

La distance a-t-elle de l'importance ?

Informations générales

- ★ Niveau scolaire : Premier et deuxième cycles du secondaire
- ★ Nombre d'élèves par groupe : Activité individuelle
- ★ Durée de l'activité : Environ une heure
- ★ Lieu : Salle de classe
- ★ Type d'activité : Résolution de problèmes
- ★ Domaines disciplinaires : Science et technologie — Mathématique
- ★ Matières abordées : Science et technologie, mathématiques
- ★ Savoirs essentiels (primaire) et Concepts prescrits (secondaire) :
Les saisons — Approximation — Fractions — Mesure (longueurs)
— Calcul de la moyenne
- ★ Compétences disciplinaires (primaire et secondaire) : Proposer des explications ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique / Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique — Mettre à profit les outils, objets et procédés de la science et de la technologie / Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques — Communiquer à l'aide des langages utilisés par la science et la technologie — Résoudre une situation-problème — Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques / Déployer un raisonnement mathématique — Communiquer à l'aide du langage mathématique
- ★ Compétences transversales (primaire et secondaire) : Exploiter l'information — Résoudre des problèmes — Exercer son jugement critique — Mettre en oeuvre sa pensée créatrice — Se donner des méthodes de travail efficaces — Coopérer — Communiquer de façon appropriée

Résumé

Les élèves examinent deux images du Soleil prises à six mois d'intervalle. Ils formulent des hypothèses pour expliquer la différence entre les images et ils établissent un lien entre ces hypothèses et les variations des températures saisonnières. Ensuite, ils mesurent le diamètre apparent du Soleil sur 12 photographies prises à un mois d'intervalle et calculent la distance approximative entre la Terre et le Soleil pour chaque observation. Les élèves inscrivent ces données sur un graphique et infèrent que 1) les saisons ne sont pas causées par la variation de la distance entre la Terre et le Soleil et 2) l'orbite de la Terre n'est pas un cercle mais une ellipse dont l'excentricité (aplatissement) est toutefois faible.

Questionnement

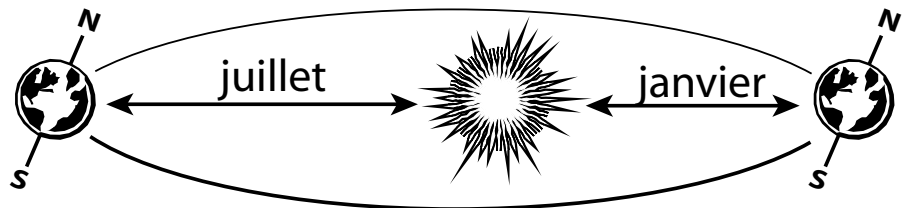
Quelle est la forme de l'orbite terrestre ? Est-il vrai que la Terre se trouve plus proche du Soleil lorsque c'est l'été dans l'hémisphère Nord que lorsque c'est l'hiver ? La variation de la distance Terre-Soleil est-elle responsable des saisons sur Terre ?

Conceptions fréquentes

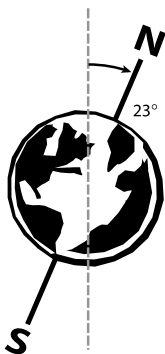
Lorsqu'on leur montre les deux photographies du Soleil prises à six mois d'intervalle (voir fiche de l'élève no 1), la plupart des élèves (et aussi des adultes) disent que l'image la plus grande a été prise en juin (ou pendant un autre mois d'été) et que la plus petite a été prise en décembre (ou pendant un autre mois d'hiver).

Concepts de base

On croit souvent à tort que la Terre est plus près du Soleil pendant l'été de l'hémisphère



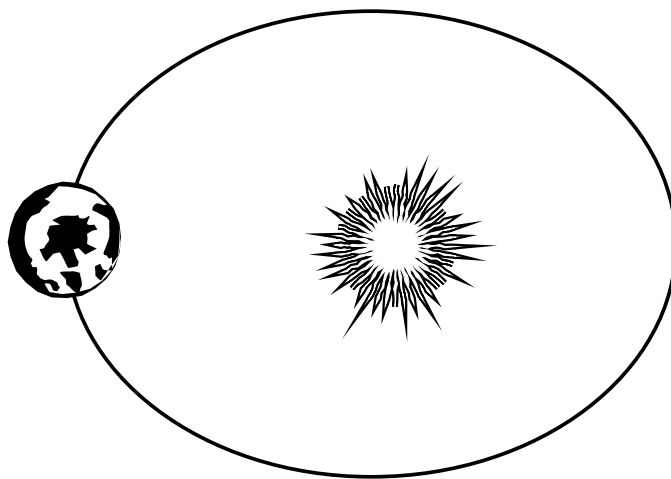
Nord que pendant l'hiver. Cela semble certainement justifié (et c'est vrai au sud de l'équateur). On associe le réchauffement des températures à notre rapprochement du Soleil, comme lorsqu'on se rapproche d'une source de chaleur pour se réchauffer. Cependant, la Terre est en fait au plus près du Soleil (périhélie) vers le 3-4 janvier et au plus loin (aphélie) vers le 4-5 juillet. S'il est vrai que l'effet calorifique du Soleil augmente lorsque la distance séparant la Terre du Soleil diminue, ce changement est infime. En effet, la différence de distance entre le périhélie et l'aphélie n'est que de 5 millions de kilomètres par rapport à une distance moyenne de 150 millions de kilomètres, soit une variation d'à peine 3%.



Cet effet calorifique est en grande partie éclipsé par l'effet causé par le changement beaucoup plus important dans la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon à midi et dans le nombre d'heures d'ensoleillement. Ces variations s'expliquent par l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre (l'axe des pôles) par rapport au plan de son orbite autour du Soleil. Ainsi, le facteur le plus important dans l'explication des saisons est l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre, et non pas la variation de la distance séparant la Terre de son étoile. Voir à ce sujet l'activité « Où le Soleil se couche-t-il ? ».

D'autre part, la présente activité démontre que l'orbite terrestre n'est pas un cercle parfait mais une ellipse dont l'excentricité est toutefois très faible. Elle permet également de constater que le périhélie se produit pendant l'hiver dans l'hémisphère Nord. Grâce aux expériences qui leurs seront proposées, les élèves devraient terminer cette activité en comprenant que la cause des saisons n'a rien à voir avec la forme de l'orbite terrestre ou la variation de la distance Terre-Soleil.

La différence dans la dimension apparente du Soleil sur la fiche de l'élève numéro 1 peut s'expliquer par l'un ou l'autre de deux modèles suivants. Soit que le Soleil se dilate et se contracte pendant cette période, soit que la distance entre la Terre et le Soleil change, le Soleil semblant plus gros lorsque la Terre s'en rapproche. Des données non présentées dans cette activité confirment que c'est la distance entre le Soleil et la Terre qui change, et non pas le diamètre réel du Soleil. Si le diamètre du Soleil variait pendant une année, les images du Soleil prises par des vaisseaux interplanétaires l'auraient détecté; cependant, nul changement annuel de ce type n'a jamais été observé.



Objectifs de l'activité

À la fin de cette activité, les élèves seront en mesure de :

- Calculer la distance Terre-Soleil à partir de photographies de notre étoile;
- Cartographier la distance séparant la Terre du Soleil et examiner ce qui explique les saisons.

Cette activité offre aux élèves des preuves numériques à l'effet que la distance entre la Terre et le Soleil n'est pas la cause des saisons. Toute l'activité est présentée comme une étude scientifique complète et donne un excellent exemple de la méthode scientifique. Les élèves proposent leurs hypothèses, analysent les données réelles, prennent des mesures, dessinent des graphiques et tirent leurs conclusions.

Déroulement de l'activité

Préparation

Faites suffisamment de copies des fiches de l'élève nos 1, 2 et 3, une pour chaque élève. Cette activité peut également être réalisée en groupe de deux à quatre élèves. Les diverses tâches (mesure, calcul,

Matériel nécessaire

- Règle graduée en millimètres
- Crayon
- Crayon feutre
- Calculatrice

Réalisation

Première partie : Variation de la distance Terre-Soleil et du diamètre apparent du Soleil

- 1 Distribuez la fiche de l'élève no 1 et laissez suffisamment de temps aux élèves pour répondre aux questions.
- 2 Mettez en commun les réponses des élèves et discutez des difficultés rencontrées. Il devrait être clair dans l'esprit de tous que la distance Terre-Soleil varie au cours de l'année et que l'on peut mesurer cette variation en comparant le diamètre apparent du Soleil d'un mois à l'autre.

Deuxième partie : Détermination de l'orbite terrestre

- 1 Distribuez la fiche de l'élève no 2. Chaque rectangle est une section prise au milieu du Soleil sur une photo plus grande. La largeur de chaque rectangle représente le diamètre apparent du Soleil au moment où la photo a été prise. Les bandes sont alignées à gauche. Vous pouvez proposer aux élèves d'utiliser une règle pour tracer une ligne le long de la marge de gauche afin de mesurer la longueur plus facilement. S'ils regardent la marge de droite des images en se plaçant à distance ou en inclinant la page vers l'extérieur, ils constateront que les longueurs des images ne sont pas identiques.
- 2 Les élèves doivent mesurer la longueur de chaque rectangle au millimètre près et inscrire leurs mesures dans le tableau de la fiche de l'élève no 2. Ils doivent prendre soin d'inscrire la longueur vis-à-vis la date correspondante.
- 3 Pour chaque bande, les élèves doivent calculer la distance Terre-Soleil correspondante en divisant le facteur de conversion (fourni par l'enseignant) par la longueur de la bande (en millimètres).

Le facteur de conversion n'est pas donné parce que la reproduction par photocopie peut causer de légères différences dans la dimension des images. Ainsi, vous devrez photocopier la fiche de l'élève no 2 et faire vos propres mesures des longueurs des images à partir de la version photocopiée que les élèves utiliseront. Le facteur de conversion se calcule en multipliant la distance approximative entre la Terre et le Soleil, soit 150 000 000 km, par la moyenne des longueurs des 12 bandes apparaissant sur la fiche de l'élève no 2.

Exemple : *Si le diamètre solaire moyen sur les reproductions est de 114 mm, le facteur de conversion est $114 \times 150\,000\,000$ soit 17 100 millions de km • mm. Les élèves devront diviser ce nombre par leur mesure de la longueur de chaque bande pour obtenir la distance approximative Terre-Soleil en millions de kilomètres.*

Même si on utilise des approximations et si on arrondit les données, la carte de l'orbite de la Terre qu'on tracera sur la fiche de l'élève no 3 devrait être exacte à l'échelle utilisée.

- ④ Une fois leurs calculs terminés, les élèves inscrivent la distance Terre-Soleil correspondant à chaque bande dans le tableau de la fiche de l'élève no 2. Encore une fois, ils doivent s'assurer d'associer la bonne distance à chaque date.
- ⑤ Les élèves doivent reporter sur le graphique de la fiche de l'élève no 3 les distances Terre-Soleil qu'ils ont calculé pour chaque bande du graphique de la fiche de l'élève no 2. Puisque les dates des bandes ne correspondent pas au début de chaque mois, ils devront estimer la position de la Terre pour chaque date sur le graphique. Les lignes radiales représentent la position de la Terre le premier de chaque mois.
- ⑥ Les élèves relient finalement les points sur le graphique à l'aide d'une courbe régulière. Ils pourront utiliser d'abord un crayon à mine, puis repasser sur la courbe avec un crayon feutre.

Clôture

- ① Demandez aux élèves qu'est-ce que cette courbe tracée sur la fiche de l'élève no 3 leur apprend sur l'orbite de la Terre ?
(R. : *L'orbite terrestre n'est pas un cercle parfait mais une ellipse légèrement excentrique ou aplatie. Pour s'en convaincre, ils peuvent utiliser un compas et essayer de tracer un cercle centré sur le Soleil dont le diamètre représente la plus longue ou la plus courte distance Terre-Soleil, telle que tracée sur leur graphique.*)
- ② Pendant quel mois la Terre est-elle la plus éloignée du Soleil ? (R. : En juillet. L'interpolation des résultats du 15 juin et du 12 juillet suggère que la Terre est le plus éloignée du Soleil vers le 1er juillet.)
- ③ Pendant quel mois la Terre est-elle la plus proche du Soleil ? (R. : En janvier. L'examen des mesures des images et du graphique indique que la Terre est le plus rapprochée du Soleil vers le 12 janvier; la date réelle varie d'une année à l'autre, mais ce phénomène se produit vers le 3-4 janvier.)
- ④ Proposez aux élèves de comparer les réponses aux deux questions précédentes aux prédictions faites au début de l'activité et consignées sur la fiche de l'élève no 1. Les résultats varieront d'un élève à l'autre mais bon nombre d'entre eux, sinon la plupart, auront fait des prédictions contraires à leurs résultats.

Pour aller plus loin...

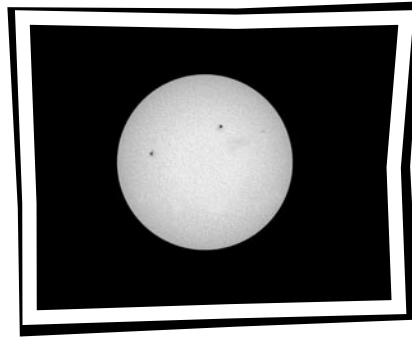
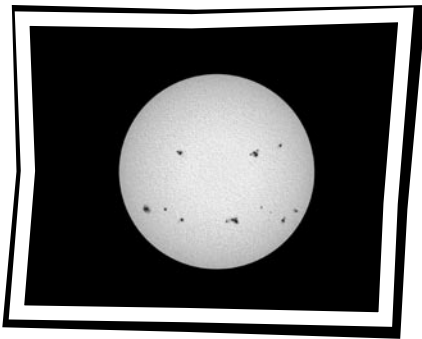
La démarche illustrée ici peut aussi être utilisée pour dessiner l'orbite de la Lune, qui est également elliptique (la distance entre la Terre et la Lune varie d'environ 5,5 % au cours d'un mois). Les élèves peuvent examiner des photos de la Lune prises au cours d'un mois pour analyser la variation de la distance qui la sépare de la Terre.

La distance a-t-elle de l'importance ?

Nom: _____

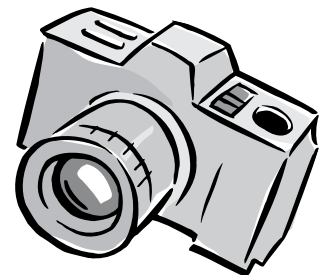
Groupe : _____ Date : _____

La figure ci-dessous présente deux images du Soleil prises à six mois d'intervalle avec le même appareil photo, au même moment de la journée et à partir du même endroit. Mesure le diamètre de chaque image et répond aux questions 1 à 4.



Diamètre : _____

Diamètre : _____



1. Est-ce que les images du Soleil ont le même diamètre ?

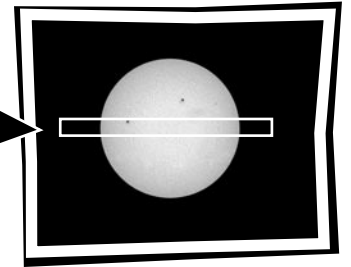
2. Si elles ne sont pas de la même dimension, comment expliques-tu la différence ?

3. D'après toi, pendant quel mois de l'année chacune des photos a-t-elle été prise ?

4. Pendant quel mois ou quels mois de l'année la température est-elle la plus chaude, là où tu vis ? La plus froide ?

La distance a-t-elle de l'importance ? © 2000 Planétarium de Montréal—2008.08.28

Partie de la photo du Soleil utilisée pour mesurer le diamètre.



Calcule la distance entre la Terre et le Soleil !

Après avoir mesuré et noté la longueur des bandes représentant le diamètre apparent du Soleil pour chacune des dates indiquées dans la colonne de gauche, calcule la distance Terre-Soleil en te servant du facteur de conversion qui te sera fourni par ton professeur. Note ta réponse dans la colonne de droite.

Facteur de conversion : _____

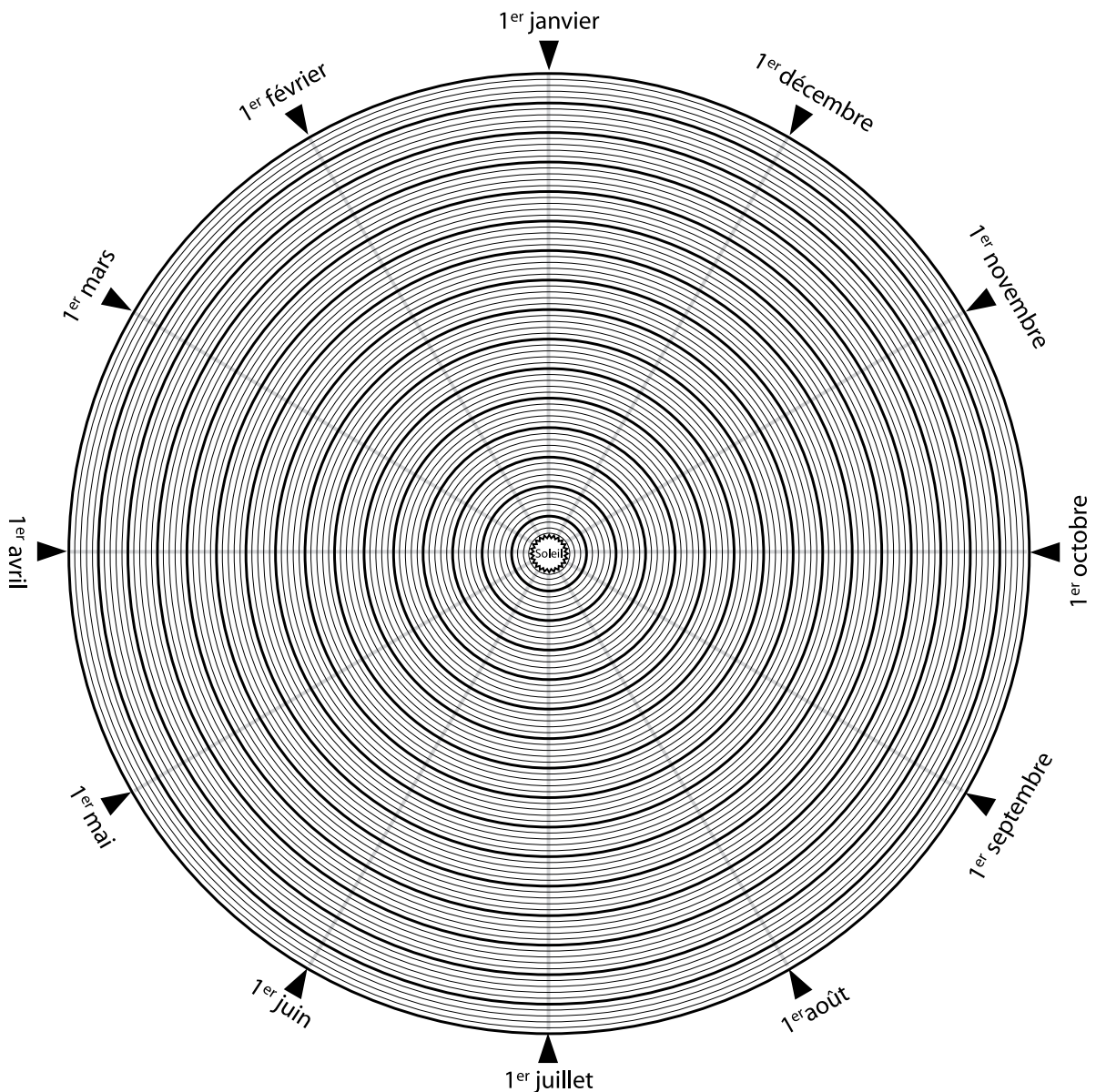
Date des Photos		Longeur mesurée (en mm)	Distance calculée* (en millions de Km)
12 janvier ➡		_____	_____
11 février ➡		_____	_____
26 mars ➡		_____	_____
10 avril ➡		_____	_____
23 mai ➡		_____	_____
15 juin ➡		_____	_____
12 juillet ➡		_____	_____
17 août ➡		_____	_____
14 septembre ➡		_____	_____
15 octobre ➡		_____	_____
15 novembre ➡		_____	_____
15 décembre ➡		_____	_____

Moyenne calculée : _____

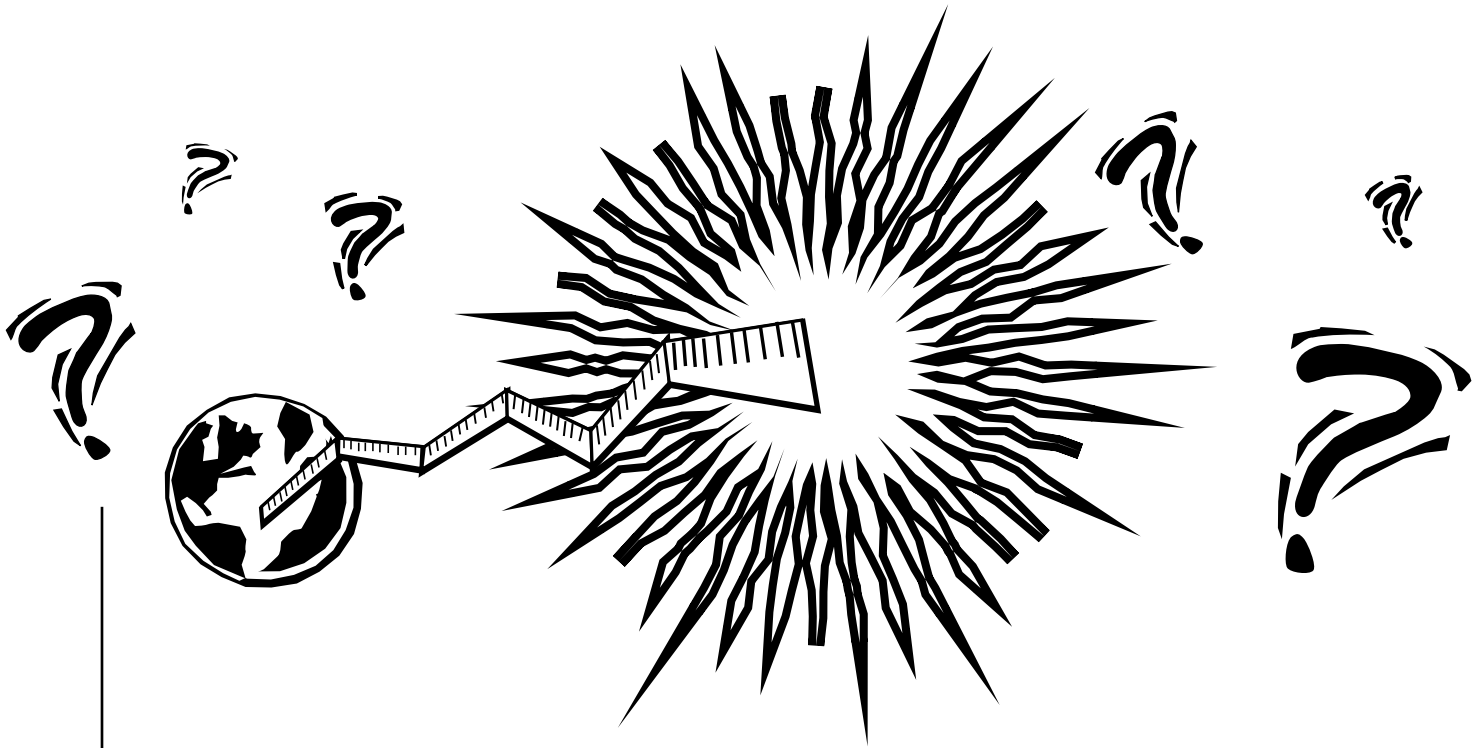
Quelle est la forme de l'orbite de la Terre ?

À l'aide des distances Terre-Soleil que tu as calculé dans la fiche de l'élève no 2, trace l'orbite de la Terre sur le graphique ci-dessous, puis répond aux questions 1 à 3 de la page suivante.

- ➔ Les cercles en gras sont espacés de 10 millions de kilomètres.
- ➔ Les cercles plus fins sont espacés de 2 millions de kilomètres.
- ➔ Les lignes radiales représentent la position de la Terre le premier de chaque mois.



La distance a-t-elle de l'importance ? © 2000 Planétarium de Montréal—2008.08.28

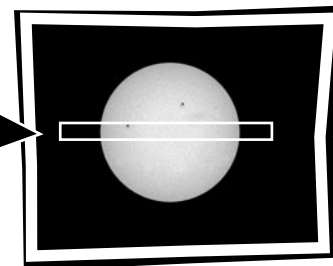


1. Décris ce que montre ton graphique. Quelle est la forme de l'orbite de la Terre ?

2. Quelles conclusions peux-tu tirer du fait que le Soleil a un diamètre apparent différent en été et en hiver ?

3. Est-ce que les mois où il fait le plus chaud là où tu vis sont ceux où la Terre est la plus rapprochée du Soleil ?

Partie de la photo du Soleil utilisée pour mesurer le diamètre.



Calcule la distance entre la Terre et le Soleil !

Après avoir mesuré et noté la longueur des bandes représentant le diamètre apparent du Soleil pour chacune des dates indiquées dans la colonne de gauche, calcule la distance Terre-Soleil en te servant du facteur de conversion qui te sera fourni par ton professeur. Note ta réponse dans la colonne de droite.

Facteur de conversion : 14 550 000 000 Km / mm

Date des Photos	Longueur mesurée (en mm)	Distance calculée* (en millions de Km)
12 janvier ➡	<u>100 mm</u>	<u>145,5</u>
11 février ➡	<u>99 mm</u>	<u>146,9</u>
26 mars ➡	<u>98 mm</u>	<u>148,5</u>
10 avril ➡	<u>97 mm</u>	<u>150</u>
23 mai ➡	<u>96 mm</u>	<u>151,6</u>
15 juin ➡	<u>95 mm</u>	<u>153,5</u>
12 juillet ➡	<u>94 mm</u>	<u>154,8</u>
17 août ➡	<u>95 mm</u>	<u>153,5</u>
14 septembre ➡	<u>96 mm</u>	<u>151,6</u>
15 octobre ➡	<u>97 mm</u>	<u>150</u>
15 novembre ➡	<u>98 mm</u>	<u>148,5</u>
15 décembre ➡	<u>99 mm</u>	<u>146,9</u>
Moyenne calculée :		<u>97 mm</u> <u>150</u>

Voici les valeurs que les élèves devraient raisonnablement obtenir en mesurant la longueur des bandes. Les élèves devraient être capables de faire leurs mesures avec une précision de plus ou moins 1 mm. Ces valeurs varieront selon le taux de distorsion des photocopies que vous leur remettrez.

*Les distances solaires que vos élèves calculeront devraient toujours correspondre plus ou moins aux distances que voici. (Note : les données ont été arrondies. Étant donné la nature approximative des mesures, il n'aurait pas été utile de conserver trop de chiffres non significatifs.)

Quelle est la forme de l'orbite de la Terre ?

À l'aide des distances Terre-Soleil que tu as calculé dans la fiche de l'élève no 2, trace l'orbite de la Terre sur le graphique ci-dessous, puis répond aux questions 1 à 3 de la page suivante.

- ➔ Les cercles en gras sont espacés de 10 millions de kilomètres.
- ➔ Les cercles plus fins sont espacés de 2 millions de kilomètres.
- ➔ Les lignes radiales représentent la position de la Terre le premier de chaque mois.

