

Séquence de classe

Découvrir le midi solaire

Cycles 2, 3 et 4

Résumé

Au cours de cette séquence, les enfants vont devoir trouver à quel moment a lieu le mystérieux midi solaire, puis ils reproduiront celui-ci au cours d'une simulation avec une lampe retraçant la course du Soleil au-dessus de leur gnomon. Ensuite, en éclairant cette fois deux mini-gnomons fixés sur un ballon, ils retrouveront, de façon inattendue, les observations d'Eratosthène lors du midi solaire à Alexandrie et à Syène.

Découvrir le midi solaire

Introduction

Au cours de cette séquence, les enfants vont devoir trouver à quel moment a lieu le mystérieux midi solaire, puis ils reproduiront celui-ci au cours d'une simulation avec une lampe retraçant la course du Soleil au-dessus de leur gnomon. Ensuite, en éclairant cette fois deux mini-gnomons fixés sur un ballon, ils retrouveront, de façon inattendue, les observations d'Eratosthène lors du midi solaire à Alexandrie et à Syène.

Rappelons que le midi solaire correspond au moment où le Soleil se trouve au milieu de sa course journalière dans le ciel, atteignant à cet instant sa hauteur maximale au dessus de l'horizon plein sud (ou nord suivant sa position géographique, cf remarque). Les ombres sont alors à leur minimum de longueur et orientées vers le nord (ou sud) : précisons en passant qu'il s'agit du nord (ou sud) géographique (le pôle Nord), lequel est légèrement différent du nord (ou sud) magnétique donné par la boussole. Si cet écart n'est pas perçu par vos élèves lors de leurs relevés, le mot " nord ", signifiera indistinctement l'une ou l'autre de ces directions. Rappelons également que les lieux ayant une même longitude (donc situés sur le même méridien terrestre) voient le Soleil culminer au même moment dans le ciel.

Remarque : pour les régions de l'hémisphère Nord situées au-dessus du tropique du Cancer, l'ombre au midi solaire pointe toute l'année vers le nord. C'est l'inverse dans l'hémisphère Sud pour les régions situées sous le tropique du Capricorne : l'ombre pointe vers le sud. Et les régions situées dans la zone intertropicale ? C'est moins simple car elles voient le Soleil passer par la verticale (le zénith) au cours de l'année : selon leur situation, l'ombre commence par pointer vers le nord pendant un semestre, puis vers le sud pendant l'autre, ou l'inverse. Pour ne pas alourdir le texte, nous avons choisi de nous placer dans la situation des classes localisées au dessus du tropique du Cancer. Les écoles situées au sud du tropique du Capricorne et suivant la période de l'année celles situées dans la zone intertropicale auront simplement à " inverser " Nord et Sud pour pouvoir suivre la progression.

Notions

Forme de la trajectoire du Soleil. Évolution de sa hauteur au fil des mois. Notion de midi solaire. Sens de la rotation de la Terre. Première approche de la notion de méridien terrestre.

Lien avec les programmes de l'école primaire (BO N° 1 du 14/02/02) du cycle 3 :

- Sciences expérimentales et technologiques :

- Le ciel et la Terre :

- la lumière et les ombres
- les points cardinaux et la boussole.
- le mouvement apparent du Soleil..
- la rotation de la Terre sur elle-même et ses

conséquences.

- Mathématiques :

- Espace et géométrie :

- l'utilisation d'instruments (règle, équerre, compas) et de techniques (pliages, calque, papier quadrillé).

- Grandeurs et mesures : o le repérage du temps et des durées (année, mois, semaine, jour, heure, minute,

seconde) et leurs relations.

Lien avec les fiches connaissances :

Fiche de connaissance N° 17 : [Lumière et ombres.](#)



Fiche de connaissance N° 18 : [Points cardinaux et](#)

[boussole.](#)



Fiche de connaissance N° 19 : [Mouvement apparent du](#)

[Soleil.](#)



Fiche de connaissance N° 20 : [Rotation de la Terre sur elle-](#)

[même.](#)



Extrait du document d'application des nouveaux programmes en sciences expérimentales et technologiques :

Compétences spécifiques :

- Être capable d'utiliser les points cardinaux pour repérer une direction à partir d'un lieu sur Terre. Savoir utiliser une boussole pour repérer une direction ou pour progresser dans une direction donnée.

- Être capable de représenter qualitativement la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel et son évolution au fil de l'année. Savoir que, dans l'hémisphère Nord, elle est parcourue de gauche à droite pour un observateur tourné vers le Soleil. Être capable de mettre en évidence, par une observation directe, que le soleil n'apparaît pas et ne disparaît pas tous les jours à la même heure ; mettre en relation cette évolution avec celle du mouvement apparent du Soleil

Commentaires :

- Tout en étant attentif aux dangers pour la rétine de l'observation directe du Soleil, il est toutefois possible de se rendre compte des évolutions du mouvement apparent du Soleil, lequel peut être représenté sur une feuille plane comportant le profil de l'horizon du lieu d'observation. L'étude est utilement complétée par celle de l'évolution, au fil de l'année, des ombres portées sur les sols par un bâton vertical (gnomon).

- si l'on a réalisé le relevé de l'ombre d'un gnomon, il est utile de montrer qu'au fil des saisons les gradations ne coïncident pas. Cela permet de prendre conscience des limites du gnomon en tant qu'instrument de mesure de l'heure.

Préliminaire : relancer l'énigme à propos du midi solaire.

Nous avons vu dans la séquence précédente que les enfants ont déjà été confrontés à l'énigme du midi solaire tandis qu'ils observaient l'ombre de leurs gnomons évoluer au fil des heures : l'ombre tournait, se raccourcissant jusque vers la mi-journée pour se rallonger ensuite. Les tracés obtenus s'ouvraient en éventail vers le nord, direction que l'ombre franchissait à un moment donné, non encore repéré. Pour aiguïser encore un peu plus la curiosité des élèves, donnez-leur à lire ce complément de texte :

Depuis longtemps déjà, bien avant Eratosthène, on regardait évoluer l'ombre d'un bâton (ou d'un obélisque) pour suivre la course du Soleil tout au long de la journée, mais aussi de l'année. En effet, grâce à des repères tracés à la pointe de l'ombre, celle-ci pouvait servir de pendule d'un jour à l'autre, et de calendrier d'une saison à l'autre... Mais le plus étonnant était que l'ombre à un moment très précis de la journée pouvait servir à la fois de pendule et de calendrier ! C'était le moment où sa taille était la plus petite. On l'appelle le midi solaire : chacun le guettait, Eratosthène pour faire ses mesures mais également les caravaniers et même les bâtisseurs de pyramides pour une raison supplémentaire que vous découvrirez en même temps que le moment du mystérieux midi du Soleil...

A partir des commentaires et des débats qui vont suivre, il semblera évident que la première des priorités sera de découvrir à quoi correspond le midi solaire. Nous verrons qu'une nouvelle séance de relevés permettra de le faire et qu'elle apportera en même temps des éclaircissements sur les points obscurs de ce récit, soit dans l'immédiat, soit un peu plus tard dans l'année à l'aide de 2 ou 3 autres relevés.

Sommaire de la séquence:

- 1) Découverte du midi solaire à partir de nouveaux relevés
 - 2) Utilisation de l'ombre comme " pendule " puis comme " calendrier ".
 - 3) Simulation de la course du Soleil culminant lors du midi solaire.
 - 4) Simulation du midi solaire à l'aide d'un ballon.
-

1) Découverte du midi solaire à partir de nouveaux relevés

Durée : Activité ponctuelle se renouvelant toutes les heures (si possible) lors d'une journée ensoleillée, avec une fréquence accrue pendant l'heure du déjeuner.

Lieu : Lieu ensoleillé toute la journée.



Matériel :

Par groupe de 3 à 5 élèves :

un gnomon de la série des gnomons identiques (voir la séquence 2, [partie 3](#)), plus le matériel pour le régler (séquence 2, [partie 4](#)).

une boussole,

un compas,

une règle,

une réglette de mesure en papier millimétré,

une feuille de papier calque.

Débats à propos du midi solaire.

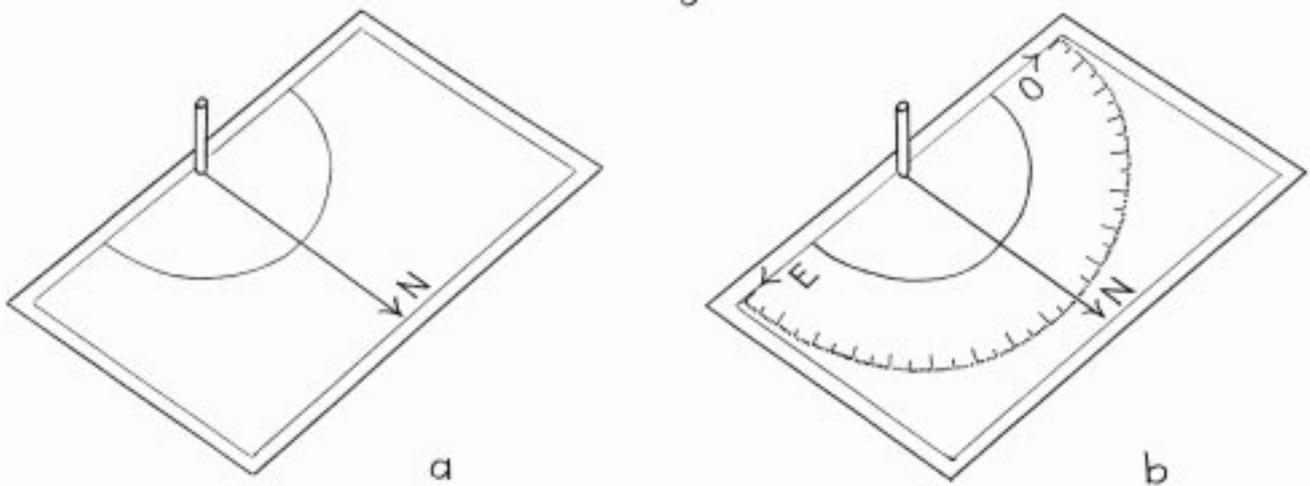
Lors des précédents relevés, les élèves ont constaté que celui du " midi pile " (12 h) n'offrait rien de particulier du fait que l'ombre avait continué à raccourcir ensuite, et que sa direction semblait quelconque à ce moment-là. Par contre, ils sont maintenant curieux de voir à quelle heure l'ombre coïncidera avec la direction nord et à quelle heure elle sera la plus courte : ils formulent différentes hypothèses et les consignent dans leurs cahiers d'expériences. A l'issue des débats, les enfants sont convaincus que le seul moyen de trancher la question est de remettre les gnomons au soleil....

Préparer la " traque " du midi solaire.

Tout le monde est bien d'accord sur le fait que les observations doivent être très rapprochées durant la période présumée où va avoir lieu le midi solaire. Comme celle-ci correspond à l'interclasse de midi, espérons que la majorité des élèves déjeunent à l'école ! (Ils prévoiront de se relayer pour ne pas perturber le service). Durant cette période, chaque groupe de 3 à 5 enfants sera autonome, choisissant le moment du début des opérations et le rythme des relevés.

Afin de pouvoir mieux surveiller le moment où, d'une part, l'ombre coïncidera avec la direction nord indiquée par la boussole et, d'autre part, où elle sera la plus courte, faites tracer sur une feuille (à mettre sous le calque) un demi-cercle au compas dont le rayon avoisinera la longueur de l'ombre la plus courte obtenue lors des précédents relevés. La feuille sera ensuite centrée sur la base du cure-dent, à partir de laquelle on tracera une demi-droite (partageant en deux le demi-cercle) qui sera alignée avec la direction nord magnétique lors des relevés (Fig. 1a). Ainsi, les élèves pourront visualiser d'un coup oeil à la fois la variation de la longueur des tracés de l'ombre courte par rapport au demi-cercle, et la direction de ces tracés par rapport à la demi-droite (qui devra aussi figurer sur le calque).

Fig. 1



Si vos élèves sont passionnés par les mesures, ils pourront même, en mesurant l'ombre à chaque relevé, évaluer l'angle qu'elle fait avec la direction nord (ou avec l'est ou l'ouest pour les tracés du matin et de l'après-midi) : cela en agrandissant par photocopie un rapporteur en Plexiglas, puis en ne gardant, par découpage, que l'arc externe des graduations, sans les chiffres. On photocopiera ensuite cet arc pour qu'il avoisine un format assez grand (Fig. 1b) Sur une feuille A4 par exemple, les degrés seront espacés d'environ 2 mm, ce qui permettra une précision d'un tiers de degré !

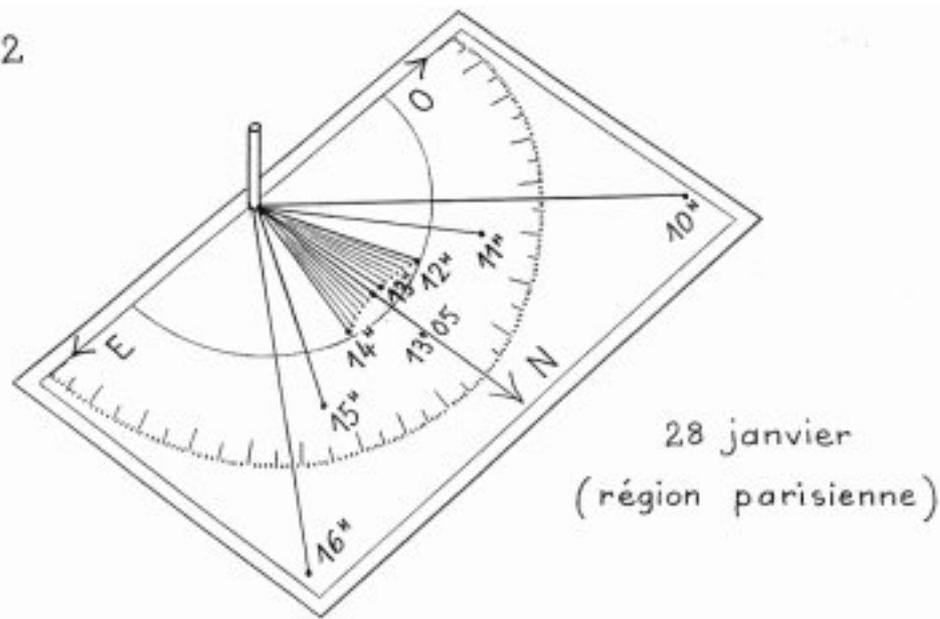
Procéder aux relevés.

Afin de tenter, dans la foulée, d'éclaircir le mystère de " l'ombre-pendule " et de " l'ombre-calendrier ", les élèves vont comprendre la nécessité de faire des relevés toutes les heures en plus des relevés rapprochés durant l'interclasse de midi. Pour ne pas désorganiser la vie de la classe, on décide que tous les groupes procéderont en même temps à ces relevés supplémentaires, au " top " de chaque heure entière. Mais si toutefois cette cadence est trop contraignante, on reprendra le rythme plus souple des anciens relevés (voir séquence 2, [partie 1](#)) en notant soigneusement l'heure et les minutes pour chacun.

Dès la première journée de beau temps, après avoir réglé les gnomons, orienté soigneusement la demi-droite du calque vers le nord et inscrit la date, les élèves exécutent les relevés d'ombre à chaque heure de la matinée, midi compris. Certains ont l'idée d'évaluer l'angle de ces tracés par rapport à la direction ouest afin d'en déduire, à l'opposé, l'orientation du Soleil.

Ensuite, par roulement au sein de chaque groupe pendant l'interclasse et après avoir réglé toutes les montres, on procède aux relevés plus rapprochés selon la fréquence choisie, sans oublier de faire un relevé à 13 h juste. A chaque fois, on note l'heure, la longueur du tracé d'ombre avec la règle de papier millimétré, voire son écart en degrés avec la direction nord, et bien sûr le moment où l'ombre coïncide avec la demi-droite. On reprend ensuite les relevés toutes les heures jusqu'à 16 h (ou 17 h).

Fig. 2



Interpréter les relevés faits pendant l'interclasse.

Dès la reprise des classes en début d'après-midi, donc juste après la période présumée du midi solaire, on se réunit pour examiner les calques (qui seront ensuite replacés sur les socles des gnomons pour les derniers relevés).

Chaque groupe a déjà constaté sur le terrain que la longueur de l'ombre variait très peu aux alentours de la demi-droite indiquant le nord, et que le léger flou à l'extrémité de l'ombre constituait une difficulté pour des comparaisons précises. Néanmoins, tout le monde est maintenant persuadé que le moment où l'ombre a été la plus courte, même si cela n'a pas été repéré de façon certaine, a bien quelque chose à voir avec l'instant où l'ombre a franchi la direction nord. Mais comment en être sûr ?

Le fait que chaque groupe ait effectué ses relevés à différents moments durant la période présumée du midi solaire va permettre, en superposant deux ou trois calques, de "densifier" par transparence l'éventail des tracés dans la zone impliquée : donc, on y cherchera la meilleure "candidate" possible parmi les ombres pouvant être déclarées "ombre la plus courte". Et il apparaîtra effectivement que celle qui coïncide avec la demi-droite mérite bien cette appellation, à la satisfaction générale !

Toutefois il se peut que, de façon paradoxale, des relevés particulièrement soigneux mettent en évidence un léger décalage entre cette ombre et la direction nord : il faudra alors expliquer que le nord indiqué par la boussole n'est pas le même que le "vrai" nord pointé par l'ombre, le nord géographique correspondant au pôle Nord, et qu'il existe un moyen de déterminer celui-ci comme on le verra bientôt (voir l'activité [du tracé de la méridienne](#) du lieu mentionnée à la fin de la séquence).

Entériner la découverte du midi solaire.

Demandez ensuite aux élèves de décrire la position du Soleil à ce moment-là : parions qu'ils vont répondre sans hésitation : " le Soleil est au plus haut dans le ciel et juste dans la direction du sud (ou du nord selon votre position géographique, cf. remarque en début de séquence)". C'est là en effet une bonne définition de ce mystérieux midi au Soleil, clef fondamentale dans l'expérience d'Eratosthène.

Affichez au tableau l'heure accompagnant le tracé d'ombre correspondant : comme les enfants vont s'interroger sur le fait que ce moment ne coïncide pas avec le midi de nos pendules, dites que c'est pour des raisons d'ordre pratique que l'on ne vit plus à l'heure du Soleil, et qu'ils comprendront pourquoi lors d'une simulation ultérieure (voir à la fin de la séquence).

A l'issue de cette journée mémorable, photocopiez la partie du calque ayant servi à déterminer l'heure du midi solaire afin que vos élèves l'insèrent dans leur cahier d'expérience : ils surligneront en couleur le tracé d'ombre concerné et l'heure du relevé, puis commenteront les résultats obtenus. Ils constateront par la suite que l'heure du midi solaire *donnée par nos montres* varie au fil des semaines, dans une fourchette

de 20 minutes environ (plus une heure si le pays passe à l'heure d'été).

Nous verrons, à la fin de la séquence, comment connaître cette heure avec précision chaque jour et en tous lieux, de façon rapide et simple. En France métropolitaine, elle se situe aux alentours de 13 h à l'heure d'hiver, et de 14 h à l'heure d'été. Néanmoins, pour les régions situées les plus à l'est (qui voient donc le Soleil se lever avant les autres) ce sera avec une avance d'environ une demi-heure, tandis qu'à l'opposé, vers l'extrême ouest, ce sera avec presque 20 mn de retard.

2) Utilisation de l'ombre comme " pendule " puis comme " calendrier "

Durée : Le lendemain de l'activité précédente (ou dans les 8 jours au plus) observation ponctuelle à faire chaque heure (si possible) lors d'une journée ensoleillée, puis renouvellement de l'activité plusieurs fois dans l'année.

Lieu : Lieu ensoleillé toute la journée.



Matériel :

Par groupe de 3 à 5 élèves :

un gnomon de la série des gnomons identiques (voir la séquence 2, [partie 3](#)), plus le matériel pour le régler et l'orienter (séquence 2, [partie 4](#)), le calque des relevés précédents, un calque supplémentaire.

Dans les jours puis les semaines qui suivent, tandis qu'on avancera dans le projet, les élèves pourront éclaircir les points obscurs du petit texte en début de séquence. Nous verrons qu'ensuite les simulations décrites plus loin s'en trouveront approfondies et complétées.

Découvrir comment l'ombre peut servir de " pendule ".

S'il fait encore beau le lendemain de la mémorable découverte du midi solaire (ou, espérons-le, dans les huit jours qui suivent) les élèves vont remettre leurs gnomons au soleil avec la feuille des derniers relevés. La plupart pensent déjà que l'ombre va se replacer à l'heure dite sur chaque tracé, et les nouvelles observations leur donneront raison : *" L'ombre qui tourne, ça fait comme l'aiguille d'une pendule : ça nous redonne l'heure le lendemain "*. (Faites remarquer en passant que l'ombre tourne justement dans le même sens que l'aiguille de nos montres : ce sens aurait-il été choisi pour cette raison lors de la construction des premières horloges ?)

Demandez ensuite si l'ombre va continuer de remplir sa fonction de " pendule " dans les jours puis les semaines qui viennent : les enfants noteront leurs hypothèses et leurs arguments dans leur cahier

d'expériences. La vérification se fera ultérieurement, permettant dans la foulée d'élucider le mystère de l'ombre servant de " *calendrier* ".

Découvrir comment l'ombre peut servir de " *calendrier* ".

L'idéal serait de refaire, à différentes périodes de l'année, de nouvelles séances de relevés pour observer l'évolution des éventails de tracés d'ombre. Pour cela, reportez-vous à la fiche d'activités optionnelles : Un " *calendrier solaire* " à partir d'éventails de tracés d'ombre.

Sinon, voici ce qu'il conviendra de faire. A l'issue de plusieurs relevés de l'ombre au moment du midi solaire, il suffira que vos élèves comparent les mesures obtenues pour s'apercevoir que la longueur de l'ombre évolue au fil des jours (elle raccourcit du 21 décembre au 21 juin et rallonge ensuite jusqu'au 21 décembre) : ils comprendront ainsi pourquoi, d'une saison à l'autre, cette ombre peut servir de calendrier. D'autre part, un relevé très précis à l'heure dite du midi solaire peut mettre en évidence un léger décalage du tracé d'une semaine à l'autre, révélant que, *par rapport à nos montres*, le moment du midi solaire n'est plus tout à fait le même qu'il y a une huitaine de jours. D'autres relevés montreront que ce décalage fluctue tout au long de l'année, entraînant des variations de l'heure du midi solaire à nos montres. La cause en est que ces dernières ne tiennent pas compte de certaines irrégularités des mouvements de la Terre dues au fait que l'axe des pôles n'est pas perpendiculaire au plan de la trajectoire de notre planète autour du Soleil, et que cette trajectoire n'est pas circulaire mais légèrement elliptique.

A l'issue de ces activités, les élèves auront éclairci les points obscurs du petit texte : ils savent maintenant pourquoi les repères de l'ombre d'un bâton peuvent indiquer l'heure qu'il est au soleil avec une relative précision durant quelques jours, mais aussi pourquoi le fait que ceci ne soit plus valable sur le long terme permet, en revanche, de se repérer dans l'année au fil des saisons. Ils auront compris également pourquoi l'ombre au midi solaire peut assurer ces deux fonctions au fil des semaines puisque sa longueur évolue. Et ils auront vu bien sûr, dès leur découverte du midi solaire, l'intérêt supplémentaire qu'offre cette ombre pour les " *caravaniers et les bâtisseurs de pyramides* " : la direction du nord permet aux uns de s'orienter durant leurs déplacements, et aux autres, d'orienter leurs édifices.

A ce propos, en se documentant sur les pyramides égyptiennes, les enfants vont découvrir que leur plan au sol, un carré, est orienté avec précision à partir des quatre points cardinaux, chaque face étant prévue pour regarder dans l'une de quatre directions. De même, les petits curieux verront que certaines pyramides sont entourées d'un mur d'enceinte rectangulaire orienté est-ouest, et que le célèbre sphinx de Gizeh regarde droit vers l'est, du côté où se lève Amon-Râ, le dieu Soleil, tournant ainsi le dos à l'ouest, là où sont bâtis les tombeaux et les temples funéraires.

3) Simulation de la course du Soleil culminant lors du midi solaire.

Durée : 30 à 40 mn (sans les schémas)

Lieu : Salle de classe légèrement assombrie (ou tout autre lieu).



Matériel :

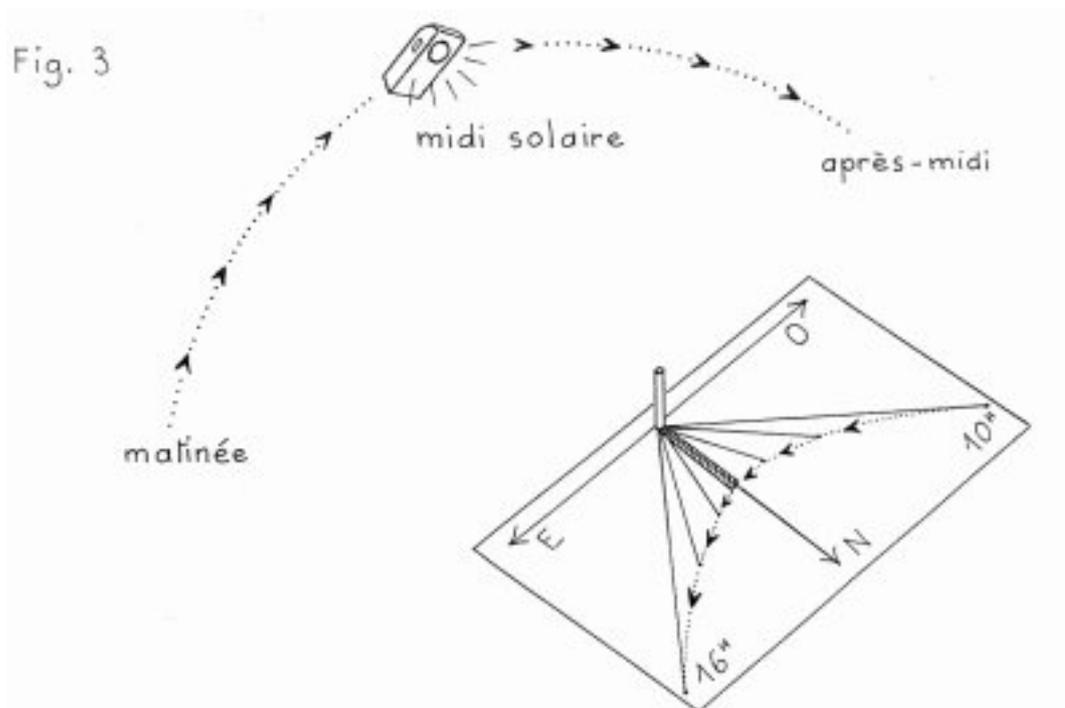
Par groupe de 3 à 5 élèves :

le gnomon ayant servi pour la découverte du midi solaire,
le calque des relevés correspondants,
une grande feuille de papier blanc,
une lampe de poche.

Voici une activité qui va passionner vos élèves (à laquelle certains auront peut-être déjà pensé). Il s'agira de reproduire avec une lampe le mouvement -en accéléré - du Soleil à l'aide des tracés d'ombre de la mémorable journée de leur découverte du midi solaire. Chaque groupe installe donc son gnomon sur une table après avoir posé sur le socle la feuille des relevés concernés.

Replacer l'ombre dans ses tracés successifs.

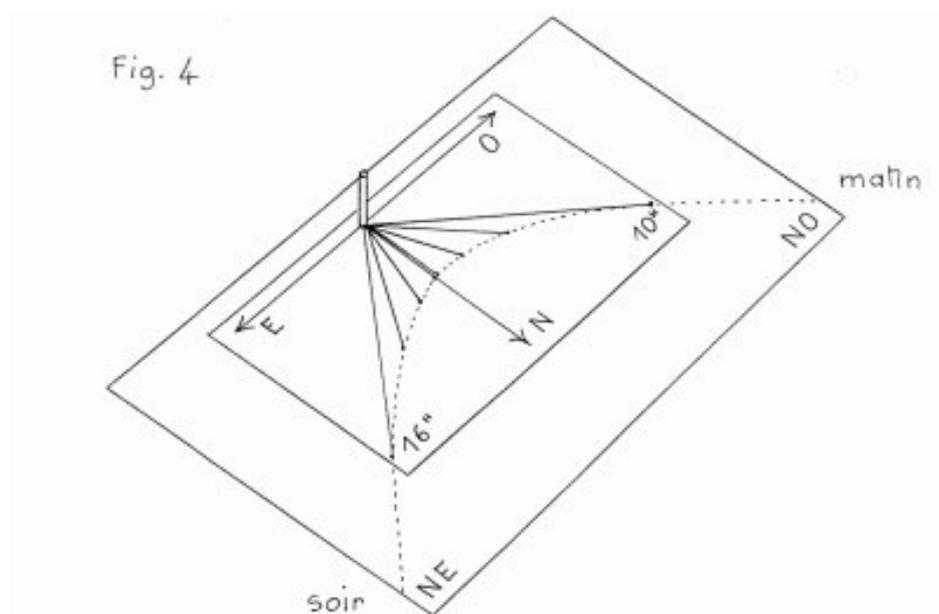
Tour à tour, en éclairant le gnomon avec une lampe de poche, les enfants s'évertuent à faire glisser l'ombre sur les tracés successifs, tout en essayant de faire coïncider également sa longueur avec chacun d'eux. Leurs camarades observent attentivement le mouvement de la lampe dans sa double composante : rotation " à l'arrière " du gnomon et variation de hauteur, laquelle va effectivement être maximale au moment du midi solaire (salué comme il se doit). En tâtonnant au début et en marquant une légère pause sur chaque tracé, les élèves parviennent ensuite à manier leur lampe de façon continue.



Simuler la course du Soleil de son lever à son coucher.

Proposez, à partir des tracés du calque, d'en déduire puis de simuler le trajet *complet* du Soleil dans le ciel du matin jusqu'au soir. Des élèves essaient spontanément de prolonger le mouvement de leur lampe de part et d'autre, tandis que d'autres analysent la direction et la longueur des tracés, essayant d'en déduire ceux en avant et en aval : ils ressentent alors la nécessité de relier les extrémités des tracés existants et de prolonger la courbe obtenue des deux côtés. Ils réclament pour cela une grande feuille de papier blanc qu'ils placent sous leur calque, puis prolongent la courbe à droite et à gauche de l'éventail. En reprenant

leur lampe, ils font décrire à la pointe de l'ombre le trajet de la courbe obtenue : ceux qui y parviennent dans un mouvement continu se vantent alors d'avoir réussi " à imiter le vrai Soleil ! "



Profitez-en pour demander de définir, à partir de cette courbe, la direction approximative du Soleil levant et couchant. Plus tard, si la simulation est reprise à l'issue de nouveaux relevés, les élèves constateront que ces directions évoluent elles aussi : après le solstice d'hiver où il apparaît vers le nord-est, le Soleil se lève de plus en plus vers l'est, qu'il atteigne au moment de l'équinoxe de printemps ; puis son lever se décale vers le sud-est jusqu'au solstice d'été, après quoi, la tendance s'inverse jusqu'au solstice d'hiver.

Schématiser la simulation.

Après divers essais, les enfants se rendent compte qu'il est difficile de traduire de manière satisfaisante cette simulation sans avoir recours à des effets de perspective, ce qui n'est guère évident pour la plupart d'entre eux. Vous pouvez alors leur distribuer des photocopies reproduisant juste la tige du gnomon (le cure-dent), les deux courbes en pointillés, et les quatre coins du socle. (Fig. 5a). A partir de ce qui figure sur leur calque de relevés, les élèves devront compléter le schéma. Mais afin de ne pas surcharger la partie centrale de celui-ci, ils ne matérialiseront que les trois principaux rayons lumineux et les trois ombres correspondantes (Fig. 5b).

Par groupe de 3 à 5 élèves :

:1ère séance : un ballon pas trop petit (lisse et uni si possible),
un cylindre de bristol plus large que haut pour poser le ballon de façon stable,
de quoi faire 5 ou 6 " mini-gnomons " identiques, pas plus hauts que 1 cm (clous de tapissier, semences, petites vis, rivets, morceaux d'allumettes ou bâtonnets de pâte à modeler),
de la gomme adhésive,
une lampe de poche.

2ème séance : matériel identique avec en plus une " mini-carte " d'Egypte (réduction par photocopie) : la distance Alexandrie-Syène fera à peu près 1/7ème du tour du ballon (mesuré avec une ficelle), ce qui est volontairement plus grand que sur une mappemonde ; on recoupera la " mini-carte " en largeur pour ne garder que la partie utile : le delta et la vallée du Nil jusqu'à Syène.

Si vos élèves ont été passionnés par la simulation précédente, ils vont l'être encore plus par celles qui suivent. Il s'agira ni plus ni moins d'observer, depuis " l'espace " les effets de la rotation d'un " ballon-Terre " sur lui-même, sur lequel on aura placé des " mini-gnomons ", le tout éclairé par une " lampe-Soleil ", immobile cette fois. Notez que les conditions seront inversées par rapport aux simulations précédentes où c'était la " lampe-Soleil " que l'on déplaçait par rapport à une " surface-Terre " immobile et plane.

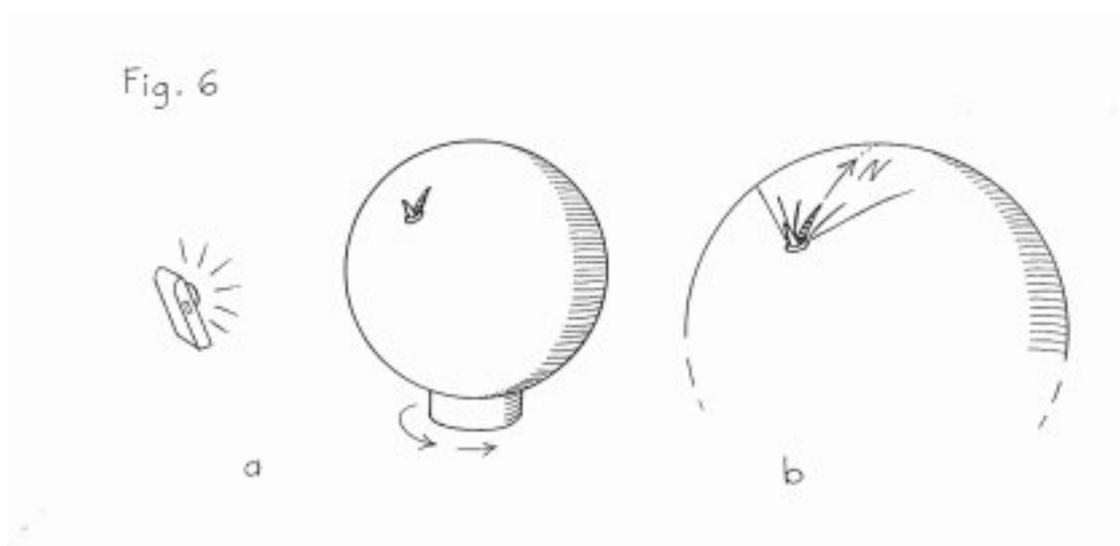
1ère séance :

a) retrouver sur le ballon les observations faites avec le gnomon au soleil.

Chaque groupe fixe un " mini-gnomon " (disons une petite vis) à un endroit quelconque du ballon , pose celui-ci sur le cylindre, installe le tout sur une table et, pour maintenir le cylindre en place, répartit quatre " butées " en pâte à modeler autour de sa base. Lancez alors le défi suivant : " Retrouvez, avec la lampe immobile éclairant la vis sur le ballon en rotation, le mouvement et les variations de longueur de l'ombre observés l'autre jour avec le gnomon au soleil. " .

Un certain nombre de problèmes - très intéressants - vont se poser : où doit se trouver la lampe par rapport au ballon? Dans quel sens faire tourner celui-ci ? Comment repérer le moment du midi solaire ? Que faire si, à ce moment-là, l'ombre est trop longue ou trop courte par rapport à la hauteur de la vis ? Que de discussions et de tâtonnements en perspective ! Mais les enfants finiront par résoudre tous ces problèmes et, ravis, verront l'ombre de leur petite vis se comporter comme celle de leur gnomon, l'autre jour "avec le vrai Soleil ". Pour y parvenir, ils auront dû comprendre plein de choses, notamment que le ballon devait tourner " dans l'autre sens que celui des ombres " observé précédemment, donc dans le sens

inverse des aiguilles d'une montre.



Dans certains groupes on aura dessiné au stylo l'éventail des " mini-tracés " d'ombre de la vis, et il se peut même qu'on ait eu l'excellente idée de matérialiser la direction du " pôle Nord " par une ligne fléchée atteignant le sommet du ballon (nous y reviendrons). Tous les enfants auront, bien sûr, observé les deux faces du ballon, l'une côté " jour ", l'autre côté " nuit ", et la façon dont la vis passait de l'une à l'autre lors du " matin " et du " soir ".

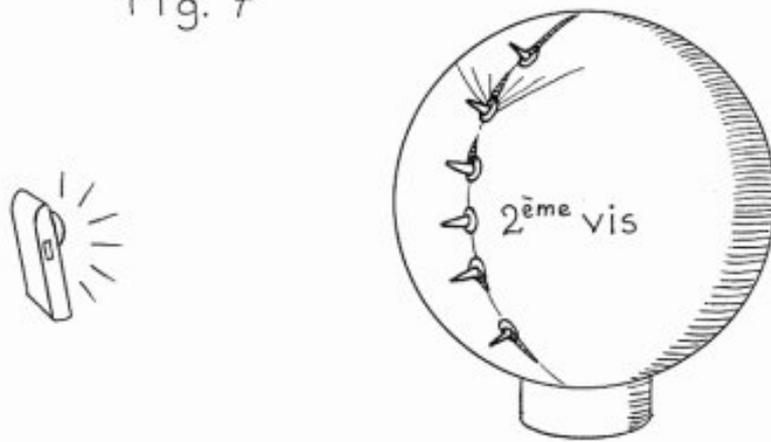
b) placer plusieurs " mini-gnomons " pour qu'ils aient leur midi solaire au même moment.

C'est ici que vos élèves vont faire une approche expérimentale de la notion de méridien.

Sur chaque ballon la vis étant en " position midi solaire " devant la lampe allumée, lancez un second défi : " Prenez une deuxième vis et, sans faire tourner le ballon et sans bouger la lampe, trouvez à quel endroit il faut la placer pour qu'elle n'ait pas d'ombre du tout. Ajoutez ensuite deux ou trois autres vis pour qu'elles soient elles aussi au midi solaire. Ensuite, faites tourner le ballon pour le vérifier ".

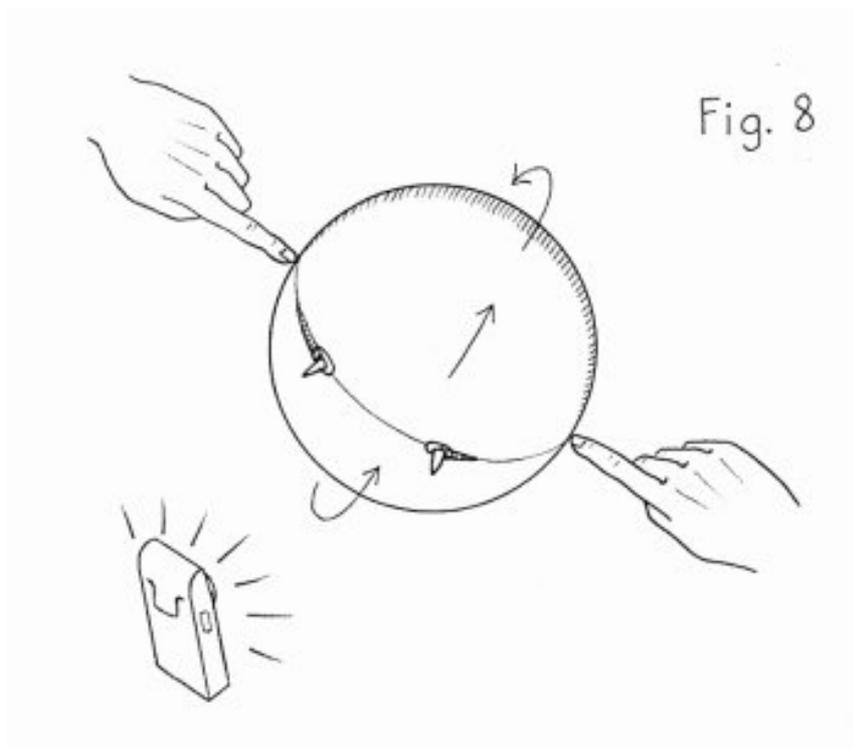
Les élèves comprennent que la 2ème vis va jouer par rapport à la 1ère le rôle du bâton de Syène par rapport à celui d'Alexandrie. Aussi trouvent-ils rapidement sa place " au sud " de la 1ère vis. Ceux qui ont eu l'idée tout à l'heure de tracer une ligne jusqu'au " pôle Nord " du ballon voient tout de suite que la 2ème vis doit être placée quelque part dans le prolongement de cette ligne. Aussi n'ont-ils aucun mal ensuite à trouver la position des autres vis qu'ils relient de la même façon, tout en remarquant des choses intéressantes pour la suite du projet : que les ombres coïncident avec la ligne, que leur longueur s'accroît progressivement vers les " pôles ", que les vis " au sud " de la 2ème ont leur ombre pointant vers le " pôle Sud "

Fig. 7



Demandez alors ce que va faire la ligne qui relie toutes les vis si on la prolonge des deux côtés : " Elle va faire le tour du ballon ! ". Les élèves prédisent ensuite qu'en y mettant des vis " par derrière " et en faisant tourner le ballon, elles se trouveront elles aussi toutes en même temps au moment du midi solaire, ce qu'ils vont bien sûr vérifier.

D'autre part, faisant référence à une mappemonde ou à des schémas aperçus dans des livres, certains vont se demander ce qui se passe avec " une Terre penchée " : ils auront du mal à admettre que les ombres au midi solaire puissent pointer vers les pôles comme avec le ballon " bien droit " sur son socle. Mais comment le savoir ? Le plus simple - et le plus amusant - est de tenir le ballon entre les deux index au niveau des " pôles ", de l'incliner plus ou moins et de le faire tourner à l'aide des pouces : les enfants constatent que, quelle que soit son inclinaison - y compris l'horizontale - les ombres au midi solaire continuent de s'aligner sur le méridien !

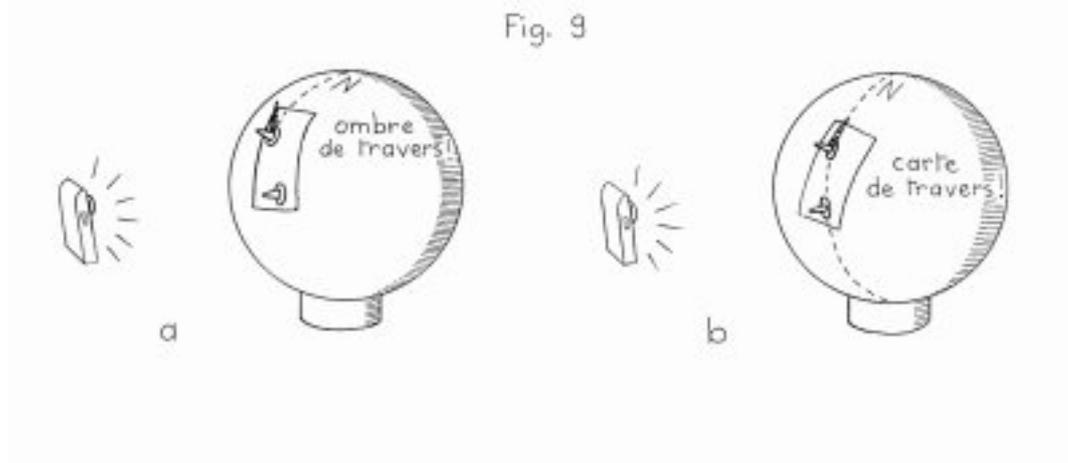


Deuxième séance

a) Reproduire le midi solaire à Alexandrie et à Syène.

Du fait que les deux villes ne se trouvent pas sur le même méridien (environ $3^{\circ},5$ de longitude les séparent comme c'est le cas en France, par exemple, entre Le Havre et Auxerre), les élèves vont avoir de nouveaux problèmes à résoudre... Distribuez à chaque groupe la " mini-carte " d'Egypte retaillée (voir la rubrique *Matériel*) et lancez le troisième défi : " *Positionnez la carte sur le ballon de façon à retrouver les observations d'Eratosthène, c'est-à-dire le midi solaire à Alexandrie et à Syène* ".

Une fois les deux vis placées sur la " mini-carte ", les élèves posent celle-ci verticalement sur le ballon, face à la lampe, et la font glisser jusqu'à annuler l'ombre à Syène, puis ils la fixent aux quatre coins. Mais, problème : l'ombre à Alexandrie " *ne s'est pas redressée tout à fait* ", et donc, ne pointe pas vers le " pôle Nord ". (Cela est bien visible, même si les objets sont de taille réduite, pour une question de rapport entre la largeur de la bande et la courbure du ballon).

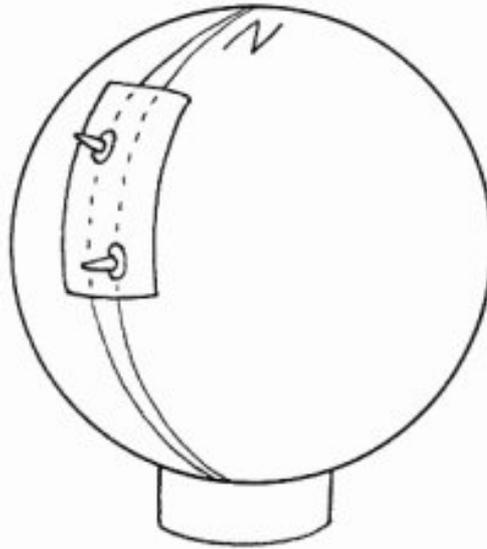


Cherchant à y remédier, les enfants font légèrement tourner le ballon : en effet, l'ombre " *se redresse* " - et raccourcit un peu - mais problème à nouveau puisqu'une petite ombre est apparue à Syène !

Se souvenant de la simulation précédente, certains vont vouloir aligner les deux villes sur le méridien tracé sur le ballon. Ils obtiennent effectivement que l'ombre à Alexandrie pointe vers le " pôle Nord ", tandis que celle à Syène disparaît. Mais problème cependant puisque " *la carte est maintenant de travers !* " Suggérez alors de remettre la carte " droite " et d'observer attentivement le mouvement des deux ombres depuis le " lever du Soleil " jusqu'à la " mi-journée "...

Les enfants vont découvrir qu'à Syène " *on a le midi solaire un peu avant Alexandrie* " et qu'une fois encore il y a problème puisque ça ne correspond plus avec le texte disant que les observations d'Eratosthène avaient été faites à la même heure... Mais au fait, de quelle sorte d'heure s'agissait-il ? Pas de celle donnée par nos montres, non encore inventées, mais de celle donnée par le Soleil bien sûr, donc différente d'un lieu à un autre tout autour de la Terre comme tout autour du ballon ! Ils comprennent également que les deux villes sont situées sur des méridiens différents, et que l'on pourrait tracer une quasi infinité de méridiens sur une sphère. Nous y reviendrons.

Fig 10



Note : Précisez si nécessaire (ou faites-le calculer plus tard par vos élèves) qu'il y a presque un quart d'heure de décalage entre le moment du midi solaire à Syène et celui à Alexandrie, mais que cet écart relativement faible n'a guère gêné Eratosthène dans son évaluation du méridien terrestre...

A la suite de cela, les élèves se rendront compte que, dans notre monde moderne, il n'est plus possible de vivre à l'heure du Soleil : il faut qu'une nation ait la même heure sur tout son territoire, et que tous les pays du monde s'entendent pour définir un système d'attribution d'heure dite légale (sujet qui sera repris plus tard).

D'autre part, l'utilisation d'un ballon éclairé par une lampe de poche permet également de simuler de façon amusante l'évolution de l'ombre d'un " mini-gnomon " au fil des saisons (voir la fiche déjà mentionnée : "[Simuler les variations saisonnières de l'ombre d'un gnomon](#)").

b) [Connaître l'heure du midi solaire en tous lieux et tout au long de l'année.](#)

Comment se simplifier la tâche, dans la suite du projet, pour connaître l'heure exacte du midi solaire local et donc, n'avoir à faire qu'un seul relevé d'ombre ? Plusieurs solutions sont possibles :

1. Se contenter du tracé de la direction nord donnée par une boussole, tout en sachant qu'elle est légèrement différente du nord géographique, ce qui entraînera une petite "erreur " au départ. On guettera ensuite le moment où l'ombre du gnomon franchit cette direction.
2. Tracer sur le socle du gnomon (repéré soigneusement sur le sol) ce qu'on appelle une méridienne, c'est-à-dire un fragment du méridien du lieu, ce qui donnera le nord géographique. C'est une activité très intéressante, à faire une fois pour toutes, proposée en option (voir la fiche : " tracé de la méridienne ")
3. Se connecter sur [le site du B. D. L. \(Bureau des longitudes\)](#) qui, en fonction de votre localité et de la date choisie, vous fournira l'heure du midi solaire, mais en Temps Universel . En France, vous aurez à ajouter 1 h si c'est l'heure d'hiver, et 2 h après le passage à l'heure d'été.

(Notez que dès le premier relevé fait à l'heure précise indiquée par le B.D.L., vous pourrez tracer la méridienne du lieu puisque celle-ci coïncidera avec le tracé de l'ombre)

Enfin, vous pouvez aussi prolonger cette séquence en suivant les [activités ludiques proposées par J. Carole en 2001](#) : elle montre comment matérialiser la trajectoire du Soleil sur une demi-sphère

transparente (un saladier retourné ou une passoire très fine). Cette activité peut se pratiquer à n'importe quel moment de l'année pourvu que le ciel s'y prête !

Dans la séquence suivante, les enfants aborderont la notion d'angle des rayons solaires : ils apprendront à les tracer, à les mesurer et à les interpréter.

Séances optionnelles (Séquence 3)

Un "calendrier solaire" à partir d'éventails de traces d'ombre

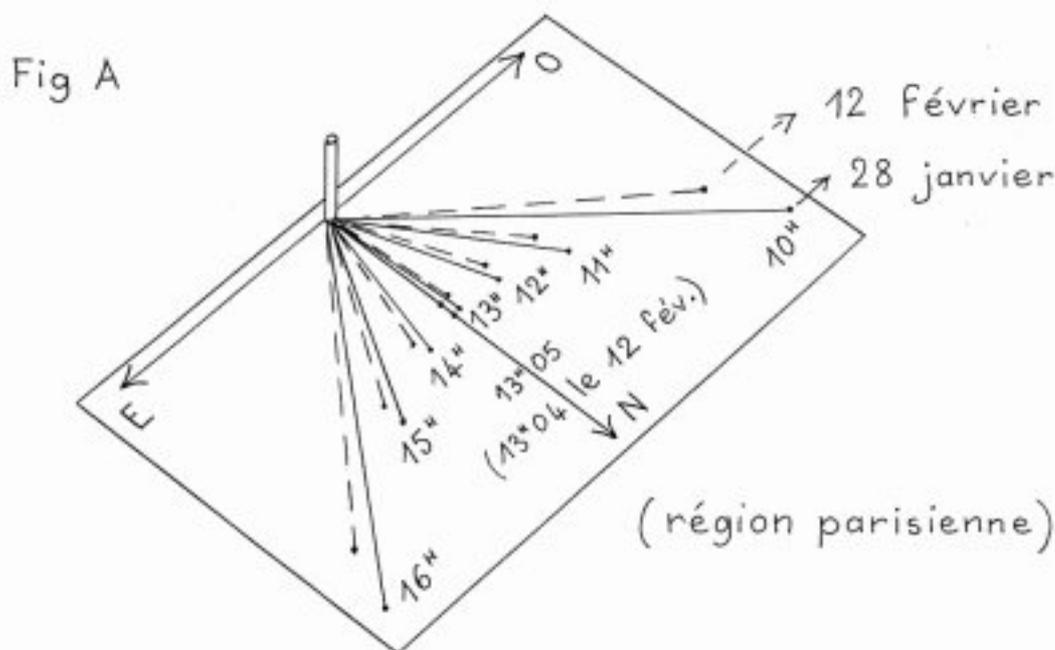
Découvrir comment l'ombre peut servir de "calendrier".

Au moins une dizaine de jours (et même plus) après la date mémorable du dernier relevé d'ombre, les élèves réinstallent leurs gnomons au soleil avec la feuille des tracés correspondants pour voir si, comme la dernière fois, l'ombre va se replacer à l'heure dite sur les tracés. Eh bien, non ! En effet, dès la première observation du matin un décalage est bien visible, comme si l'ombre était "en retard" (si cela se passe après le 21 décembre, ou l'inverse si c'est avant). On se dépêche alors de placer une nouvelle feuille de calque par-dessus l'autre, et, tandis que l'on trace l'ombre, on s'aperçoit qu'elle est aussi un peu plus petite ! (ou plus longue). L'orientation du gnomon mise rapidement hors de cause, on en déduit que "le Soleil n'est plus tout à fait au même endroit que l'autre jour !". Les observations faites aux autres heures de la journée vont confirmer le phénomène, à une exception près néanmoins concernant l'ombre du midi solaire : elle est la seule à ne s'être pas décalée, ayant juste raccourci (ou rallongé) un peu.

Là aussi cependant, un relevé très précis à l'heure dite du midi solaire peut mettre en évidence un léger décalage révélant que, *par rapport à nos montres*, le moment du midi solaire n'est plus tout à fait le même qu'il y a une dizaine de jours. D'autres relevés montreront que ce décalage fluctue tout au long de l'année, entraînant des variations de l'heure du midi solaire à nos montres. La cause en est que ces dernières ne tiennent pas compte de certaines irrégularités des mouvements de la Terre dues au fait que l'axe des pôles n'est pas perpendiculaire au plan de la trajectoire de notre planète autour du Soleil, et que cette trajectoire n'est pas circulaire mais légèrement elliptique.

Note : on peut également observer ces fluctuations à partir d'un calendrier indiquant l'heure du levée et l'heure du coucher du Soleil et étudier à l'aide d'un graphique les variations de l'heure de la mi-journée (heure du coucher moins heure du levée divisée par 2) au cours de l'année.

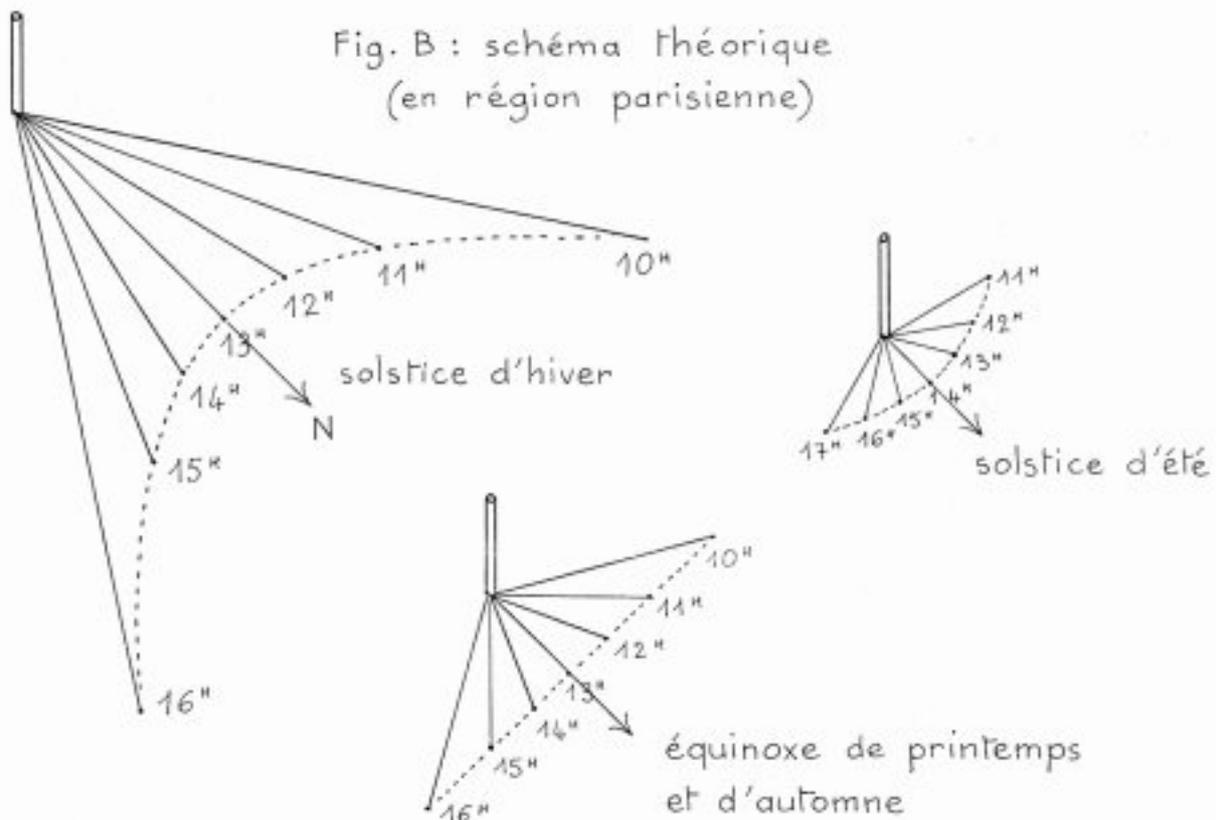
Les élèves remarquent ensuite que les décalages des nouveaux tracés sont symétriques par rapport au tracé du midi solaire, leur éventail s'étant un peu "ouvert" (ou "fermé").



S'ils savent expliquer la cause du changement de longueur des tracés de l'éventail, ils sont bien embarrassés pour trouver une explication à son "ouverture" (ou à sa "fermeture"). En effet, cela relève d'un domaine de la géométrie dans l'espace (la section des coniques) : l'extrémité de l'ombre décrit durant la journée une courbe appelée hyperbole, laquelle évolue et s'inverse d'un solstice à l'autre, devenant une simple droite au moment de la phase intermédiaire que représentent les deux équinoxes. D'où l'intérêt de refaire des tracés plusieurs fois dans l'année pour suivre cette évolution.

Remarques utiles à propos des " calendriers " solaires.

La figure ci-dessous montre, de façon théorique, les éventails des tracés d'ombres d'un même gnomon (sous nos latitudes) lors des solstices et des équinoxes. On voit que l'axe de symétrie correspond à l'ombre au midi solaire, moment que l'on a fait coïncider, pour simplifier, avec l'heure entière de la mi-journée. Il en résulte que les deux tracés symétriques formant chaque paire ont une longueur égale. Or, comme n'auront pas manqué de le constater vos élèves, il y a généralement une différence de longueur entre les deux, entraînant une dissymétrie globale de l'éventail plus ou moins accusée : pourquoi cela ? C'est parce que les relevés ont été faits à chaque heure entière et que le moment réel du midi solaire, comme nous l'avons vu, ne coïncide pas avec celui de 13 h (ou 14 h) en un lieu donné : le relevé de 13 h (ou 14 h) ne peut donc pas être l'axe de symétrie. Autre remarque concernant cette fois les angles formés par les tracés d'un même éventail : ils ne sont pas égaux dans la réalité, affichant un minimum tôt le matin et tard l'après-midi, et un maximum autour du midi solaire, cela pour une question de géométrie dans l'espace, qui n'est pas à la portée des élèves (mais qui n'aura pas d'incidence pour la poursuite du projet !)



Séances optionnelles (Séquence 3)

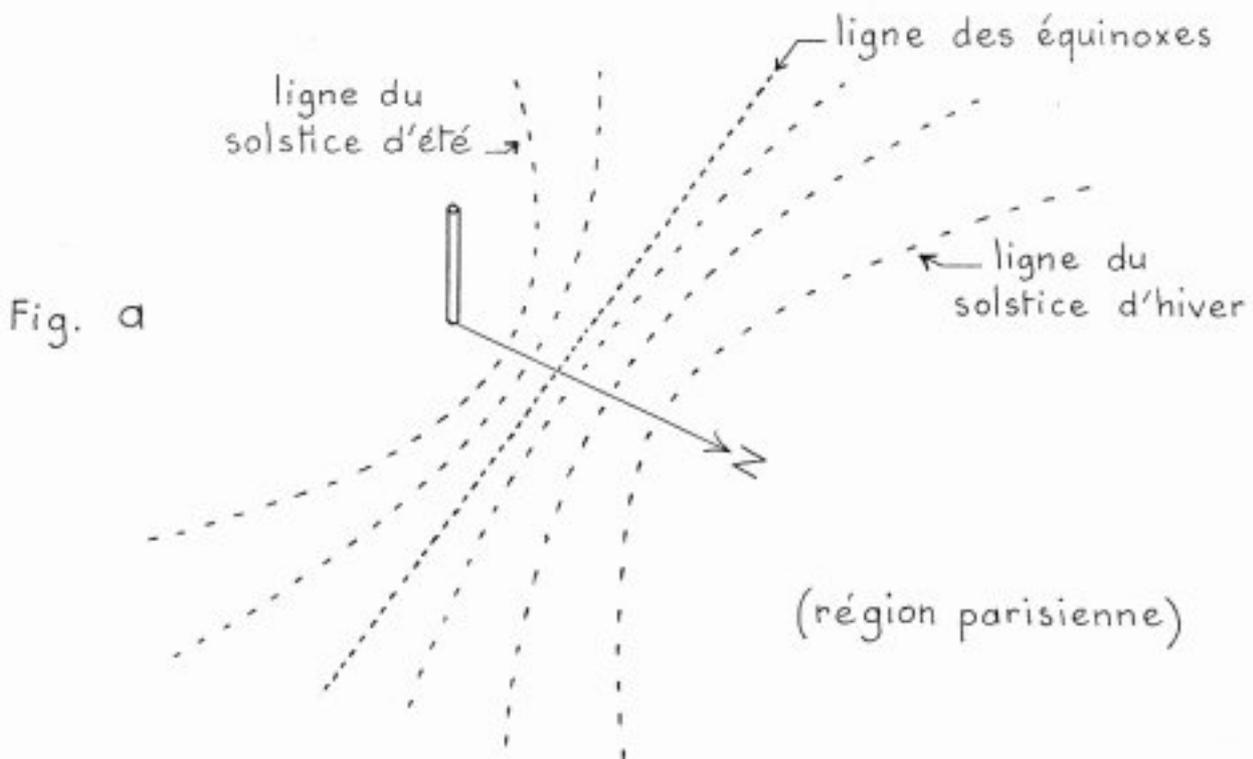
Simuler les variations saisonnières de l'ombre d'un gnomon.

Les simulations proposées ici concernent l'évolution de la ligne que décrit l'extrémité de l'ombre d'un gnomon au cours de la journée, au fil des saisons. Elles devront être précédées d'une séance de relevés plusieurs fois durant l'année scolaire (deux par trimestre au minimum).

Simulation au moment de l'équinoxe de printemps (ou d'automne !)

Au vu des relevés faits en automne ou en hiver et des simulations qui ont suivi, vos élèves penseront peut-être que la forme de la courbe décrite par la pointe de l'ombre est le reflet inversé de celle décrite par le Soleil (ou par leur lampe). Cette nouvelle simulation leur prouvera qu'il n'en est rien. L'idéal est de faire auparavant une nouvelle séance de relevés très proche de l'équinoxe (à défaut du jour même), succédant à une autre faite deux semaines auparavant, cela afin que vos élèves constatent déjà que la courbe est devenue peu à peu... une droite ! (Le cas échéant, préparez des feuilles avec un simple trait rectiligne assez long, en avant de la base des gnomon). En manipulant leur lampe comme précédemment, les enfants se rendront compte que celle-ci est " bien obligée " de décrire une courbe ! (Et ils auront l'intuition que la géométrie régissant le phénomène n'est pas si simple qu'il l'y paraît...).

D'autre part, si une nouvelle séance de relevés a lieu peu après l'équinoxe, les élèves verront s'amorcer la nouvelle tendance de la ligne reliant l'extrémité des tracés : demandez-leur d'anticiper ce qu'elle va devenir, de noter leurs hypothèses, et bien sûr de les vérifier sur le terrain le moment venu. Il est fort probable que, vers la fin du projet, certains élèves puissent prédire avec justesse ce que va faire la courbe durant l'été puis durant l'automne : mais ils ne pourront le vérifier que grâce à un gnomon réalisé à la maison ! (La figure ci-dessous est à mettre en parallèle avec la figure B de la fiche d'activités optionnelles " [Un calendrier solaire](#) à partir d'éventails de tracés d'ombre ".)



Les deux équinoxes présentent aussi un autre intérêt, en relation avec l'angle des rayons solaires au

moment du midi du Soleil, et... de la latitude du lieu. Si vos élèves ont déjà abordé ces deux notions et qu'ils ont commencé à faire quelques mesures de l'angle concerné, ils s'apercevront qu'un jour d'équinoxe, la valeur de cet angle correspond à la latitude de leur école !

En effet, ce jour-là, le Soleil éclaire la Terre d'une façon particulière. Notre planète étant éclairée par moitié, le bord circulaire de sa moitié " jour " passe exactement par les deux pôles : un gnomon - sur la " vraie " Terre - que l'on planterait en ces deux endroits aurait donc une ombre infiniment longue puisque l'angle des rayons solaires arrivant à l'horizontale ferait 90° (c'est bien la latitude des deux pôles).

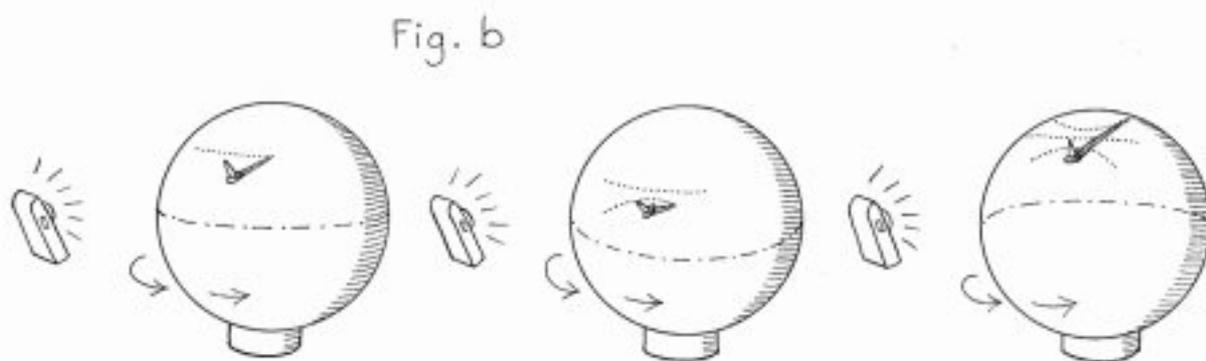
Inversement, au niveau de l'équateur, les rayons tombant à la verticale sur le gnomon (où il n'y aurait pas d'ombre), l'angle serait nul (latitude 0° à l'équateur). De la même façon, tous les autres lieux sur Terre ont aussi ce jour-là la valeur de leur angle au midi solaire égale à celle de leur latitude.

Simulation sur les variations saisonnières à l'aide d'un ballon

(Se reporter auparavant à la partie 4 de la séquence 3)

Un minuscule gnomon de pâte à modeler étant fixé sur le ballon éclairé par une lampe de poche, les enfants s'amuse à repérer avec un stylo le déplacement de la pointe de l'ombre tandis que le ballon tourne lentement (entraîné par le socle qui doit bien rester en place tandis qu'on le met en rotation). Ils comparent ensuite la ligne obtenue (1) avec celles qu'ils ont pu déjà obtenir sur leurs calques (relevés d'ombre en extérieur) et réfléchissent au moyen de reproduire l'une de ces lignes...

La consigne étant de laisser la lampe immobile et de ne pas déplacer le gnomon, les élèves finissent par comprendre qu'il faut, en position de midi solaire, basculer légèrement le ballon par rapport à la lampe. Cela, soit vers l'avant pour obtenir une " courbe été " (2), soit vers l'arrière pour obtenir une " courbe hiver " (3). Sur la figure ci-dessous, la ligne de l'équateur permet de visualiser ce basculement :



Mais, au fait... la Terre bascule-t-elle vraiment dans l'espace au cours d'une année ?

Voici une question très intéressante que les enfants pourront résoudre mais cette fois en faisant graviter une mappemonde autour de quelques lampes (en cercle) représentant le Soleil : ils verront, par exemple au niveau de la France, que pour obtenir le même effet tandis que la mappemonde accomplira son périple, son axe devra toujours rester parallèle à lui-même : quand l'axe semblera s'incliner vers le " Soleil ", ce sera l'été en France, et quand, à l'opposé, il semblera, se " pencher en arrière ", ce sera l'hiver. Les enfants en déduiront bien sûr la position de la mappemonde au printemps et à l'automne.

Séances optionnelles (Séquence 3)

Matérialisation de la trajectoire apparente du Soleil sur une « demie sphère »

Découpage de la séquence :

Cette séquence se découpe en 3 parties. Dans une première séance, les enfants à l'aide d'un simple morceau de carton percé d'un trou et d'un viseur découvrent ou redécouvrent la propagation rectiligne de la lumière. Le morceau de carton sera l'élément essentiel permettant de matérialiser la trajectoire apparente du soleil. Cette séance est donc un complément à la séquence 1 proposée par le projet Eratos. Dans un deuxième temps, à intervalles réguliers au cours d'une journée, ils matérialiseront la trajectoire apparente du soleil sur une demie sphère (simple saladier). Cela peut se faire en même temps que les mesures continues de l'évolution des ombres et des hauteurs du soleil. Dans un troisième temps : (- pour la métropole lors des équinoxes et des solstices par exemple - pour les zones intertropicales lors du passage au zénith en complément) de nouveaux relevés sont effectués sur la même demie sphère afin d'étudier le phénomène des saisons astronomiques et des climats à l'échelle mondiale.

Objectifs :

La matérialisation de la trajectoire apparente du soleil permet de modéliser un vécu observé tout au long de la journée et de re-situer les mesures effectuées de longueur des ombres et de hauteurs du soleil par rapport à des positions du soleil « sur la voûte céleste ». Elle permet de comprendre la différence entre culminer et passer au zénith. Elle montre que les saisons astronomiques sont liées à la hauteur du soleil dans le ciel. Elle permet ainsi de comprendre le « pourquoi » des climats.

Notions abordées : parallélisme (des rayons du Soleil). Horizontalité, propagation rectiligne de la lumière, orientation par rapport à une direction privilégiée, saisons astronomiques, durées du jour, climat (températures) mesures, rectangles, diagonales ...

Sommaire de la séquence:

- .1) La lumière se déplace en ligne droite : expérimentation
- 2) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de la journée
- 3) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de l'année

1) La lumière se déplace en ligne droite : expérimentation

Durée : 60 minutes environ



Matériel :

Pour chaque élève : 1^{ère} et 2^{ème} expérimentation

Un morceau de carton de 4 cm sur 4 cm
environ percé d'un trou à l'aide d'une aiguille
en son centre
Une demi-heure de beau temps !

Pour chaque élève : 3^{ème} expérimentation

Un carton de 16 cm sur 4 cm
Une aiguille
Une règle et un crayon

Première expérimentation :

A l'extérieur lorsque le soleil est visible, distribuez le morceau de carton préalablement fabriqué par les élèves. S'assurez que le petit trou ne s'est pas « refermé ».

Donnez la consigne suivante : « Que pouvez-vous observer en utilisant la lumière du soleil ? » Laissez les enfants observer et expérimenter pendant 5 mn environ puis recueillez leurs observations. Elles peuvent être de type « Il y a un point lumineux , je peux voir ce point sur ma main , sur le sol , il faut placer la main de telle manière etc.... »

Deuxième expérimentation :

Recherche des conditions nécessaires pour que le point lumineux se projette au creux de la main. Expérimentation pendant 5 min environ puis recueil des analyses effectuées : « Il faut placer le carton dans la direction du soleil.»

Dessins après expérimentations :

Ils permettent de matérialiser le rayon lumineux qui « part du soleil » , traverse le carton à travers le petit trou et arrive sur la main. La notion de déplacement en ligne droite est plus ou moins prise en compte par les élèves dans leurs représentations. Une deuxième type d'expérimentation va leur permettre de concrétiser ce déplacement.

Fabrication d'un viseur pour la 3^{ème} expérimentation (cette fabrication peut s'effectuer en géométrie par exemple)

Découpez un rectangle de 16 cm sur 4 cm. Repliez les extrémités à une distance de 3 cm de telle manière qu'elles se fassent face. Ce sont donc 2 rectangles de 4 cm sur 3 cm qui se font face. Tracez les diagonales afin de trouver le centre de chacun des rectangles. Percez le centre d'un des rectangles à l'aide d'une aiguille . Le centre de l'autre rectangle servira de cible

Troisième expérimentation :

A l'extérieur lorsque le soleil est visible, distribuez le viseur préalablement fabriqué par les élèves. S'assurez que le petit trou ne s'est pas « refermé ». Donnez la consigne suivante : « Trouvez dans quelle position il faut placer le viseur pour que le point lumineux se projette au centre de la cible ? ». Laissez les enfants observer et expérimenter pendant 5 mn environ puis recueillez leurs observations.

Dessins après expérimentations :

Ils permettent de matérialiser le déplacement rectiligne de la lumière.

Remarque : le principe du viseur peut être repris afin de construire une alidade permettant de mesurer la hauteur du soleil (sujet traité dans la [séquence 4](#) du projet Eratos : 4^{ème} séance). Vous trouverez ci-dessus une alidade que j'ai conçue avec du matériel de récupération des plus adaptés à l'école !



2) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de la journée

Durée : Moments de tracés renouvelés à intervalles réguliers au cours de la journée (toutes les heures par exemple) . Ces tracés peuvent se faire en même temps que les relevés de longueur d'ombre et de hauteurs du soleil.



Matériel :

Pour la classe :

Un saladier transparent en plastique ayant au maximum la forme d'une demie sphère. On en trouve couramment dans les grandes surfaces pour un prix modique

Un feutre indélébile

Un morceau de carton de 4 cm sur 4 cm percé d'un petit trou en son centre

Une planche en bois rectangulaire de dimension supérieure au saladier

Un disque en papier blanc de 1,5 cm de diamètre dont le centre est matérialisé à l'aide du tracé de 2 diamètres (ce sera la cible)

De la colle

Une boussole

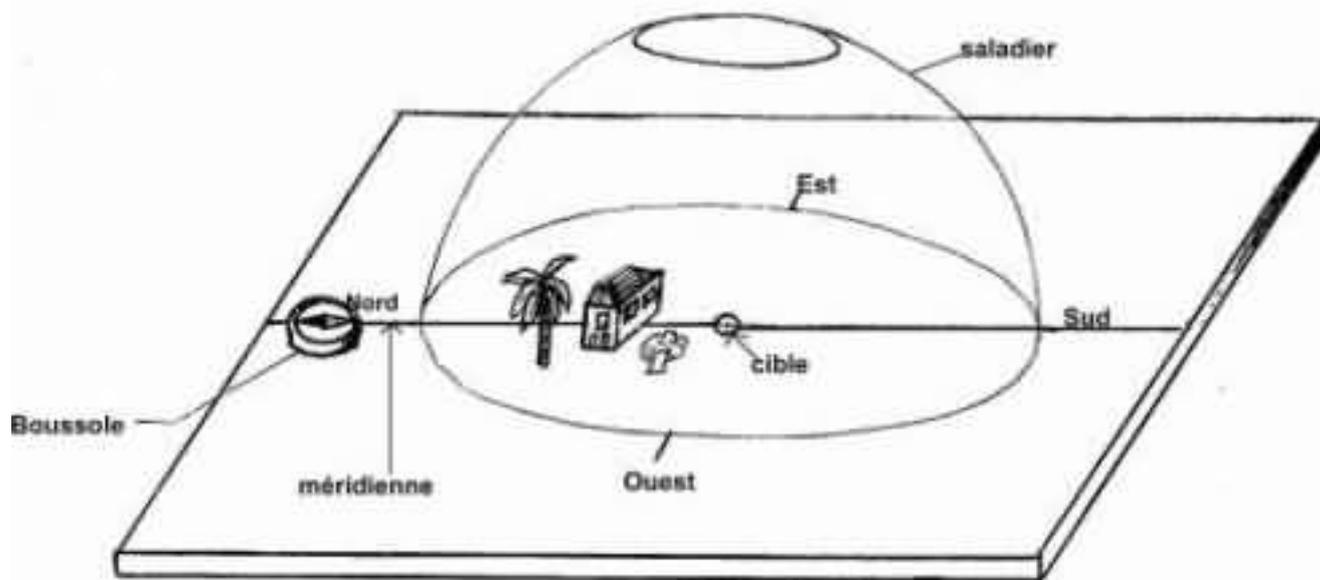
Un niveau

Du soleil

Éventuellement : de petits éléments miniatures figurant l'école, des arbres, des personnes, ou des maisons

Fabrication de la maquette:

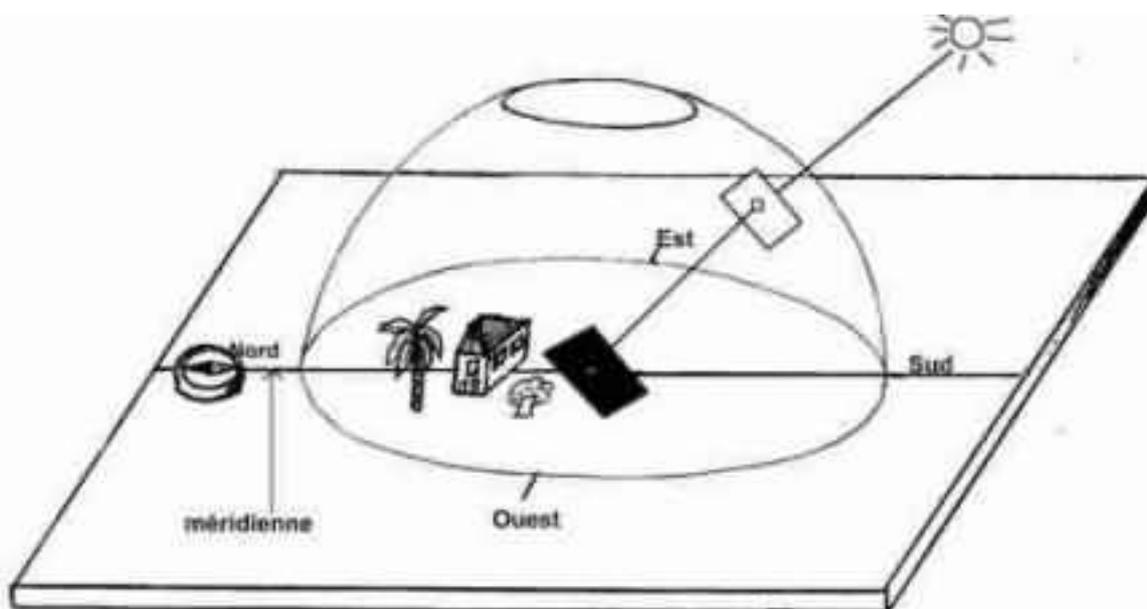
Elle représente l'école à l'échelle réduite. Placez le saladier qui représente la voûte céleste au centre de la planche en bois. A l'aide d'un crayon matérialisez le tour du saladier. Vous obtenez un cercle qui représente le cercle horizon. Retirez le saladier. Exactement au centre du cercle collez le petit disque de papier blanc dont le centre est matérialisé par 2 diamètres. Ce sera la cible. Tracer exactement un diamètre de cercle qui figurera la méridienne du lieu ; prolongez-le pour qu'il traverse la planche en bois. Marquez le Nord et le Sud ainsi que l'Est et l'Ouest. Ceci est très important car c'est à l'aide de cette méridienne que sera repositionnée la maquette lorsque des relevés seront effectués au cours de l'année ou en cas de pluie. Coller les petits éléments miniatures éventuellement de telle sorte qu'ils ne feront pas d'ombre sur la cible (vers le Nord pour la métropole). Coller le saladier exactement sur le cercle qui avait été tracé au début de la construction.



Relevés de la course du soleil au cours de la journée:

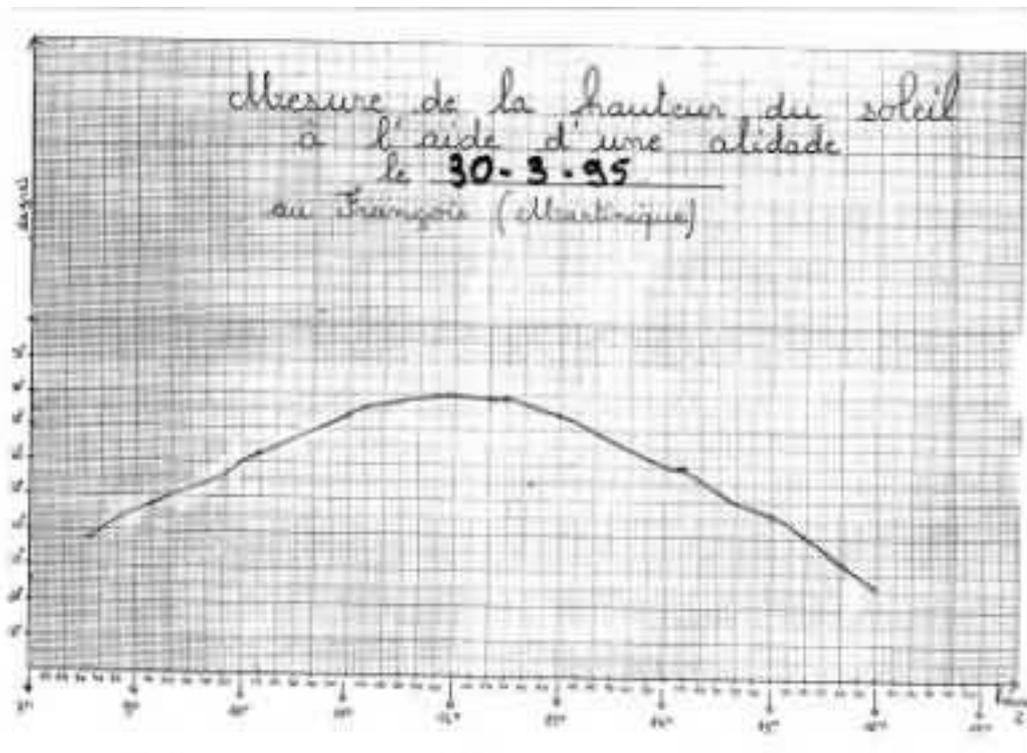
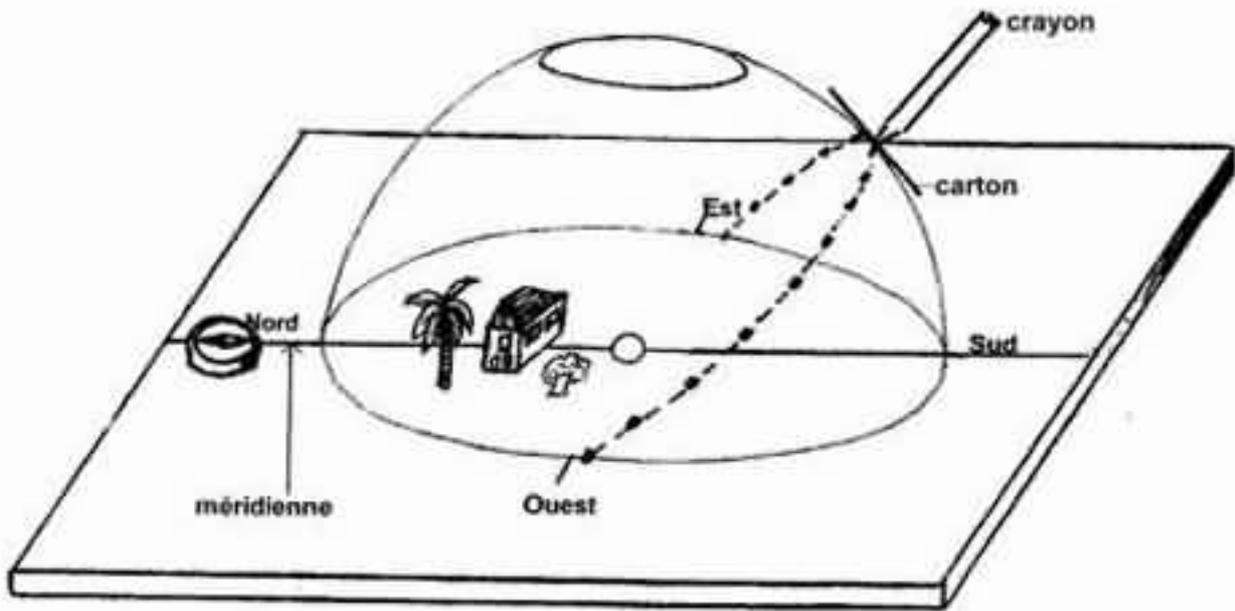
Placez la maquette horizontalement (à l'aide du niveau) dans un endroit ensoleillé toute la journée. Le méridien tracé sur la planche en bois sera orienté exactement dans la direction Sud-Nord à l'aide d'une boussole.

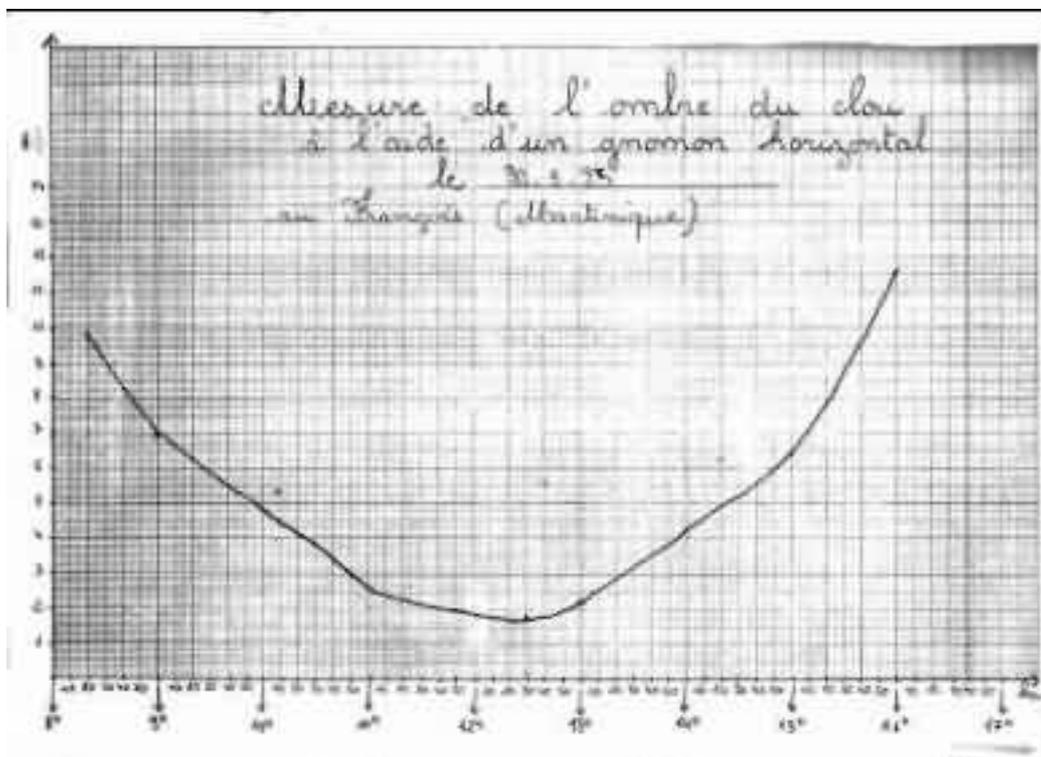
Vous allez maintenant réinvestir l'acquis de la séance 1 en réutilisant le carton décrit dans les 2 premières expérimentations. Placez le carton sur la surface extérieure du saladier dans la direction approximative du soleil. Son ombre se projette sur le « sol » de la maquette mais cette ombre contient en son centre une petite tâche lumineuse. Il suffit de déplacer le carton à la surface du saladier jusqu'à ce que la tâche tombe au milieu de la cible. Positionner alors le feutre indélébile sur le trou du carton. L'encre traversera le petit trou et laissera une trace sur le saladier. Noter l'instant du relevé effectué.



Procédez de la même manière à intervalles réguliers au cours de la journée.

A la fin de la journée, joignez les points au stylo feutre et prolongez la courbe ainsi obtenue. La course du soleil est ainsi matérialisée. L'enfant doit s'imaginer placé au centre de la maquette et observant la course du soleil tout au long de la journée. Si en parallèle des mesures de longueur d'ombres et de hauteurs ont été effectuées, il pourra pour chaque relevé établir la relation avec la position du soleil.





3) Représentation de la trajectoire apparente du soleil au cours de l'année

Le même type de relevé sera effectué à des moments différents de l'année. La seule condition est, outre le soleil, que la méridienne matérialisée sur la maquette à l'aide de la direction Sud/Nord soit correctement orientée. Les équinoxes et les solstices sont des dates privilégiées mais pas forcément obligatoires. Procédez de la même manière à intervalles réguliers au cours de la journée.

Ces relevés sont une ouverture sur le monde car ils permettent de comprendre les différences existantes en différents pays du monde et même celles du territoire français puisqu'il comprend les pays d'Outre-mer.

L'exemple ci-dessous permettra d'illustrer cette remarque

Exemple de trajectoires du soleil relevées à trois dates différentes de l'année par une classe de CM de l'école de Chopotte-Bonny du François en Martinique

Les relevés ont été effectués le 30/03/95, le 17/04/95 et le 23/06/95.

Les trajectoires montrent la particularité de la situation géographique de la Martinique. Située à une latitude de $14^{\circ}27'$ donc dans la zone inter-tropicale Nord; le soleil culmine une partie de l'année au Nord et une autre partie de l'année au sud

Culmination au Nord	Du 28 ou 29 Avril jusqu'au 12 ou 13 Août
Passage du soleil au zénith	Le 29 ou 30 Avril
Culmination au Sud	Du 14 ou 15 Août jusqu'au 28 ou 29 Avril
Passage du soleil au zénith	Le 13 ou 14 Août

Lors du passage du soleil au zénith, la trajectoire sera perpendiculaire au support c'est à dire qu'à midi elle passera au « centre » du saladier

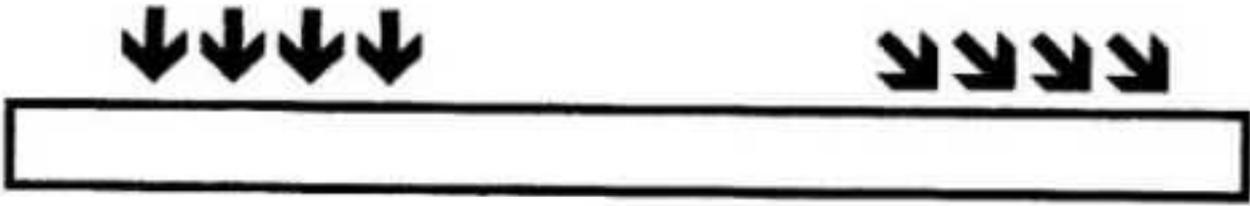


Dans les pays comme le Canada, la France et les U.S.A, il culmine toujours en direction du Sud puisque qu'il ne passe jamais au zénith, ces pays étant situés au-dessus du tropique du Cancer comme le montre les deux schémas ci-dessous.



Les climats

Le soleil occupe dans le ciel des positions différentes selon les moments de l'année. La variation de la hauteur du soleil et donc la variation de l'inclinaison des rayons solaires par rapport au sol détermine la quantité de chaleur reçue par le sol. En inclinant plus ou moins une lampe de poche, la surface éclairée est plus ou moins petite donc plus ou moins échauffée .



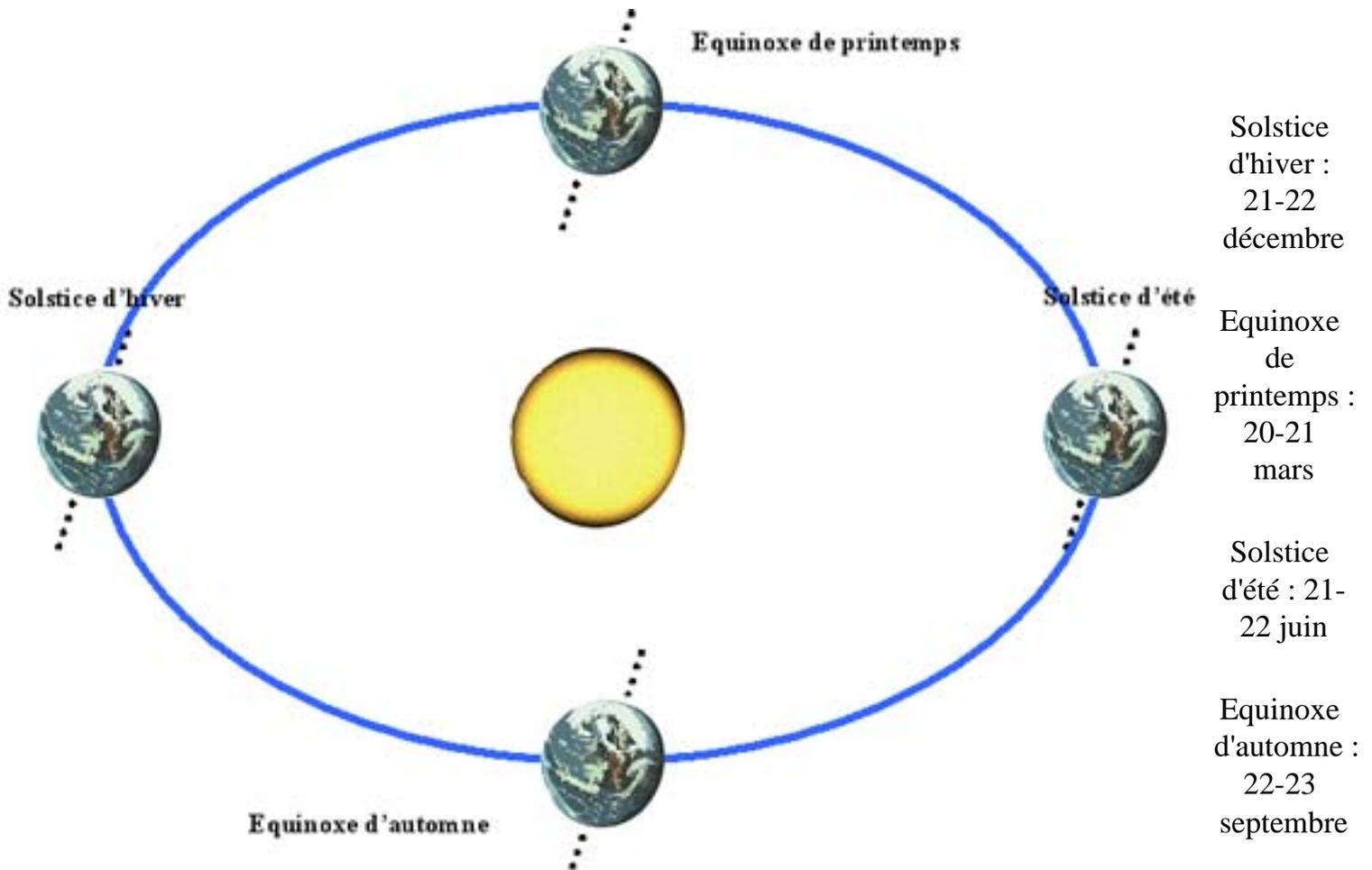
Il fait chaud sous les tropiques parce que le soleil est toujours haut dans le ciel.
Le soleil passe même au zénith, ses rayons sont alors perpendiculaires au sol, il fait alors vraiment très chaud ! Mais entre nous en Martinique nous avons les alizés qui adoucissent tout cela.

Séquence 3

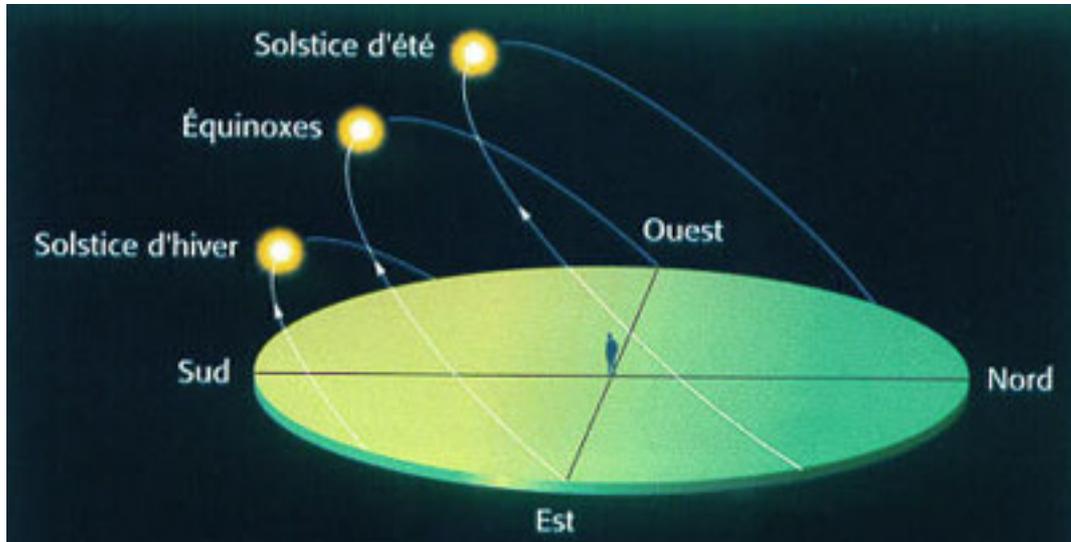
Complément historique de la séquence 3

La course céleste du Soleil

Il est facile d'observer que le Soleil bouge dans le ciel. On s'aperçoit même que sa course n'est pas la même en hiver et en été. Ceci est dû au fait que la Terre, tout au long de l'année, tourne autour du Soleil ; étant incliné selon un axe qui lui est toujours identique, la Terre ne se présente pas de la même façon au Soleil en hiver ou en été.



Dans l'hémisphère nord, le solstice d'été est le jour le plus long de l'année (Soleil au-dessus du tropique nord, au plus haut dans le ciel), le solstice d'hiver est lui le plus court (Soleil au-dessus du tropique sud, au plus bas dans le ciel). Le jour des équinoxes, le jour et la nuit ont la même durée (Soleil au-dessus de l'équateur).



Bien évidemment, la situation est inverse dans l'hémisphère sud.

Auteurs

Travail collectif (équipe *La main à la pâte*)

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75 006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

