

> SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mettre en œuvre son enseignement

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

Les mouvements de la Terre sur elle-même et autour du Soleil

Éléments de contexte

Références au programme et au socle commun

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES	DOMAINES DU SOCLE
Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques	Domaine 4 Les systèmes naturels et les systèmes techniques
S'approprier des outils et des méthodes	Domaine 2 Les méthodes et outils pour apprendre
Se situer dans l'espace et dans le temps	Domaine 5 Les représentations du monde et l'activité humaine

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

- Situer la terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre.

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES

Décrire les mouvements de la Terre (rotation sur elle-même et alternance jour-nuit, autour du Soleil et cycle des saisons.

- Les mouvements de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

Thème associé : Matière, mouvement, énergie, informations

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

- Observer et décrire différents types de mouvement

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES

Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaire et rectiligne.

- Mouvement d'un objet (trajectoire et vitesse : unités et ordres de grandeur).
- Exemples de mouvements simples : rectiligne, circulaire.

Présentation de la démarche générale de la ressource

Les séances mentionnées ci-dessous sont les étapes de la démarche générale ; il est important de préciser que chacune de ces séances pourra faire l'objet de plusieurs temps de classe. L'articulation des séances peut être réalisée comme suit :

1 ^{re} SÉANCE : OBSERVER LE MOUVEMENT APPARENT DU SOLEIL AU COURS D'UNE JOURNÉE	
Objectif Repérer et comprendre le mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée et son évolution au cours de l'année.	Vocabulaire associé Points cardinaux (nord, sud, est, ouest)
2 ^e SÉANCE : OBSERVER LES VARIATIONS DE LA DURÉE DU JOUR AU COURS DE L'ANNÉE	
Objectif Repérer ou observer les variations de la durée du jour au cours de l'année liées aux variations de la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel.	Vocabulaire associé Points cardinaux, solstice, équinoxe, horizon.
3 ^e SÉANCE : DÉTERMINER LE SENS ET LA DURÉE DE ROTATION DE LA TERRE SUR ELLE-MÊME	
Objectif Partant du postulat que la Terre tourne sur elle-même, trouver son sens et sa durée de rotation afin de corroborer les observations de la première séance.	Vocabulaire associé Axe, Pôles.
4 ^e SÉANCE : MODÉLISER ET INTERPRÉTER LE MOUVEMENT APPARENT DU SOLEIL	
Objectif Réinterpréter les mouvements appris lors des séances précédentes à partir du modèle suivant : la Terre tourne autour du Soleil et sur elle-même en gardant son axe de rotation toujours incliné dans la même direction.	Vocabulaire associé axe, révolution, saisons.
5 ^e SÉANCE : DÉCOUVRIR LES CONTRIBUTIONS DE COPERNIC ET GALILÉE	
Objectif Découvrir les contributions de Copernic et Galilée à l'évolution des idées en astronomie : introduction du système héliocentrique et observations tendant à prouver sa validité.	Vocabulaire associé Planète, étoile, système solaire, satellite naturel, rotation, révolution.

Connaissances visées au niveau des élèves

Voici les connaissances visées au niveau des élèves, sous la forme :

- d'un résumé-type du cahier de l'élève correspondant à chaque séance (ci-dessous) ;
- d'un exemple de carte mentale illustrée par les productions de la classe et élaborée au fur et à mesure des séances. Carte mentale réalisée sous LibreOffice Draw.

Séance 1

Au cours d'une journée, nous voyons le Soleil se déplacer dans le ciel. Le matin, il apparaît vers l'horizon Est, puis le soir il disparaît vers l'horizon Ouest.
D'un jour à l'autre, on observe le Soleil presque à la même place dans le ciel toutes les 24 heures.

Séance 2

Selon le moment de l'année, le Soleil ne décrit pas exactement le même trajet dans le ciel. En France métropolitaine, en hiver, le Soleil se lève vers le sud-est, reste assez bas au-dessus de l'horizon Sud puis se couche vers le sud-ouest. En été, il se lève vers le nord-est, monte haut dans le ciel puis se couche vers le nord-ouest.
Ainsi, la durée de la journée varie au cours de l'année. La journée la plus courte est appelée le solstice d'hiver (21 décembre) tandis que la plus longue est appelée le solstice d'été (21 juin). La durée de la journée est la même que la durée de la nuit aux moments des équinoxes de printemps (20 mars) et d'automne (22 septembre).

Séance 3

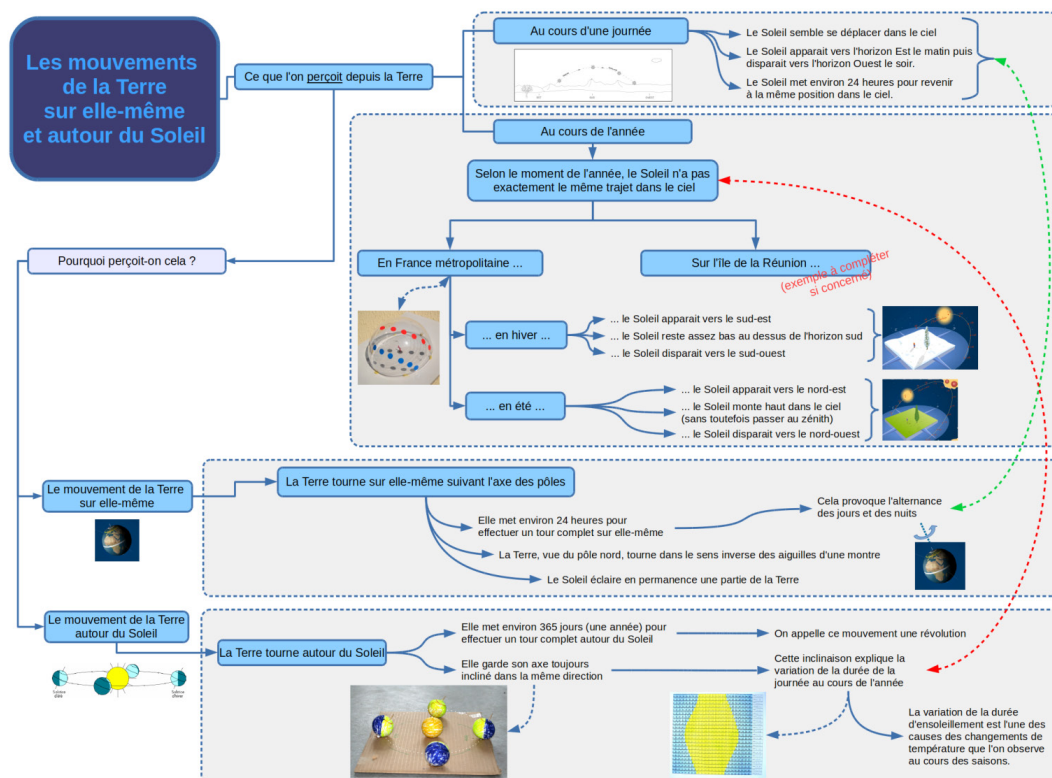
La Terre tourne sur elle-même suivant l'axe des pôles. Elle met environ 24 heures pour effectuer un tour complet : cela provoque l'alternance des jours et des nuits. La Terre, vue du pôle Nord, tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
Le Soleil éclaire en permanence une partie de la Terre.

Séance 4

La Terre tourne autour du Soleil. Elle met environ 365 jours (une année) pour effectuer un tour complet. On appelle ce mouvement une révolution.
Elle parcourt cette trajectoire en gardant toujours son axe incliné dans la même direction. Cette inclinaison explique la variation de la durée de la journée au cours de l'année.
La variation de la durée d'ensoleillement est l'une des causes des changements de température que l'on observe au cours des saisons.

Séance 5

Depuis l'Antiquité, il était admis que la Terre était au centre du Monde et que tous les astres (Soleil, Lune, planètes, étoiles) tournaient autour d'elle (système géocentrique de Ptolémée – 2^{ème} siècle ap. J.C.).
Il a fallu attendre le 16^{ème} siècle pour que des savants remettent vraiment en cause ce modèle. Nicolas Copernic (1473 – 1543) a proposé un système dans lequel les planètes tournent autour du Soleil, placé au centre (système héliocentrique).
Par ses observations astronomiques, Galilée (1564 – 1642) a confirmé les idées de Copernic : les planètes (dont la Terre) tournent bien autour du Soleil.

Exemple de carte mentale. ([Cliquez sur l'image pour l'obtenir en taille réelle](#))

Proposition d'une ou plusieurs séances de classe

1^{re} séance : Observer le mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée

Compétences travaillées

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques :

- proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :
 - formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple ;
 - proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème ;
 - interpréter un résultat, en tirer une conclusion.
- S'approprier des outils et des méthodes :
 - choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production ;
 - garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées.

Objectif

Repérer et comprendre le mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée et son évolution au cours de l'année.

Matériel

- Schéma panoramique de l'environnement de l'école
- demi-sphère transparente

Préambule

Les relevés des séances 1 et 2 nécessitent d'être réalisés en amont de la séquence, sur plusieurs semaines. Par exemple faire un relevé le matin à l'arrivée en classe, vers midi, puis le soir à la sortie.

Par ailleurs, certains relevés (été) seront plus difficilement réalisables du fait du calendrier scolaire ; on extrapolera alors sur les trajectoires apparentes du Soleil en utilisant des ressources externes.

Étapes de la séance

Observation

Cette séance est à fractionner au cours d'une journée. Il s'agira de relever le mouvement apparent du Soleil dans le ciel au cours d'une journée, à des intervalles d'environ deux heures. Dans chaque méthode, on prendra soin de mentionner les points cardinaux à l'aide d'une boussole.

Plusieurs méthodes sont possibles, à choisir selon l'environnement de l'école (horizon apparent ou non) mais aussi comme autant de **pistes de différenciation** en fonction des niveaux des élèves et des compétences travaillées. Plusieurs de ces pistes peuvent ainsi être menées en parallèle par différents groupes.

Méthode 1 : Utilisation d'un schéma panoramique de l'environnement de l'école

Si l'horizon est suffisamment dégagé autour de l'école ou si des repères fixes sont disponibles (relief, constructions, etc...) alors il est possible de faire réaliser aux élèves un relevé de la course du Soleil au cours d'une journée. Le dessin panoramique sur une grande étendue pouvant poser problème, il est possible de leur fournir la vue panoramique à compléter, sur laquelle on aura identifié avec eux les différents repères choisis (Illustration 1).

En outre, il sera possible de compléter le dessin en se servant d'un logiciel de simulation tel que [Stellarium](#).

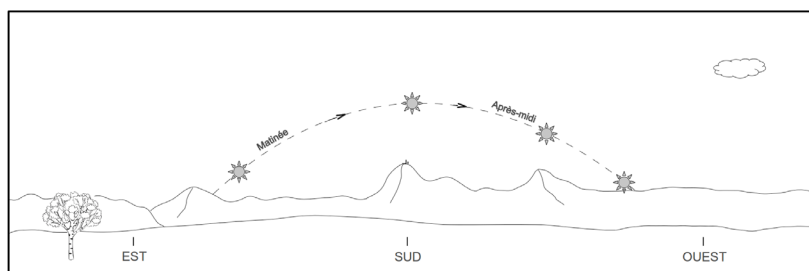


Illustration 1 : Exemple de relevé de la course du Soleil, à différents moments d'une journée d'hiver.

Note : On constate que lorsque le Soleil culmine, il passe sensiblement en direction du Sud : c'est le midi solaire (Temps Solaire Vrai). Si l'on note l'heure à cet instant-là, on constatera qu'il n'est pas midi à la montre (Temps Légal).

Diverses raisons expliquent cette différence parmi lesquelles :

- le décalage entre le Temps Légal (de la montre) et le Temps Universel (+1h en hiver, +2h en été) ;
- le décalage entre le Temps Universel et le Temps Solaire Vrai (décalage variable au cours du temps et pouvant aller jusqu'à +/- 45 minutes selon l'époque de l'année et la position de l'observateur en France métropolitaine).

Méthode 2 : Utilisation de la photo / Réalisation d'un film image par image

On peut faire prendre des photos à intervalle régulier, en direction du Soleil.

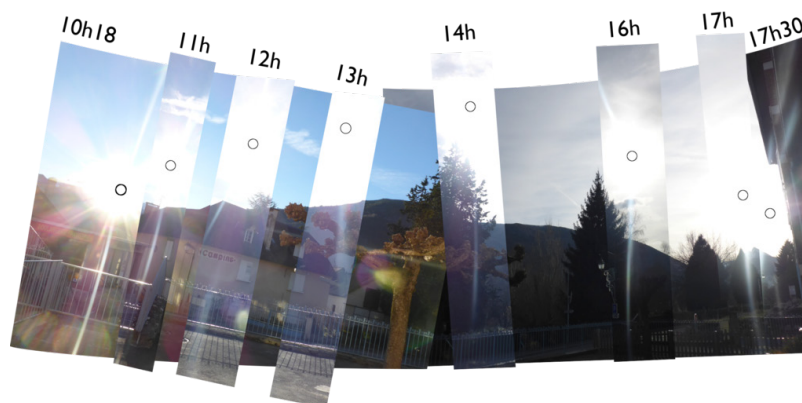


Illustration 2 : Montage photo permettant de voir le déplacement apparent du Soleil au cours de la journée à l'école d'Arras en Lavedan (Hautes-Pyrénées), classe de Stéphanie Baland.

Des photos réalisées par exemple toutes les heures permettront de mettre en évidence le déplacement apparent du Soleil, comme sur l'illustration 2 (l'emplacement du Soleil a été cerclé par l'enseignant sur les photos trop surexposées).

Des photos réalisées toutes les 5 à 15 minutes environ pourront faire l'objet d'un montage en film montrant le mouvement apparent du Soleil de manière accélérée (utiliser de préférence un appareil fixé sur un trépied photographique que l'on tournera régulièrement).

Méthode 3 : Observation de l'ombre portée d'un objet

On peut également réaliser des relevés successifs, en un même endroit, de l'ombre portée d'une figurine (Illustration 3). Une fois le relevé réalisé, il sera possible de faire constater aux élèves (par visée ou à l'aide d'une lampe) le lien entre la longueur de l'ombre et la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon : plus l'ombre est longue, plus le Soleil est bas au-dessus de l'horizon.

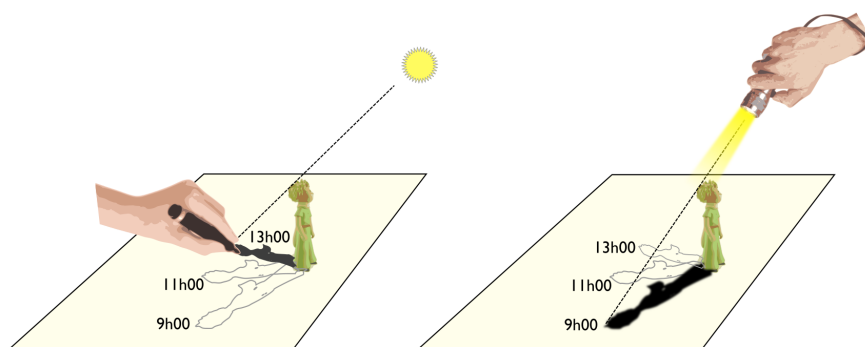


Illustration 3 : Relevé d'ombre portée à l'aide d'une figurine.

Méthode 4 : Relevé de la course apparente du Soleil grâce à une demi-sphère transparente :

L'utilisation d'une demi-sphère transparente (saladier renversé ou «boule de Noël» en plastique ouverte) permet de visualiser la course du Soleil sur une sphère céleste locale. On utilise cet hémisphère transparent, fixé sur un support, au centre duquel on placera une petite figurine d'environ 1cm de haut (par commodité, on peut utiliser un petit bonhomme de papier découpé). À l'aide d'une feuille cartonnée percée d'un trou, on demandera aux élèves d'éclairer la figurine (Illustration 4). Dans cette position, les élèves pourront visualiser la direction du soleil comme étant la direction «figurine-trou». On rapprochera alors la feuille percée de l'hémisphère, jusqu'à le toucher : cet emplacement sur l'hémisphère figurera toujours la direction du Soleil. On pourra le tracer au feutre indélébile ou grâce à une gommette.

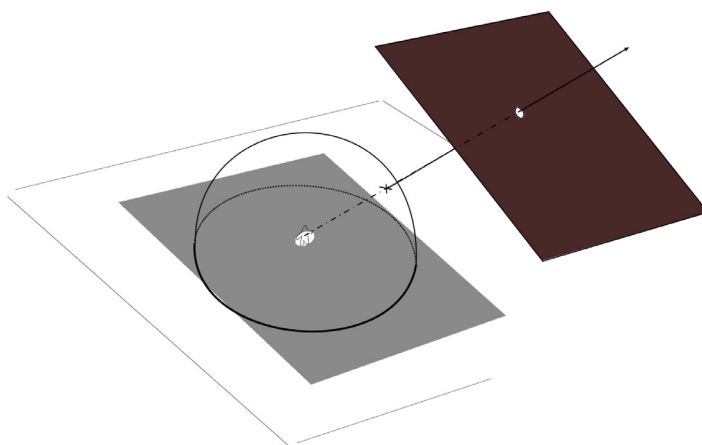


Illustration 4: Principe d'utilisation de l'hémisphère transparent.

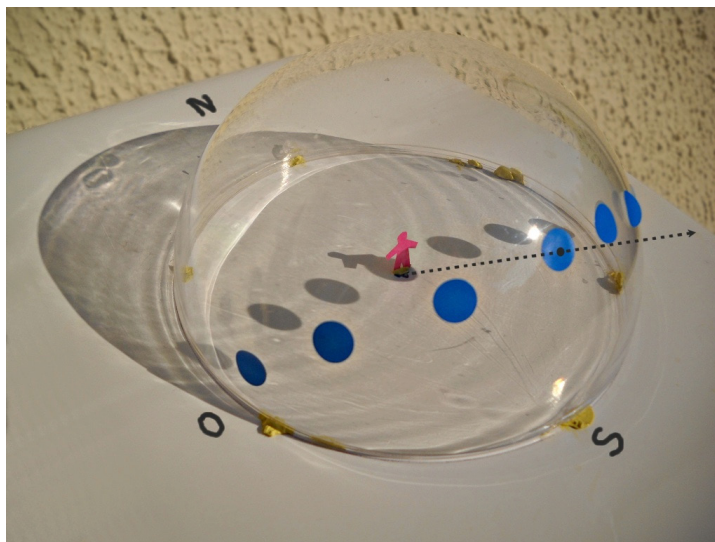


Illustration 5 : Course du Soleil relevée sur une demi-sphère transparente. La position indiquée en pointillés correspond au midi solaire.

Si l'on réalise ce relevé toutes les heures au cours d'une journée, on obtient alors sur l'hémisphère une visualisation claire de la trajectoire apparente du soleil dans le ciel (Illustration 5).

Note : Il semble ici important de consacrer un moment avec les élèves sur le statut d'une modélisation : la demi-sphère transparente utilisée ici sert simplement de support aux gommettes et est un moyen commode de garder une trace de la course apparente du Soleil mais la limite de ce modèle est que, bien évidemment, le ciel qui nous entoure n'est pas un globe transparent sur lequel le Soleil ramperait ...

Interprétation

Une fois le relevé réalisé, les élèves formalisent la course du Soleil (lever vers l'Est, culmination, coucher vers l'Ouest).

Question : « Pourquoi le Soleil se déplace-t-il ainsi dans le ciel ? »

Après discussion, plusieurs hypothèses peuvent émerger :

- parce que le Soleil tourne autour de la Terre en un jour
- parce que la Terre tourne sur elle-même en un jour

L'observation initiale (course du Soleil dans le ciel) ne permet pas à elle seule de valider ou d'invalidier l'une ou l'autre de ces hypothèses.

En revanche, on pourra compléter les observations pour faire constater que le Soleil met environ 24 heures pour revenir, d'un jour à l'autre, à la même position dans le ciel.

Trace écrite possible

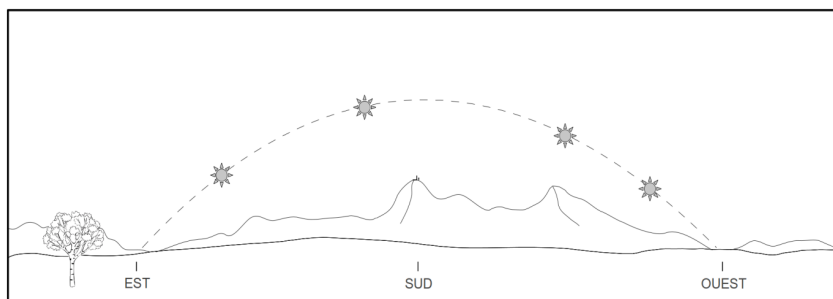
Au cours d'une journée, nous voyons le Soleil se déplacer dans le ciel. Le matin, il apparaît vers l'horizon Est, puis le soir il disparaît vers l'horizon Ouest.

D'un jour à l'autre, on observe le Soleil presque à la même place dans le ciel toutes les 24 heures.

Éléments d'évaluation à valeur formative

Sur ce dessin de paysage en vue panoramique, on a représenté la course du Soleil à différentes heures de la journée du 20 mars.

1. Indique par des flèches le sens de progression du Soleil
2. Dessine le Soleil à midi solaire.
3. Dessine en pointillés rouges ce que pourra être la course du Soleil le 20 mai.

**2^e séance : Observer les variations de la durée du jour au cours de l'année****Compétences travaillées****Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques :**

- proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :
 - formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple ;
 - interpréter un résultat, en tirer une conclusion.
- S'approprier des outils et des méthodes :
 - utiliser les outils mathématiques adaptés.
- Pratiquer des langages :
 - utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte).

Objectif

Repérer ou observer les variations de la durée du jour au cours de l'année liées aux variations de la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel.

Matériel

Le même que pour la première séance ou tableau faisant figurer les heures de lever et coucher du Soleil au cours de l'année (heures en Temps Universel).

Étapes de la séance

Plusieurs possibilités s'offrent pour observer les variations de la durée du jour au cours de l'année. On pourra soit réitérer l'un ou l'autre des relevés de la première séance à plusieurs semaines d'intervalle, ou bien se baser simplement sur l'observation du calendrier.

Remarques concernant les observations :

Afin d'observer des variations importantes dans la course apparente du Soleil, on pourra privilégier les semaines autour des équinoxes.

Observations

Plusieurs méthodes sont possibles, à choisir **selon l'environnement de l'école** (horizon apparent ou non) mais aussi comme autant de **pistes de différenciation** en fonction des niveaux des élèves et des compétences travaillées. Plusieurs de ces méthodes peuvent ainsi être suivies en parallèle par différents groupes.

Relevés successifs de la position du Soleil

Méthode 1 : Utilisation d'un schéma panoramique

Comme pour la séance 1, on reportera la position du Soleil selon des repères du paysage environnant, pour différentes dates de l'année (Illustration 6).

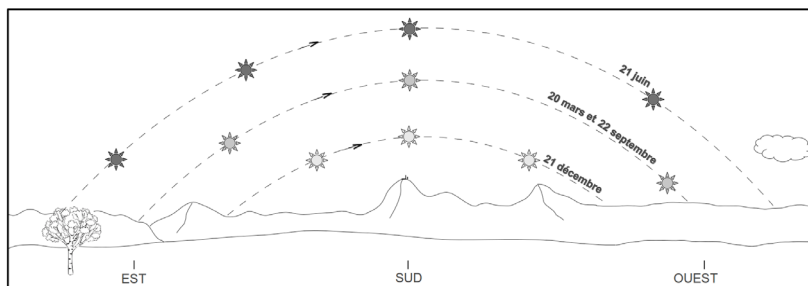


Illustration 6 : Relevés des positions du Soleil à différentes dates de l'année.

Méthode 2 : Réalisation d'un film image par image / utilisation de la photo

Méthode similaire à celle de la séance 1, à renouveler à plusieurs semaines/mois d'intervalle.

Méthode 3 : Observation de l'ombre portée d'une figurine

Afin de conserver plus aisément les relevés, on pourra faire les observations sur une grande feuille, dont on veillera à toujours conserver la bonne orientation : utilisation d'une boussole ou positionnement sur des repères fixes et durables (mur, ...).

Méthode 4 : Relevé de la course apparente du Soleil grâce à une demi-sphère transparente

On procédera comme en séance 1, à différents moments de l'année, en adoptant des couleurs de gommettes différentes et en notant les heures d'observation sur les gommettes (voir illustration 11).

Utilisation du calendrier

On utilisera ici un calendrier faisant apparaître les heures de lever et de coucher du Soleil pour un lieu donné (Illustration 7).

Date	Lever	Coucher	Date	Lever	Coucher
01/01/2012	07:33	16:33	01/07/2012	04:25	19:42
15/01/2012	07:31	16:48	15/07/2012	04:35	19:36
01/02/2012	07:17	17:10	01/08/2012	04:52	19:20
15/02/2012	06:59	17:28	15/08/2012	05:07	19:01
01/03/2012	06:37	17:48	01/09/2012	05:25	18:33
15/03/2012	06:13	18:05	15/09/2012	05:41	18:08
01/04/2012	05:42	18:25	01/10/2012	05:59	17:39
15/04/2012	05:18	18:42	15/10/2012	06:15	17:15
01/05/2012	04:54	19:00	01/11/2012	06:36	16:50
15/05/2012	04:37	19:16	15/11/2012	06:54	16:34
01/06/2012	04:24	19:32	01/12/2012	07:14	16:24
15/06/2012	04:21	19:40	15/12/2012	07:27	16:24

Illustration 7 : Heures de lever et coucher du Soleil à Tarbes - Hautes-Pyrénées (Temps Universel).

Les élèves pourront reporter ces heures sur une bandelette de papier graduée en heures (Illustration 8), en coloriant de couleurs différentes le jour et la nuit. L'assemblage de ces bandelettes classées par dates permettra aux élèves de mettre en évidence les variations de la durée de la journée (Illustration 9).

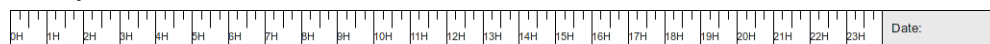


Illustration 8: Exemple de bandelette sur laquelle reporter les heures de lever et coucher du Soleil.

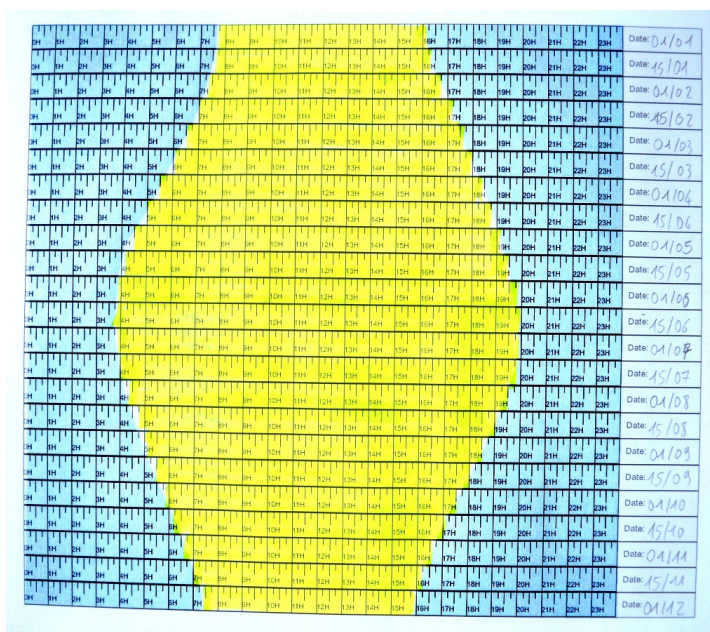


Illustration 9 : Assemblages de bandelettes montrant l'évolution au cours de l'année de la durée du jour (en jaune) et de la nuit (en bleu), à Tarbes, selon le tableau des heures en Temps Universel.

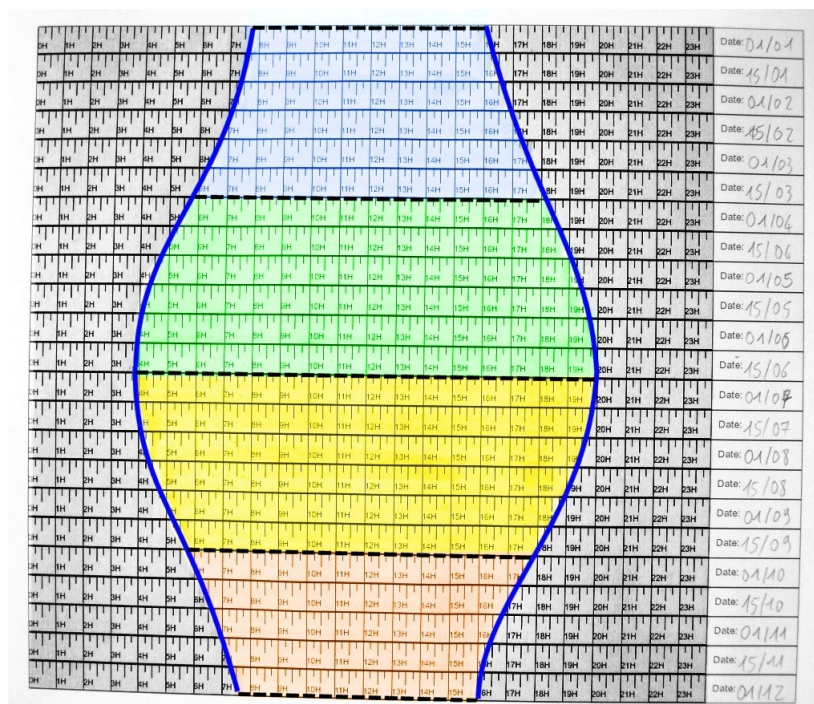


Illustration 10 : Il est possible sur ces mêmes bandelettes de faire figurer les saisons (hiver en bleu, printemps en vert, ... séparées par des tirets).

Piste de différenciation :

la tâche est rendue plus complexe pour certains élèves : il leur sera possible de mettre en évidence les saisons sur le graphique obtenu (Illustration 10) ou encore de calculer pour certaines dates la durée de la journée en se basant sur des données telles que fournies dans le tableau de l'illustration 7.

Note : Comme vu en séance 1, on aura intérêt à utiliser les heures en Temps Universel, ne tenant pas compte du décalage de l'heure légale (+1h en hiver, +2h en été).

En effet, si pour réaliser les bandelettes on utilise les heures légales (celles relevées sur un calendrier des Postes ou sur le bulletin météorologique télévisé), on obtiendra le graphique de l'illustration 11 ci-dessous et présentant des décalages.

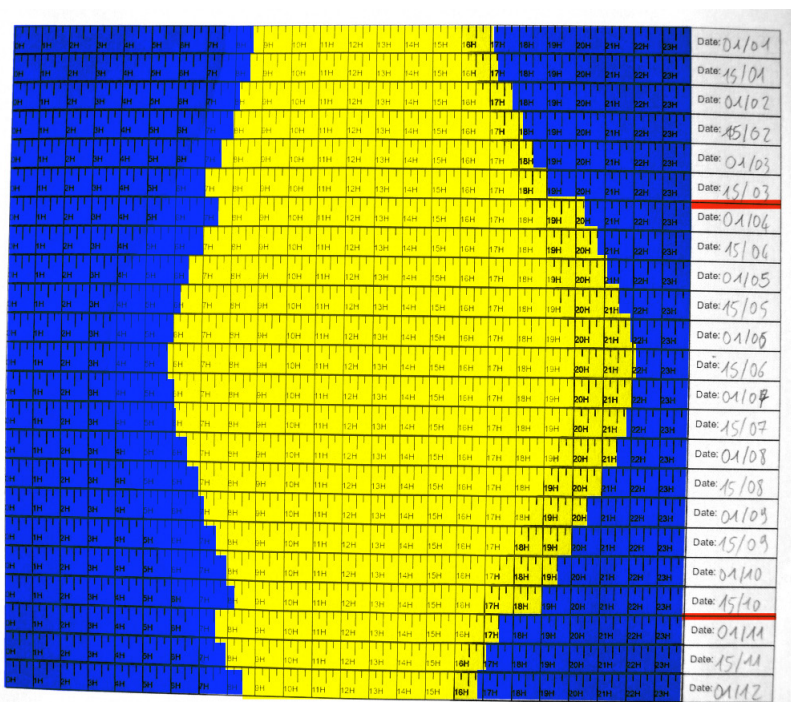


Illustration 11 : Assemblages de bandelettes montrant l'évolution au cours de l'année de la durée du jour (en jaune) et de la nuit (en bleu), à Tarbes, selon le tableau des heures en Temps Légal.

Les élèves peuvent obtenir les heures (en Temps Universel) de lever et coucher du Soleil pour n'importe quel point en France ou sur Terre via le site de l'[IMCCE](http://imcce.fr) (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides).

Interprétation

D'après leurs relevés d'observations ou leur graphique issu du calendrier, les élèves pourront constater que la durée d'une journée varie au cours de l'année :

- Le Soleil se lève au plus tôt et se couche au plus tard en juin (solstice d'été vers le 21 juin). A contrario, la journée la plus courte se situe en décembre (solstice d'hiver vers le 21 décembre).
- La journée dure approximativement 12 heures deux fois dans l'année, en mars et en septembre (équinoxes de printemps et d'automne vers le 20 mars et le 22 septembre).

En outre, les relevés d'observations permettent de voir que ces variations dans la durée du jour sont bien dues à des variations de la course du Soleil dans le ciel. Le Soleil ne va pas «plus vite» ou «moins vite» selon les saisons, mais il parcourt un plus ou moins grand trajet apparent dans le ciel. Ce résultat est particulièrement visible grâce à la demi-sphère, comme le montre l'illustration 12 où le trajet du Soleil relevé en été est effectivement plus long que celui relevé en hiver (on le mesure facilement à l'aide d'une mètre à ruban ou d'une petite ficelle).

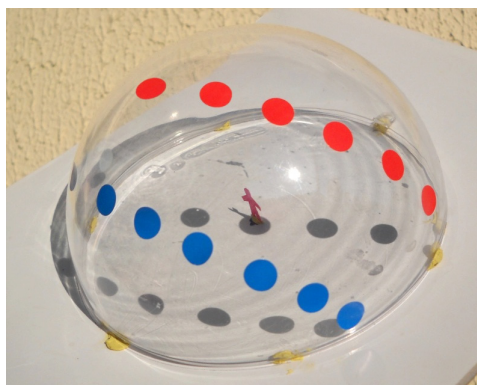


Illustration 12 : Deux relevés des trajectoires du Soleil en hiver (bleu) et en été (rouge).

Trace écrite possible

Selon le moment de l'année, le Soleil ne décrit pas exactement le même trajet dans le ciel. En France métropolitaine, en hiver, le Soleil se lève vers le sud-est, reste assez bas au-dessus de l'horizon Sud puis se couche vers le sud-ouest. En été, il se lève vers le nord-est, monte haut dans le ciel puis se couche vers le nord-ouest.

Ainsi, la durée de la journée varie au cours de l'année. La journée la plus courte est appelée le solstice d'hiver (21 décembre) tandis que la plus longue est appelée le solstice d'été (21 juin). La durée de la journée est la même que la durée de la nuit aux équinoxes de printemps (20 mars) et d'automne (22 septembre).

3^e séance : Connaître le sens et la durée de rotation de la Terre sur elle-même**Compétences travaillées****Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques :**

- proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :
 - formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple ;
 - interpréter un résultat, en tirer une conclusion.
- S'approprier des outils et des méthodes :
 - organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale.
- Pratiquer des langages :
 - rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.

Objectif

Partant du postulat que la Terre tourne sur elle-même, trouver son sens et sa durée de rotation afin de corroborer les observations de la première séance.

Matériel

- Globe ou sphère représentant la Terre
- Figurines
- Source lumineuse (projecteur,...)

Préambule

À l'issue des séances précédentes, on a demandé aux élèves les causes de l'alternance jour/nuit (se manifestant par la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel). Nous avons vu que les seules observations du mouvement apparent du Soleil dans le ciel ne permettent pas de répondre à cette question.

Certains élèves opteront pour le modèle géocentrique «le Soleil tourne autour de la Terre en 24 heures» tandis que d'autres évoqueront un modèle héliocentrique avec deux hypothèses «la Terre tourne autour du Soleil» et «la Terre tourne sur elle-même». D'autres pourraient même penser que l'alternance jour/nuit est provoquée par la rotation de la Terre autour du Soleil en 24 heures (sans rotation de la Terre sur elle-même).

Il est très difficile de trancher entre ces hypothèses par une démarche expérimentale et, de fait, l'Histoire a montré le long cheminement suivi par la Science pour répondre à ces questions, depuis Aristote et Aristarque de Samos et jusqu'à Copernic et Galilée (voir séance 5).

Nous nous en tiendrons donc pour cette séance à tenir comme postulat que l'alternance jour/nuit est due à la rotation de la Terre sur elle-même. Le travail des élèves consistera à construire une représentation de ce phénomène, de manière kinesthésique ou par la réalisation d'une maquette. Cette modélisation devrait corroborer les observations des séances 1 et 2.

Étapes de la séance

L'enseignant réactivera la question de l'alternance jour/nuit et pourra indiquer qu'elle est restée inexpliquée, jusqu'à ce que les Hommes finissent par prouver qu'elle était due à la rotation de la Terre sur elle-même.

Défi : Par petits groupes, les élèves vont devoir montrer que le mouvement apparent du Soleil dans le ciel s'explique par la seule rotation de la Terre sur elle-même. Ils devront également préciser le sens et la durée de cette rotation.

Ils déclineront la séance en deux étapes successives :

- par « jeu de rôle » où ils prendront eux-mêmes la place de la Terre et du Soleil. Plusieurs élèves réalisent une « ronde inversée », représentant ainsi des observateurs répartis sur la surface de la Terre (Illustration 13). Un élève représentant le Soleil reste fixe à l'extérieur de la ronde. Les élèves détermineront le sens de rotation de la ronde de manière à ce qu'ils « voient » le Soleil passer dans le sens des aiguilles d'une montre (de leur gauche vers leur droite), comme lors de leurs relevés des séances 1 et 2 ;

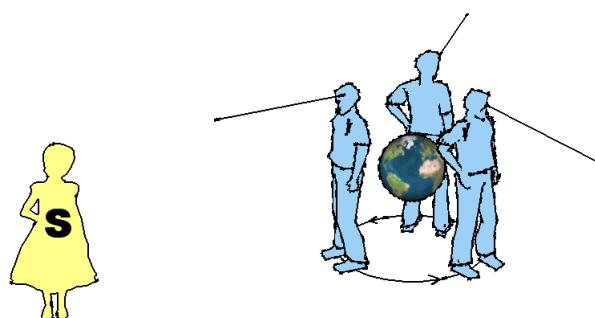


Illustration 13 : Ronde inversée face au Soleil (S), réalisée par trois élèves représentant des observateurs sur Terre.

- en utilisant du matériel tel que des sphères, des globes et une source de lumière (projecteur de diapositive, rétroprojecteur ou vidéoprojecteur) : il est possible de mieux se représenter la place d'un observateur sur un globe en utilisant une petite figurine qui permettra notamment de mieux apprécier les directions de lever ou coucher du Soleil. On pourra aussi reporter les points cardinaux sur le globe.

Il sera utile de préciser aux élèves que les dimensions et distances de cette représentation Terre-Soleil ne sont pas respectées, et que le Soleil n'est pas une source lumineuse directive (comme l'est un projecteur) mais éclaire bien dans toutes les directions.

Ces deux expérimentations sont complémentaires : la première permet à l'élève de vivre lui-même la situation en prenant place au sein du dispositif tandis que la deuxième lui permettra de se placer d'un point de vue extérieur. Il est important de les faire vivre successivement aux élèves.

Elles permettent d'arriver à la conclusion que la Terre, vue par son hémisphère nord, tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (Illustration 14).

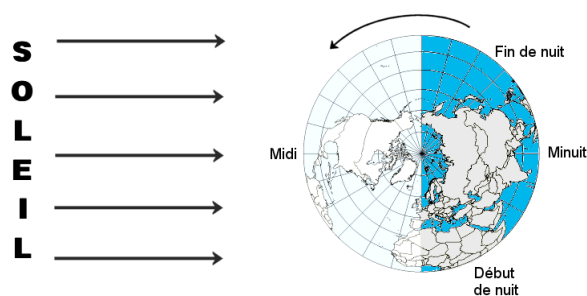


Illustration 14 : Sens de rotation de la Terre (vue de l'étoile polaire).

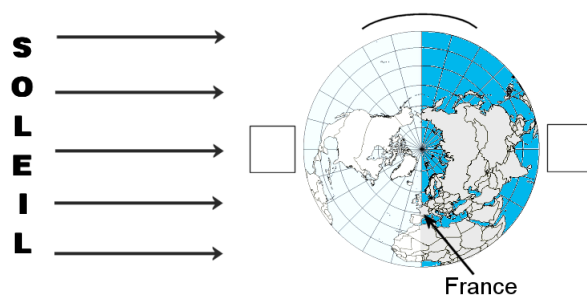
Trace écrite possible

La Terre tourne sur elle-même suivant l'axe des pôles. Elle met environ 24 heures pour effectuer un tour complet : cela provoque l'alternance des jours et des nuits. La Terre, vue du pôle Nord, tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Le Soleil éclaire en permanence une partie de la Terre.

Éléments d'évaluation à valeur formative

Observe bien ce dessin représentant la Terre vue du pôle nord. La place du Soleil est indiquée (il est très loin à gauche).



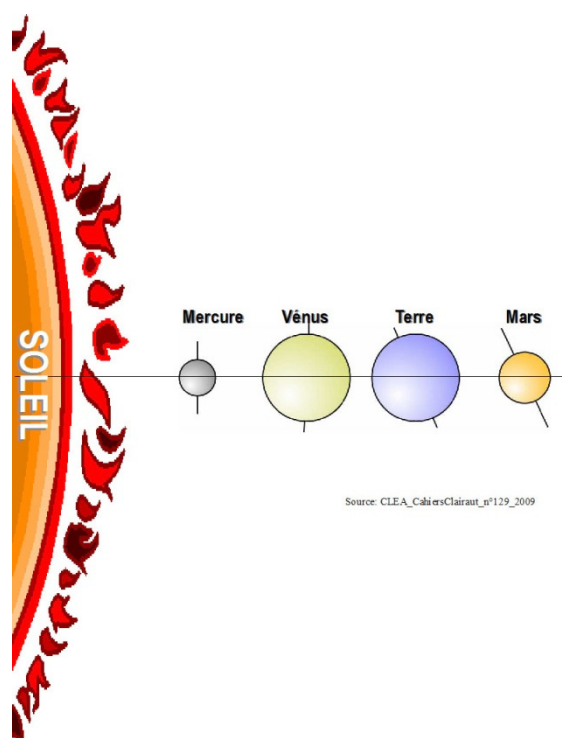
1. Écris dans la case qui convient «12H» pour les régions situées vers le midi solaire et «0H» pour celles situées vers minuit.
2. Complète la flèche dessinée en haut de l'illustration pour indiquer le sens de rotation de la Terre.
3. La France est indiquée par une flèche en bas de l'illustration. Ses habitants voient-ils le Soleil se lever ou se coucher ?

(Le texte suivant peut être lu à haute voix par l'enseignant le cas échéant)

On a représenté sur le dessin ci-dessous une partie du système solaire :

- dans l'ordre, les 4 planètes les plus proches du Soleil ;
- le Soleil est figuré à gauche (en partie seulement, car il est trop grand pour être représenté en entier à l'échelle des planètes) ;
- pour chaque planète, on a représenté l'axe de rotation de la planète sur elle-même qui passe par ses deux pôles.

Remarque : si les tailles relatives des astres sont respectées, les distances entre les planètes ne le sont pas.



Source: CLEA_CahiersClairaut_n°129_2009

4. Donne le nom d'une planète sur laquelle, comme sur la Terre, on aura des saisons.
5. Justifie ta réponse par une phrase que tu peux accompagner d'un dessin.

4^e séance : Modéliser et interpréter le mouvement apparent du Soleil

Compétences travaillées

- Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques :
 - proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique ;
 - interpréter un résultat, en tirer une conclusion ;
 - formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale.
- S'approprier des outils et des méthodes :
 - organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale.
- Pratiquer des langages :
 - rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis ;
 - expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit.

Objectif :

Réinterpréter les mouvements appris lors des séances précédentes à partir du modèle suivant : la Terre tourne autour du Soleil et sur elle-même en gardant son axe de rotation toujours incliné dans la même direction.

Matériel

- Globes ou sphères représentant la Terre et le Soleil
- Figurines
- Source lumineuse (projecteur,...)

Préambule

Les élèves ont pu constater avec les expériences de la séance 2 que la durée de la journée varie au cours de l'année. Ils savent en outre que la Terre tourne sur elle-même (séance 3). Ils vont devoir maintenant interpréter cette variation de la durée de la journée au cours de l'année.

Pour cela, l'enseignant va leur fournir deux informations complémentaires, dont de nombreux élèves ont déjà entendu parler :

- au cours de l'année, la Terre réalise un tour complet autour du Soleil ;
- l'axe de rotation de la Terre est incliné.

Le travail demandé aux élèves sera, à partir d'une représentation (maquette, schémas), de confirmer l'inclinaison de l'axe et d'expliquer la variation saisonnière de la durée de la journée.

Étapes de la séance

Les élèves peuvent utiliser différentes sphères traversées par un axe (cure-dent) pour représenter la Terre, ainsi qu'une source lumineuse.

Un premier travail sera par exemple, après avoir reporté approximativement la position de la France sur la sphère, de trouver comment doit être incliné l'axe pour obtenir une journée très longue par rapport à la nuit (cas du solstice d'été). Ils pourront représenter sur la sphère l'arc de cercle correspondant à cette journée.

Ils devraient ainsi, par essais successifs, aboutir à un axe dont le côté nord est incliné vers le Soleil (solstice d'été).

Ils pourront ensuite passer au cas du solstice d'hiver (nuit très longue par rapport à la journée). L'enseignant leur fera constater que l'axe de la Terre est incliné dans la même direction lors des deux solstices.

Enfin, ils passeront au cas des équinoxes (égalité de durée de la nuit et de la journée).

Afin de les guider lors des expérimentations sur les équinoxes, l'enseignant pourra leur préciser que l'axe de la Terre pointe toujours dans la même direction. En effet, il y a de multiples façons d'orienter la Terre tout en conservant égalité de durée de la nuit et de la journée (tout axe dans le plan perpendiculaire au plan de révolution de la Terre convient).

La classe pourra formaliser ces constatations en construisant par exemple une maquette simple montrant la disposition de la Terre par rapport au Soleil pour différentes époques de l'année (Illustrations 15 et 16). Afin de se passer d'une source lumineuse, les zones de jour et de nuit sur Terre seront indiquées par des couleurs.

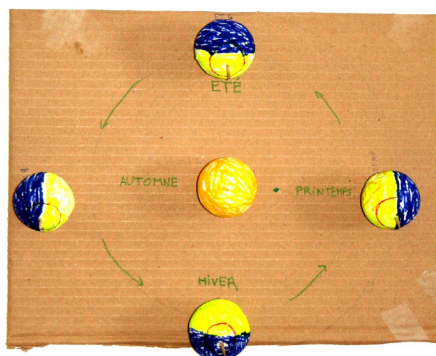


Illustration 15 : Maquette finale proposée par des élèves et montrant l'inclinaison de l'axe terrestre (vue de dessus). Ecole d'Aragnouet (Hautes-Pyrénées), classe de Sylvain Rondi.

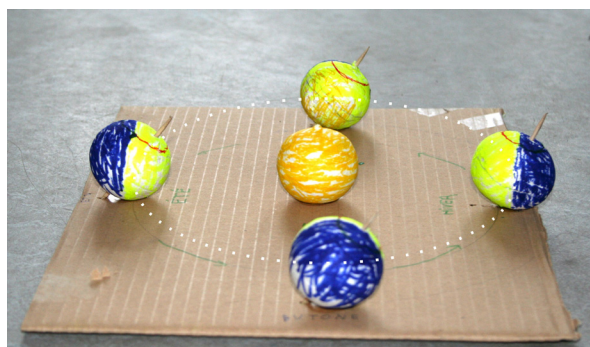


Illustration 16 : Maquette finale proposée par des élèves et montrant l'inclinaison de l'axe terrestre (vue de côté). Ecole d'Aragnouet (Hautes-Pyrénées), classe de Sylvain Rondi.

Piste de différenciation :

l'objectif commun à tous les élèves sera d'élaborer une explication de la variation saisonnière de la durée de la journée. On pourra proposer à certains élèves de se lancer dans la fabrication de la maquette, tandis qu'elle sera fournie à d'autres élèves. Le travail pourra être complété par un moment de description du modèle (à l'oral et/ou à l'écrit).

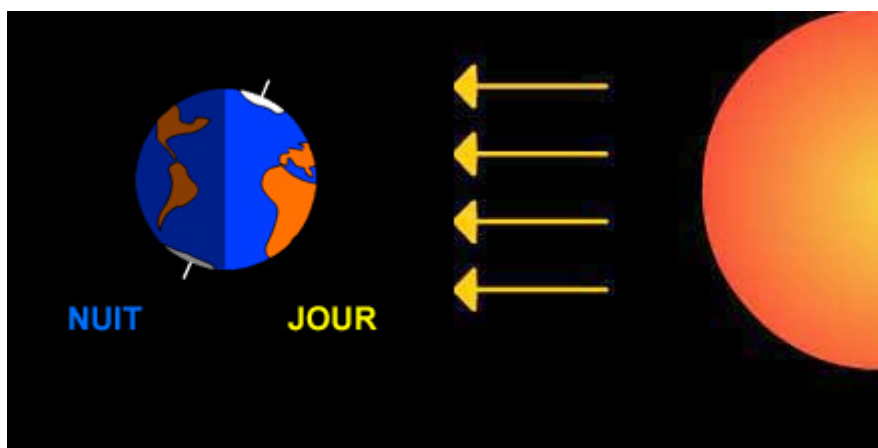
Trace écrite possible

La Terre tourne autour du Soleil. Elle met environ 365 jours (une année) pour effectuer un tour complet. On appelle ce mouvement une révolution.

Elle parcourt cette trajectoire en gardant toujours son axe incliné dans la même direction. Cette inclinaison explique la variation de la durée de la journée au cours de l'année.

La variation de la durée d'ensoleillement est l'une des causes des changements de température que l'on observe au cours des saisons.

Éléments d'évaluation à valeur formative



Réponds par VRAI ou FAUX

Le schéma nous montre la partie éclairée par le Soleil et la partie dans la zone d'ombre de la Terre.	☐ VRAI ☐ FAUX
Un jour, c'est le temps qu'il faut attendre pour que le Soleil apparaisse à la même place dans le ciel.	☐ VRAI ☐ FAUX
Dans un an exactement, la Terre sera dans cette même position par rapport au Soleil.	☐ VRAI ☐ FAUX

5^e séance : Connaître les contributions de Copernic et Galilée

Compétences travaillées

- S'approprier des outils et des méthodes :
 - effectuer des recherches bibliographiques simples et ciblées. Extraire les informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question.
- Pratiquer des langages :
 - rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis ;
 - expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit.

Objectif

Connaître les contributions de Copernic et Galilée à l'évolution des idées en astronomie : introduction du système héliocentrique et observations tendant à prouver son bien-fondé.

Préambule

Les élèves savent désormais que la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Cette séance va leur faire découvrir que ces connaissances ont longtemps été ignorées et que d'autres hypothèses prévalaient. Pour cela, il est proposé d'étudier (dans l'ordre chronologique) les différents systèmes de Ptolémée, de Copernic puis les avancées apportées par Galilée.

Étapes de la séance

Le système de Ptolémée

On distribue aux élèves le document de l'illustration 17. Ils observeront que les mots lisibles sur ce schéma leurs sont a priori inconnus. L'enseignant pourra leur indiquer qu'ils sont écrits en latin, langue utilisée usuellement dans les ouvrages au Moyen-Âge.

On demandera aux élèves d'observer plus précisément le centre du schéma et les mots disposés le long des cercles. Ils pourront déchiffrer LVNÆ, MERCVRII, VENERIS, SOLIS, MARTIS, IOVIS, SATVRNII, identifiant les noms de certaines planètes qu'ils connaissent déjà et du Soleil. Ils en déduiront que le dessin du centre représente la Terre, tandis que des étoiles sont dessinées sur l'extérieur.

Après avoir reproduit le schéma, en le simplifiant et en indiquant les noms des planètes en français (Illustration 18), l'enseignant pourra leur indiquer qu'il s'agit de l'organisation du ciel telle que l'imaginaient d'importants savants de l'Antiquité comme Aristote (-384 à -322 av. J.C.) ou Ptolémée (90 à 168 après J.C.).

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Illustration 17 : Le système de Ptolémée (90- 168 ap. J.C.) dans un ouvrage datant du Moyen-Age.

[Cliquer sur l'image pour l'obtenir en taille réelle](#)

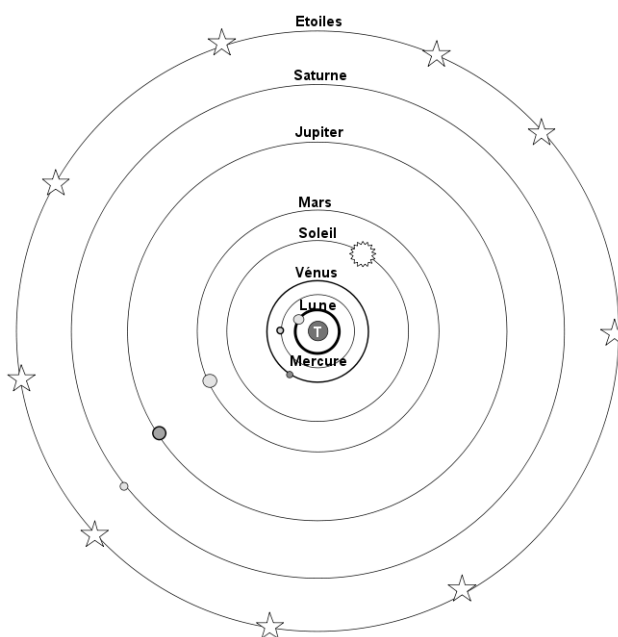


Illustration 18 : Le système de Ptolémée (schéma simplifié).

Ce modèle (géocentrique) correspondait à la perception naturelle du ciel (le Soleil, les planètes et les étoiles semblant tourner autour de la Terre).

Le système de Copernic

C'est à Nicolas Copernic (1473 – 1543) que l'on doit la véritable rupture avec le modèle géocentrique qui présentait de nombreux défauts et expliquait mal les observations du mouvement des planètes.

Copernic propose en 1543 un nouveau modèle où le Soleil prend la place centrale et où les planètes décrivent des cercles autour du Soleil.

On distribue aux élèves le document 19, tiré de l'ouvrage de Copernic publié en 1543 et intitulé «Des révolutions des sphères célestes» (De revolutionibus orbium coelestium).

Comme pour le système de Ptolémée, on demandera aux élèves de repérer les planètes qu'ils connaissent par déduction selon leur nom écrit en latin. Ils en tireront un schéma simplifié sur lequel ils indiqueront les noms des planètes en français (illustration 20).

L'enseignant pourra indiquer aux élèves que, à l'origine, Copernic a essentiellement proposé ce système (avec le Soleil au centre) comme une hypothèse. Mais il ne disposait pas vraiment de preuve de ce système.

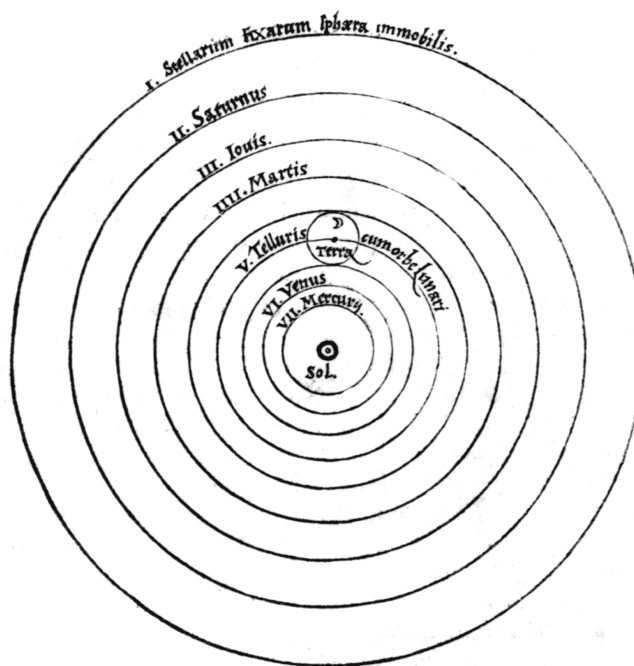


Illustration 19 : Système proposé par Copernic en 1543.

[Cliquer sur l'image pour l'obtenir en taille réelle](#)

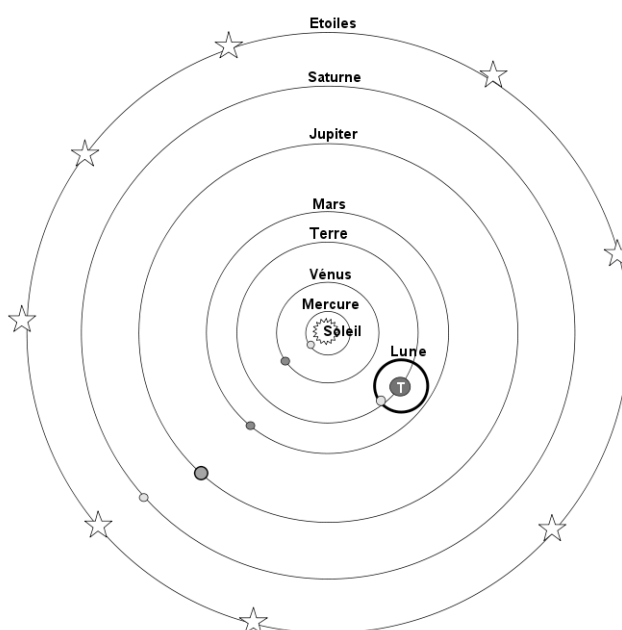


Illustration 20 : Le système de Copernic (schéma simplifié).

Note : il est important de dire aux élèves que le modèle de Copernic, même si plus juste que celui de Ptolémée, comporte des inexactitudes qui seront corrigées au cours des siècles suivants (comme par exemple la position des étoiles qui ne sont pas en orbite autour de la Terre mais réparties dans toute notre galaxie).

Extrait de «Vie de Galilée» de Bertold Brecht (1939)

À cette étape, selon le niveau des élèves, nous proposons une approche littéraire avec cet extrait d'une pièce de Brecht : il s'agira de lire, discuter et mettre en scène cet extrait traitant du mouvement diurne du Soleil et de la manière de l'interpréter ...

Dialogue entre Galilée et Andrea, le fils de sa gouvernante. Nous sommes en 1609 à Padoue.

GALILÉE: Ce que je t'ai dit hier, l'as-tu compris depuis ?

ANDREA: Quoi ? L'histoire de Copernic avec la rotation ?

GALILÉE: Oui.

ANDREA: Non. Pourquoi voulez-vous que je comprenne ?

C'est très difficile et je vais avoir seulement onze ans en octobre.

GALILÉE: Justement, je veux que toi aussi tu le comprennes.

C'est pour ça, pour qu'on le comprenne, que je travaille et que j'achète ces livres coûteux au lieu de payer le laitier.

ANDREA: Mais je le vois, que le Soleil, le soir, s'arrête ailleurs que le matin. Avec ça, il ne peut pas être immo-bile !

Jamais de la vie.

GALILÉE: Tu vois ! Qu'est-ce que tu vois ? Tu ne vois rien du tout. Tu écarquilles les yeux, c'est tout.

Écarquiller n'est pas voir. (Il pose le trépied en fer au milieu de la chambre.) Ceci est le Soleil, donc.

Assieds-toi. (Andrea s'assied sur une des chaises, Galilée est debout derrière lui.)

Où est le Soleil, à droite ou à gauche ?

ANDREA: À gauche.

GALILÉE: Et comment ira-t-il à droite ?

ANDREA: Si vous le transportez à droite, naturellement.

GALILÉE: Seulement de cette manière ? (Il soulève Andrea avec la chaise et accomplit avec lui une demi rota-tion.)

Où est maintenant le Soleil ?

ANDREA: À droite.

GALILÉE: Et il a bougé ?

ANDREA: Ça non.

GALILÉE: Qu'est-ce qui a bougé ?

ANDREA: Moi.

GALILÉE (hurle): Faux ! Idiot ! La chaise !

ANDREA: Mais moi avec elle !

GALILÉE: Évidemment. La chaise, c'est la Terre. Tu es assis dessus.

Les observations de Galilée

En complément au texte précédent, on pourra introduire les découvertes décisives de Galilée en se basant sur le texte et les documents suivants :

« En 1609, Galilée, un savant italien, entend parler d'une invention venue de Hollande. En plaçant aux deux extrémités d'un tube des verres de forme bombée, on obtient un instrument permettant d'agrandir les images : une longue-vue (ou lunette). Aussitôt, Galilée construit plusieurs longues-vues dont la plus performante agrandit les images une vingtaine de fois.

À l'automne 1609, il pointe sa longue-vue vers la Lune : elle n'est pas la sphère lisse dont parlaient les savants anciens (comme Aristote – 384-322 av. J.C.). Au contraire, Galilée y voit des montagnes, des cratères ... Aristote aurait donc eu tort sur ce point !

En janvier 1610, il observe Jupiter et remarque quatre points brillants autour de la planète. Au cours des nuits, ces points semblent accompagner la planète. En notant précisément leurs positions, Galilée a l'intuition que des petits corps (d'autres lunes) peuvent être en révolution autour des planètes.

L'observation de la planète Vénus lui apporte finalement une preuve supplémentaire que le système de Copernic est bien plus juste que celui de Ptolémée.

Grâce à ses observations, Galilée apporte ainsi les preuves qui manquaient à Copernic et démontre bien que les planètes (dont la Terre) tournent autour du Soleil. »

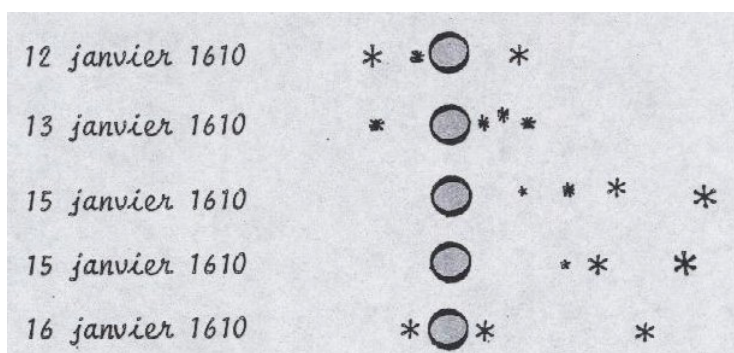


Illustration 21 : Observations de Jupiter et ses satellites vus par Galilée.

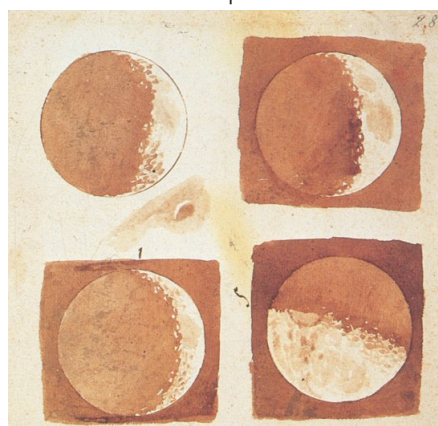


Illustration 22 : Dessins de la Lune effectués par Galilée en 1609.

Compléments : usage de l'informatique

Les élèves pourront utiliser le logiciel [Stellarium](#) (un simulateur de ciel) : ce programme permet de calculer et d'afficher une vue du ciel depuis n'importe quel point sur Terre et pour toute date souhaitée.

En rentrant une date figurant dans les observations de Galilée (illustration 21), ils pourront en constater l'exactitude, identifier les satellites observés puis animer les satellites en accélérant artificiellement le temps. Ils constateront alors que, comme l'avait observé Galilée, les satellites ne s'éloignent jamais de la planète et sont animés d'un mouvement de va-et-vient à l'est et à l'ouest de Jupiter.

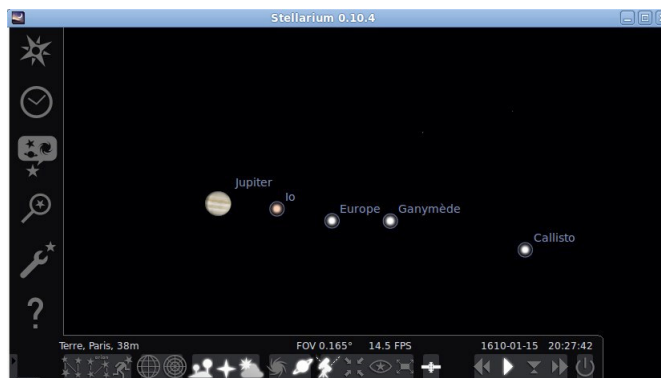


Illustration 23 : Jupiter et ses satellites selon le logiciel Stellarium, le 15 janvier 1610.

Il est possible que les élèves aient des difficultés à rattacher ce mouvement de va-et-vient au véritable mouvement circulaire des satellites autour de Jupiter. On pourra alors utiliser un second logiciel, [Jupiter 2.0](#), qui permet d'afficher la vue classique de Jupiter (depuis la Terre) et une vue polaire (à l'aplomb du pôle nord de Jupiter). Sur cette vue polaire, le mouvement circulaire des satellites est alors évident (Illustration 24).

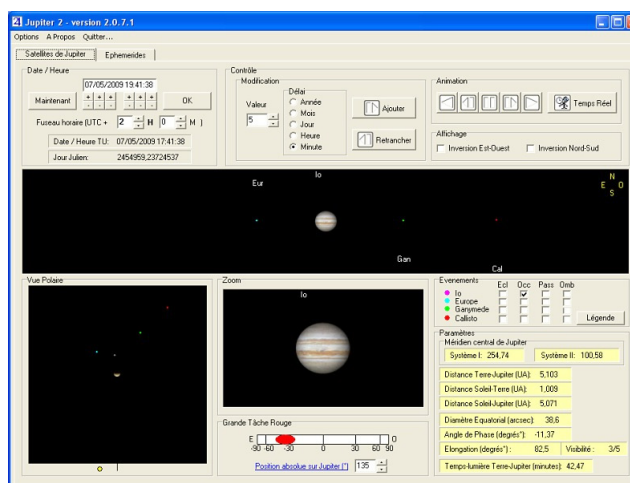


Illustration 24 : Le logiciel Jupiter 2.0.

Trace écrite possible

Depuis l'Antiquité, il était admis que la Terre était au centre du Monde et que tous les astres (Soleil, Lune, planètes, étoiles) tournaient autour d'elle (système géocentrique de Ptolémée – 2ème siècle après J.C.).

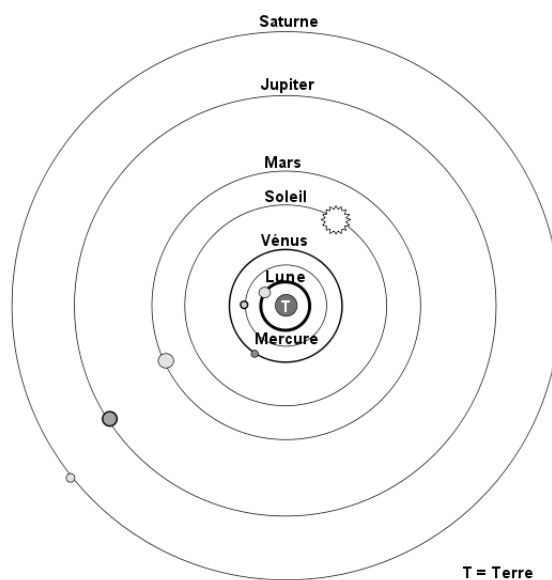
Il a fallu attendre le 16e siècle pour que des savants remettent vraiment en cause ces idées.

Nicolas Copernic (1473 – 1543) a proposé un modèle dans lequel les planètes tournaient autour du Soleil, placé au centre (système héliocentrique).

Par ses observations astronomiques, Galilée (1564 – 1642) a confirmé les idées de Copernic : les planètes (dont la Terre) tournent bien autour du Soleil.

Éléments d'évaluation à valeur formative

Observe bien cette représentation du système solaire.



1. S'agit-il d'une représentation du système géocentrique ou du système héliocentrique ?
2. Cette représentation correspond-t-elle à la réalité ?
3. Justifie ta réponse à la question 1.