



Quelle heure est-il à Paris,

Pékin ou Sydney ? –

Étude des fuseaux horaires

Cette séquence permet d'aborder l'étude de la rotation de la Terre sur elle-même et, de manière simplifiée, quelques-unes de ses conséquences : l'alternance des jours et des nuits et les fuseaux horaires. Les villes étrangères de Pékin et de Sydney ont été choisies dans les exemples développés, non seulement parce que l'organisation des Jeux olympiques (passés ou futurs) les a rendues célèbres, mais parce que leur position sur Terre présente des avantages pédagogiques qui apparaîtront plus loin :

– Sydney est dans l'hémisphère Sud et son méridien est, approximativement, opposé à celui de Paris, de sorte qu'il est possible de dire que « lorsqu'il fait jour à Paris, il fait nuit à Sydney » ;

– notre méridien et celui de Pékin font, grossièrement, un angle voisin de l'angle droit, permettant de dire par exemple que « lorsqu'il est midi à Paris, la nuit tombe à Pékin ». Les connaissances que les élèves auront à construire dans cette séquence ne seront pas plus élaborées.

La place dans les programmes

Extraits programme	Extraits du document d'application	
Le ciel et la Terre	Compétences spécifiques	Commentaires
– La rotation de la Terre et ses conséquences.	<p>À partir d'une modélisation matérielle élémentaire du système Terre-Soleil (une boule et une source de lumière), être capable d'examiner différentes hypothèses destinées à expliquer l'alternance des jours et des nuits et conclure qu'aucune observation familière ne permet de les départager entièrement. Savoir que la Terre tourne sur elle-même d'un tour en vingt-quatre heures. Être capable de retrouver le sens de rotation de la Terre sur elle-même à partir de l'observation du mouvement apparent du Soleil.</p> <p>À partir d'une maquette ou d'un schéma, être capable d'estimer approximativement l'heure d'un lieu et comprendre ainsi le principe des fuseaux horaires.</p>	<p>Travail à mener en liaison avec l'histoire et particulièrement l'histoire des idées sur le système solaire (géocentrisme, héliocentrisme).</p> <p>C'est le raisonnement à mener qui est important et non la mémorisation du sens.</p> <p>Une représentation simplifiée de la Terre rendant compte de quatre périodes (matin, après-midi, début de nuit, fin de nuit) est suffisante. Le détail des fuseaux horaires et la ligne de changement de date ne sont pas au programme.</p> <p>C'est l'occasion de distinguer l'instant (identique sur toute la Terre) et l'heure (dépendant du lieu).</p>

Cette séquence peut également trouver un écho dans une partie du programme de géographie (« Comparaison des représentations globales de la Terre » dans la partie « Regard sur le monde : des espaces organisés par les sociétés humaines ») et permettre d'acquérir certaines des compétences visées par cet enseignement :

- être capable d'effectuer une recherche dans un atlas imprimé et dans un atlas numérique;
 - avoir compris et retenu le vocabulaire géographique de base (être capable de l'utiliser dans un contexte approprié).
- La dimension internationale de l'apprentissage d'une langue étrangère, partie intégrante du programme de cet enseignement, peut également trouver sa place dans cette séquence qui se prête à des échanges par Internet avec des écoles étrangères et à la formulation de quelques phrases simples. En anglais: *It is twelve o'clock in Paris, what time is it in Sydney?...* En chinois:

法国时间是十二点, 现在是中国时间几点?

Par ailleurs, ces premières connaissances en astronomie marquent le début d'un apprentissage qui sera poursuivi dans la scolarité ultérieure. À l'école primaire, d'autres observations sont complémentaires: le mouvement apparent du Soleil par rapport à l'horizon et son évolution au fil de l'année; les heures de lever et de coucher du Soleil et leur évolution au fil de l'année. Ces observations donneront lieu à une première modélisation, à un premier niveau d'explication qui seront prolongées au collège et au lycée.

- À l'école primaire: l'heure entretient des relations (non explicitées) avec le mouvement apparent du Soleil; elle n'est pas identique partout sur Terre. Ombre propre: la Terre présente une partie éclairée par le Soleil et une partie à l'ombre. La rotation de la Terre sur elle-même et ses conséquences: principe de fuseaux horaires. La révolution de la Terre et des planètes autour du Soleil, considérée comme circulaire.
- Au collège: la révolution de la Terre autour du Soleil. L'explication des saisons. Notions de force, poids et masse.
- Au lycée: gravitation universelle. Seconde loi de Newton. Lois de Kepler. Modélisation du mouvement uniforme d'un satellite ou d'une planète.

Connaissances et savoir-faire à acquérir à l'issue de la séquence

- Comprendre que la rotation de la Terre sur elle-même face au Soleil a pour conséquence que l'heure n'est pas identique partout sur Terre.
- Être capable de retrouver le sens de rotation de la Terre sur elle-même connaissant le mouvement journalier du Soleil relativement à l'horizon (en cours d'acquisition).

- Être capable de positionner des villes sur une boule représentant un globe terrestre, à partir de leur position sur un planisphère.
- Connaître le lexique suivant : hémisphère, équateur, méridien, pôles.
- Être capable d'utiliser une carte des fuseaux horaires graduée d'heure en heure.
- Être capable d'utiliser une maquette pour y indiquer le moment de la journée dans différents pays.

Un déroulement possible de la séquence

La démarche prend appui sur la question inductrice suivante : « Comment se fait-il qu'au même moment, l'heure ne soit pas identique en deux villes éloignées de la Terre ? » La question est complexe. Sa résolution oblige en effet à mobiliser et à coordonner plusieurs connaissances :

- le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même et ses conséquences sur l'alternance des jours et des nuits ;
- l'heure d'un lieu, déterminée par la position du méridien de ce lieu par rapport au Soleil ;
- des éléments de repérage sur le globe terrestre (méridien, équateur, pôles, hémisphères).

Le parti pris est de ne pas considérer ces différentes connaissances comme des préalables devant être traités avant d'aborder les fuseaux horaires, mais au contraire de donner à la question initiale le rôle de « fil conducteur » qui impose d'acquérir au passage ces connaissances plus spécifiques. Il y a quand même des pré-requis :

- la question des fuseaux horaires, pour être traitée même de façon simplifiée, nécessite de connaître le caractère sphérique de la Terre¹ ;
- le fait que l'heure ne soit pas identique partout sur Terre doit être connu des élèves avant de les engager dans la recherche d'explications. C'est en général le cas d'autant qu'il suffit d'un premier niveau de connaissances très élémentaire (« quand il fait jour chez nous, il fait nuit de l'autre côté de la Terre »).

Séances	Question de départ	Activités conduites avec les élèves	Démarche scientifique	Conclusion de la séance, aboutissement
Séance préalable	Observation de la course du Soleil au cours d'une journée.	Observation.	Observation.	C'est aux environs de midi, heure de nos montres, que le Soleil culmine au sommet de sa trajectoire.
Séance 1	Comment connaître l'heure dans un pays lointain ?	Utilisation d'une carte des fuseaux horaires.	Objectivation et formulation du questionnement.	Les élèves savent utiliser la carte.
Séance 2	Quand il est midi à Paris, pourquoi fait-il nuit à Sydney ?	Recueil et confrontation des conceptions.	Premières hypothèses.	Les élèves maîtrisent mal le vocabulaire qui nécessite d'être précisé.
Séance 3	Élaborer un lexique (pôles, équateur, hémisphères, méridien, etc.)	Recherche documentaire.	Recherche documentaire.	Constitution d'un lexique. Tracé de l'équateur et d'un méridien sur une boule en polystyrène. Place de Paris et Sydney.
Séance 4	Quelle heure est-il à Sydney lorsqu'il est midi à Paris ?	Appropriation d'une maquette : spot + boule blanche.	Premières simulations.	Lorsqu'une de ces deux villes est au Soleil, l'autre est dans l'ombre.

1. Bien qu'il s'agisse là d'une connaissance difficile à maîtriser, elle est en général suffisamment stable au cycle 3 pour que la séquence puisse se dérouler.

Séances	Question de départ	Activités conduites avec les élèves	Démarche scientifique	Conclusion de la séance, aboutissement
Séances 5 et 6	Comment expliquer l'alternance des jours et des nuits ?	Apprentissage plus systématique de l'utilisation de la maquette. Confrontation des hypothèses à la maquette.	Hypothèses et premières manipulations.	La maquette ne permet pas de trancher entre plusieurs hypothèses. On sait toutefois que la Terre tourne sur elle-même devant le Soleil.
Séance 7	Quelle heure est-il à Pékin lorsqu'il est midi à Paris ?	Recherche en utilisant la maquette.	Émergence d'une question.	Pour le savoir, il faut connaître le sens de rotation de la Terre sur elle-même.
Séance 8	Dans quel sens s'effectue la rotation de la Terre sur elle-même ?	Manipulation : spot et boule blanche.	Raisonnement.	Le Soleil se déplace devant nous de la gauche vers la droite, donc la Terre, vue du pôle nord, tourne sur elle-même dans l'autre sens.
Séance 9	Retour sur la question de la séance 7 : quelle heure est-il à Pékin lorsqu'il est midi à Paris ?	Manipulation de la maquette.	Solution.	Connaissant le sens de rotation de la Terre sur elle-même, les élèves répondent à la question et en inventent d'autres.
Séance 10	Comment garder la trace de ce qui a été compris ?	Rendre compte par différentes traces en deux dimensions.	Schématisation.	Construction d'une maquette en deux dimensions, photographies et schémas à légender.

Le découpage proposé ci-dessus n'est qu'un exemple qui, bien entendu, est destiné à être aménagé par chaque enseignant en fonction de sa classe, de sa progression et de la programmation établie dans le cycle. La séance 3 ne trouve son intérêt que si les élèves se rendent compte qu'ils ne réussissent pas à exprimer correctement leur pensée faute d'un vocabulaire précis. Il n'est pas certain qu'elle doive avoir lieu à ce moment de la démarche. L'enseignant doit décider du moment opportun en se souvenant que les définitions ne deviennent nécessaires que lorsque le fond (le sens) est assuré. Il n'est pas obligatoire non plus d'organiser une séance entière de recherche documentaire. Une autre possibilité est d'encourager les élèves à vérifier le sens des mots qu'ils utilisent s'ils n'en sont pas sûrs ou si les confrontations font apparaître des désaccords. La séance 4 est facile et courte. Certains enseignants préfèrent intégrer son contenu à la séance 2 en indiquant aux élèves où placer Paris et Sydney sur leur boule.

La séquence peut être découpée en deux parties traitées l'une en CM1, l'autre en CM2. Nous suggérons alors le découpage suivant :

- en CM1, poser la problématique de l'heure dans différentes villes. Y répondre par un planisphère et par une maquette (spot, boule) en indiquant aux élèves le sens de rotation de la Terre sur elle-même qui est la difficulté principale de la séquence ;
- en CM2, après une séance de remise en mémoire, quelques séances seraient consacrées à réfléchir aux explications possibles de l'alternance des journées et des nuits et à la question du sens de rotation de la Terre sur elle-même en liaison avec le difficile problème du mouvement relatif.

Séance préalable. Observation de la course du Soleil au cours d'une journée

La mise en œuvre pédagogique de cette activité n'est pas détaillée ici. Rappelons cependant les compétences devant être acquises à la fin de cette séance préalable :

- non confusion entre l'heure et la durée;
- description simplifiée du mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée.

Séance 1. Comment connaître l'heure dans un pays lointain ?

Cette séance permet de partager les informations dont tout le monde dispose sur les décalages horaires (l'heure n'est pas la même en tous lieux sur Terre) et d'apprendre à utiliser une carte simplifiée des fuseaux horaires.

Collectivement : mise en scène

Il est souhaitable de pouvoir s'appuyer sur des faits précis et objectifs. L'enseignant présente donc le problème en s'appuyant si possible sur un événement médiatisé (passage vidéo...) et en adoptant une attitude énigmatique : « Comment est-ce possible ? C'est le soir à Paris et c'est midi dans tel pays !... Est-ce que cela est bien vrai ? Est-ce que cela vous étonne ? ». Les élèves s'expriment, font part de leurs connaissances voire de leurs expériences éventuelles. L'enseignant ne valide aucune proposition. Il se contente d'animer les échanges et d'en garder la mémoire.

Individuellement

Chaque élève dispose d'une carte des fuseaux horaires sur laquelle sont portées quelques grandes villes (annexe 1). Ils doivent répondre à des questions telles que les suivantes :

- « Il est midi à Paris, quelle heure est-il à Pékin ? » ;
- « Il est 8 heures à Paris, quelle heure est-il à New York ? » ;
- « Il est 14 heures à Moscou, quelle heure est-il à Dakar ? » ;
- « Il est 15 heures à Mexico, quelle heure est-il à Delhi ? », etc.

Par petits groupes

Les élèves confrontent leurs réponses. En cas d'accord, ils inventent et se posent mutuellement de nouvelles questions. En cas de désaccord, ils sollicitent le maître qui propose si nécessaire d'utiliser la seconde bande mobile (voir annexe 1).

Collectivement

Le maître récapitule la manière d'utiliser la carte et, en conclusion, demande aux élèves de recueillir des témoignages sur les décalages horaires, auprès des adultes de leur entourage. En complément, et en veillant à ne pas alourdir la séance, d'autres remarques sont intéressantes à formuler :

- le découpage se fait en 24 fuseaux parce qu'il y a 24 heures dans un jour ;
- l'heure de la France métropolitaine a été prise comme référence. C'est commode parce que nous y vivons et parce que cela correspond à un rôle historique joué par les pays européens, mais c'est arbitraire. La même carte pourrait être graduée à partir d'une autre origine.

Séance 2. Quand il est midi à Paris, pourquoi fait-il nuit à Sydney ?

Les élèves cherchent à expliquer pourquoi l'heure n'est pas identique partout sur Terre. Dans leurs formulations ils utilisent un vocabulaire mal maîtrisé. Le but de la séance est de leur faire prendre conscience de la nécessité de préciser le sens des termes qu'ils utilisent.

Collectivement

L'enseignant fait le point sur les renseignements complémentaires que les élèves ont obtenus. Puis il propose le travail suivant : « Essayer d'expliquer pourquoi, lorsqu'il est midi à Paris, c'est la nuit à Sydney. » La question est dans un premier temps limitée à deux villes situées sur deux méridiens sensiblement opposés et à un instant particulier (on ne s'intéresse pour l'instant qu'au phénomène journée/nuit.)

Par petits groupes

Les élèves élaborent une affiche sur laquelle ils formulent, à l'aide de textes et de dessins, l'explication qu'ils imaginent.

De nombreux groupes formulent des explications « allant dans le bon sens ». Certaines peuvent être momentanément acceptées : « Le Soleil n'éclaire pas partout à la fois » ; « Le Soleil ne peut pas éclairer Paris et Sydney en même temps » ; « Paris est d'un côté de la Terre, Sydney est de l'autre côté... » En même temps, on s'aperçoit que les élèves font des confusions et emploient le plus souvent un vocabulaire mal maîtrisé : « Paris et Sydney ne sont pas dans le même hémisphère » ; « Paris est en haut, Sydney en bas » ; « Sydney, c'est sur l'équateur mais pas Paris », etc.

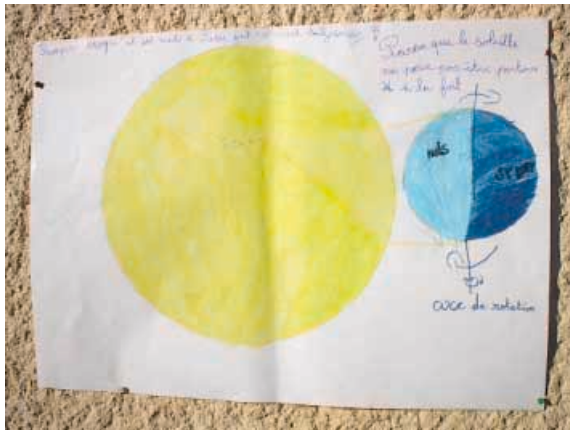


Figure 1

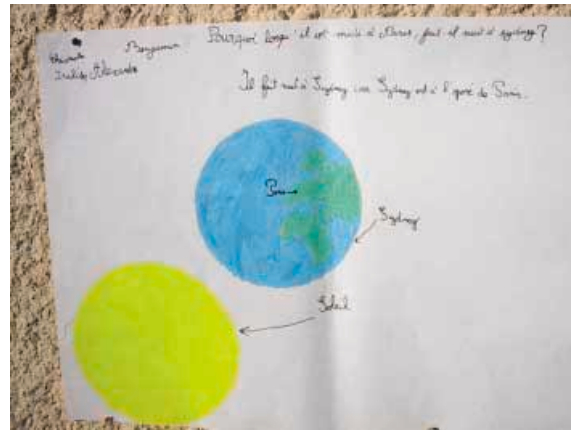


Figure 2

Collectivement

Les élèves exposent les explications qu'ils ont formulées.

L'enseignant recense les mots et les expressions que les élèves utilisent (voir ci-dessus) et en garde la trace en vue de la séance suivante. Il explique qu'avant d'aller plus loin, il s'agit d'abord de rechercher (ou de vérifier) le sens de ces termes sur des documents. Il sollicite les élèves pour apporter en classe ceux dont ils disposent.

Séance 3. Élaborer un lexique (pôles, équateur, hémisphères, etc.)

Conscients de la nécessité d'adopter un vocabulaire précis, les élèves mènent une recherche documentaire.

Par petits groupes

Les élèves constituent un petit lexique avec les mots suivants : pôles, équateur, hémisphère, méridien. Ils s'aident si nécessaire d'un dessin simplifié. Ils utilisent diverses ressources documentaires traditionnelles (dictionnaires, livres et revues de la BCD, encyclopédies, atlas, mappemonde, planisphère appartenant à la classe ou prêtées par les familles) et numériques, hors ligne et en ligne permettant des recherches par mots-clés.

– Cédérom :

le Robert Junior 1999 Havas Interactive ; diffusé par JERIKO ; produit reconnu d'intérêt pédagogique (RIP) par le ministère de l'Éducation nationale :

www.educnet.education.fr/res/bliste.htm

un guide complet se trouve sur le site du CNDP:
www.cndp.fr/tice/ressources/Le_Robert/present.htm

– Sites:

un site « .com » validé par le ministère:
www.espace-ecoles.com

À partir de la page d'accueil, cliquer sur « Recherche » ; une requête avec le mot-clé « méridien » donne accès à quatre pages intéressantes sur « La méridienne verte ».

Collectivement

Le maître valide les définitions trouvées, aide si nécessaire à leur compréhension, et revient sur les difficultés qu'il a éventuellement observées. Un glossaire est constitué (voir figure 3).

Individuellement

Les expressions recensées à la précédente séance sont rappelées aux élèves qui doivent les remplacer par les expressions correctes.

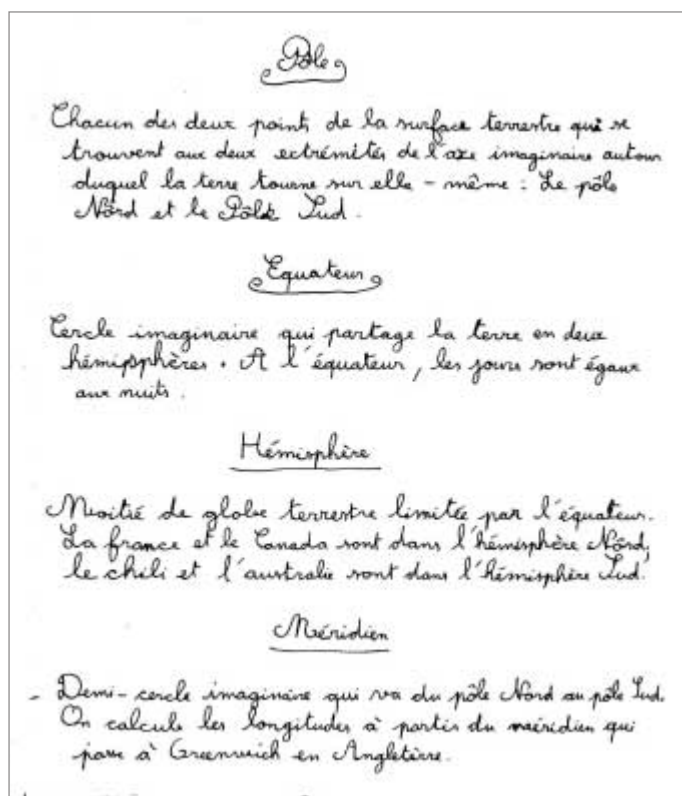


Figure 3

Séance 4. Quelle heure est-il à Sydney lorsqu'il est midi à Paris ?

Les élèves placent les pôles, tracent l'équateur et un méridien sur une boule blanche. Après avoir positionné Paris et Sydney, ils réalisent leur première simulation.

Objectifs

Consolider les définitions trouvées précédemment en les visualisant sur une boule blanche représentant la Terre (figure de gauche ci-dessous). Simuler la position de la Terre face au Soleil lorsqu'il est midi à Paris (figure de droite ci-dessous) puis lorsqu'il est midi à Sydney ; comprendre que c'est alors la nuit dans l'autre ville.



Figure 4



Figure 5

Dans les photographies présentées (ci-dessus et dans les pages suivantes), la direction du Soleil est perpendiculaire à l'axe des pôles, ce qui n'a lieu qu'aux équinoxes. Il n'est pas nécessaire de soulever cette question (hors programme) avec les élèves sauf s'ils objectent eux-mêmes que la durée de la journée n'est pas toujours égale à celle de la nuit (voir partie « Pour aller plus loin ».)

Par petits groupes

Sur leurs boules, les élèves tracent au crayon à papier l'équateur et un méridien. Ils positionnent Paris sur celui-ci. Puis ils cherchent où positionner Sydney en s'aidant des globes terrestres disponibles.

Disposant de leur boule et d'une lampe de poche, les élèves reproduisent la configuration de la question initiale². La consigne est la suivante : *Placer la boule devant la lampe de manière à reproduire ce qui se passe lorsqu'il est midi à Paris. Indiquer quelle heure il est, approximativement, à Sydney. Faire un dessin de l'expérience.*

La même consigne est formulée en inversant Paris et Sydney.

Collectivement

Une maquette plus grosse est utilisée pour un moment de synthèse au cours duquel le maître valide les explications proposées par les élèves et revient, le cas échéant, sur des difficultés observées. Il aide à formuler la conclusion : « L'heure n'est pas la même à Paris et à Sydney parce que lorsqu'une ville est éclairée par la lumière du Soleil, l'autre est dans l'ombre. »

On peut se rendre compte, à ce stade, que les manipulations des élèves sont peu précises. S'ils réussissent, de manière statique, à placer le point repérant Paris face à la lampe et à expliquer qu'alors le point représentant Sydney est dans l'ombre, les mouvements respectifs du spot et de la boule sont erratiques. Il n'est pas nécessaire de s'en inquiéter pour l'instant.

Séance 5. Comment expliquer l'alternance des jours et des nuits ?

En manipulant leur boule et leur source de lumière, les élèves tentent de reproduire l'alternance des jours et des nuits et imaginent différentes hypothèses.

Collectivement

Le maître pose la question et s'assure de sa bonne compréhension.

2. Les spots ou lampes de poche représentant le Soleil sont des sources lumineuses directives alors que ce dernier rayonne dans toutes les directions. Il est important de s'assurer que cela n'entrave pas la compréhension des élèves.

Par petits groupes

Les élèves cherchent une explication à l'aide de leur maquette.

Collectivement

Les différentes hypothèses sont récapitulées, et discutées. On peut s'attendre à l'échantillonnage suivant qui dépend des connaissances initiales des élèves :

- la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil ;
- la Terre tourne autour du Soleil ;
- la Terre tourne sur elle-même (sans mention d'un éventuel mouvement autour du Soleil) ;
- le Soleil tourne autour de la Terre.

Exceptionnellement, on rencontre parfois des réponses relevant de la pensée enfantine : « le jour c'est pour jouer et travailler ; la nuit, c'est pour dormir ». Elles sont en général éliminées par les débats entre élèves. Dans la plupart des cas, les élèves ne réussissent pas à manipuler leur maquette rigoureusement, ce qui fait qu'il n'y a pas consensus pour déterminer les hypothèses à retenir ou à rejeter. Une seconde séance de manipulation sera donc nécessaire.

La séance se termine donc, le plus souvent, par un constat de désaccord pointé par le maître : la classe n'a pas réussi à se mettre d'accord pour savoir quelles hypothèses retenir ou éliminer. En revanche, il y a convergence vers une préoccupation commune : il faut apprendre à se servir plus rigoureusement de la maquette.

Séance 6. L'alternance jours/nuits – utilisation d'une maquette

Les élèves apprennent à utiliser la maquette pour ce qu'elle devrait être : un outil pour raisonner. Ils prennent alors conscience qu'elle ne permet pas de départager certaines hypothèses. À la fin de la séance, l'enseignant indique la bonne explication tout en précisant qu'elle ne peut pas être prouvée à l'école.

Collectivement

Le maître précise aux élèves le rôle de la maquette et la manière dont on l'utilise. C'est un outil qui leur permet de raisonner. La boule représente la Terre, la lampe représente le Soleil. Toute observation sur la maquette peut se traduire par un phénomène dans la réalité. Par exemple, si le point repérant Paris est dans la zone éclairée, cela se traduit dans la réalité par la proposition « Il fait jour à Paris » ; réciproquement, si le point repérant Pékin est dans l'ombre, cela se traduit par « Il fait nuit à Pékin ».

Le maître relance un travail par groupes ayant pour consigne d'examiner chacune des hypothèses en respectant ce mode de raisonnement.

Par petits groupes

Les élèves reprennent leurs manipulations. Ils indiquent, pour chaque hypothèse, si elle peut ou non expliquer l'alternance des journées et des nuits.

Collectivement

Les conclusions sont dégagées. Elles dérangent souvent les élèves et il revient au maître de ne pas laisser subsister le doute. La « bonne explication » (la Terre tourne sur elle-même) est indiquée en précisant que les raisons ayant permis aux scientifiques de l'établir ne peuvent pas leur être expliquées. Toutefois, il les invite à réfléchir sur le problème général du mouvement relatif en évoquant des expériences qu'ils ont peut-être eues : train qui démarre en douceur et qui laisse croire que c'est le paysage qui se déplace dans l'autre sens ; ascenseur. Sans insister outre mesure, une seconde conclusion peut être tirée : on peut être en mouvement relatif et ne pas le percevoir³.

3. La question du mouvement relatif, même rectiligne, est difficile. Dans l'histoire de la pensée, le premier à l'expliciter fut Galilée qui comprit la relativité du mouvement.

Séance 7. Quelle heure est-il à Pékin lorsqu'il est midi à Paris ?

À ce stade il n'est pas encore possible de répondre à la question. Tout ce qui peut être affirmé c'est que Pékin se trouve à la limite de la journée et de la nuit. Pour savoir s'il s'agit du début ou de la fin de la journée il faut connaître le sens de rotation de la Terre sur elle-même. Cette séance a pour but de faire émerger la question.

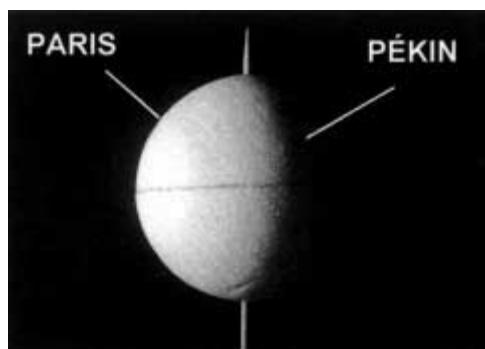


Figure 6. Si la Terre tourne de la gauche vers la droite (voir aussi figure 7), alors Pékin vient de passer dans l'obscurité; c'est le soir dans cette ville. Mais si elle tourne dans l'autre sens, la ville de Pékin s'apprête à passer dans la lumière: dans ce cas c'est le matin dans cette ville.

Collectivement

Le maître rappelle les conclusions de la séance précédente et précise la question faisant l'objet de la séance. Il indique que les réponses doivent être argumentées à l'aide de la maquette habituelle dont il rappelle la manière de s'en servir.

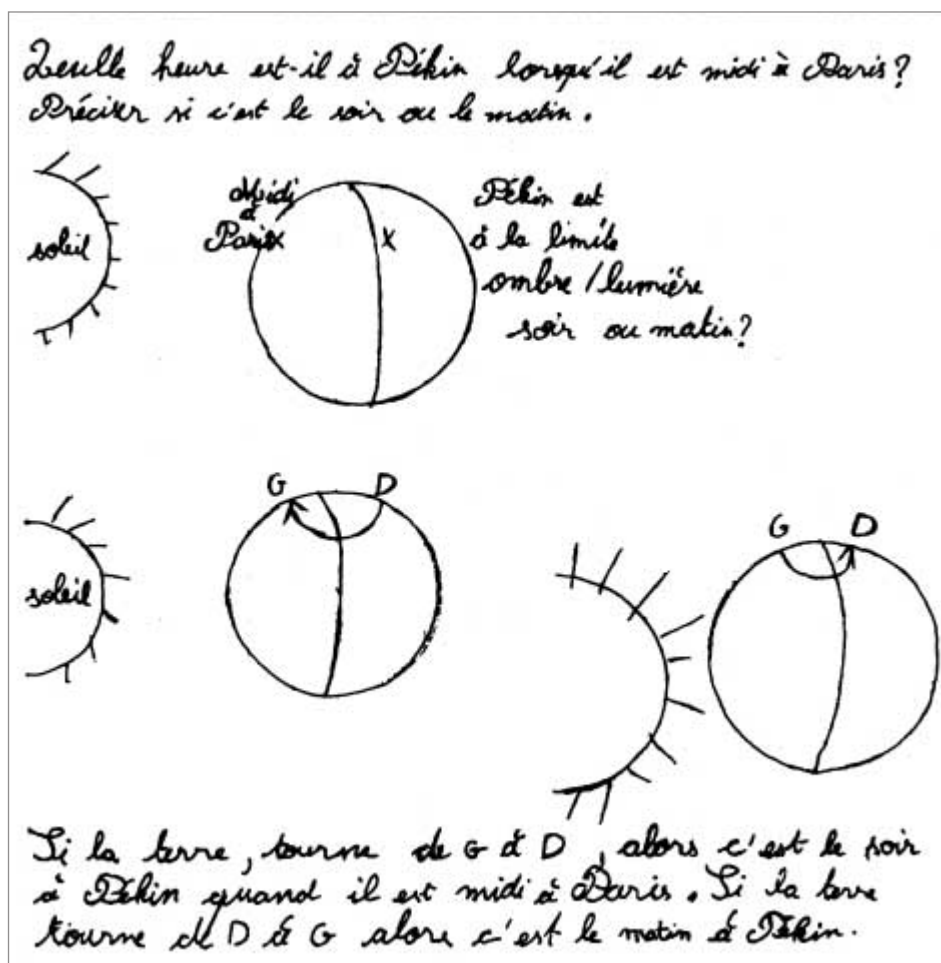


Figure 7

Par petits groupes

Les élèves préparent leurs maquettes en positionnant Paris et Pékin. Ils manipulent ensuite et tentent de se mettre d'accord sur la réponse à la question posée.

Collectivement

Les différents groupes indiquent la réponse qu'ils pensent pouvoir donner à la question. Le maître organise le débat. S'appuyant sur les groupes qui ont correctement perçu le problème, il aide à dégager la conclusion : la réponse à la question posée ne peut pas être donnée si l'on ne connaît pas le sens de rotation de la Terre sur elle-même.

Séance 8. Dans quel sens s'effectue la rotation de la Terre sur elle-même ?

Connaissant le mouvement apparent du Soleil, les élèves déduisent le sens de rotation de la Terre sur elle-même.

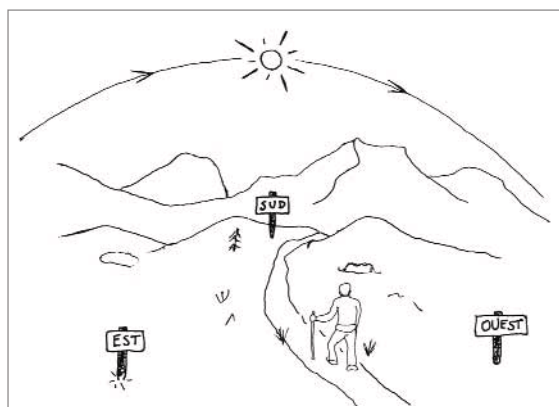


Figure 8. Depuis l'Europe, le personnage voit le Soleil se déplacer de l'Est vers l'Ouest.



Figure 9. Depuis le voisinage du Soleil, un spationaute verrait la Terre tourner sur elle-même d'Ouest en Est.

Collectivement

L'enseignant rappelle les conclusions de la dernière séance et la question en suspens. Il est préférable, à ce stade, de laisser la question ouverte, sans indiquer aux élèves que la clé de l'énigme se trouve dans le mouvement apparent du Soleil. Il sera toujours temps de les aider un peu plus tard, s'ils ne font pas eux-mêmes cette corrélation.

Par petits groupes

Les élèves cherchent. Ils peuvent s'aider de leur maquette. L'enseignant circule et veille à ce que les tâtonnements infructueux ne durent pas trop longtemps. Il fournit l'aide évoquée ci-dessus lorsqu'il l'estime nécessaire.

Collectivement

Le maître dirige les échanges entre les différents groupes et valide la solution. Il aide à la compréhension en formulant ou en faisant formuler les raisonnements : « Si je me tiens debout sur la Terre, en Europe, et regarde le Soleil, il va, au cours de la journée, de l'Est vers l'Ouest, de ma gauche vers la droite. Si maintenant je m'imagine au voisinage du Soleil, regardant la France métropolitaine, je vois la Bretagne se déplacer vers l'endroit où était Paris, c'est-à-dire d'Ouest en Est. »

Le maître met en parallèle ce raisonnement avec les situations évoquées dans la séance 6 (trains, ascenseurs) en faisant faire le dessin correspondant. Il peut aider à conclure : « Nous ne pouvons pas décider de façon définitive quel est l'objet (Terre ou Soleil) en mouvement mais nous avons au moins établi que, si c'est la Terre qui tourne sur elle-même, elle le fait d'Ouest en Est ».

Séance 9. Quelle heure est-il à Pékin... ?

Les élèves ont maintenant tous les éléments pour comprendre le principe des fuseaux horaires. Ils reviennent sur la question laissée en suspens à la séance 7. Puis ils traitent d'autres exemples.

Collectivement

Le maître rappelle d'une part la question non résolue – « lorsqu'il est midi à Paris, quelle heure est-il à Pékin ? » – d'autre part la question du sens de rotation de la Terre sur elle-même. Il fait comprendre sur un globe terrestre le sens de l'expression « d'Ouest en Est » qui qualifie habituellement le sens de rotation de la Terre. Sur le bureau, il met en place une maquette qui pourra servir de support pour les élèves.

Individuellement

Les élèves cherchent la réponse à la question et la formulent par écrit. La correction se fait de manière collective.

Collectivement

Il s'agit maintenant d'appliquer à d'autres villes ce qui vient d'être compris à propos de Paris et de Pékin.

De manière à rester simple, nous proposons des villes qui se situent approximativement sur le même méridien (New York et Lima) ou sur des méridiens faisant entre eux un angle d'environ 90° (Paris, Pékin, Sydney, Lima et New York). Ainsi, la difficulté des exercices pourra-t-elle rester limitée en restreignant les questions (et par conséquent les réponses) à quatre moments particuliers de la journée : midi, minuit, le début de la nuit et la fin de la nuit.

Ainsi, le maître demande-t-il aux élèves de chercher où se situent ces trois nouvelles villes et de les positionner sur leur boule. Il précise qu'ensuite, il faudra utiliser la maquette pour répondre aux questions écrites au tableau :

« Il est midi à Lima, quel moment de la journée est-ce à Sydney ? »

« C'est le lever du jour à Pékin, quel moment de la journée est-ce à Paris ? »

« C'est la tombée de la nuit à New York, quel moment de la journée est-ce à Lima ? », etc.

Par petits groupes

Les élèves placent les villes proposées sur leur boule en s'aidant d'atlas et de globes terrestres. Ils cherchent ensuite à répondre aux questions. Lorsqu'ils sont d'accord entre eux, ils en inventent de nouvelles et se les posent.

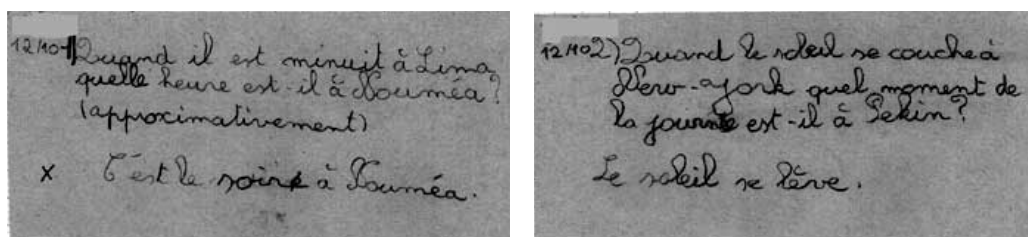


Figure 10

Au cours de la première phase, les élèves ont à utiliser pour la Terre une représentation tantôt plane, tantôt sphérique et sont contraints à passer de l'une à l'autre. L'exercice est particulièrement formateur mais il faut veiller à lui réserver une durée suffisante.

Collectivement

Le maître corrige les questions qu'il a lui-même posées. Il reprend quelques exemples dont il sait qu'ils peuvent poser problème. En particulier, il note deux phrases au tableau : « L'heure n'est pas la même à Paris et Sydney parce que Paris et Sydney ne sont pas dans le même hémisphère ». « L'heure est la même à New York qui est dans l'hémisphère Nord, et à Lima qui est dans l'hémisphère Sud ».

Individuellement, les élèves notent sur leur ardoise si chaque affirmation est vraie ou fausse. La première affirmation est corrigée et devient : « L'heure n'est pas la même à Paris et Sydney parce que Paris et Sydney ne sont pas sur le même méridien. »

Séance 10. Comment garder la trace de ce qui a été compris ?

Plusieurs activités sont proposées. Elles visent à représenter, dans un espace plan, le système Terre-Soleil vu depuis le pôle Nord, de manière à rendre compte des différents moments de la journée (midi, minuit, matin, après-midi, début de nuit, fin de nuit).

Activité 1

Le maître présente les photos de l'annexe 2 qu'il a reproduites. Individuellement, les élèves indiquent le moment de la journée dans chacune des villes. Par petits groupes, ils confrontent ensuite leurs résultats. Ils s'aident de la maquette s'ils en éprouvent le besoin.

Activité 2

Il s'agit de construire la maquette reproduite ci-contre (le cercle représentant la Terre est mobile autour d'une attache parisienne, il peut être de grande taille pour faciliter l'observation par les élèves) puis de la faire fonctionner, toujours à partir de questions : « C'est l'après-midi à Pékin, où en est la journée à Los Angeles ? », etc.

Le cas échéant, il est envisageable d'améliorer le modèle en partageant le cercle mobile en vingt-quatre secteurs de manière à représenter les vingt-quatre fuseaux horaires.

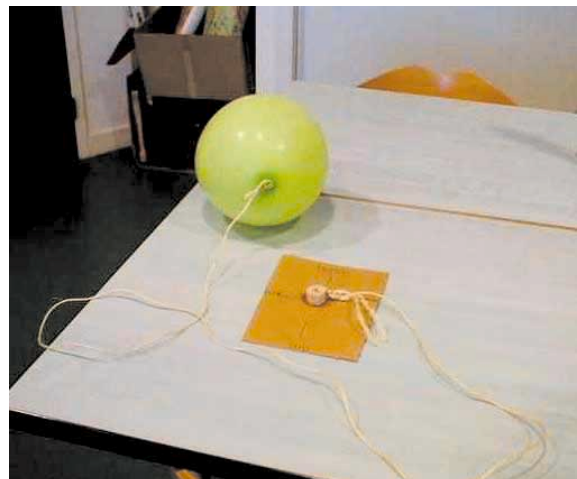


Figure 11

Activité 3

On en arrive à la schématisation classique. Les élèves doivent légender le schéma (agrandi) ci-dessous.

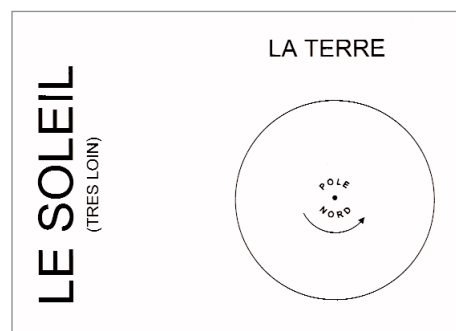


Figure 12. Mettre une légende en indiquant la zone où il est :

- midi ;
- minuit ;
- le début de la nuit ;
- la fin de la nuit ;
- le matin ;
- l'après-midi.

Conditions de la mise en œuvre de la séquence

Matériel pour un groupe d'élèves

- Une carte des fuseaux horaires (fournie en annexe);
- une lampe de poche pour représenter le Soleil;
- une petite boule (polystyrène par exemple) percée de part en part d'un axe (aiguille à tricoter, pic de brochette...) pour représenter la Terre. La dimension de la boule représentant la Terre doit être adaptée à la largeur du faisceau de la source de lumière pour tenir largement dans celui-ci. Pour éviter tout risque de blessure, le maître effectue lui-même la mise en place de l'axe des pôles en enfonçant l'aiguille selon un diamètre de la boule.

Matériel destiné aux synthèses

- Une boule blanche pour représenter la Terre, plus grosse que celles qui servent aux élèves;
- pour représenter le Soleil, un spot ou une ampoule relativement puissante⁴ (100 W). Si cette dernière solution est choisie, il faut être attentif à la sécurité du dispositif et ne pas le laisser manipuler par les élèves.

Il est en outre utile de disposer de quelques globes terrestres.

Durée

Une dizaine de séances, de 45 à 60 minutes chacune, paraît nécessaire. La démarche est donc assez longue, mais une part importante du programme d'astronomie est ainsi traitée en même temps que des notions de géographie.

Fiches connaissances conseillées

Voir essentiellement la fiche n° 20 « Rotation de la Terre sur elle-même ». En complément, pour les activités préalables, il peut être utile de se reporter aussi à la fiche n° 19 « Mouvement apparent du Soleil » ainsi qu'à la n° 21 « Système solaire et Univers ».

Conclusion

Les savoirs principaux visés par ces différentes séances sont ceux qui sont prévus par les programmes officiels que nous avons rappelés dans l'encadré « La place dans les programmes ». Ils concernent essentiellement l'astronomie mais aussi, de manière annexe, la géographie.

Au-delà des savoirs, les élèves ont mené des activités qui leur ont permis de réfléchir aux différents points de vue pouvant être pris pour expliquer un même phénomène. En s'efforçant de mettre en cohérence les phénomènes observés et décrits dans un repère terrestre (est, ouest) voire égocentrique (gauche, droite) avec une représentation abstraite (la maquette, le schéma), les élèves apprennent à se décentrer et développent ainsi leur aptitude à se repérer dans l'espace.

Si l'occasion s'en présente, un travail portant sur la Lune permettra de manipuler de nouveau des maquettes et d'évaluer dans quelle mesure les compétences liées à leur utilisation et à la représentation mentale de l'espace sont réinvesties.

Enfin, tout au long de la démarche, les élèves sont invités à réfléchir, à échanger, à argumenter. Ils ont à expliciter leur pensée ou leurs explications par écrit à l'aide de textes et de schémas. Les formes et les modalités de production sont variées (affiches collectives, écrits individuels ou par petits groupes, glossaire...). Tous ces éléments contribuent à les faire progresser dans la maîtrise de la langue.

4. L'utilisation d'une ampoule de 100 W permet d'obtenir un bon contraste, mais provoque l'éblouissement des élèves. Un cache en carton, placé entre l'ampoule et la classe, permet d'éviter ce désagrément.

Pour aller plus loin

La nécessité de l'heure universelle peut être abordée en prolongement. Il est utile d'avoir, partout dans le monde, une heure commune pour dater des événements d'importance mondiale (Quel jour et à quelle heure Neil Armstrong a-t-il posé le pied sur la Lune?). On utilise pour ce faire l'heure de notre fuseau horaire (qui est aussi celui de Greenwich) qu'on nomme heure universelle ou temps universel (T.U.).

À l'issue de ces séances, les élèves ont d'une part associé l'heure au mouvement apparent du Soleil, d'autre part manipulé des boules et des spots pour modéliser les phénomènes, ce qui peut conduire les élèves à poser de nombreuses questions pertinentes et dont les réponses ne sont pas aisées. » Pourquoi l'ombre du gnomon n'est-elle pas la plus courte lorsqu'il est midi à nos montres? », « Pourquoi la durée de la journée n'est-elle pas toujours égale à celle de la nuit⁵? », « Qu'est-ce que la ligne de changement de date? », etc. L'enseignant peut éventuellement aider les élèves à se doter de quelques éléments de réponse. Mais il n'a pas à s'en faire une obligation. Qu'une séquence d'activités scientifiques se termine par de nouvelles questions non résolues est non seulement possible mais souhaitable. Il en est d'ailleurs ainsi de la véritable activité scientifique. Dans le but d'aider les élèves à décentrer encore leur perspective, et à l'occasion d'un travail sur la Lune ou sur le système solaire, il est intéressant d'évoquer l'alternance des journées et des nuits sur d'autres astres: *Vue du Soleil, la planète Jupiter fait un tour sur elle-même en environ 10 heures. Quelle est la durée de la nuit jovienne? Quelle est la durée de l'après-midi? Vue du Soleil, la Lune fait un tour sur elle-même en environ 30 jours. Quelle est la durée de la journée lunaire? Dans Le Petit Prince, il est question d'un allumeur de réverbères qui vit sur une planète imaginaire. Il allume et éteint son réverbère une fois par minute. En combien de temps cette planète imaginaire, vue de son étoile, effectue-t-elle un tour sur elle-même? Quelle est la durée de la journée et celle de la nuit?*

Enfin, il est envisageable de proposer aux élèves un travail documentaire sur des sites Internet. Compte tenu des essais que nous avons effectués il nous semble préférable de faire travailler les élèves sur une liste préparée⁶:

- proposer une liste d'institutions type CNRS, CEA, NASA, etc., avec la signification de tous ces sigles;
- prévoir une liste de dix sites à classer par ordre de pertinence; cette liste contient:
 - une catégorie de sites institutionnels de qualité variable par rapport au sujet, à charge aux élèves de repérer les meilleurs,
 - une catégorie de sites intéressants, non institutionnels (pages personnelles bien documentées),
 - une catégorie déchet (sites ayant peu ou pas de rapport avec le sujet);
- dans un dernier temps les élèves pourraient être placés sur la recherche en réel, avec un moteur de recherche et des mots-clés bien choisis.

Sélection indicative de sites

www.fourmilab.ch/earthview/

Très bon site (en anglais), avec des images interactives de la planète en éclairage variable jour/nuit.

www-obs.univ-lyon1.fr/~ga/terre.html

Permet une animation de la Terre en rotation.

<http://195.221.249.130/Pointeurs/liens-img/science.htm>

Banque d'images scientifiques. On choisira l'image de « la Terre, la nuit ». Cette image permet de réaliser l'impact de l'éclairage nocturne; certains continents sont illuminés, d'autres apparaissent faiblement: l'accès à l'électricité présente une forte disparité.

5. Cette question ne figure pas explicitement dans les programmes, mais peut néanmoins faire l'objet d'une séquence si l'enseignant se sent capable de la mener à bien.

6. Avec le moteur de recherche www.google.fr/ et les mots-clés classiques « jour+nuit+alternance » ou « jour+nuit+planète Terre » on trouve plus de 800 références de sites !

www.bips.cndp.fr/

Le site précédent était un extrait de cette banque d'images, utile à connaître, car utilisable en toutes disciplines.

www.ac-nice.fr/clea/C1.html

Une mise au point rigoureuse pour les enseignants concernant la mesure du temps et les coordonnées géographiques.

www.planetobserver.com/commun/jsp/navigateur.jsp?espace=Ind&langue=fr

Cliquer sur « naviguez » pour obtenir une image haute définition de la Terre qui peut être observée selon différentes perspectives (vues polaires par exemple).

www.ac-poitiers.fr/pedago/ecoles/cederom-ien/former/ressourc/monde.htm

Banque d'images scientifiques; multiples documents dans « l'observation de la Terre ».

www.teteamodeler.com/boiteaoutils/decouvrirlemonde/fiche29.htm

Sur cette page du site on trouve de belles images de la Terre à différentes phases du jour ou de la nuit (on clique dessus pour les avoir en plein écran) ainsi qu'une fiche d'activité « fabriquer une mini Terre ».

www.inrp.fr/lamap/scientifique/astronomie/consultants/reponses_consultants.htm

Le site de *La main à la pâte* propose aux enseignants de poser des questions en astronomie, auxquelles répondent des consultants scientifiques, de façon simple et précise. Questions et réponses sont archivées.

www.geocities.com/heureinternational/

Ce site présente sous forme de tableau les conversions entre le temps universel (méridien de Greenwich) et l'heure locale. Il est intéressant de confronter les élèves à deux types de présentation: le tableau et une carte des fuseaux horaires.

<http://fgi.citeglobe.com/fuseaux/fuseaux.html>

Carte mondiale des fuseaux horaires.

www.rog.nmm.ac.uk/

Site en anglais. En cliquant sur *Home of the prime meridian of the world*, l'enseignant comprend mieux la mise en place du méridien 0. Le texte est à traduire pour les élèves (recherche sur Google avec le mot-clé « Greenwich »).

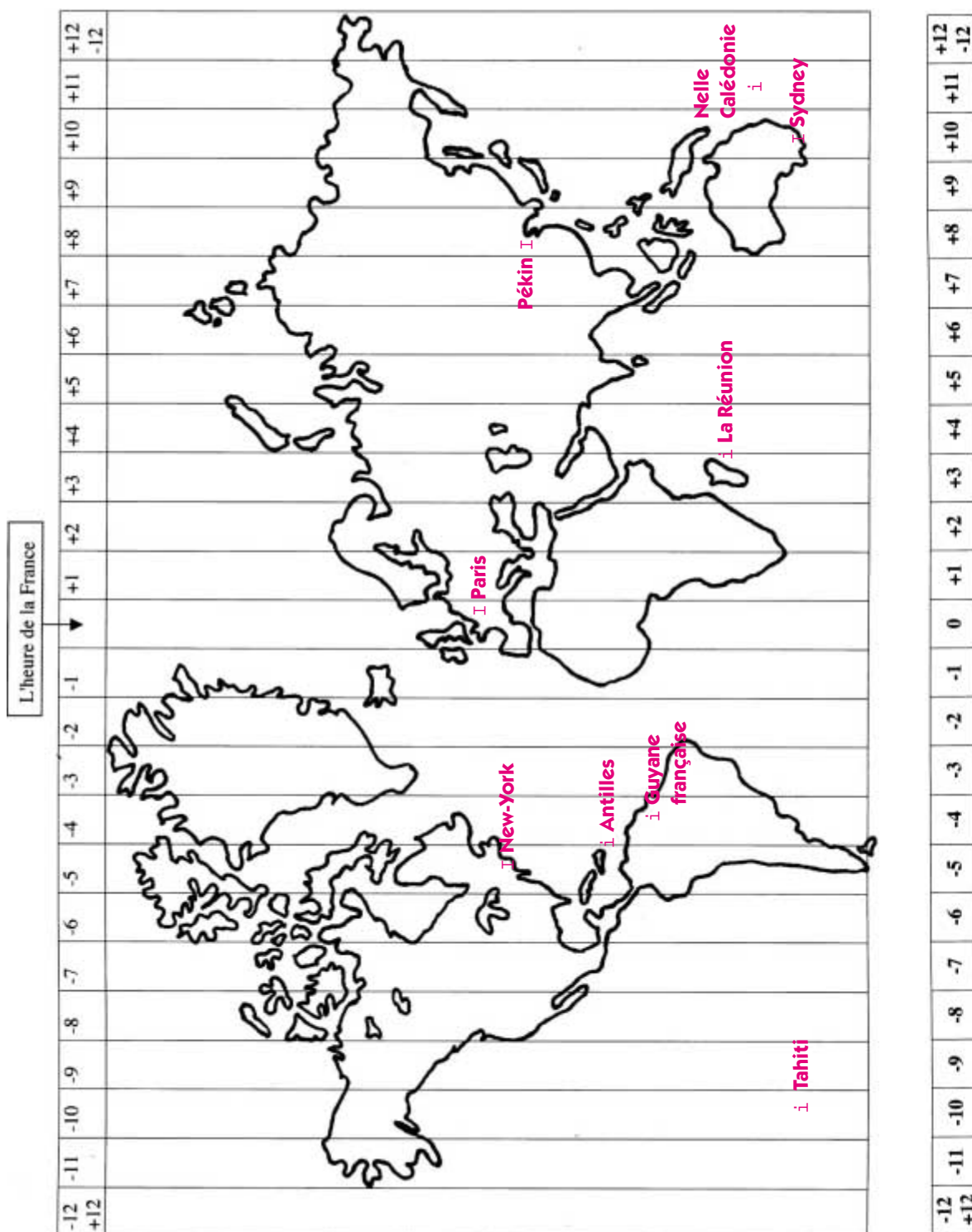
www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans/

Présente à la fois des explications scientifiques et des propositions pédagogiques sur les cadrans solaires.

Sources

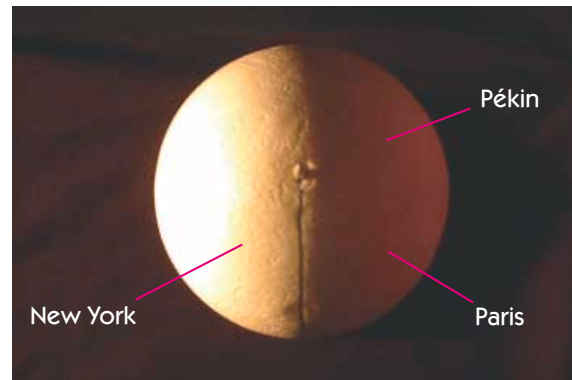
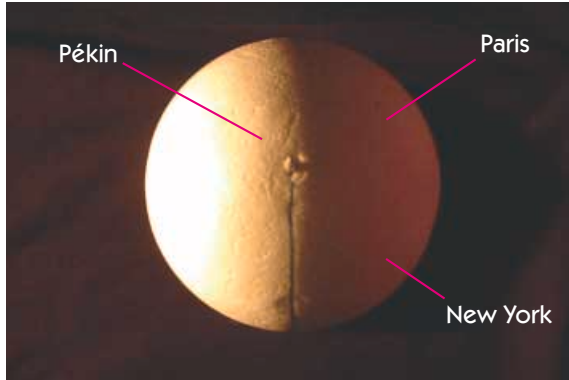
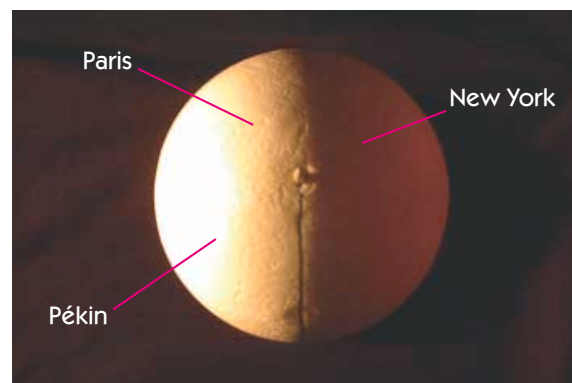
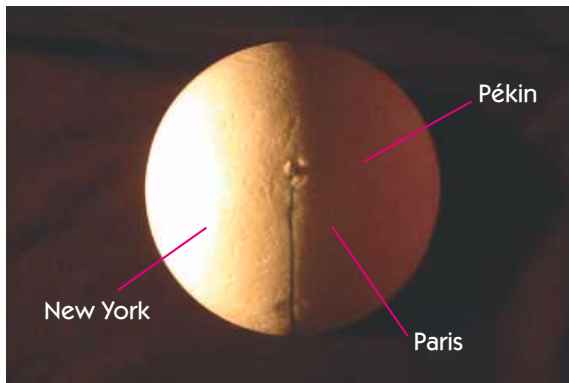
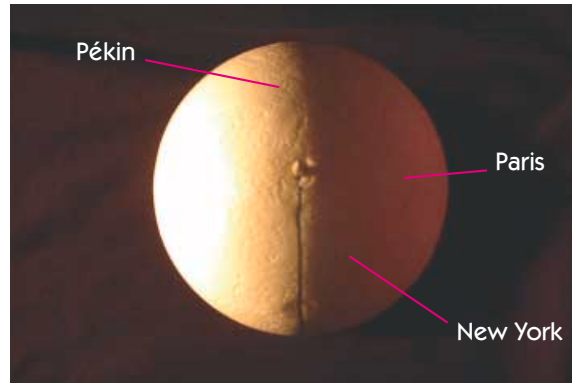
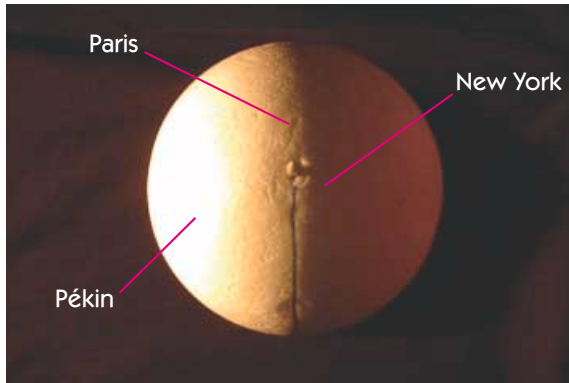
Travail expérimenté dans la classe de CM1 de l'école élémentaire de Beaupré-Le Châble (74) et dans la classe de CE2-CM1-CM2 de l'école du Chaumet à Évires (74) dont sont issus les documents d'élèves.

Frise à utiliser en séance 1 et synthèse



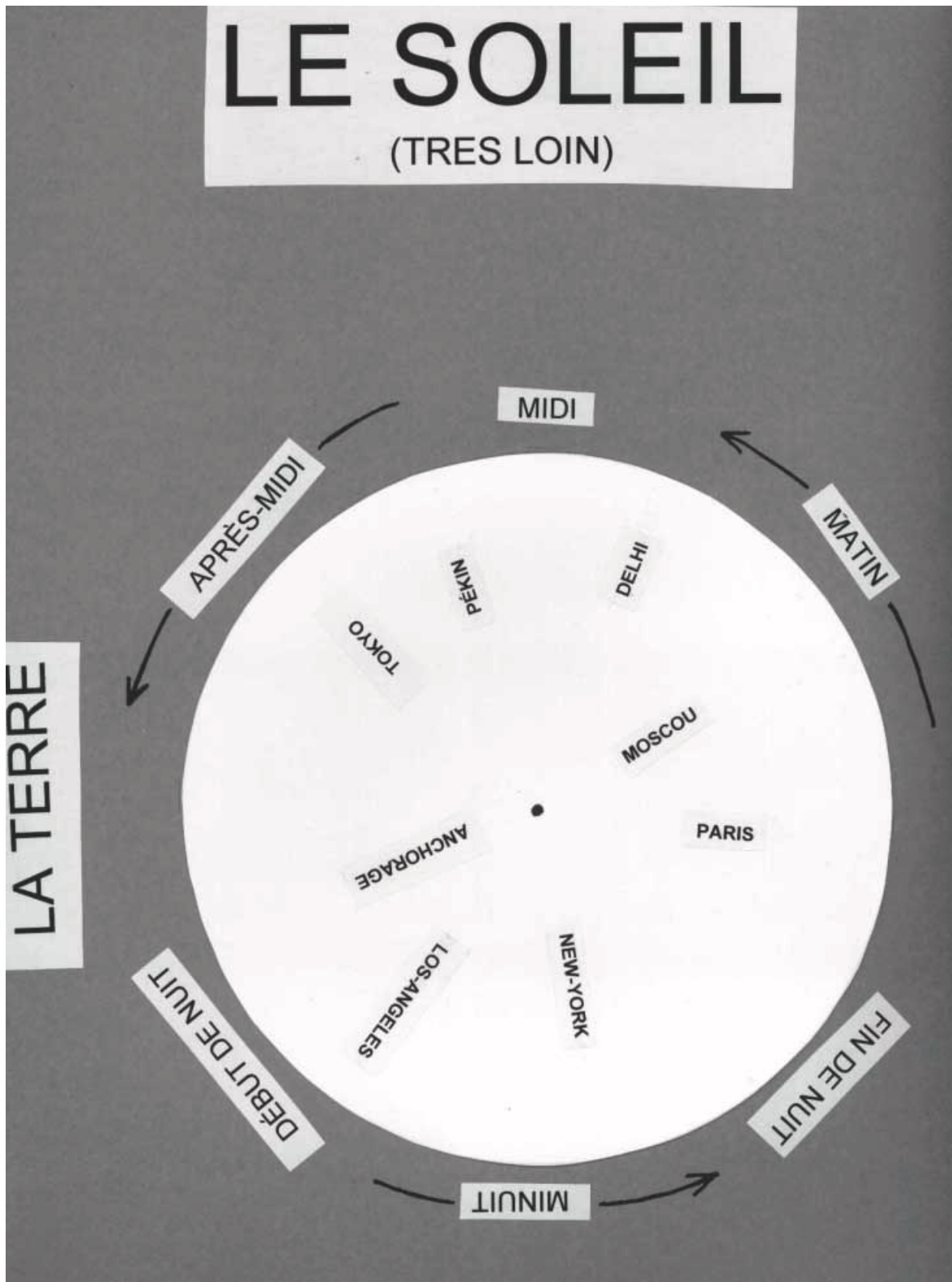
La frise de droite est à découper (en la prolongeant des deux côtés de quelques heures). Elle peut ainsi être superposée à la carte, la référence (le zéro) étant sur n'importe quel fuseau horaire. On obtient ainsi directement le décalage horaire entre n'importe quelle ville de référence et n'importe quel fuseau horaire. Cette frise est à utiliser à la fin de la première séance pour aider les élèves qui ont des difficultés, puis au moment de la synthèse.

Photographies à exploiter en séance 10



Photographies à photocopier et à découper. Pour chacune d'entre elles, les élèves cherchent le moment de la journée dans chaque ville. Le maître peut rappeler le sens de rotation de la Terre sur elle-même.

Une maquette en carton à construire



Un exemple de construction à proposer aux élèves.