Maths et Astronomie
2. Terre

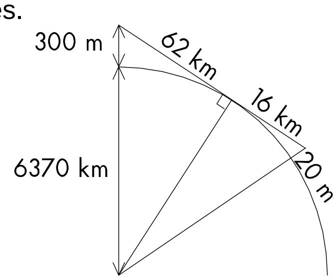
SOLUTIONS
COMPLÉMENTS POUR L'ENSEIGNANT
À PROPOS DES DOCUMENTS JOINTS

SOLUTIONS

Dans les deux premiers exercices, la figure est faite dans le plan du méridien. Il faut donc que le Soleil soit dans ce plan, ce qui signifie qu'il doit être midi au Soleil lors des mesures.

1. $\widehat{ATS} = \widehat{ADE} = 1/50$ tour donc circonférence de la Terre = 50 × 5 000 stades = 250 000 stades ou 42 500 km, ce qui est une très bonne mesure pour l'époque même si on n'est pas certain de la valeur du stade utilisé.
Rayon = 42 500 / (2π) ≈ 6 760 km

2. $\widehat{ATB} = z_A - z_B = 0{,}73°$. Circonférence de la Terre : 90 / 0,73 × 360 ≈ 44 380 km
Rayon de la Terre : 44 380 / (2π) ≈ 7 060 km
L'imprécision du résultat vient du fait que les deux villes sont très proches.



3. a. En supposant l'œil de l'enfant au niveau de la mer :
$\sqrt{6370{,}02^2 - 6370^2} \approx 16$ (en km)

b. $\sqrt{6370{,}3^2 - 6370^2} \approx 62$.
Distance totale : 62 km + 16 km = 78 km

4. a. 10 000 000 m. Une introduction au système métrique bien utile en classe de 6^e.
b. 40 000 km.

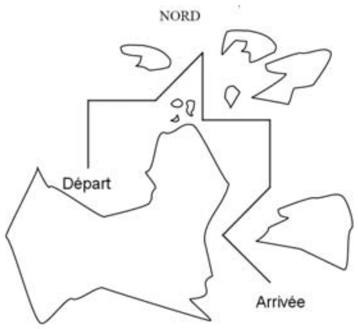
5. a. Environ 510 000 000 km².
b. 510 000 000 km² – 357 000 000 km² = 153 000 000 km².
c. Environ $1{,}08 \times 10^{12}$ km^3 ou $1{,}08 \times 10^{21}$ m^3
d. $5{,}98.10^{24}$ kg/$1{,}08 \times 10^{24}$ dm^3 ≈ 5,5 kg/dm^3 ou 5,5 g/cm^3

6. a. 6 378 – 21 = 6 357 km
b. $4/3 \times \pi \times 6\,378^2 \times 6\,357 \approx 1{,}08 \times 10^{12}$ km^3
c. On doit avoir $4/3 \times \pi \times r_m^3 = 4/3 \times \pi \times r_e^2 \times r_p$ d'où $r_m = (6\,378^2 \times 6\,357)^{1/3} \approx 6\,371$ km.

7. a. 40 000 km / 24 h ≈ 1 667 km/h
b. 149 600 000 × 2π / (365,25 × 24) ≈ 107 000 km/h soit environ 30 km/s
c. 28 000 × 9 460 000 000 000 × 2 × π / (230 000 000 × 365 × 24 × 3600) soit environ 230 km/s.
On voit bien ici que les notions de mouvement et de vitesse n'ont de sens que dans un référentiel donné, géocentrique dans le premier cas, héliocentrique dans le second et galactocentrique dans le troisième.

9. a. 180°. 90°. 270°. 135°. 22,5°. 337,5°.
b. arctan (0,5) soit environ 27°.

10.



11. La latitude d'un lieu est égale à la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon (angles aux côtés perpendiculaires deux à deux). On peut aussi calculer $\widehat{sOH}$ puis $\widehat{HOT}$ et enfin $\widehat{OTH}$.

12. Le Soleil étant situé dans le plan de l'équateur, sa hauteur au-dessus de l'horizon sud à midi est l'angle a de mesure 50°(± 30'). La latitude du lieu est donc l'angle φ complémentaire de a soit 40° (± 30'). A l'aide d'un atlas on peut remarquer que Madrid ou Ankara conviennent.

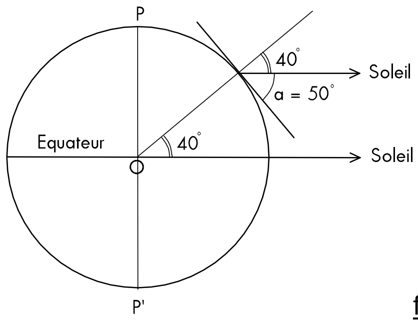


fig.9

13. Le décalage horaire (en heure solaire) correspond au décalage en longitude à raison de 360° pour 24 heures ou 15° par heure ou encore 1° pour 4 minutes. L'avance de 58 minutes correspond à une longitude de 14,5° à l'ouest de Paris.

14. a. L'écart de longitude entre l'Andalousie et les îles Bahamas est 5 h (17 – 12 = 5), soit 75° (5×15°).
b. D'après l'exercice 16 : ℓ = L cos φ donc ℓ = 40 000 × cos (30°) ≈ 34 641 km. La distance parcourue pendant son voyage est donc : (34 641 × 5) / 24 soit environ 7217 km.
c. La durée du voyage est d'environ 71 jours. Sa vitesse approximative moyenne est donc 100 km par jour.

15. 40000 / (360 × 60) ≈ 1,852 km : c'est la définition du mille marin.

16 et 17. Longueur de l'arc de méridien AB, si α est la mesure de l'angle $\widehat{AOB}$ en degrés :
40 000 km pour 360° donc 40 000 × α / 360 pour α ° (proportionnalité).
16. α = 50° 06' – 48° 52' = 1° 14' ≈ 1,23° ; Distance : 40 000 × 1,23 / 360 ≈ 136,7 km.
17. l = 6 000 km ; α° = (6 000 × 360) / 40 000 = 54°. La deuxième ville a donc pour latitude 14° S.

18. Le parallèle de latitude φ (0° ≤ φ ≤ 90°) est le cercle de centre I et de rayon r = IV et de longueur $\ell = 2\pi r$ (le parallèle de latitude – φ a pour rayon r et pour longueur ℓ).
a. V et V' étant sur le même méridien, φ est la mesure de l'angle $\widehat{V'OV}$ et dans le triangle rectangle IOV, on a : cos φ = IV / OV = r / R = ℓ / L ; donc ℓ = L cos φ.
b. ℓ = L / 2 = L cos φ donc cos φ = 1 / 2 et φ = 60° (0° ≤ φ ≤ 90°).
c. ℓ = 10 000 km donc cos θ = 1 / 4 donc θ ≈ 75, 5 ° donc p ≈ 14,5°
La distance au pôle d'un point V situé sur le parallèle de latitude φ est la longueur de l'arc PV sur le méridien de V : 40 000 × 14,5 / 360 ≈ 1611km.

19. Premier trajet : l'angle $\widehat{BIL}$ mesure 100°. D'après l'exercice 18b, la longueur du 60^e parallèle est 20 000 km donc la longueur de l'arc BL sur ce parallèle est 20 000 × 100 / 360 soit 5556 km.
Deuxième trajet : un avion partant de L et passant par le pôle suivra le méridien de L puis celui de B. Les méridiens ayant la même longueur, et les angles $\widehat{BOP}$ et $\widehat{LOP}$ ayant la même mesure (90° – φ = 30°), les arcs LP et BP ont la même longueur : (40 000 / 360) × 30 soit environ 3 333 km. La distance parcourue par un avion passant par le pôle pour joindre L et B est donc environ 6 666 km.
Troisième trajet : le grand cercle qui passe par B et L ne passe pas par le pôle. On va déterminer la longueur de l'arc BL sur ce grand cercle. Soit H le milieu de [BL]. Le triangle IBL est isocèle de sommet I donc H est le projeté orthogonal de I sur (BL) et dans le triangle rectangle IBH on a : sin $\widehat{BIH}$ = BH / r = BL / R.
L'angle $\widehat{BIL}$ mesure 100° donc l'angle $\widehat{BIH}$ mesure 50° donc BL = R sin 50°.

Le triangle OBL est isocèle de sommet O donc H est le projeté orthogonal de O sur (BL) et dans le triangle rectangle OBH on a : sin $\widehat{BOH}$ = BH / R = BL / 2 R donc sin $\widehat{BOH}$ = 1 / 2 sin 50°. $\widehat{BOH}$ a donc pour mesure 22, 5° environ et $\widehat{BOL}$ 45°. Donc ℓ = (40 000 / 360) × 45 = 5 000 km.
C'est le plus court des trois trajets.

20. Elle part du pôle Nord.

21. Cela est possible s'il fait un tour complet en parcourant le parallèle lorsqu'il se déplace vers l'est.
Si on appelle d la distance cherchée, la latitude φ du parallèle est égale à d×90/10 000 en degrés ou d×π/20 000 en radian
La longueur du parallèle est égale à 40 000 cos φ.
On doit donc avoir 40 000 cos (d×π/20 000) = d.
Ce type d'équation ne peut pas se résoudre algébriquement. On peut par contre en avoir une valeur approchée, avec un tableur par exemple (voir le fichier **M&A CLEA Terre Ex21 sol**)
On trouve entre 8 617 et 8 618 km pour une latitude de 77,56°.
Il existe d'autres solutions : M. Y peut faire deux tours complets sur son parallèle (9 261 km à 83,35°), 3 tours (9 496 km à 85,46°)…
On obtient donc une infinité de solutions toutes comprises entre 8 617 et 10 000 km.

22. a. Il est 15 h à Moscou, 21 h à Tokyo, 2 h à Tahiti, 7 h à Santiago et 11 h à Dakar.
b. Il est 21 h jeudi à Moscou (18 + 3 = 21). Il est 4 h vendredi à Sydney (18 + 10 = 24 + 4). Il est 13 h jeudi à Santiago (18 – 5 = 13). Il est 24 h jeudi ou 0 h vendredi à Calcutta (18 + 6 = 24). Il est 9 h jeudi à Anchorage (18 – 9 = 9). Il est 17 h jeudi à Dakar (18 – 1 = 17).
c. Il est 12 h à Dakar (9 + 3 = 12).
d. Il est 20 h le mardi à Anchorage (1 – 5 = – 4 = – 24 + 20).
e. Il est 18 h à Singapour (5 + 13 = 18).
f. Il est 16 h mardi à Chicago (5 – 13 = – 8 = – 24 + 16).

23. À Paris le temps légal d'été est TU + 2.
a. À Vienne le temps civil est égal à TU + 1 donc le temps légal d'été est TU + 2, comme à Paris. Le voyageur n'a pas à changer l'heure à sa montre. Le voyage dure deux heures.
b. À Tokyo le temps légal est égal au temps civil soit TU + 9 = T_L(Paris) + 7.
La durée du voyage est donc : 11 h 40 ((24 h – 13 h 30) + 8 h 10 – 7 h).
Quand il est 12 h à Tokyo, il est 5 h à Paris (12 – 7 = 5).
La durée du voyage étant 11 h 40, l'avion arrive à Paris à 16 h 40.
c. Le temps civil de New York est TU – 4. Le temps légal de New York est donc T_L(Paris) – 5. Quand il est 10 h 30 à Paris, il est 5 h 30 à New York. La durée du voyage est donc 6 h 15.

24. S'il se déplace vers l'Est, il faut ajouter à la durée du voyage 24 fois une heure à chaque changement de fuseau mais il faut enlever un jour en passant vers l'est la ligne de changement de date. S'il se déplace vers l'Ouest, il faut enlever 24 h (changements de fuseaux) mais il faudra ajouter un jour en passant vers l'ouest cette même ligne. Donc quel que soit le sens, il arrivera le 21 septembre à 5 heures.

25. Voyageant d'Ouest en Est, Philéas Fogg a dû avancer sa montre de 1 h à chaque fuseau horaire et ce, 24 fois. Il a donc gagné une journée fictive sur la date de départ de Londres. Dans son journal, il avait omis de reculer d'un jour entier son journal de bord en franchissant d'Ouest en Est la ligne de changement de date.

COMPLÉMENTS POUR L'ENSEIGNANT

Quelques données

Diamètre équatorial : 12 756 km
Diamètre polaire : 12 718 km
Aplatissement : 0,0034
Masse : $5{,}98.10^{24}$ kg
Masse volumique moyenne : 5,52 g/cm^3
Vitesse de libération : 11,2 km/s

Mesures

L'expérience d'Ératosthène pour mesurer la Terre a été reproduite à diverses époques, en particulier par les astronomes arabes, et a donné de bonnes valeurs du rayon terrestre. Le calcul suppose que le Soleil est suffisamment éloigné pour que ses rayons soient parallèles.
Au début du XVIII^e siècle, des expéditions en Laponie et au Pérou ont montré que la Terre était aplatie aux pôles comme l'avait déjà suggéré Newton (et contrairement à ce qu'affirmait Descartes).
La définition du mètre à la révolution française comme la dix-millième partie du quart du méridien terrestre a demandé de nouvelles mesures du méridien.
On trouve de nombreux ouvrages relatant ces expéditions.

La masse de la Terre a pu être déterminée grâce à l'expérience de Cavendish qui, à la fin du 18^e siècle, a mesuré l'attraction de deux masses et en a déduit la valeur de la constante de gravitation G.

Points cardinaux

Il est important de rappeler que les points cardinaux proviennent de la rotation de la Terre sur elle-même et non de son champ magnétique. Le nord géographique est la direction du pôle nord. Celui-ci est quasiment stable même si différents déplacements, en particulier des masses atmosphériques, fait légèrement varier la position du pôle (qui reste contenu dans un carré de 20 m de côté).
Le nord magnétique est beaucoup plus instable et se modifie assez rapidement au cours du temps.

Repérage sur la sphère

Définitions relatives à la sphère

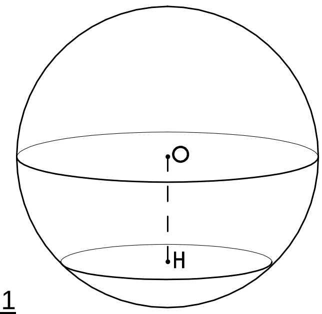


fig. 1

1. Rappeler aux élèves :

- La définition de la sphère S (O, R).
- L'intersection de la sphère S (O, R) et d'un plan P. Discussion en fonction des valeurs respectives de la distance de O à P et du rayon R.
- La définition d'un grand cercle de la sphère.

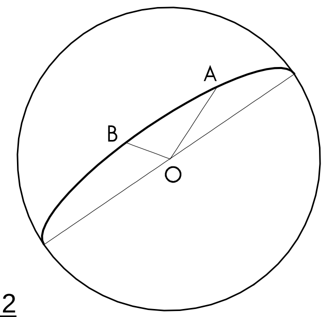


fig. 2

2. Deux points quelconques de la sphère, A et B, distincts, sont toujours situés sur un grand cercle de la sphère. Si les points A et B ne sont pas diamétralement opposés, ce grand cercle est unique, sinon il y en a une infinité (fig. 2).

Parmi tous les arcs de cercle de la sphère d'extrémités A et B, celui dont la longueur est minimale est un des deux arcs du grand cercle passant par A et B (et bien sûr le plus petit).

Si l'angle $\widehat{AOB}$ a pour mesure α en degrés et si la sphère a pour rayon R, la longueur L de l'arc AB est $L = \pi \times R \times \frac{\alpha}{180}$ (proportionnalité de la longueur de l'arc et de l'angle au centre).
Si α est en radians, on peut utiliser $L = R \times \alpha$

3. Activités possibles :
Pour faire comprendre la notion de grand cercle et d'arc de longueur minimale, on peut :
- utiliser des boules de polystyrène que l'on peut découper suivant différents plans.
- utiliser une balle sur laquelle on peut dessiner des arcs de longueurs différentes entre deux points A et B ou tendre une ficelle entre deux points.
- exploiter des représentations planes de la sphère (fig. 1et 2).

La sphère terrestre

1. Coordonnées géographiques (fig. 3)

On désigne par S la surface de la Terre assimilée à une sphère et par V un point de S.
Expliciter aux élèves les notions suivantes :

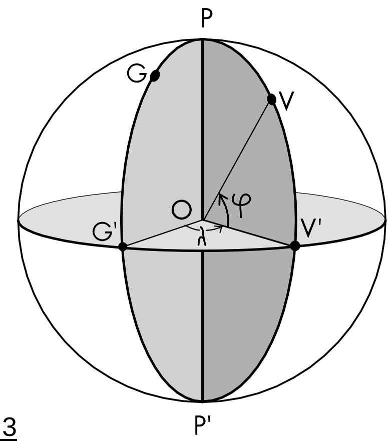


fig. 3

- **axe des pôles**, défini par la rotation de la Terre, pôle nord P et pôle sud P'.

- équateur terrestre (grand cercle intersection de la sphère avec le plan médiateur du segment [PP'] appelé plan équatorial).

- **parallèle géographique de V** (cercle de S dont le plan est parallèle au plan équatorial).

- **méridien géographique de V** (V étant supposé distinct de P et de P', c'est l'unique demi-grand cercle de diamètre [PP'] passant par V. Ce méridien coupe le cercle équateur en V'). On peut aussi définir le demi plan méridien de frontière (PP') qui contient V.

- latitude φ de V : mesure en degrés de l'angle $\widehat{V'OV}$.
Tous les points du parallèle de V ont la même latitude.
Elle est comptée de 0° à 90° vers le Nord (latitude Nord) et de 0° à – 90° vers le Sud (latitude Sud).

- **longitude λ de V** : mesure, en degrés, de l'angle $\widehat{G'OV'}$ (le point G représente Greenwich).
Tous les points du méridien de V ont la même longitude.
La longitude est mesurée de 0° à 180° vers l'Est (longitude Est) et de 0° à 180 vers l'Ouest (longitude Ouest). On peut aussi munir λ du signe – vers l'Est et du signe + vers l'Ouest.

Pour l'observateur placé en V, la latitude est directement accessible comme hauteur du pôle de son hémisphère céleste au-dessus de l'horizon (angles aux côtés respectivement perpendiculaires).

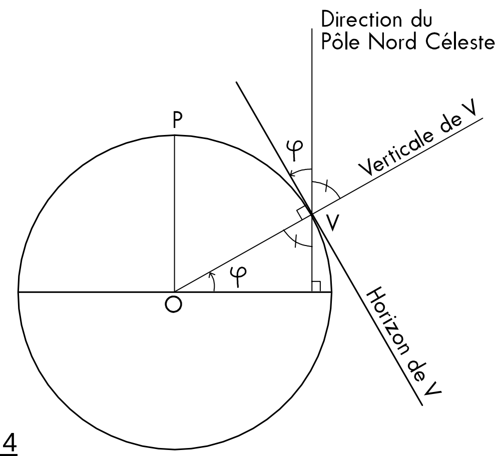


fig. 4

2. Distances et déplacements sur la Terre

Sur la Terre, « se déplacer vers le Nord » signifie se déplacer vers le Nord suivant le méridien et « se déplacer vers l'Est » signifie se déplacer vers l'Est suivant le parallèle.
Joindre par le plus court chemin deux points de même longitude, c'est se déplacer à longitude constante donc suivre le méridien de ces deux points.
Par contre joindre par le chemin le plus court deux points de même latitude, ce n'est pas se déplacer à latitude constante (sauf si ces deux points sont sur l'équateur), ce n'est pas suivre le parallèle de ces deux points mais le grand cercle contenant ces deux points.

On peut remarquer que cet arc de grand cercle est décalé par rapport à l'arc de parallèle géographique vers le pôle de l'hémisphère considéré et en particulier, si les points sont sur des méridiens opposés l'arc de grand cercle passe par le pôle donc suit les deux méridiens.
La distance sur Terre de deux villes A et B est la longueur du plus petit des deux arcs AB mesurés sur le grand cercle passant par A et B.
La longueur d'un grand cercle de la Terre est environ 40 000km.

3. Mesure de la latitude et de la longitude

Le problème de la latitude a été rapidement résolu par la mesure de la hauteur d'une étoile ou du Soleil. Le plus simple est de mesurer la hauteur de l'étoile Polaire (voir l'exercice 10). Il faut préciser que, actuellement, la Polaire est située à environ 45' du pôle Nord céleste.

Le problème de la longitude est plus complexe : un écart de longitude entre deux points correspond à un décalage horaire à raison de 360° pour 24 h donc de 15° par heure.
Le problème a été résolu par l'invention de montres fonctionnant en mer. Il suffisait d'emmener l'heure du méridien de référence pour la comparer avec l'heure locale mesurée avec le Soleil.

Calculateur de fuseaux horaires

Le but est de connaître l'heure en n'importe quel endroit du globe quand on connaît l'heure en en endroit donné. On s'occupera uniquement du Temps Civil, T_C , sans tenir compte des aménagements faits par les états en fonction de considérations propres. Par exemple, en France, l'heure légale est obtenue en ajoutant au temps civil une heure en hiver et deux heures en été.

1. Réalisation du calculateur de fuseaux horaires.

Voir le fichier **M&A CLEA Terre Maquette fuseaux horaires**

2. Quelques mots sur la projection utilisée.

Cette carte n'est pas construite à l'aide d'une projection classique bien qu'elle soit inspirée d'une projection azimutale polaire. Une projection azimutale polaire est la projection d'une partie de la sphère sur un plan sécant ou tangent s'organisant autour d'un point central qui est un pôle.
L'idée est que tous les grands cercles passant par le pôle sont représentés par des droites et il y a « conservation » des angles entre ces grands cercles. Les méridiens sont donc représentés par des segments passant par le centre de la carte représentant le pôle Nord. Les longitudes des lieux sont donc exactes. A partir de cette idée on a construit pour représenter les parallèles de l'hémisphère Nord des cercles équidistants. On a représenté sur la même carte l'hémisphère sud à l'aide d'une extrapolation de cette projection en traçant pour représenter les parallèles de cet hémisphère des cercles équidistants mais plus rapprochés pour avoir des surfaces plausibles.
Cette « projection » déforme les continents mais « conserve » les longitudes respectives des lieux.

3. Étude de la carte.

- Observer le pôle Nord, l'équateur, les continents, les villes, le méridien de Greenwich. La longitude est comptée négativement de 0° à – 180° vers l'Est et positivement de 0° à 180° vers l'Ouest à partir du méridien de Greenwich.

- Expliquer la signification, en un lieu donné, de midi, minuit : midi, milieu du jour, est le moment où le Soleil est dans le demi-plan méridien du lieu ; minuit, milieu de la nuit, est le moment où le Soleil se trouve dans le demi plan complémentaire.

- Donner la définition de l'heure et de ses subdivisions : l'heure, unité de durée, est égale à 1 / 24 de la durée du **jour solaire moyen**. Le **jour solaire vrai** est la durée qui sépare deux passages consécutifs du Soleil dans le demi-plan méridien d'un même lieu. Il n'est pas constant : il varie entre 23 h 59 min 39 s et 24 h 0 min 30 s. Le jour solaire moyen est la durée moyenne sur une année du jour solaire vrai.

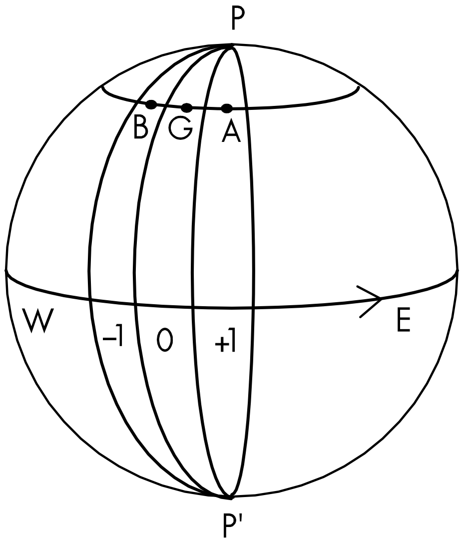
- Donner la définition du **Temps Civil**, du **Temps Universel, TU** :
Le temps civil, noté T_C est un instant. Par convention $T_C = 12$ h à midi solaire moyen, $T_C = 24$ h à minuit au jour J et $T_C = 0$ h au jour J + 1.
Le temps universel, noté TU, est le temps civil de Greenwich.

Chaque méridien a son propre temps civil. Que peut-on en conclure pour tous les points d'un même méridien ? Pour deux lieux voisins mais sur des méridiens différents ?
Il est 14 h à Paris. Quelle est approximativement l'heure de temps civil à Brest ? à Strasbourg ? Conclure.

4. Fuseaux horaires

Le temps civil local présente des inconvénients, en particulier pour des localités d'un même pays. Pour remédier à ce problème, on a divisé la Terre en 24 fuseaux de 15° chacun, chaque fuseau correspondant à une heure de temps.
On décide d'adopter le temps civil du méridien central pour tous les points d'un même fuseau. L'écart maximal en longitude est donc égal à plus ou moins 7,5° soit 30 min.
Le temps civil du méridien de Greenwich est noté 0 (zéro). La France est contenue dans le fuseau horaire 0.

<u>Plaçons nous à Greenwich</u> :



<u>fig.8</u>

La Terre tournant sur elle-même dans le sens direct (de l'Ouest vers l'Est), pour un observateur de l'hémisphère nord, le Soleil semble se déplacer d'Est en Ouest. Il semble donc passer en A avant de passer en G. quand il sera 12 h en G, il y aura déjà une heure que le Soleil sera passé au méridien de A. Pour respecter ce décalage, on avance donc la montre qui se trouve en A d'une heure. Lorsque celle de G marquera 12 h, celle de A marquera 13 h. En B, il faudra attendre une heure avant que le Soleil ne passe au méridien. On retardera donc la montre de B d'une heure. Elle marquera donc 11 h.

A chaque fuseau est attribué un entier qui correspond au nombre d'heures qu'il faut ajouter ou retrancher au temps civil de Greenwich pour obtenir le temps civil du fuseau.

5. Ligne de changement de date

Il est midi à Greenwich et c'est mercredi.
Quelle heure et quel jour est-il dans l'archipel des Fidji ?
Quelle heure et quel jour est-il dans l'archipel des Samoa ?
Ces archipels sont très voisins mais sont situés de part et d'autre de l'antiméridien de Greenwich de sorte qu'il est mercredi minuit aux Fidji (12 + 12 = 24) tandis qu'il est mercredi 0h aux Samoa (12 – 12 = 0). C'est le seul moment où il est mercredi sur toute la Terre.
Une heure plus tard, il est 1 h du matin pour ces deux îles mais c'est jeudi à Fidji et c'est encore mercredi à Samoa.

<u>Conséquence</u> : les passagers d'un bateau ou d'un avion qui va de Fidji à Samoa, donc de l'Ouest vers l'Est (sens de rotation de la Terre), doivent reculer d'un jour le dateur de leur montre, sans changer l'heure. S'ils traversent l'antiméridien de Greenwich dans l'autre sens en restant dans le même fuseau horaire ils doivent l'avancer d'un jour.

Cet antiméridien est appelé ligne de changement de date : **il y a changement de date quand on traverse cette ligne.** Cette ligne présente le décalage horaire maximal par rapport au méridien de Greenwich et correspond à tout instant à l'heure la plus tardive que l'on puisse trouver dans le monde. Chaque jour c'est cette ligne qui atteint minuit la première et qui inaugure le changement de date.
Ce changement de date est artificiel, il n'intervient que dans une circonstance particulière : le déplacement en un endroit particulier (la modification de plus ou moins un jour dépend du sens du déplacement).
Il est très différent du changement de date qui s'effectue chaque jour, automatiquement, sans intervention humaine, pour tous les habitants du fuseau horaire qui passe à l'opposé du Soleil.

<u>Remarque</u> : il suffit d'ouvrir un atlas pour se rendre compte que le tracé de la ligne de changement de date est très sinueux, contournant les îles.

À PROPOS DES DOCUMENTS JOINTS

M&A CLEA Terre Ex21
Les solutions de l’exercice 21 sur un tableur.

M&A CLEA Terre Maquette fuseaux horaires
Maquette en deux parties sur une même feuille A4 à imprimer sur papier épais de préférence.

M&A CLEA Terre Roses des vents
Mode d’emploi pour tracer de différentes manières une rose des vents à 8 branches ou 16 branches, avec des angles de 45° ou 22,5°…

M&A CLEA Terre Roses des vents par etape
Une construction détaillée d’une rose des vents avec des pontes à 45°

M&A CLEA Terre Roses des vents modeles 45°
Plusieurs modèles plus ou moins complets de rose des vents jusqu’à 32 branches avec des pointes à 45°

M&A CLEA Terre Roses des vents modeles 22°5
Plusieurs modèles plus ou moins complets de rose des vents jusqu’à 32 branches avec des pointes à 22,5°

M&A CLEA Terre Fiche comment est-on placé sur Terre
Une fiche pour apprendre à trouver les points cardinaux en utilisant un globe terrestre qui se règle suivant la latitude provenant d’un travail de l’Association Science en Seine et Patrimoine de Rouen http://assprouen.free.fr/

M&A CLEA Terre Fiche le renard
Une fiche d’activité autour de la rose des vents et du renard, un ancien instrument de navigation, sorte d’aide-mémoire pour enregistrer le cap et la vitesse, provenant d’un travail de l’Association Science en Seine et Patrimoine de Rouen http://assprouen.free.fr/