, plein sud.



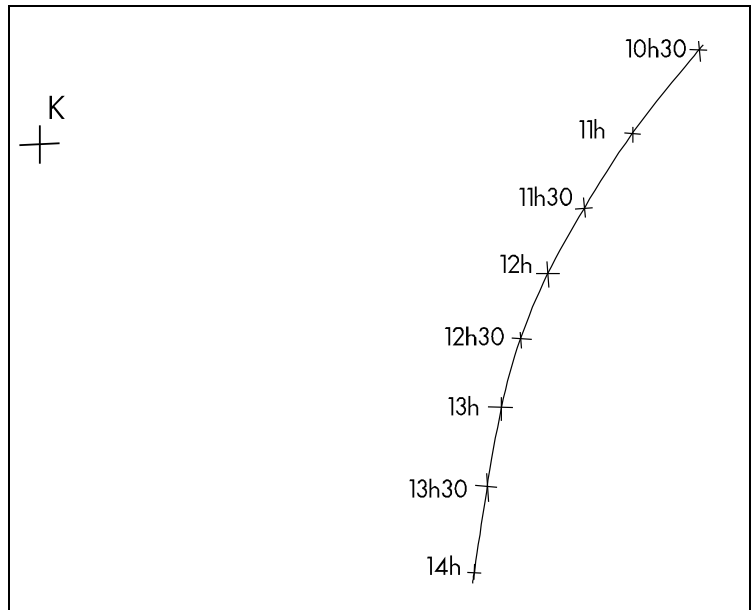
Pour réaliser un relevé d'ombres, on note à intervalle régulier la position de l'extrémité de l'ombre d'un « gnomon » vertical.

Exploitation du relevé d'ombre ci-dessous :

- Tracer l'axe de symétrie de la courbe (il doit passer par K).
- Où était située l'extrémité de l'ombre à midi solaire ? Quelle heure était-il alors à votre montre ?
- Quelle était alors la « hauteur » du Soleil ? (il s'agit de l'angle que fait la direction du Soleil avec l'horizontale).

Relevé d'ombres
réalisé un 18
novembre.

Le point K indique
la base du gnomon
vertical qui mesu-
rait 3 cm ici.



6. Énergie reçue au sol au cours d'une journée

On voudrait calculer la quantité d'énergie reçue au sol le jour du solstice d'hiver puis le jour du solstice d'été à une latitude que l'on choisira. On ne tiendra pas compte ici de l'absorption atmosphérique.

La hauteur h du Soleil est donnée par la formule :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H \text{ où :}$$

φ est la latitude du lieu,

δ est la déclinaison du Soleil (angle que fait la direction du Soleil avec le plan de l'équateur, variable en fonction de la date)

H est l'angle horaire (angle valant 0° à midi solaire et variant de 15° par heure).

Dans les deux parties, on fixe la latitude. on choisit $\varphi = \dots^\circ$

Les solutions aux questions d et e seront placées dans une feuille de calcul.

Première partie au solstice d'été

On donne $\delta = 23,4^\circ$.

a. Calculer l'heure du lever et du coucher du Soleil (en heure solaire).

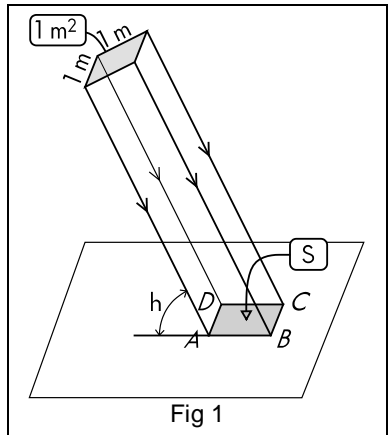
b. Un faisceau de lumière de 1 m^2 de section vient éclairer et chauffer le sol horizontal (fig.1). Calculer l'aire de la surface éclairée ABCD en fonction de h .

c. Ce faisceau a une puissance de 1370 W . Calculer la puissance reçue par 1 m^2 de surface horizontale en fonction de h .

d. Pour toutes les heures entières entre le lever et le coucher du Soleil :

- Calculer la hauteur du Soleil.
- Calculer la puissance reçue par 1 m^2 de sol horizontal.

e. Calculer la puissance totale reçue au cours de la journée par 1 m^2 de sol horizontal. Pour simplifier les calculs, on suppose que la hauteur du Soleil ne varie pas pendant une heure ($1/2 \text{ h}$ avant et $1/2 \text{ h}$ après les heures entières).



Deuxième partie au solstice d'hiver

Reprendre les mêmes questions avec $\delta = -23,4^\circ$.

