



# LA LONGITUDE

ou, comment un horloger autodidacte a résolu le problème le plus ardu du monde

© Moulinsart/Hergé 2003



Par Jean-Pierre MARTIN  
jpm@planetastronomy.com

Association d'Astronomie VÉGA PLAISIR 78370

Site de VEGA : <http://vega78astronomie.fr/>

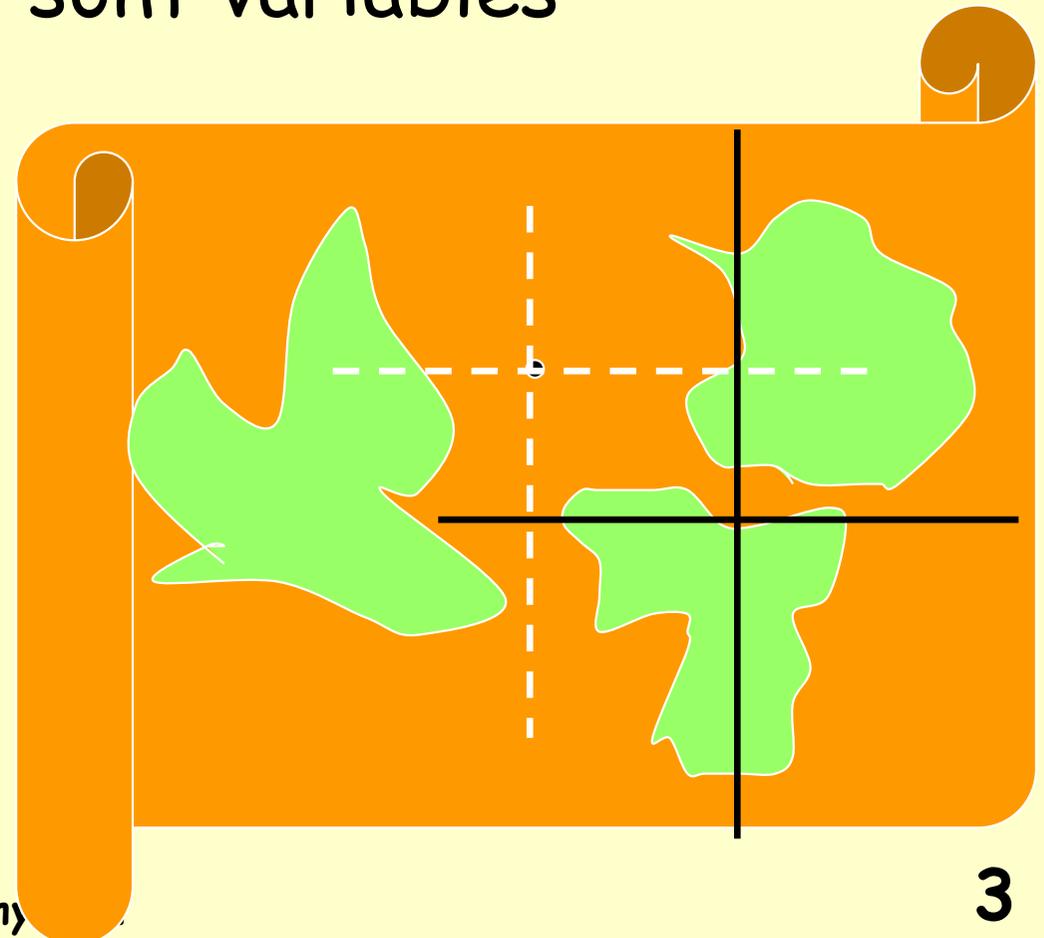
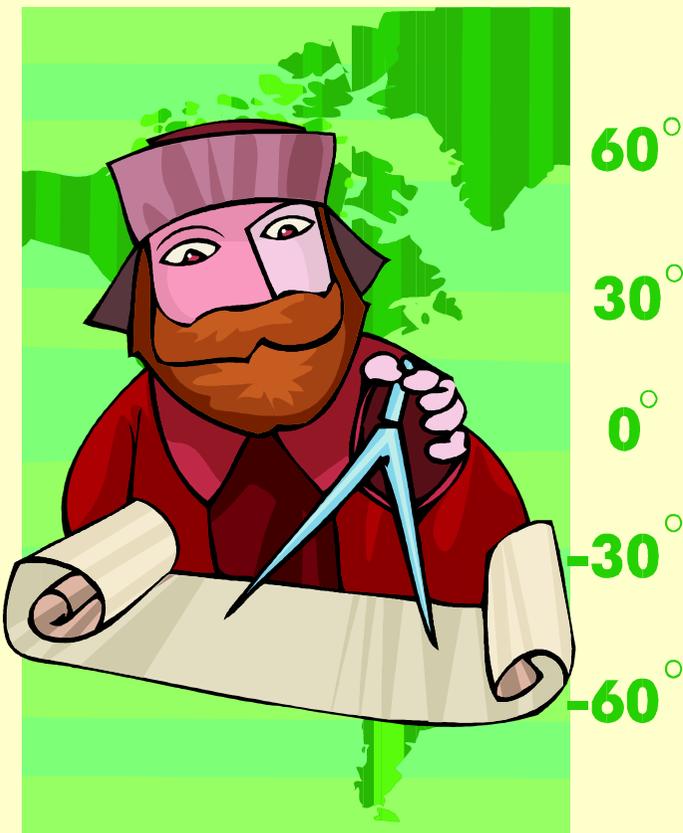
- ★ Comment se repérer
- ★ Jour solaire, équation du temps...
- ★ Quelques instruments servant à se positionner
- ★ La quête de la Longitude
- ★ Et aujourd'hui?
- ★ Bibliographie/web



© Moulinsart/Hergé 2003

# COMMENT FAISAIT-ON DANS LE TEMPS?

- ★ Sur une carte il fallait se positionner par rapport à 2 références, mais la terre tourne et les références sont variables



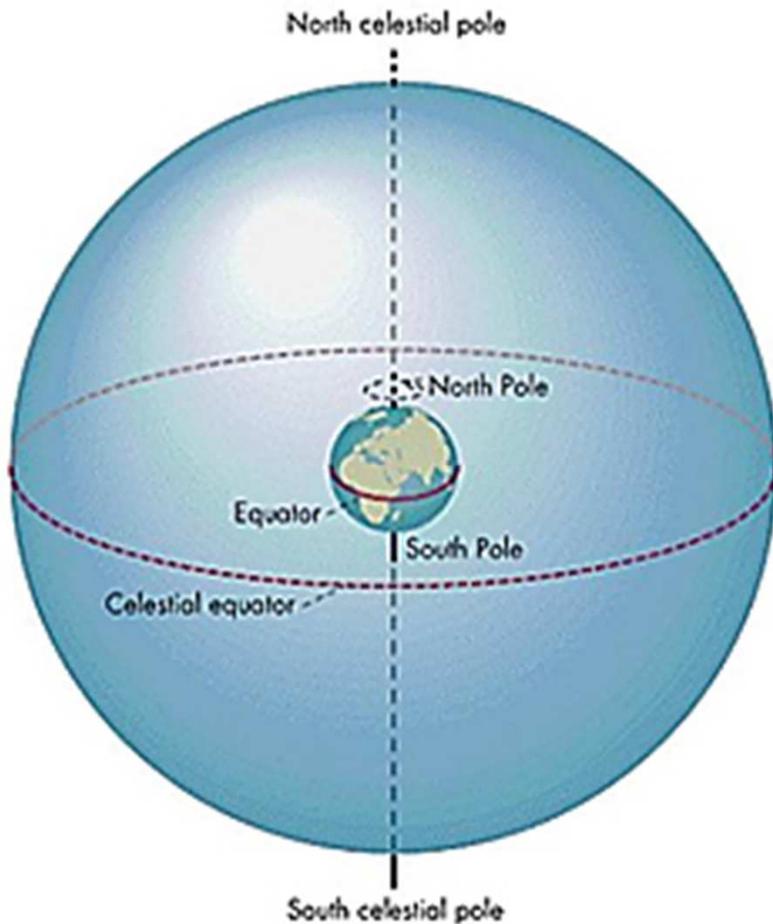
# IL FALLAIT SE TOURNER VERS LE CIEL POUR COMPRENDRE

Là où la sphère céleste rencontre la terre s'appelle l'Horizon

La terre tourne et les étoiles **PARAISSENT** se lever à l'Est et se coucher à l'Ouest

La ligne imaginaire qui passe par les pôles N et S est l'axe de rotation de la Terre

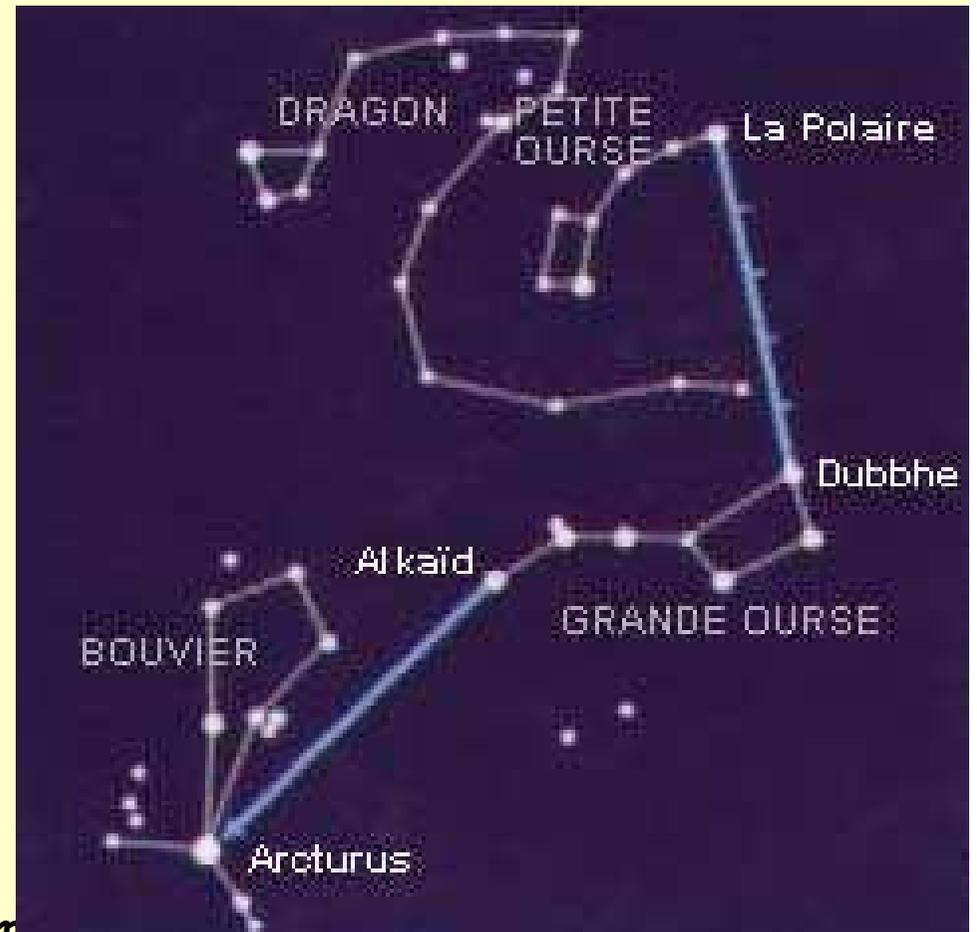
Cette ligne prolongée vers le haut et le bas pointe vers les **Pôles célestes N et S**



DESSIN COURS ASTRO PSC

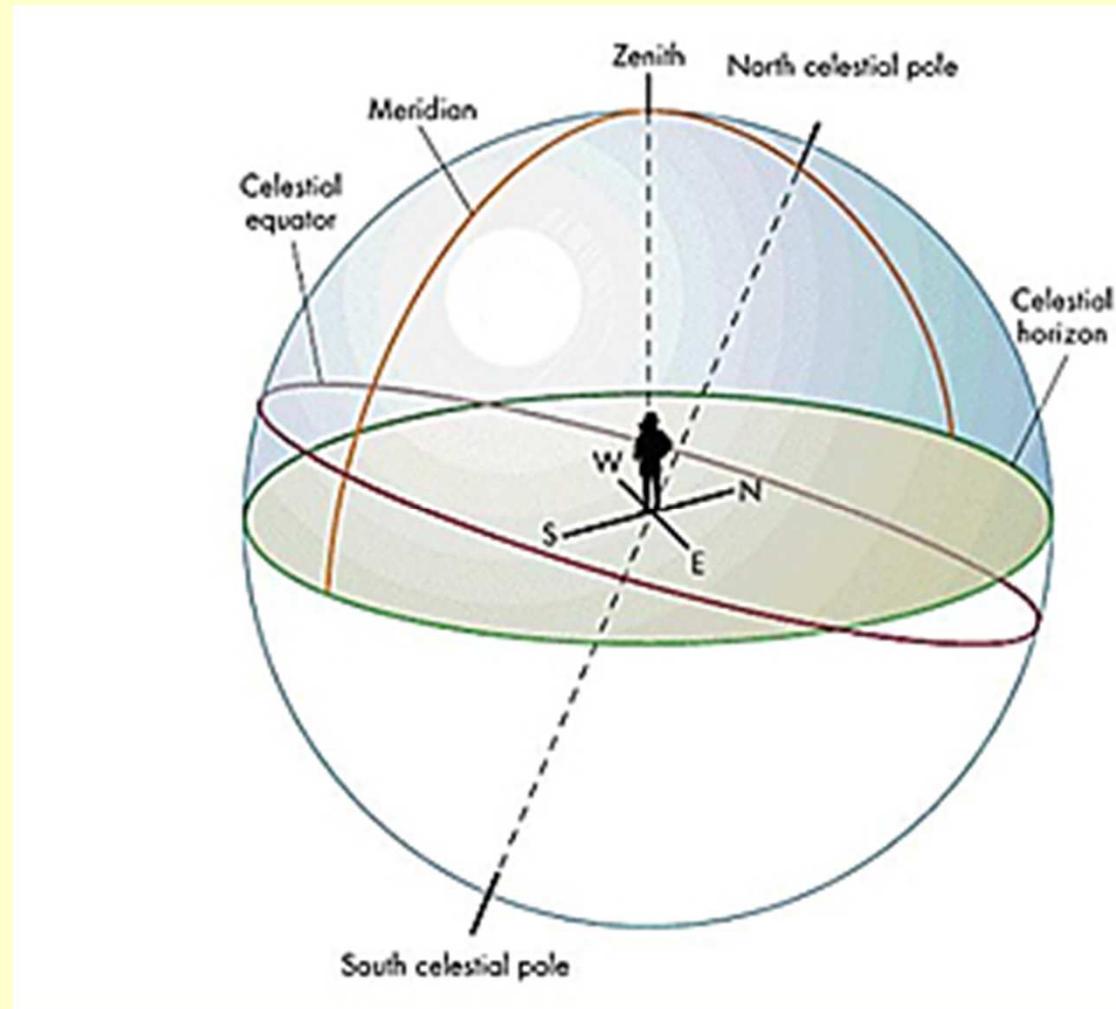
# COMMENT TROUVER L'ÉTOILE POLAIRE?

Tout tourne autour de  
l'étoile polaire (Nord)

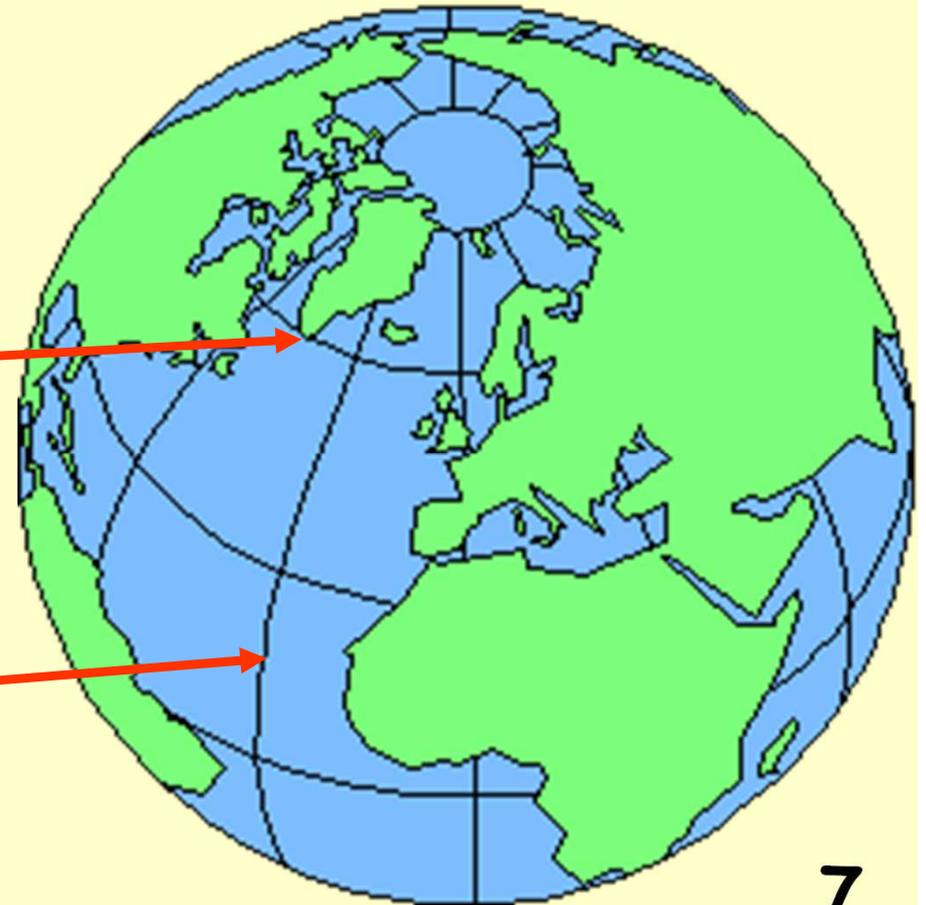


# LE ZÉNITH

- ★ Le zénith est le point directement au dessus de votre tête
- ★ La ligne (arc de cercle) qui passe par le zénith et les pôles N et S s'appelle le **MÉRIDIEN LOCAL**



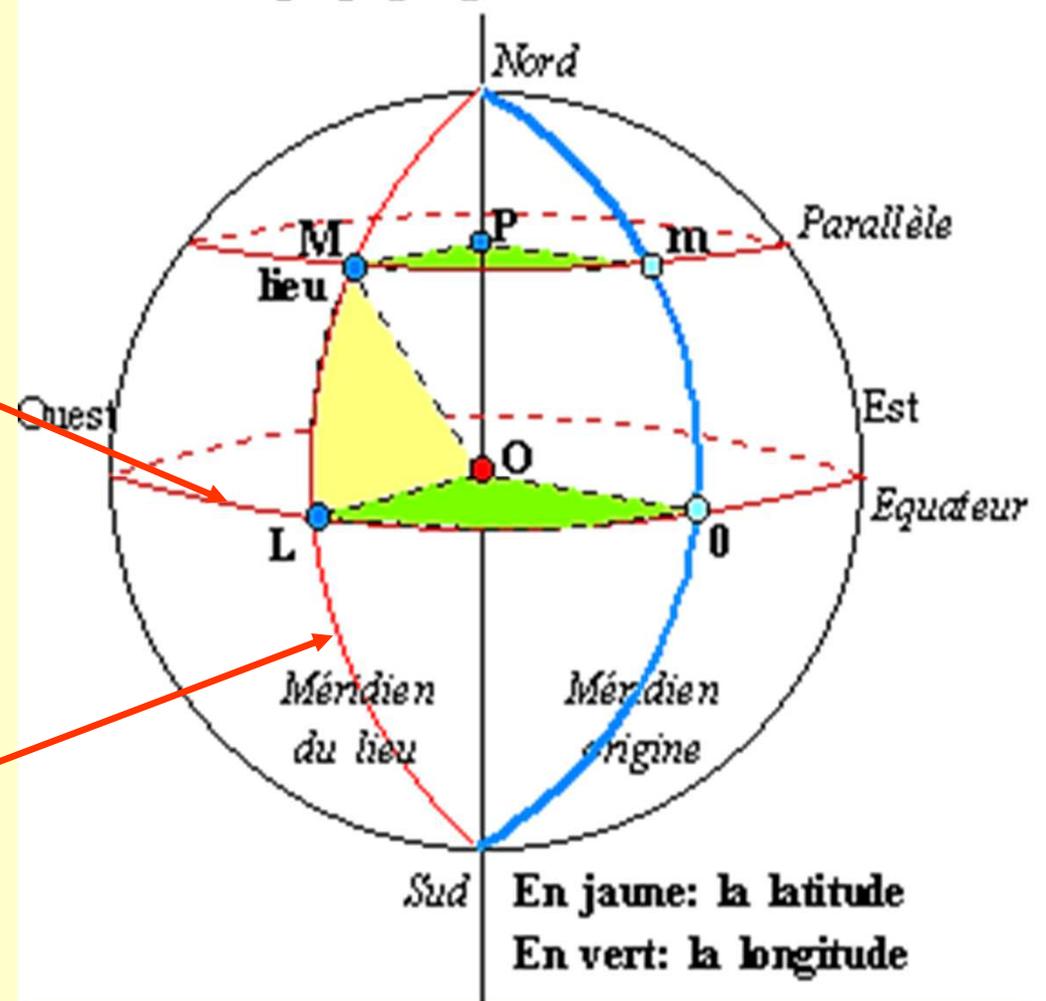
- ★ Se repérer sur Terre est en principe simple : il suffit d'un quadrillage
- ★ Les grands cercles parallèles à l'équateur sont les **Parallèles**
- ★ Les grands cercles passant par les pôles sont les **Méridiens**



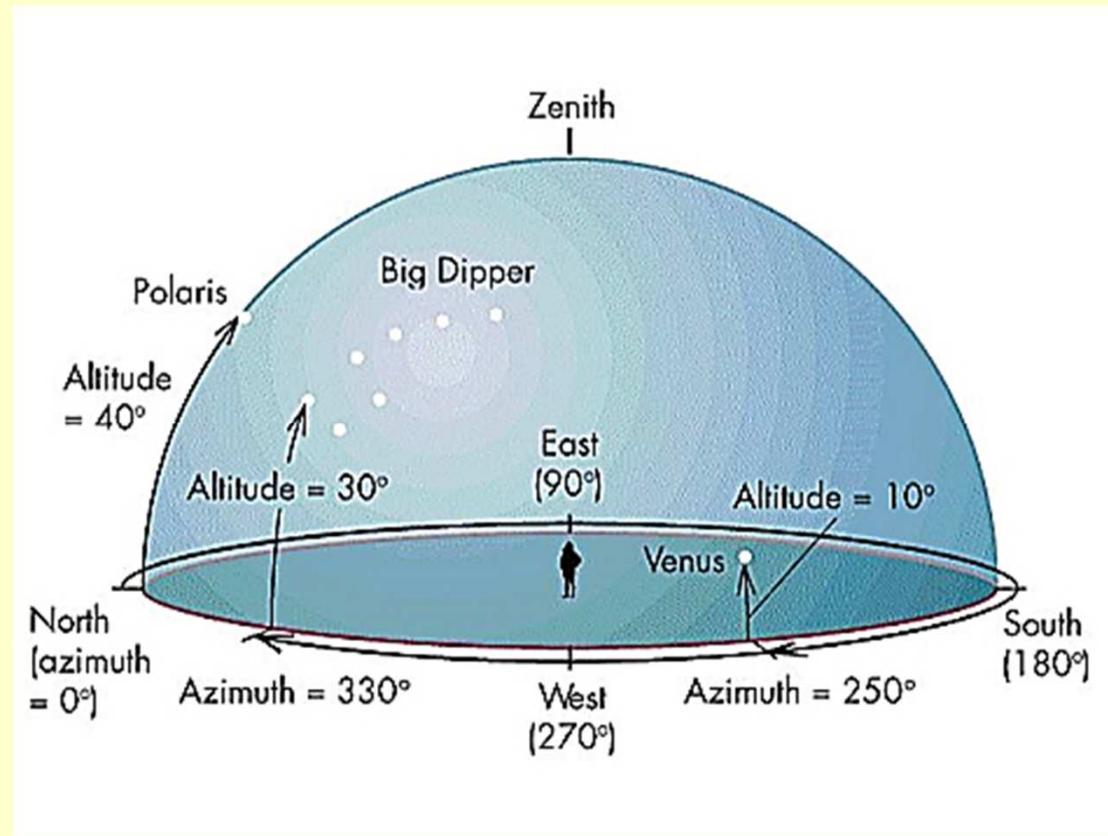
# COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

- ★ Les parallèles sont définis par la **LATITUDE**, distance angulaire à l'équateur (Nord ou Sud)
- ★ Les méridiens sont définis par la **LONGITUDE**, distance angulaire par rapport à une référence (Est ou Ouest de cette référence)

Coordonnées géographiques:



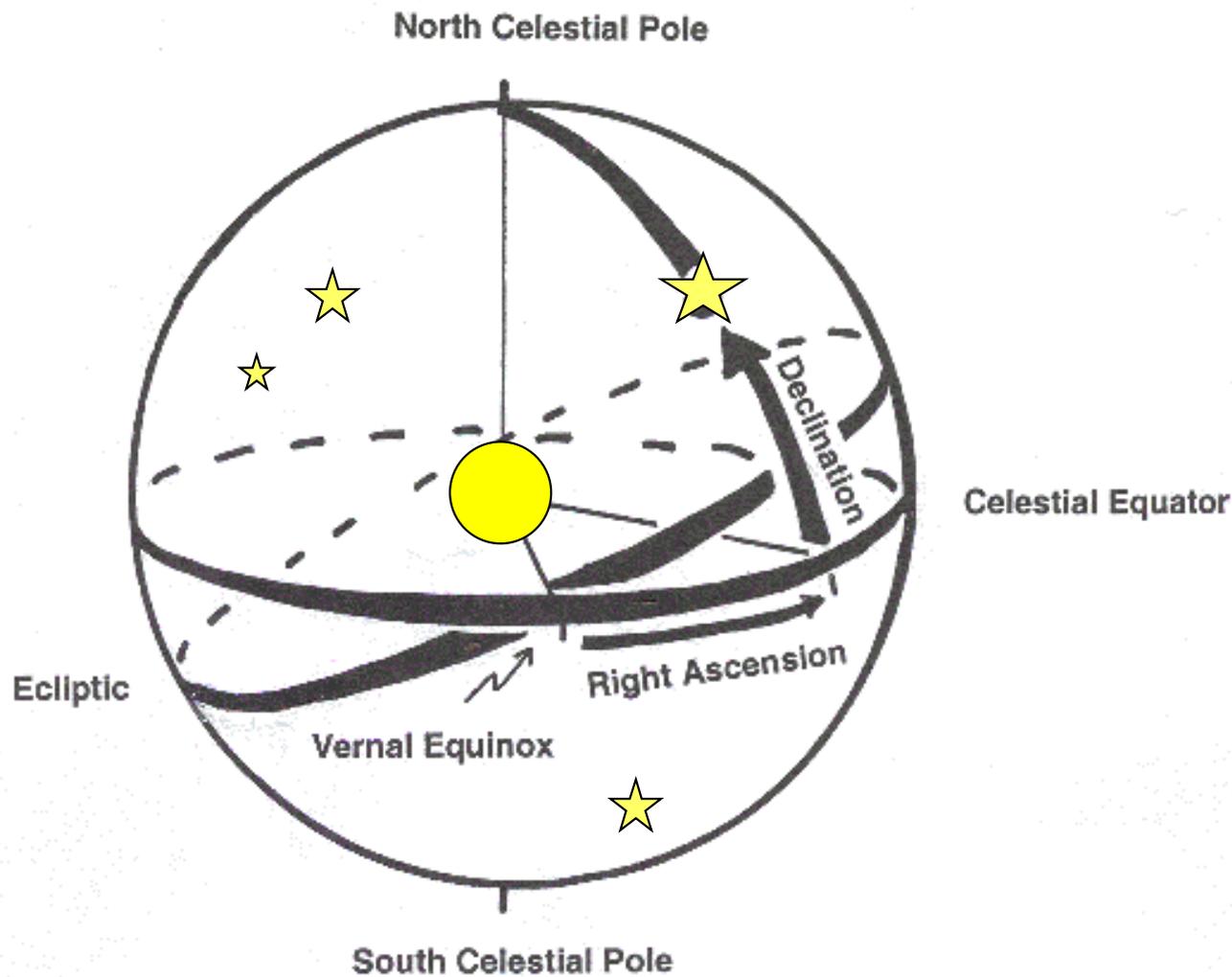
- ★ De façon similaire
- ★ Un couple de deux angles peut repérer tout objet dans le ciel:
- ★ L'ALTITUDE est l'angle au dessus de l'horizon
- ★ L'AZIMUTH est l'angle le long de l'horizon par rapport à une référence (par ex le N)
- ★ Ce sont les coordonnées horizontales
- ★ Inconvénient : ces coordonnées varient tout au long de la nuit



DESSIN COURS ASTRO PSC

# REPÉRAGE DANS LE CIEL IL NOUS FAUT UN REPÈRE ABSOLU

- ★ On a introduit l'équivalent de la longitude/latitude : les **COORDONNÉES ÉQUATORIALES** basées sur l'équateur céleste



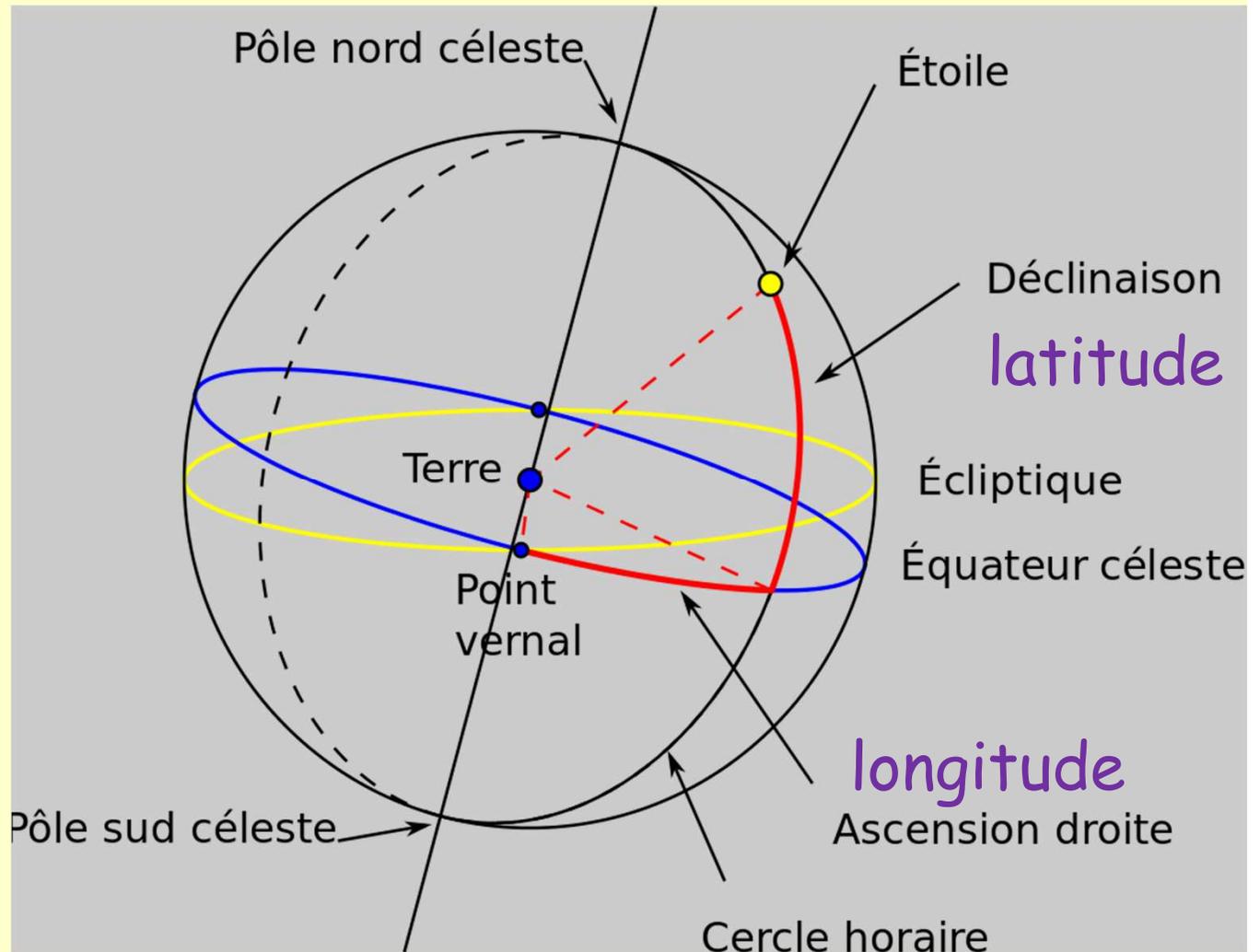
- ★ La sphère céleste est comme un énorme ballon en plastique avec la Terre en son centre.
- ★ Les étoiles sont peintes sur le ballon QUI NE BOUGE PAS

•c'est la Terre qui tourne (en 23H56min par rapport aux étoiles) , mais bien entendu sur terre on a l'impression que les étoiles tournent, en fait elles sont fixes

•Si on détermine un **point de référence**, on peut repérer les coordonnées de chaque étoile.

# ASCENSION DROITE ET DÉCLINAISON : DES RÉFÉRENCES ABSOLUES !

- ★ Comme pour les longitudes il faut un méridien de référence
- ★ Ce sera **le Point Vernal**
- ★ Là où l'écliptique rencontre l'équateur céleste
- ★ Il bouge lentement d'année en année



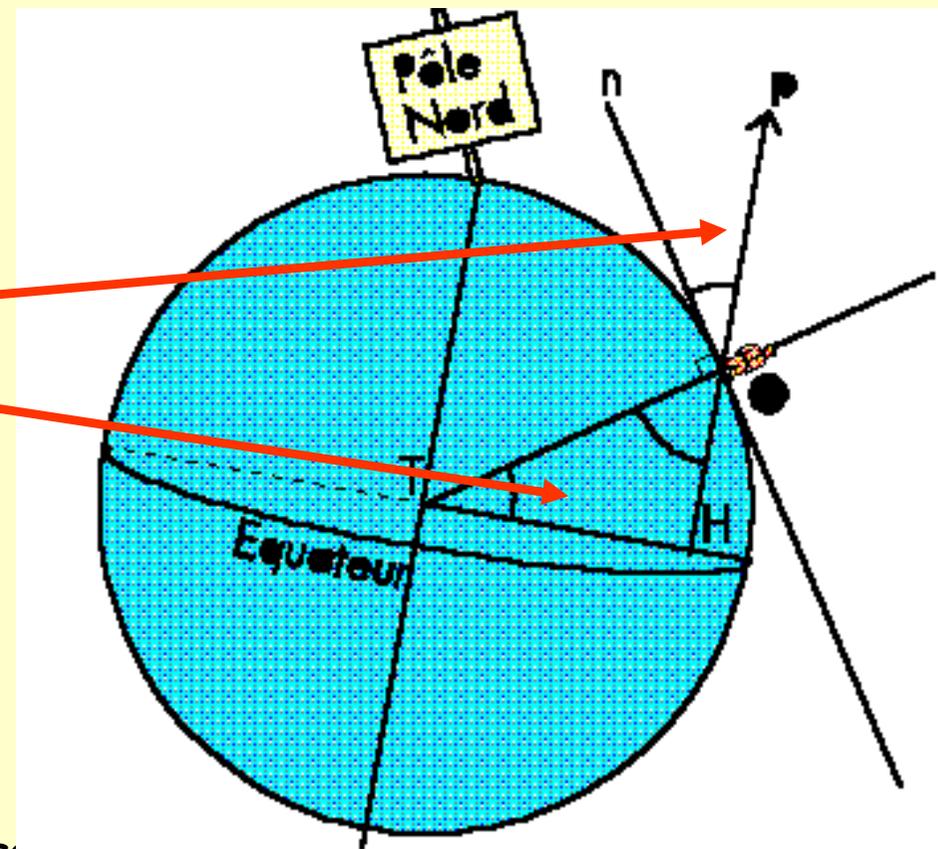
|                          | Avantages   | Inconvénients   |
|--------------------------|---|---|
| Coordonnées horizontales | <ul style="list-style-type: none"><li>• simple, liées à la position de l'observateur</li><li>• Facilement repérable</li><li>• Monture d'instruments simples</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Altitude et azimut varient en permanence</li><li>• On ne peut pas faire de tables</li><li>• Montures : pour suivre il faut 2 moteurs</li></ul>                            |
| Coordonnées équatoriales | <ul style="list-style-type: none"><li>• Coordonnées absolues</li><li>• Il existe des tables de RA et D</li><li>• Monture automatique avec un seul moteur</li></ul>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Il faut connaître le point gamma</li><li>• Il faut connaître le temps sidéral</li><li>• Sur des longues périodes gamma varie</li><li>• Mise en station délicate</li></ul> |

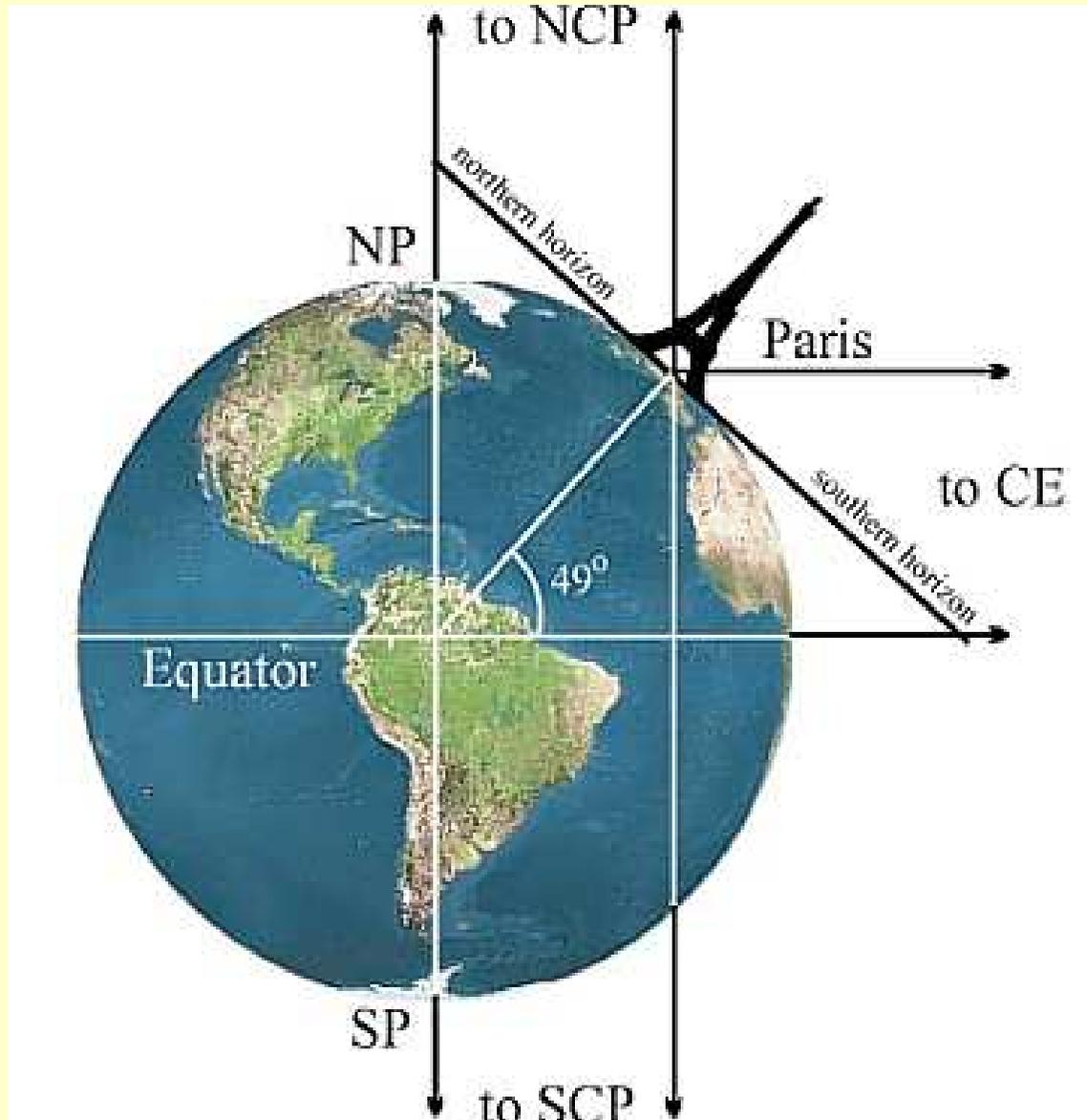
# LA LATITUDE C'EST FACILE

- ★ ...dans l'hémisphère Nord
- ★ Il suffit de mesurer l'angle de l'étoile polaire par rapport à l'horizon

Ces deux angles sont égaux

Polaire



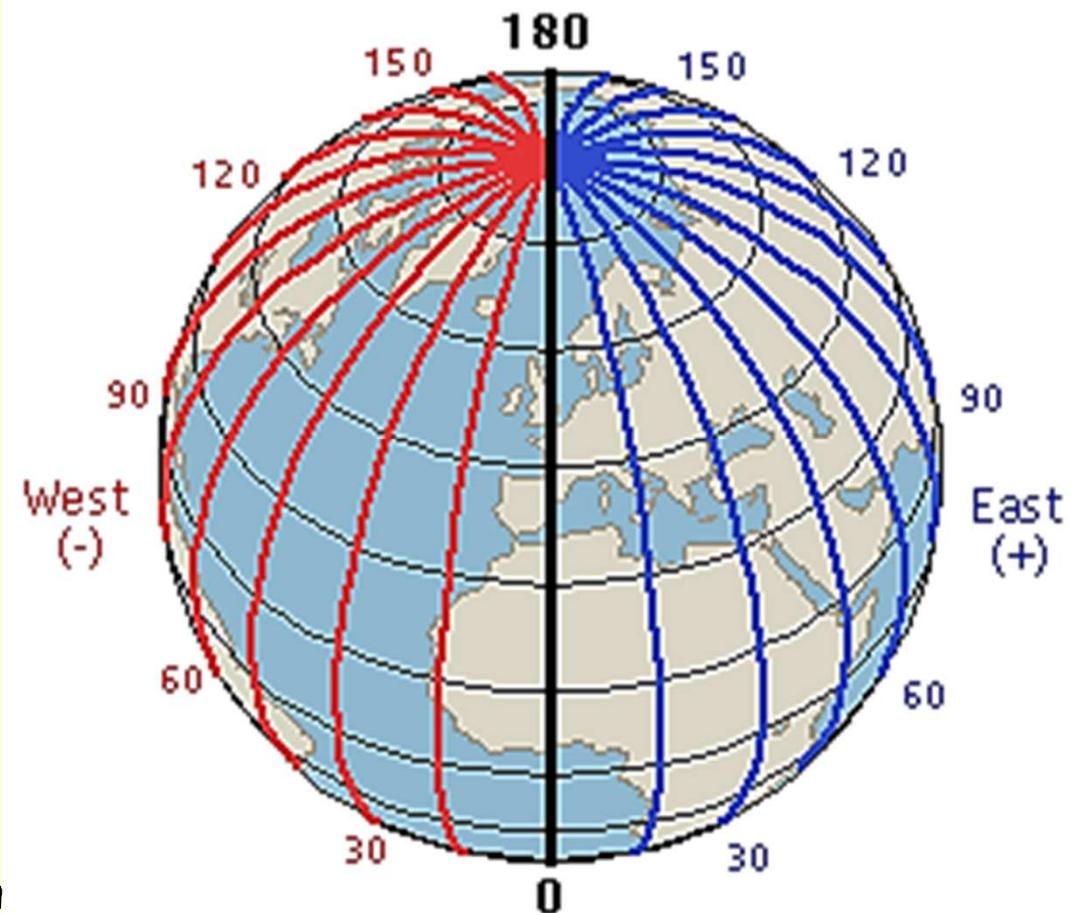


# LA LONGITUDE FUT UN LONG CALVAIRE

- ★ Rien ne permet en effet quand on est sur une étendue sans repères (la Mer par exemple) d'avoir une indication de sa position en longitude
- ★ Les navigations se firent toutes PAR TÂTONNEMENT (on doit à la chance de merveilleuses découvertes : C Colomb)
- ★ Le principe est la **différence de mesure du temps en deux lieux différents**, dont l'un est une référence

$$24H = 360^\circ$$

- ★ La longitude c'est donc la position sur le globe en temps et en espace
- ★ Si  $24H = 360^\circ$   
on a donc :
- ★  $15^\circ = 1H$
- ★  $1^\circ = 4 \text{ min}$
- ★ La détermination de la longitude revient à la détermination d'un temps



# DÉFINITION DE LA LONGITUDE

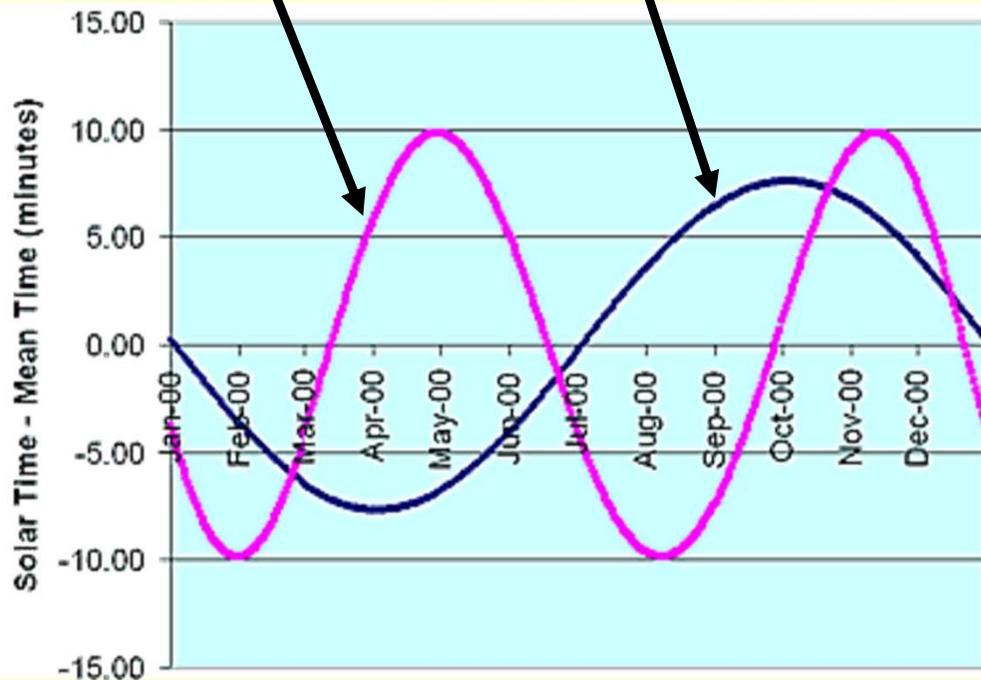
- ★ Elle est définie comme **la différence entre deux temps solaires VRAIS** : le temps du lieu considéré et le temps de Greenwich
- ★ Elle est soit Ouest soit Est
- ★ On la mesure généralement au midi vrai
- ★ Si  $T$  est le midi vrai à Greenwich et  $T'$  le midi vrai du lieu, la longitude  $L$  est :
- ★  $L = T - T' = h.$  heures  $m.$  minutes  $s.$  secondes
- ★  $L = 15 h$  degrés  $15 m$  minutes  $15 s$  sec d'arc
- ★ Il faut donc maintenant déterminer  $T$  et  $T'$

- ★ Il est égal à 24H (à peu près) par définition
- ★ Il n'est pas constant car :
  - L'orbite de la Terre est elliptique
  - Sa vitesse n'est donc pas constante
  - La distance Terre-Soleil n'est donc pas aussi constante, la durée du jour varie!
  - La terre est inclinée sur son orbite de  $23^{\circ}27'$  approximativement (obliquité)
- ★ Tout ceci nécessite la définition d'un **jour solaire (et donc d'une heure solaire) moyen**

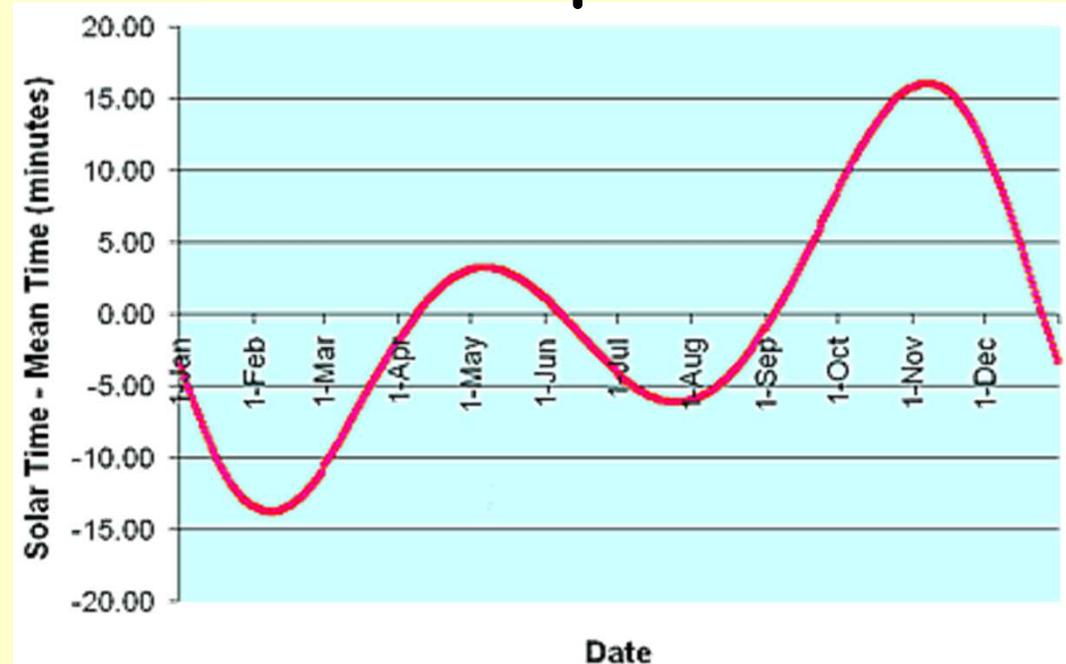
★ C'est la différence entre le temps solaire moyen et le temps solaire vrai (+/- 15min)

Due à l'obliquité

Due à l'excentricité



Résultat : équation du temps

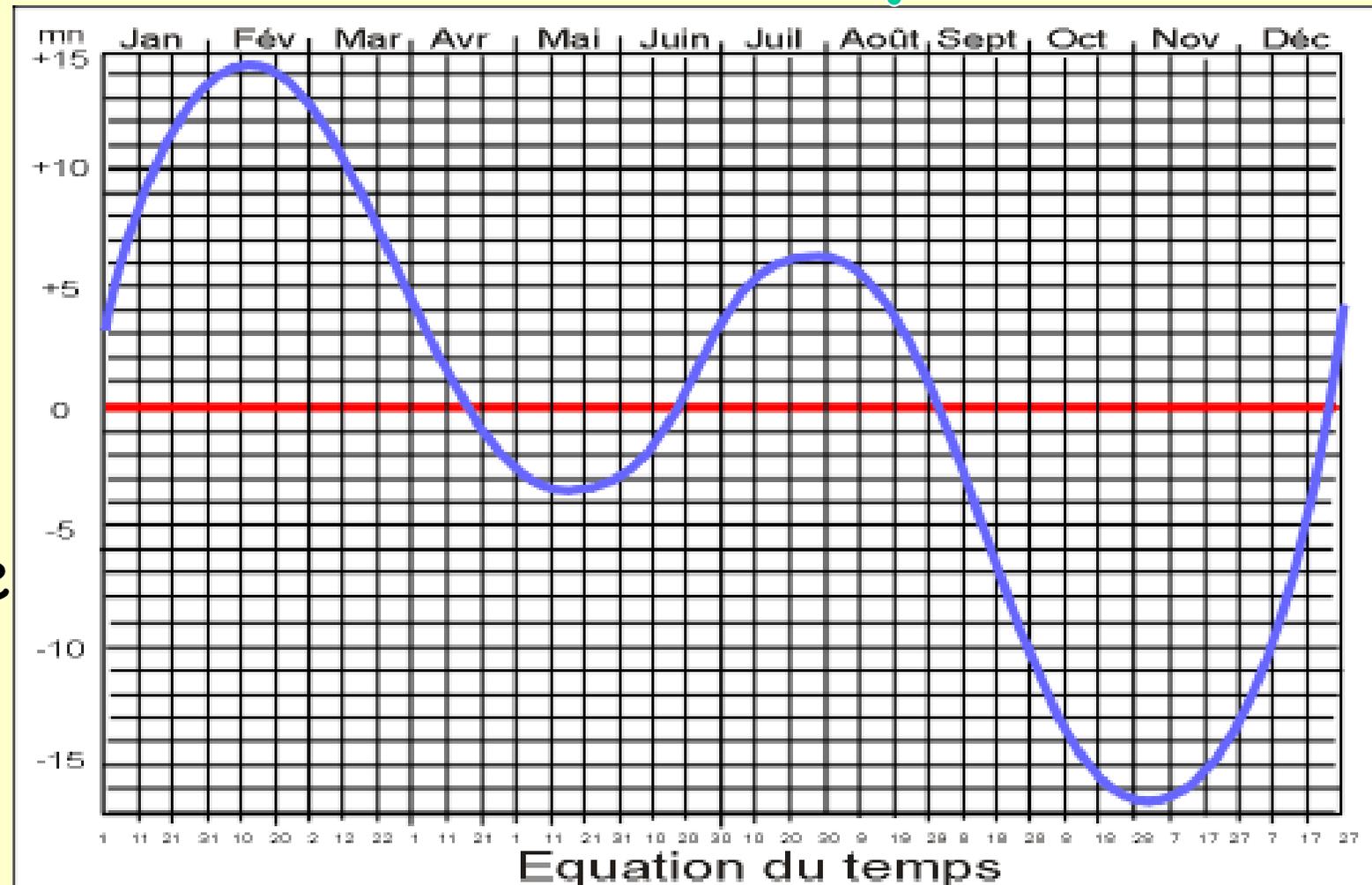


ATTENTION AU SIGNE !

- ★ On utilise plutôt la formule
- ★ Temps solaire vrai - temps solaire moyen
- ★ Les anglos-saxons

Longitude

utilisent  
plutôt la  
formule  
inverse,  
celle  
de la  
page  
précédente  
donc  
attention!



- ★ Mais **l'heure solaire est fonction de la longitude** du lieu (il y a 50 min de différence « soleil » entre Brest et Strasbourg), et ce n'est pas pratique d'ajuster sa montre dès qu'on change de ville (c'était le cas dans dans le passé!!)
- ★ Avec l'avènement des transports, on a donc défini un **temps civil ou légal**, valable dans une certaine zone géographique, qu'on appelle fuseau horaire
- ★ Bien logiquement il y a 24 fuseaux horaires correspondant aux  $360^\circ$
- ★ Le méridien de référence qui passe par le milieu du premier fuseau est le **méridien de Greenwich** (décision de 1884) qui a condamné celui de Paris, la justification était aussi que le méridien opposé passe dans l'océan.
- ★ Le Temps de ce méridien est le Temps Universel (TU, anciennement GMT)

- ★ L'heure légale en France dépend de la saison depuis plusieurs années
- ★ En hiver l'heure légale est une heure de plus que TU,  
$$H \text{ hiver} = TU + 1H$$
(autrement dit : on retire 1 heure à sa montre pour avoir TU)
- ★ En été l'heure légale est avancée de deux heures soit  
$$H \text{ été} = TU + 2H$$
(autrement dit on retire deux heures à sa montre pour avoir TU)

# CONNAÎTRE L'HEURE SOLAIRE VRAIE

## (DU CADRAN SOLAIRE) !

- ★ Elle va dépendre de la position par rapport au méridien zéro, de l'équation du temps et de l'heure de sa montre (légale) décalée de 1 ou 2 h suivant été ou hiver, soit :

$$H \text{ sol.vraie} = H \text{ légale} - \text{Eq Temps} - \text{longitude} - (1 \text{ ou } 2\text{h})$$

Longitude < 0 si Est

De même à partir de l'heure solaire :

$$H \text{ légale} = H \text{ sol.vraie} + \text{Eq Temps} + \text{Longitude} + (1 \text{ ou } 2\text{h})$$

48° 49' 06"

1° 56' 50"

CADRAN SOLAIRE DU CHÂTEAU DE PLAISIR

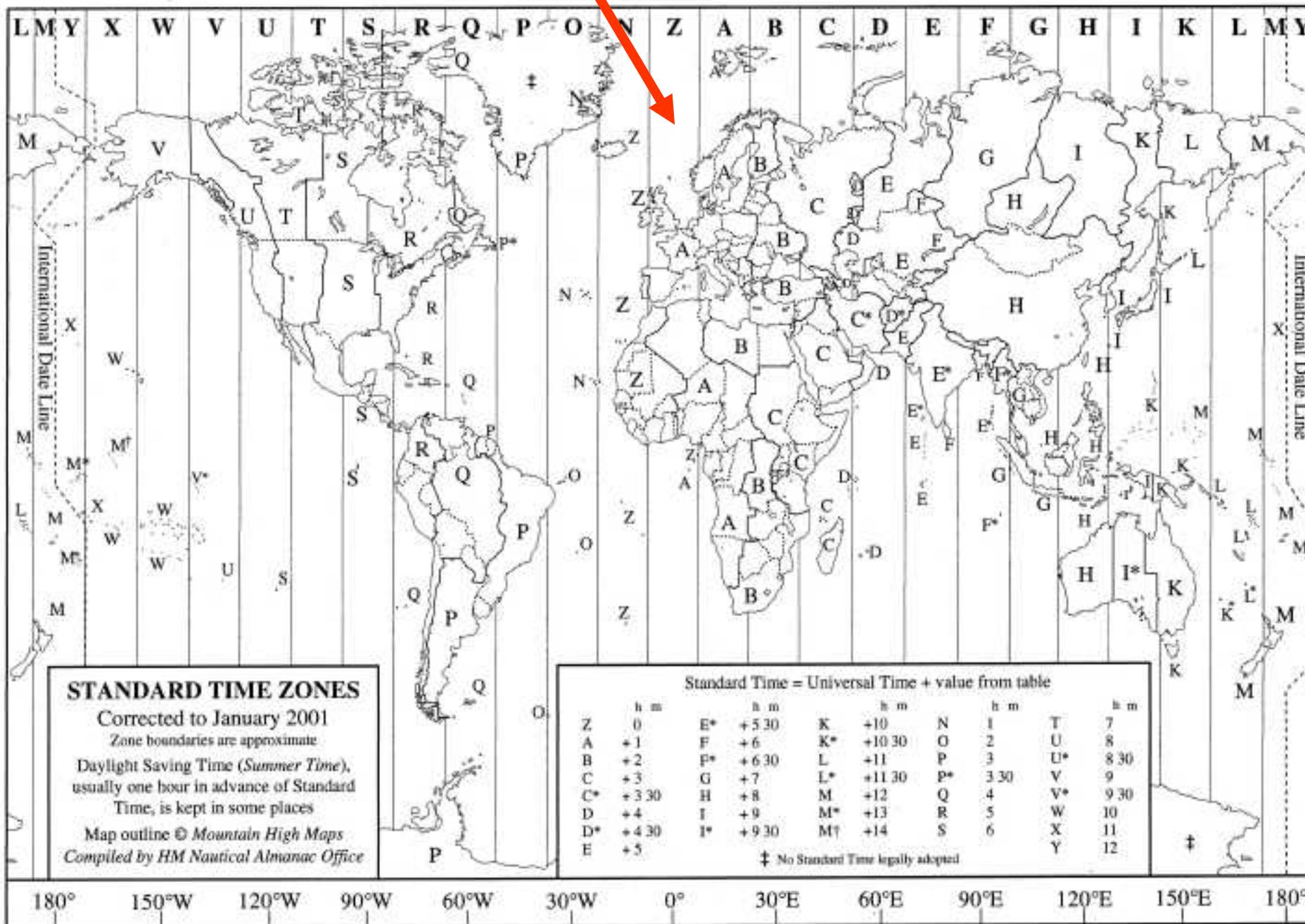
# QUELQUES VALEURS

|               |                   |                  |                   |
|---------------|-------------------|------------------|-------------------|
| PARIS         | 48°50 N<br>2°20E  | BRUXELLES        | 50°50N<br>4°21E   |
| STRASBOURG    | 48°35N<br>7°45E   | GENÈVE           | 46°13<br>6°09E    |
| RENNES        | 48°06N<br>7°45E   | MONTRÉAL         | 45°28N<br>73°45W  |
| MOSCOU        | 55°45N<br>37°42E  | GREENWICH        | 51°28N<br>0°0     |
| VLADIVOSTOK   | 43°09N<br>131°53E | SAN<br>FRANCISCO | 37°37N<br>122°23W |
| AUCKLAND (NZ) | 35°55S<br>174°47E | NEW YORK         | 40°45N<br>73°57W  |

- ★ Quand il est midi à sa montre à Paris, est-il midi au soleil? Disons que l'on est en été le 14 Juillet
- ★ Longitude de Paris :  $2^{\circ}20'E$  , sachant que  $15^{\circ} = 1h$  ;  
 $1^{\circ} = 4min$ , donc Paris :  $-9min$
- ★ Équation du temps :  $+6min$
- ★ Été :  $+2h$
- ★ D'où l'heure solaire vraie :  
 $12h - 6min - (-9min) - 2h$
- ★ Soit :  $10h03$  au soleil, bien loin du midi vrai!!!! C'est ce qu'on lirait sur un cadran solaire
- ★ Exercice : Quel jour de l'année avons nous exactement Midi à 14 heures à Paris?

- ★ Il faut alors :
- ★  $12H = 14H - \text{Eq Temps} - \text{Longitude} - (1H \text{ ou } 2H)$
- ★ Comme on ne peut avoir que max +/- 15min avec l'équation du temps, ce ne peut être qu'en été
- ★ Donc il faut avoir :  $\text{Eq Temps} = - \text{Longitude}$
- ★ Longitude de Paris =  $2^{\circ}20'E = - 9\text{min}$
- ★  $\text{Eq du Temps} = + 9 \text{ min}$  c'est à dire :
- ★ pas possible
- ★ Existe t-il un endroit en France où c'est possible?
- ★ Biarritz ( $1^{\circ}30'W$ ) :  $+6\text{min} = \text{Eq tps}$

Solution : 16 avril, 14 juin et 1<sup>er</sup> sept



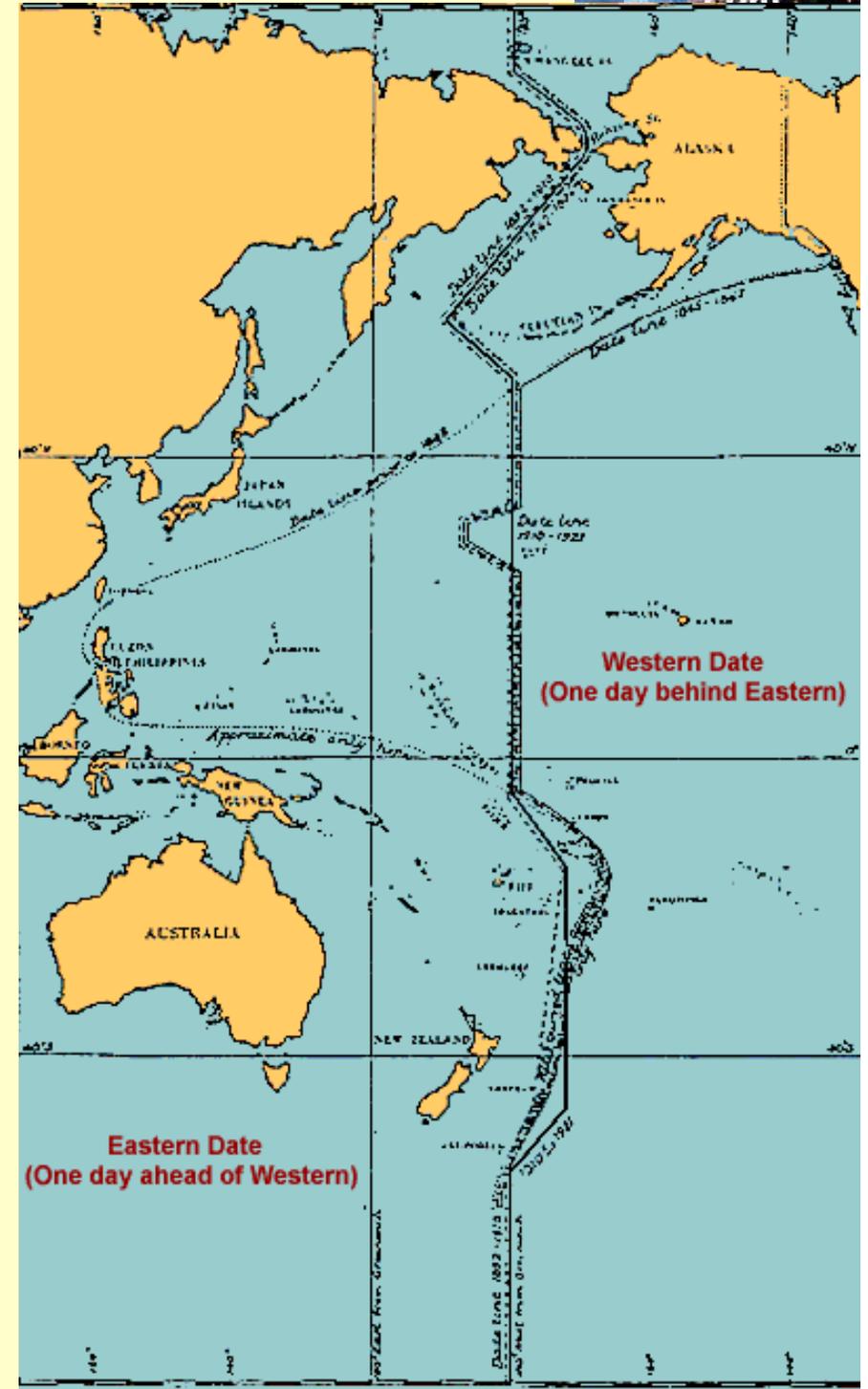
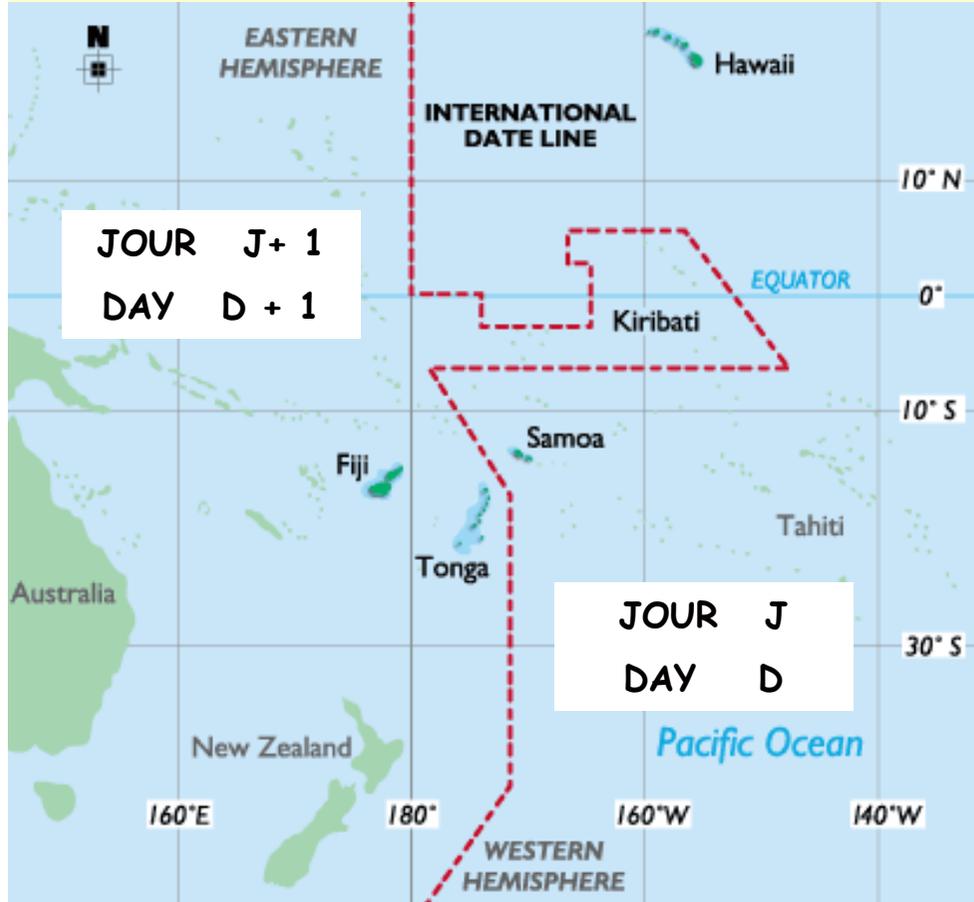
# POUR S'AMUSER : LA LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE

- ★ Si il est midi ce Vendredi à Greenwich et que l'on va toujours vers l'ouest comme Tournesol, on franchit tous les fuseaux horaires, il va arriver un moment où on est à -12h par rapport à Greenwich, il est minuit même jour, on vient de passer de jeudi à vendredi
- ★ Si Tournesol démarrerait vers l'est au bout de +12h il arriverait au même point, il est 0h même jour, on va devenir Samedi, or c'est le même point physique
- ★ Problème. Que se passe-t il donc en ce point?
- ★ On a décidé de changer la date en cet endroit afin de maintenir une certaine cohérence

- ★ Lorsqu'on franchit la ligne de changement de date d'Ouest en Est (on ajoute des heures) : on gagne un jour, (pensez au Tour du monde en 80 jours de Jules Verne!) dans notre exemple, on va passer du Vendredi minuit (ou Samedi 0H) au Jeudi minuit
- ★ Lorsqu'on franchit cette ligne d'Est en Ouest (on retranche des heures) : on perd un jour, dans notre exemple on va passer de Vendredi 0H (ou Jeudi minuit) au Vendredi minuit
- ★ Quand il est minuit sur la ligne de changement de date; la date est la même sur tout le globe

# À QUOI CELA RESSEMBLE- T-IL ?

★ Heureusement c'est une zone peu peuplée!



# RÉTOUR À LA LONGITUDE

- ★ On est maintenant capable de déterminer une heure solaire vraie
- ★ Il faut pour mesurer une longitude être capable de **déterminer précisément un temps**
- ★ Et bien, ce ne fut pas une mince affaire!!!
- ★ Intéressons nous au long calvaire de la mesure précise du temps

# LES ANCIENS INSTRUMENTS DE NAVIGATION



- ★ Suivent quelques instruments qui furent utiles (non exhaustif)

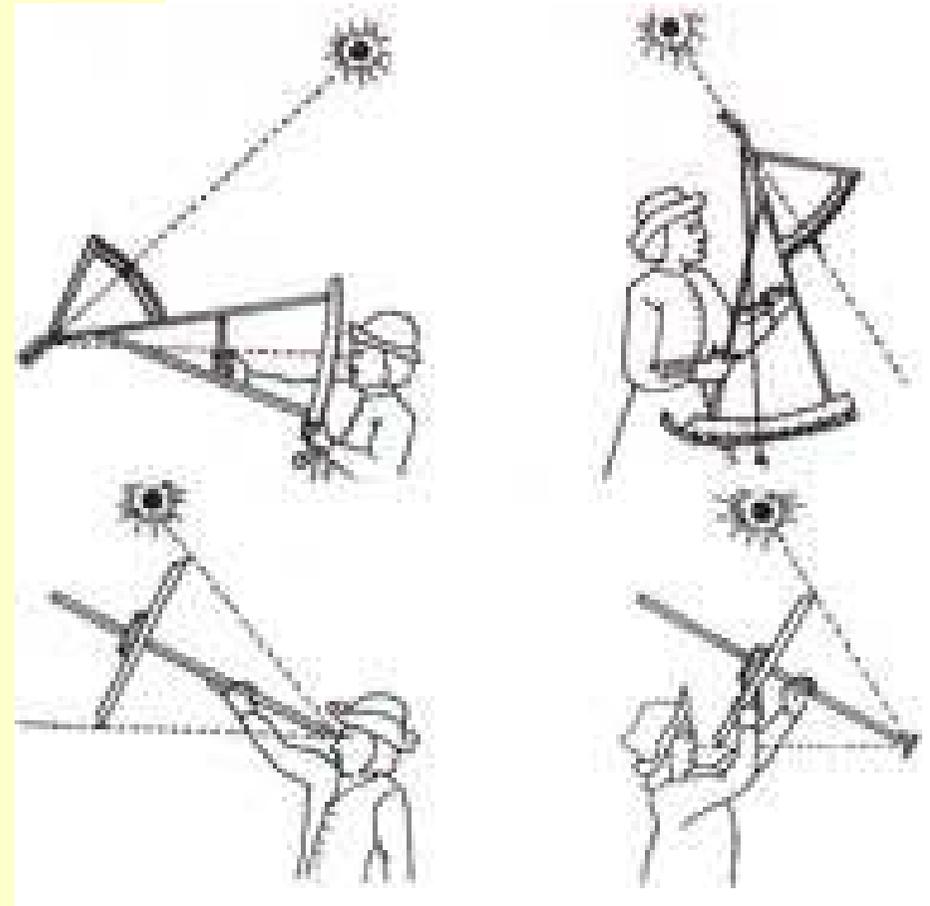
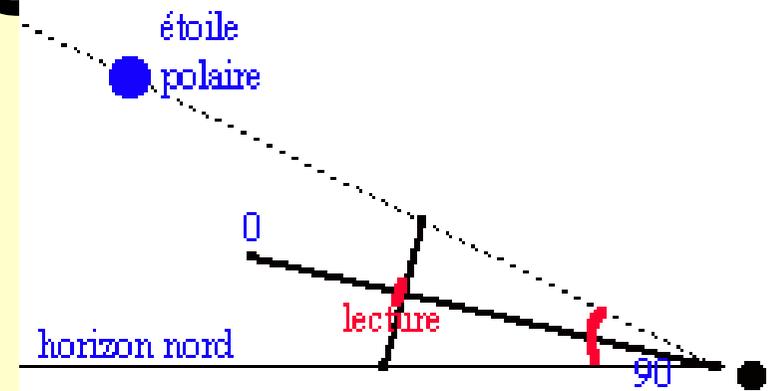


# L'ASTROLABE

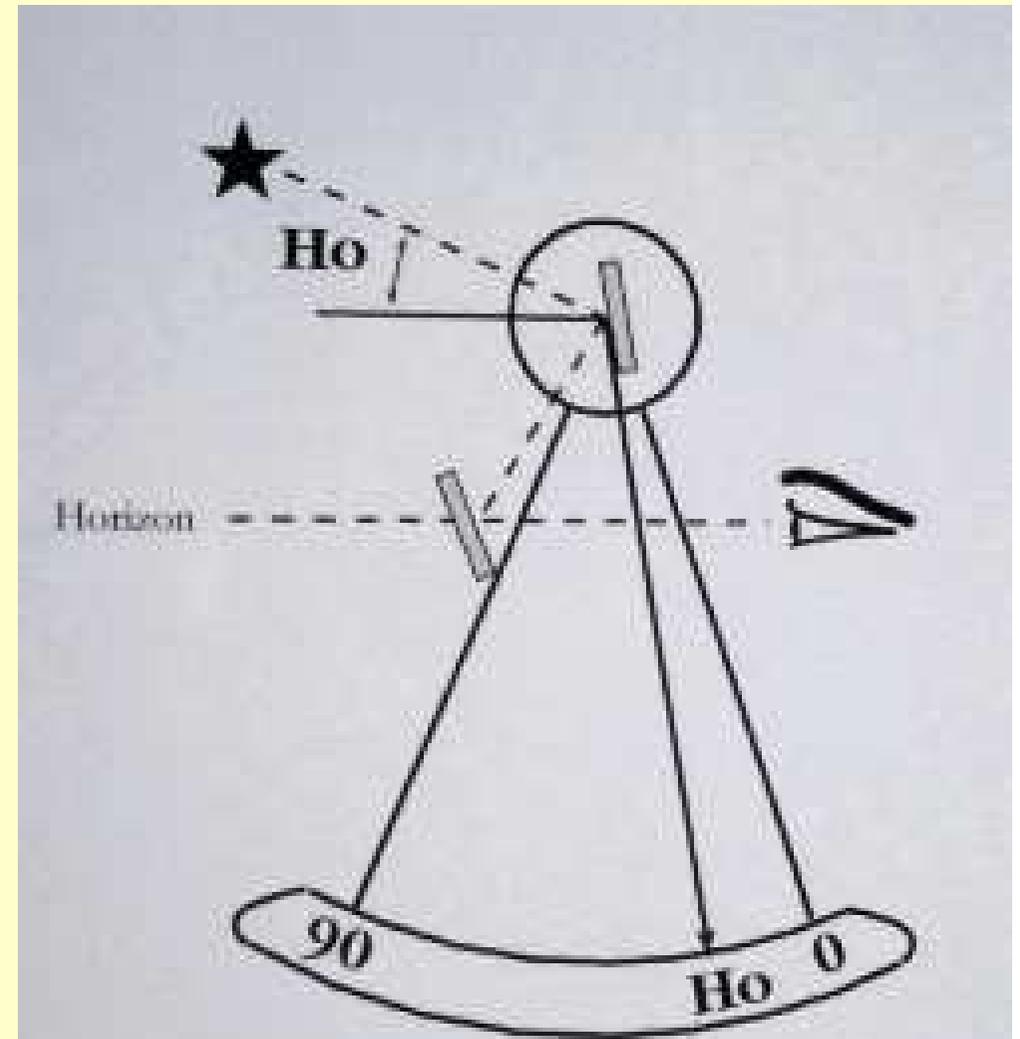


- ★ Découvert par le monde islamique depuis 2000 ans
- ★ Il fut introduit en Europe au XIIème siècle
- ★ Sert à trouver la position de divers objets dans le ciel : latitude en mesurant la hauteur du soleil à midi

- ★ Ou bâton de Jacob, a remplacé l'astrolabe vers le XIV<sup>ème</sup> siècle
- ★ Bâton sur lequel coulisse un marteau
- ★ Sert aussi à mesurer la hauteur des astres



- ★ Plus moderne : inventé vers 1730
- ★ Mesure aussi la latitude d'un lieu



# ILS AVAIENT GAGNÉ UNE BATAILLE ET POURTANT...

- Ils ne savaient pas calculer la longitude et au retour ils s'échouèrent sur les côtes des Iles Scilly (au large de la Cornouaille) en 1707



Un marin qui s'aperçut de l'erreur prévint l'Amiral, il fut pendu pour son affront juste avant le désastre!



# WANTED! LONGITUDE

- ★ Ce désastre de Sir Clowdisley en 1707 (2000 marins morts) suivi et précédé par beaucoup d'autres ne pouvait pas laisser l'Angleterre reine des mers indifférente
- ★ La couronne promet une prime de 20.000 £ (une petite fortune) à celui qui permettrait de calculer la longitude à bord des navires
- ★ C'est ce que nos amis anglais appellent le « **Longitude Act** » voté en 1714
- ★ La chasse était ouverte!

# C'EST UN HORLOGER QUI A LA SOLUTION



National Maritime Museum

- ★ Il s'appelle **John Harrison** et je vais vous conter son histoire
- ★ Elle fut longue et pénible mais elle se termina (presque) bien



# COMMENT FAISAIT-ON AVANT?

- ★ Toutes les méthodes (ou presque) sont basées sur le fait que la longitude est donnée par:
- ★ La différence de temps entre l'endroit où l'on se trouve et un point de référence
- ★ En sachant que  $15^\circ$  d'arc = 1 heure
- ★ Connaissant la différence d'heure on en déduit la différence en degrés d'où la position en longitude

# LA LUNE

- ★ Elle fut appelée à l'aide pour calculer la longitude
- ★ En effet c'est Johannes Werner en 1514 qui eut l'idée d'utiliser sa position dans le ciel devant les étoiles pour déterminer à l'aide de tables sa position basée sur la différence d'heures
- ★ Malheureusement, le roulis des bateaux et les nuits sans lune rendirent cette méthode impraticable

# LA BOUSSOLE

- ★ On pensa aussi utiliser la boussole et les variations du magnétisme terrestre pour établir des cartes
- ★ Mais c'était une méthode trop peu précise et justement les variations locales du magnétisme étaient imprévisibles
- ★ Exit aussi

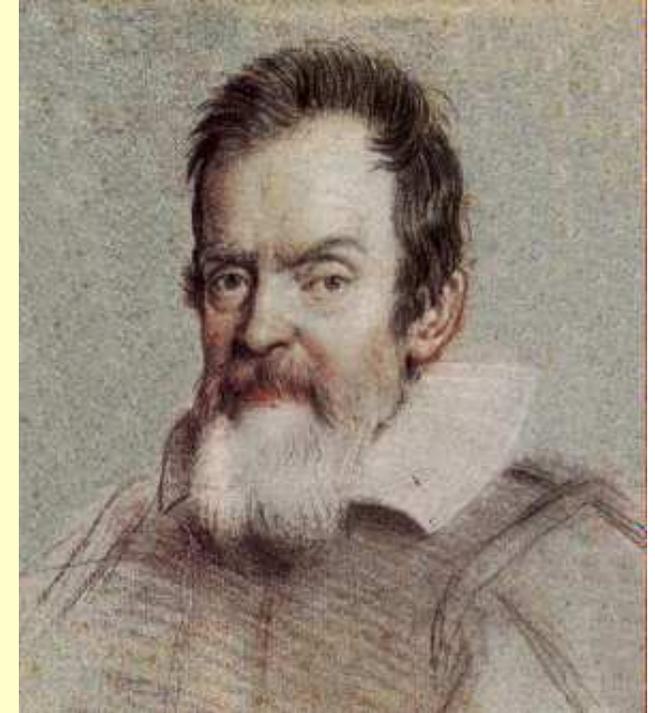


# LES SOLUTIONS CHARLATANESQUES

- ★ On a tout essayé :
- ★ Ancrer des bateaux à intervalles fixes dans l'océan et tirer des coups de canons toutes les heures
- ★ La méthode du chien blessé sur le bateau et une personne à terre qui met de la poudre de perlimpinpin sur un pansement du même chien à midi Greenwich!!
- ★ Etc.

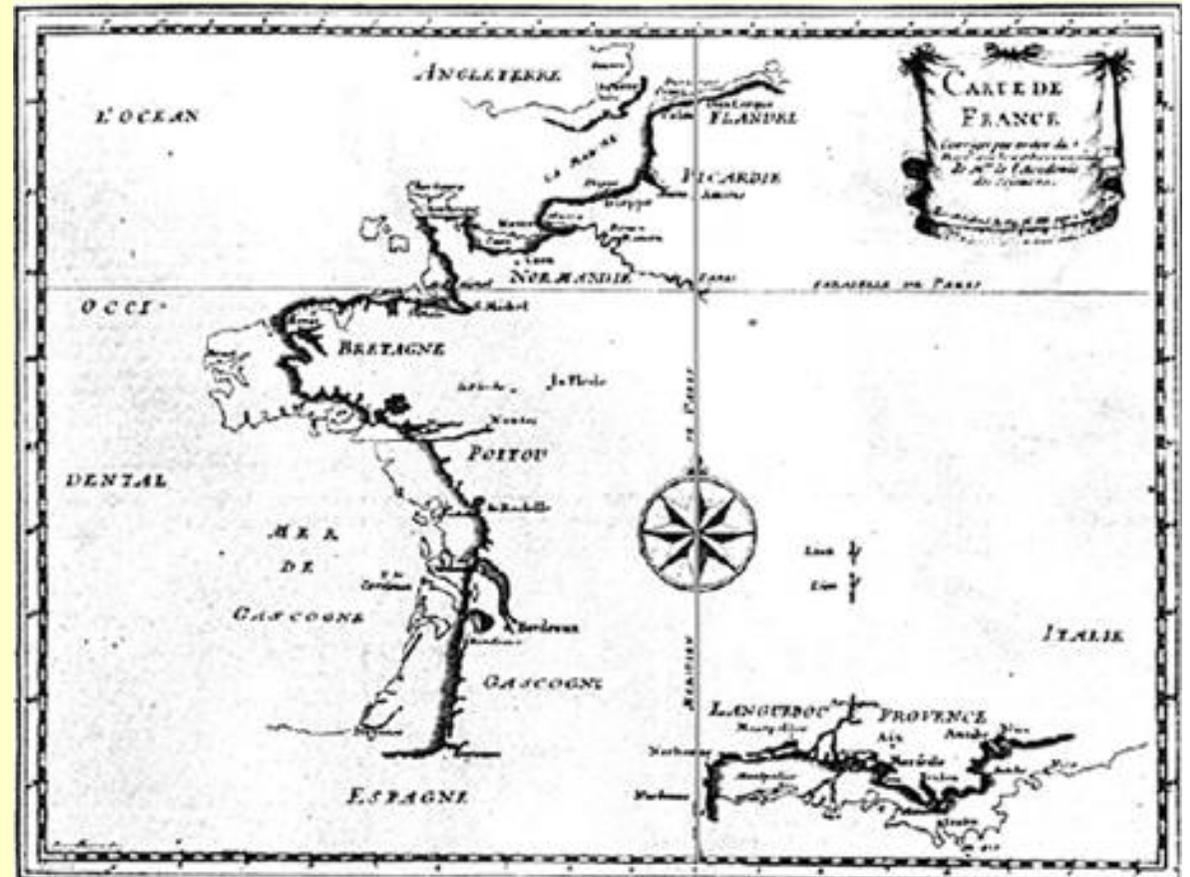
# GALILÉE SE PENCHE SUR LE PROBLÈME

- ★ En 1610 Galilée pense utiliser les **éclipses des satellites de Jupiter** pour déterminer la longitude
- ★ En effet c'est une horloge (céleste) comme une autre
- ★ Mais là aussi c'est une méthode difficile à mettre en oeuvre à partir d'un bateau, puis Jupiter n'est pas toujours visible
- ★ Donc ...exit mais cela marche sur Terre



# CASSINI L'UTILISE

- ★ En effet cela lui permet de déterminer avec ses collègues et avec une précision inégalée pour l'époque la nouvelle carte de France demandée par Louis XIV en 1666
- ★ Le résultat est clair : le royaume diminue drastiquement; Louis n'est pas content!!

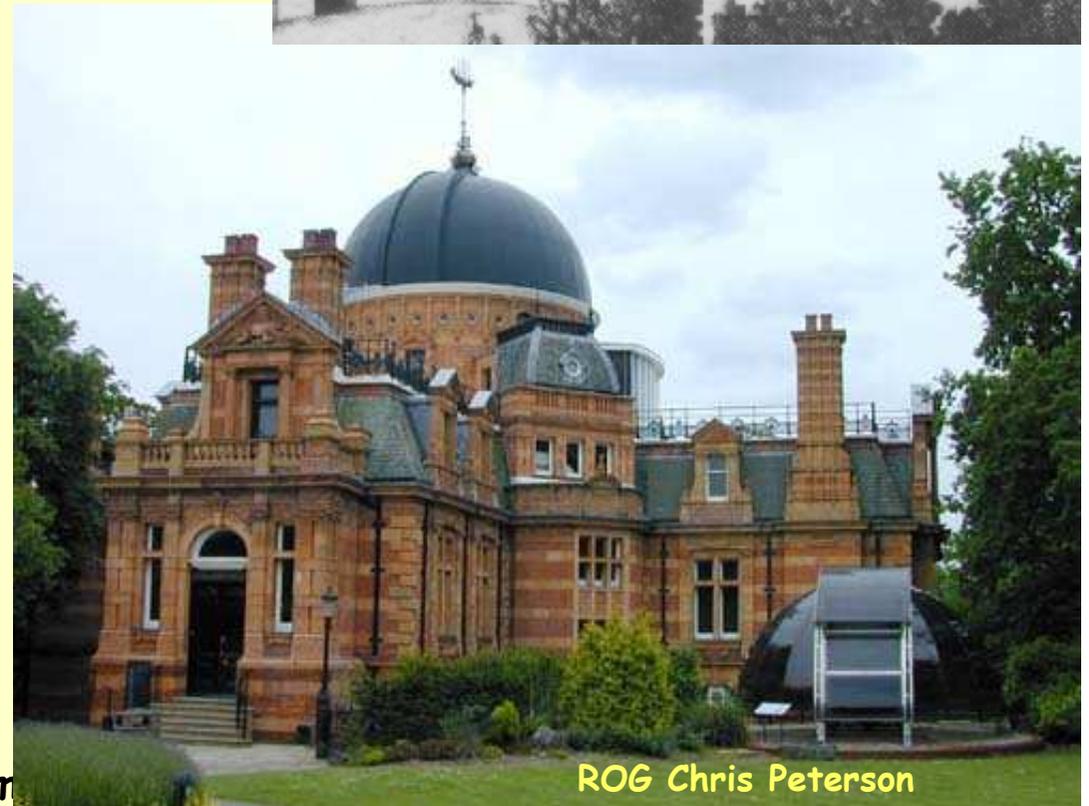
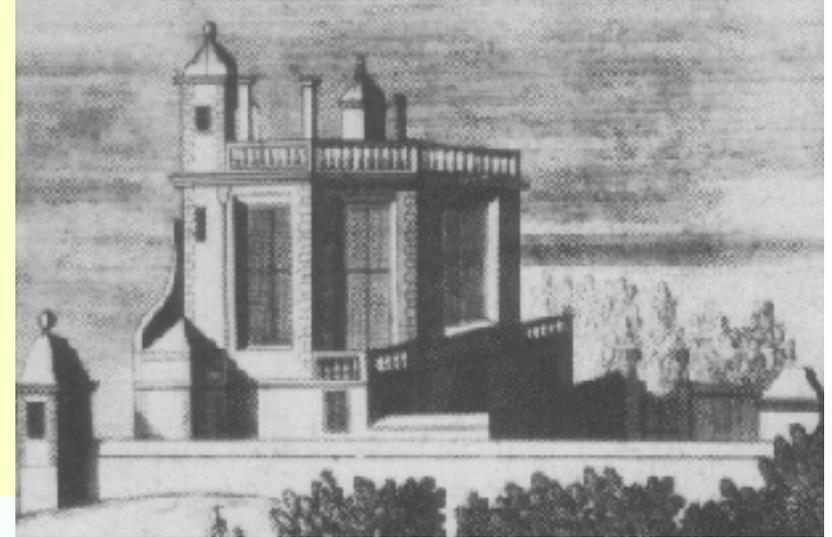


# ON CONSTRUIT L'OBSERVATOIRE DE PARIS

- ★ Afin de résoudre ce problème de longitude qui taraude aussi la Marine Française, le Roi décide la construction d'un observatoire en 1666
- ★ Jean Dominique Cassini en sera le Directeur

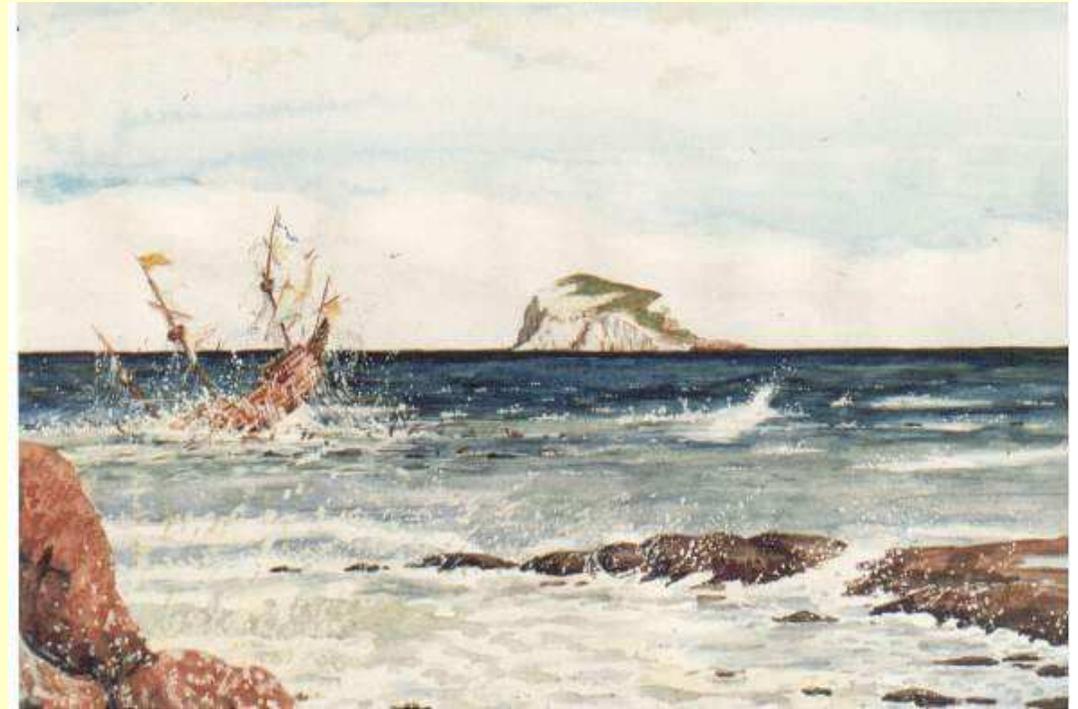


- ★ À la même époque le problème se posait en Angleterre, Reine des mers
- ★ Le roi Charles II crée l'**Observatoire de Greenwich** (ROG= Royal Observatory of Greenwich) en 1675
- ★ La direction en est confiée à John Flamsteed en 1695



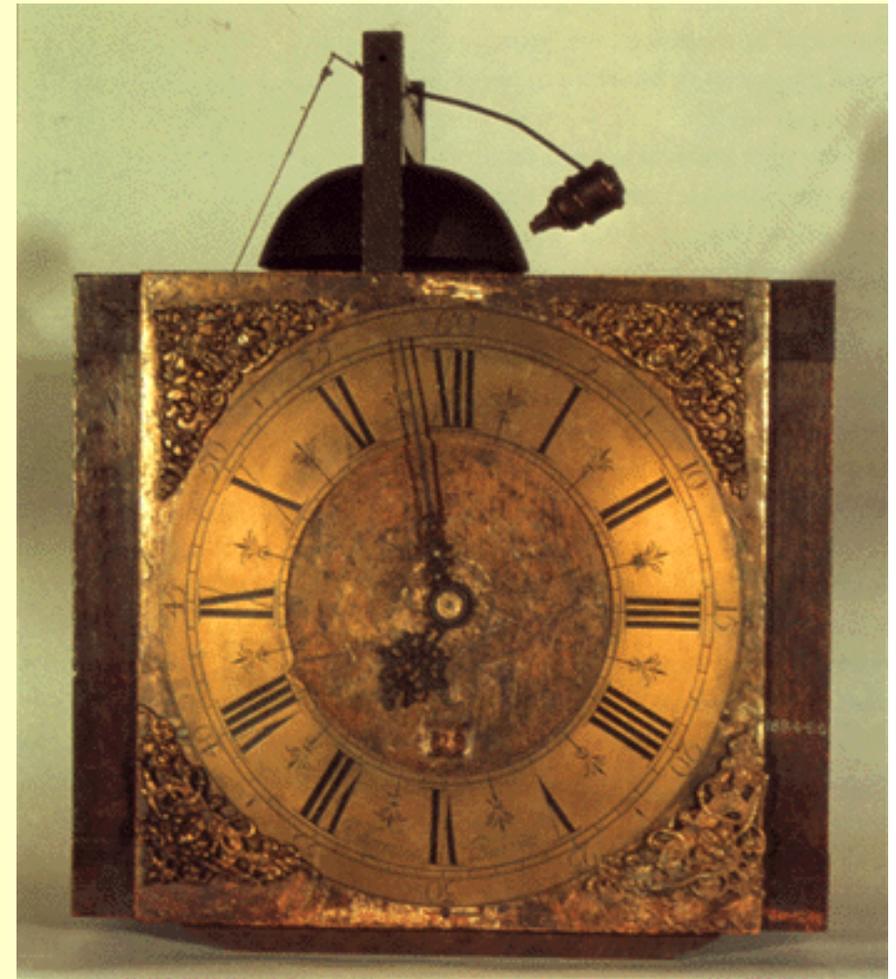
# DONC AU DÉBUT DU XVIIIème SIÈCLE ON EN ÉTAIT LÀ

- ★ Quand le terrible naufrage de 1707 frappa tous les esprits
- ★ Les marchands et les marins de Londres établirent une pétition qui aboutit à un Comité Parlementaire ,
- ★ Le comité de la Longitude dont Newton et Halley faisaient parti



- ★ Ceci aboutit à ce décret royal (Reine Anne) du 8 Juillet 1714 qui promet une récompense à toute personne résolvant le problème de la longitude:
- ★ **20.000£** (une somme énorme: plusieurs M\$ aujourd'hui) à celui qui pouvait déterminer la longitude en mer avec une précision de  $\frac{1}{2}^{\circ}$
- ★ 15.000£ avec précision de  $2/3^{\circ}$
- ★ 10.000£ avec précision de  $1^{\circ}$
- ★ On notera que  $\frac{1}{2}^{\circ}$  longitude = 3secondes par jour pour une montre, précision qui n'existait pas à l'époque, et en distance approx 60km à l'équateur

- ★ **John Harrison**, naît pauvre en 1693 dans le Yorkshire, il devient charpentier
- ★ Pour s'amuser il construit sa première horloge à 20 ans .....en bois (presque entièrement)
- ★ Rouages en chêne, pivot en buis, balancier (qui normalement se dilate à la chaleur) il a l'idée d'utiliser 2 métaux dont les dilatations se compensent (laiton et acier) etc..



- ★ On ne sait pas comment il a entendu parler du prix mais il va s'attaquer au problème
- ★ Il va voir Halley en 1730 et lui propose son horloge
- ★ À cette époque, le conseil de la longitude était noyauté par la tendance « astronome », qui ne jurait que par les phénomènes astronomiques pour résoudre le problème
- ★ Halley a la sagesse de ne pas l'envoyer dans la fosse aux lions, il l'adresse à G. Graham horloger du Roi

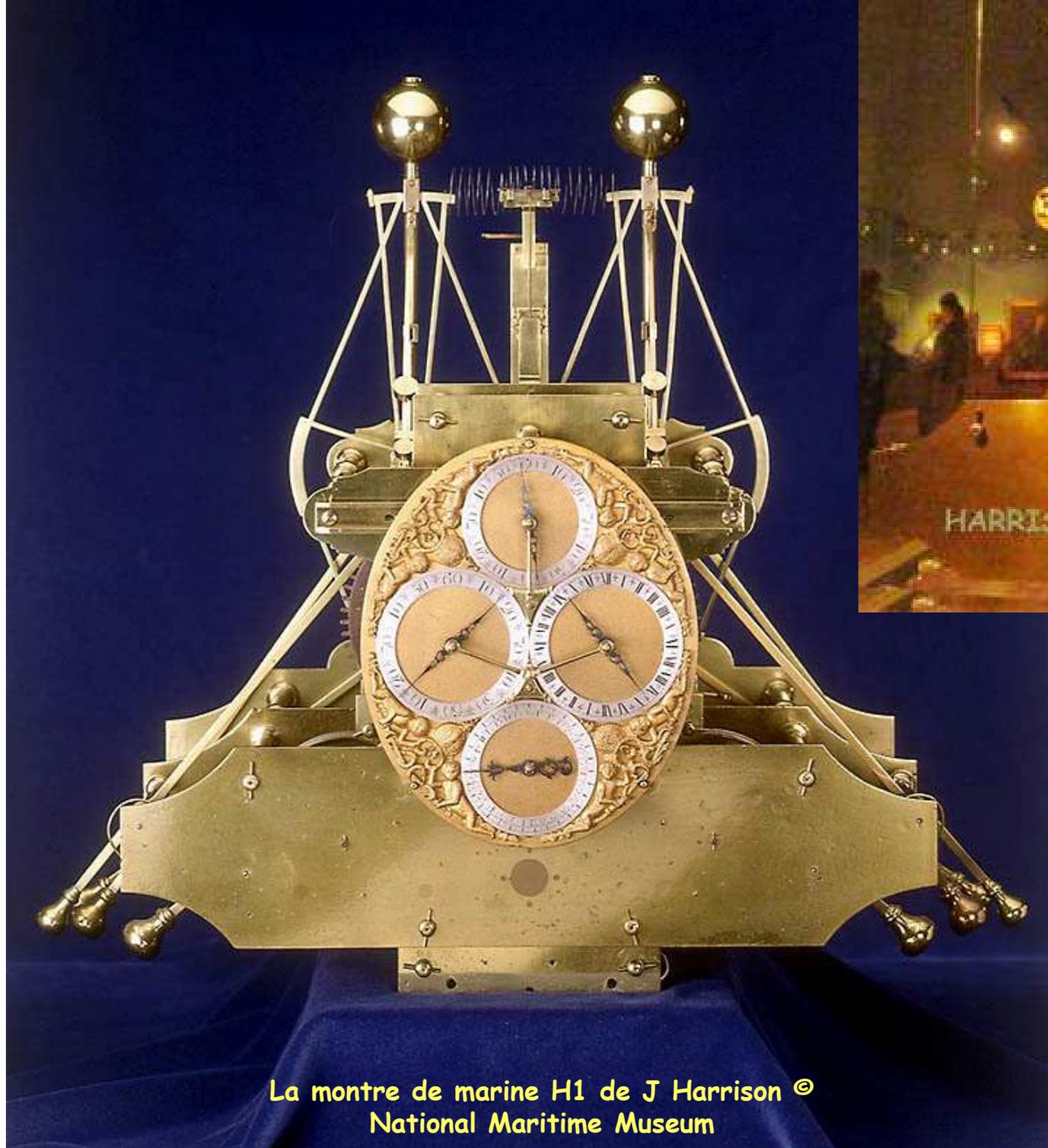


# LA H1 EST EN ROUTE!

- ★ Graham emballé par le génie de Harrison va devenir son protecteur
- ★ Il l'encourage à construire sa première vraie montre de marine
- ★ Elle va s'appeler la H1
- ★ Rouages en bois, extérieur en laiton; un poids énorme
- ★ Il met 5 ans à la construire
- ★ Elle fonctionne toujours à Greenwich (1 sec/mois)



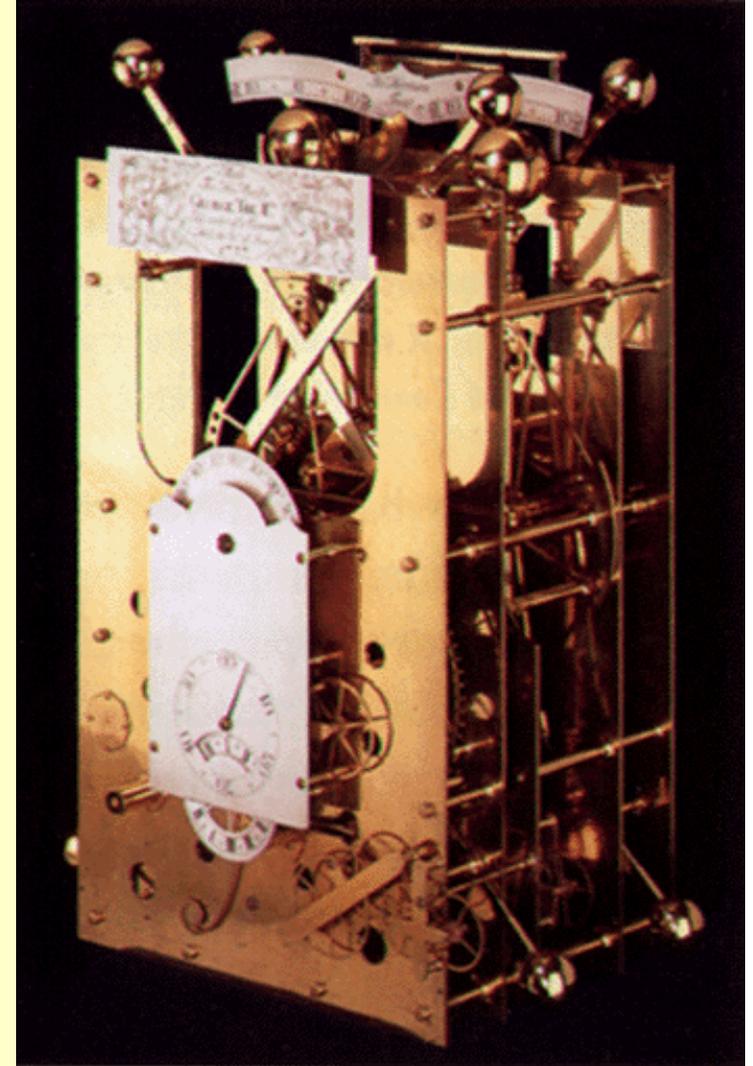
George Graham



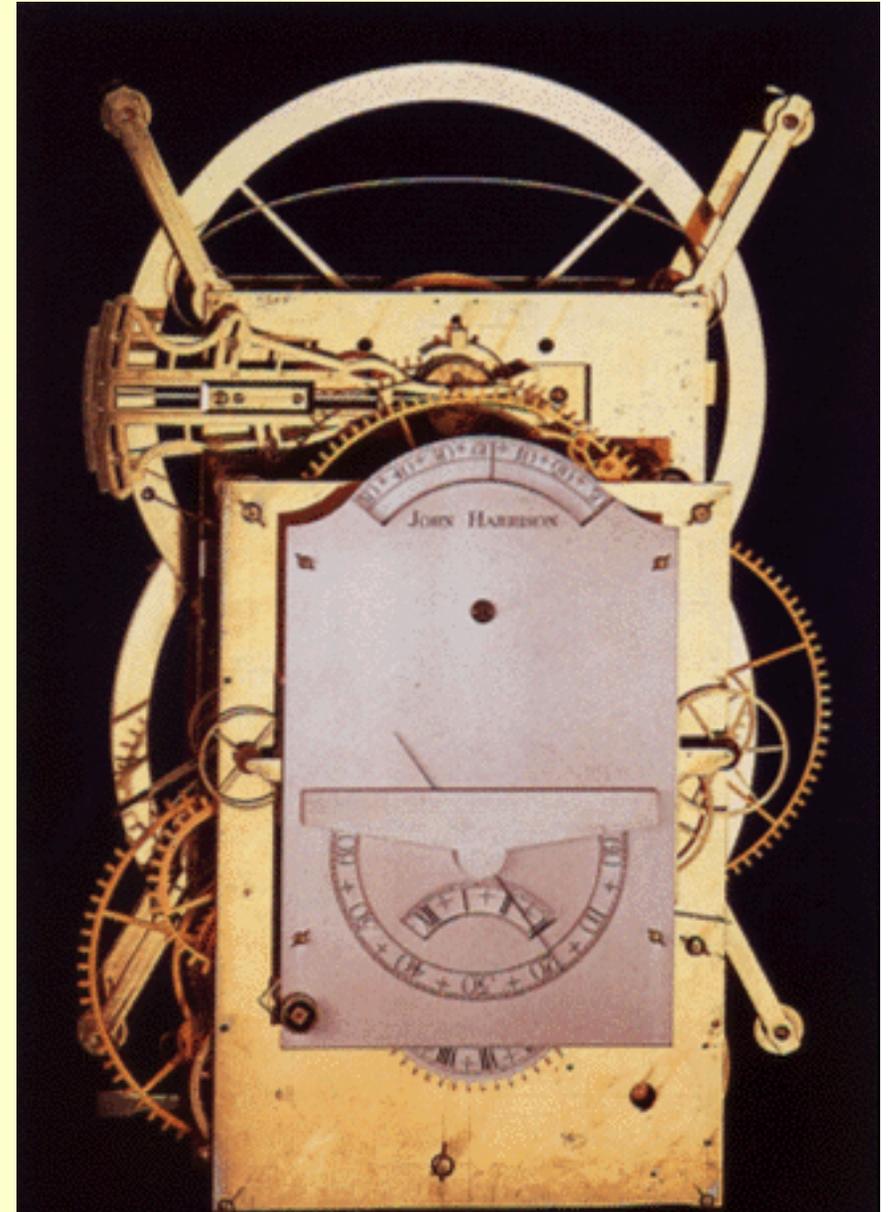
La montre de marine H1 de J Harrison ©  
National Maritime Museum



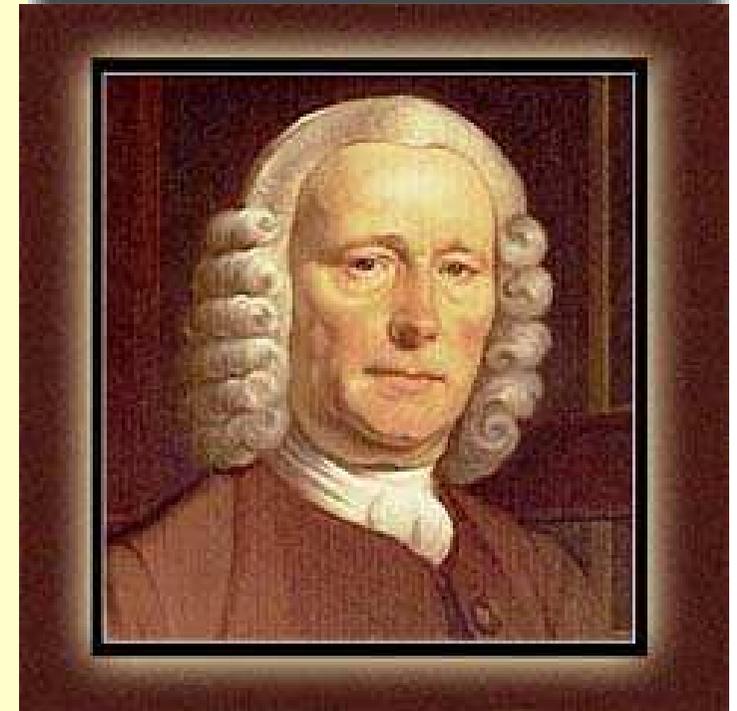
- ★ Graham obtient du comité que des essais en mer se déroulent
- ★ Ils sont probants, il sauve même le bateau.
- ★ Malgré quelques perfectionnements à apporter, Harrison demande une avance
- ★ Là, problème!!! **On ne lui donne que 500 £**
- ★ Perfectionniste à l'extrême, il entreprend une H2



- ★ Il construit une H3 (plus légère : 30kg)
- ★ La H3 est en bi-métal et avec roulement à billes
- ★ Mais il n'est pas encore satisfait, **il veut une montre qui puisse aller partout et qui ne soit pas aussi volumineuse**



- ★ Il a l'idée de la montre « **de poche** »
- ★ Elle va faire **seulement 1,5kg** et utilise diamants et rubis
- ★ C'est la H4, modèle définitif de chronomètre marin qui une fois remontée **peut fonctionner pendant 30 heures**
- ★ Nous sommes en 1759, 29 ans après sa première visite à Londres!!

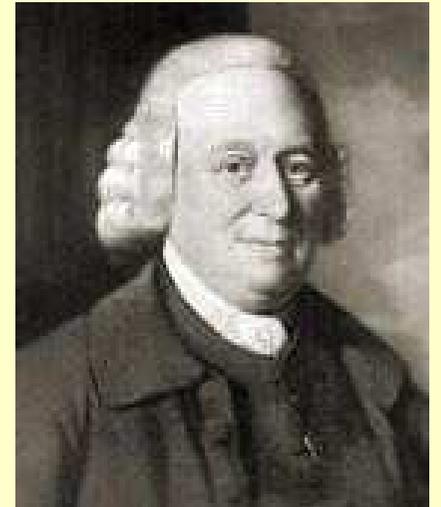




La montre H4 de John Harrison  
© National Maritime Museum

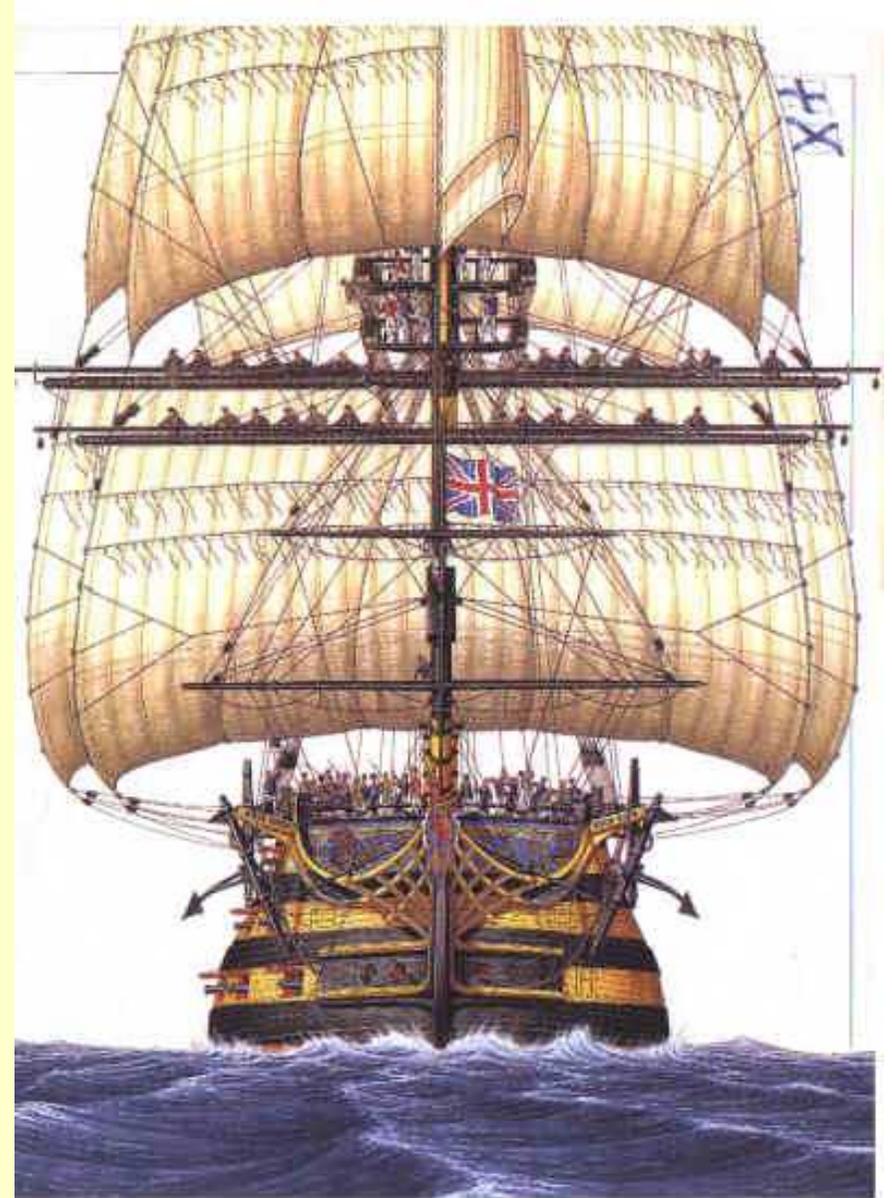
# DES ESSAIS QUE DIABLE!

- ★ Le comité n'était toujours pas convaincu de la justesse de la méthode horloge par rapport à la méthode astronomique (L'Angleterre était aussi en guerre ce qui n'arrangeait pas les choses)
- ★ Maskelyne, le fourbe astronome royal, fit tout ce qu'il put pour retarder les essais en mer, la science est une jungle!!!
- ★ Ils eurent quand même lieu en 1762 à bord du HMS Deptford en partance pour la Jamaïque



# SUCCÈS TECHNIQUE

- ★ Après 3 mois d'atlantique, le chronomètre avait .....  
5 secondes de retard!!!!!!
- ★ C'est une preuve manifeste de la supériorité de cette technique
- ★ Le conseil de la longitude est embarrassé, tous les prétextes sont trouvés pour ne pas payer, on met même les mesures en doute, on redemande un 2ème test, on change les règles, etc...
- ★ Les sages estiment que les essais sont insuffisants et Harrison ne reçoit que 1500£ au lieu des 20000



# LA FRANCE MET SON GRAIN DE SEL

- ★ La France a vent de cette avancée technique, elle avait aussi essayé de résoudre le problème de la longitude mais sans succès
- ★ Le Roi connaissant les problèmes de Harrison, envoie **l'horloger Berthoud** en Angleterre pour essayer de lui acheter son chronomètre
- ★ Il refuse, malgré toutes les humiliations de ses pairs, et il entreprend de nouveaux essais en mer en 1764



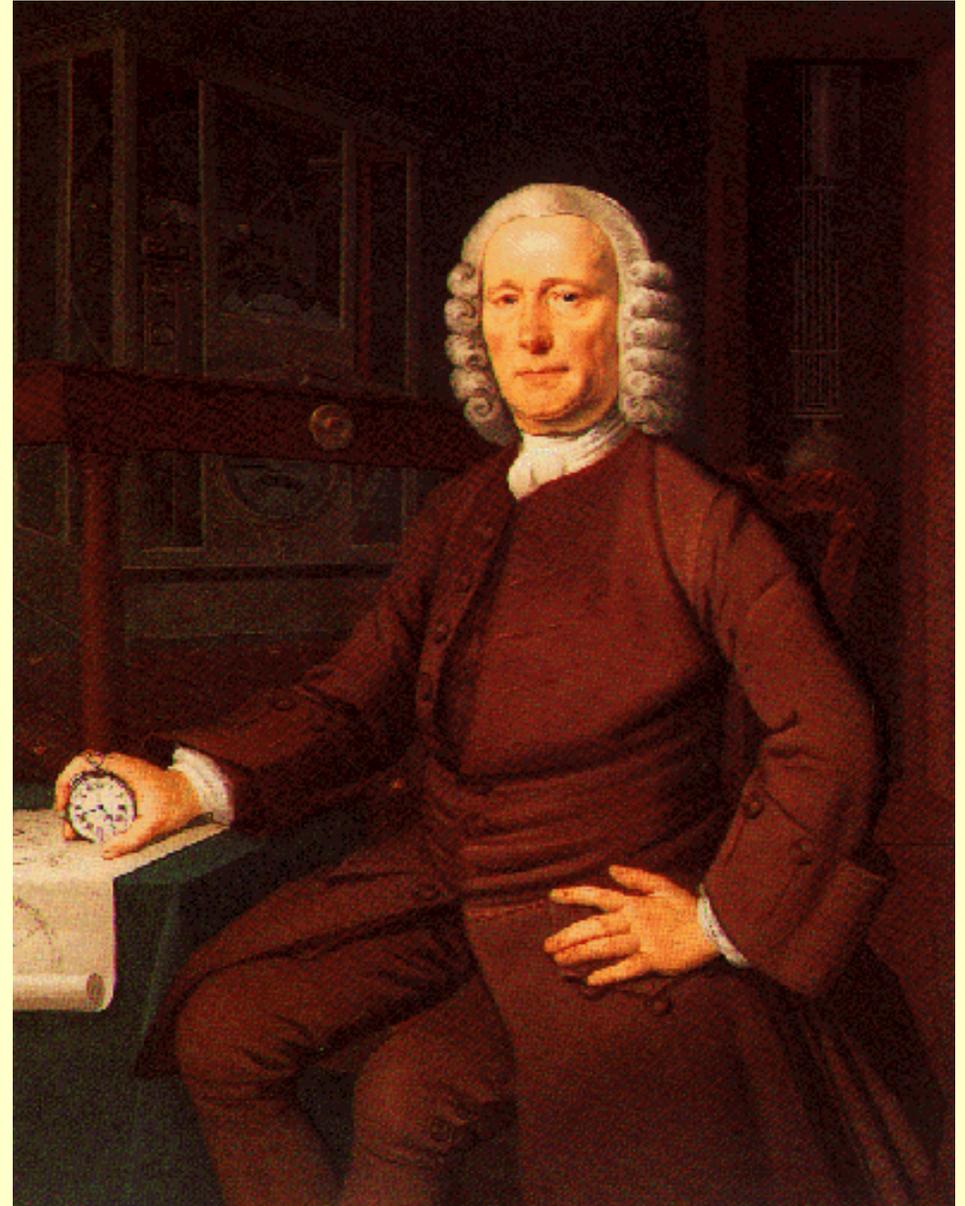
- ★ Ces essais sont encore une fois couronnés de succès, là il n'y a plus de faux fuyants, tout le monde est obligé d'admettre que la méthode Harrison est la bonne
- ★ Une dernière misère quand même, après de nombreuses mesquineries et humiliations on lui attribue... la moitié du prix soit 10.000£
- ★ Le roi George III se rend compte de l'injustice et lui fait remettre la totalité du prix en 1773
- ★ **John Harrison a 80 ans!!!!**
- ★ Sa montre va être produite en série et demeure un secret d'état

- ★ Le capitaine James Cook qui va entreprendre ses tours du monde a entendu parler de Harrison
- ★ Il veut un chrono de sa fabrication pour son périple
- ★ Le conseil refusa et ne lui donna qu'une copie de l'horloger Kendall la K1
- ★ Cook garde la K1 jusqu'à son expédition tragique

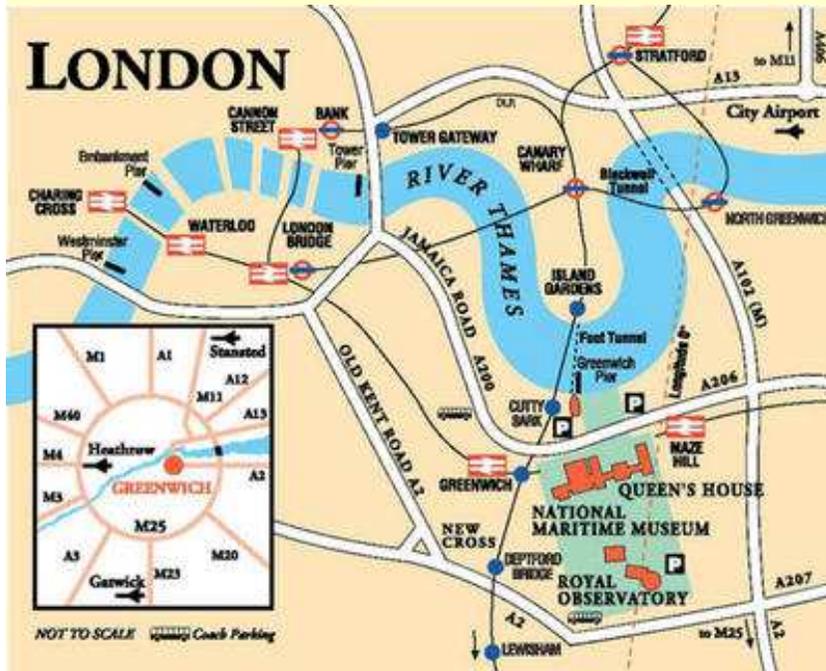


# SAVOURES TA VICTOIRE JOHN !

- ★ Oui tu as bien mérité des Sciences
- ★ Malgré toutes les mesquineries des savants de l'époque tu as persévéré
- ★ C'est cela la technique des humbles
- ★ Nous te rendons hommage ce soir
- ★ Les marins et l'humanité te disent : **Thank you John**



# ALLEZ VISITER LE NATIONAL MARITIME MUSEUM DE GREENWICH



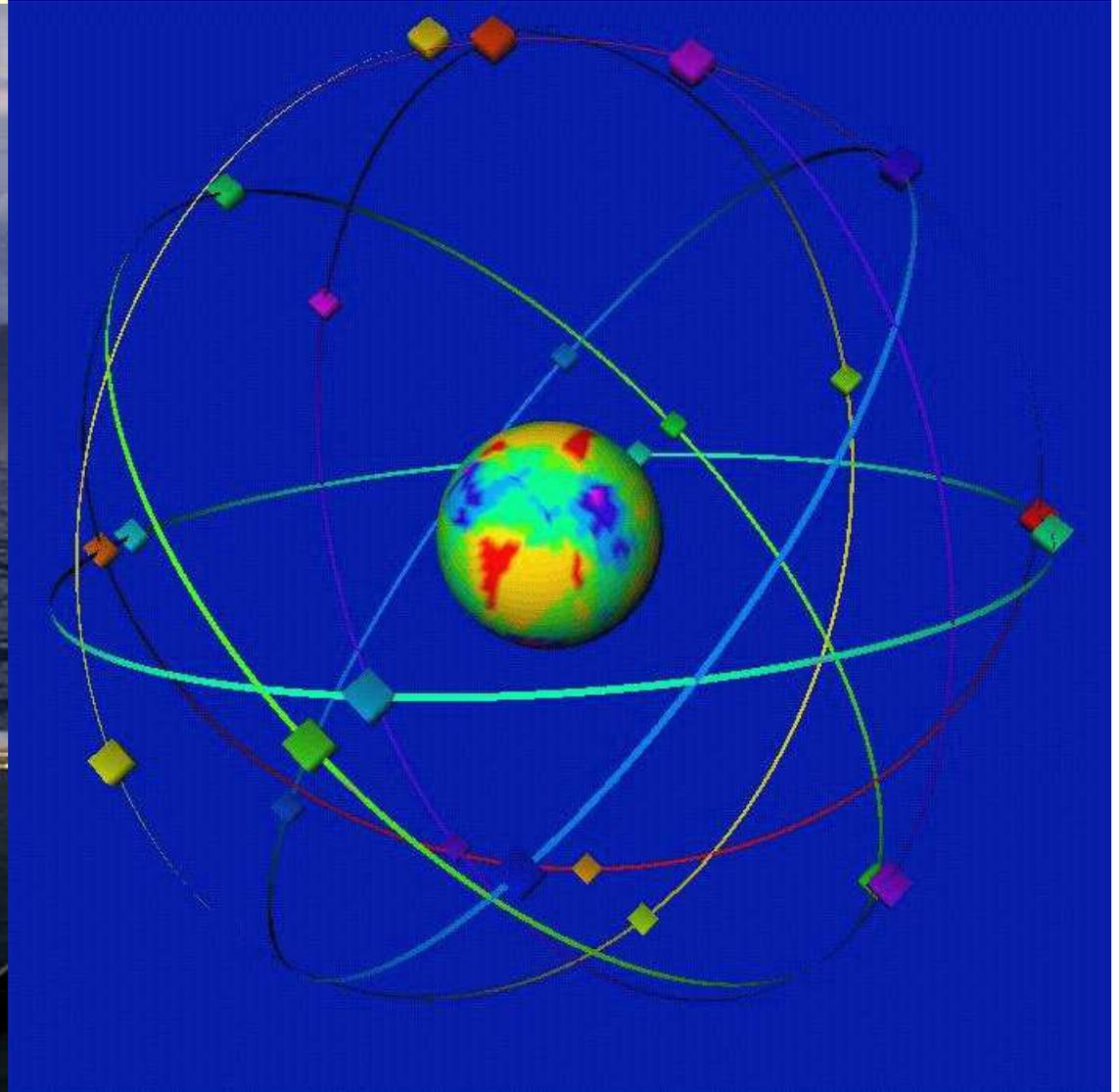
- ★ Heureusement qu'il a persévéré notre ami John, il a donné à l'humanité la technique pour mesurer la Longitude en mer, **la précision des montres passent de 15min par jour à une seconde par mois**
- ★ Il facilita par son action la maîtrise de l'Angleterre sur les Mers et participa ainsi à l'extension de l'Empire Britannique
- ★ La longitude zéro passe d'ailleurs par Greenwich au grand dam de la France
- ★ John Harrison relia avant Einstein l'espace et le temps à sa façon
- ★ Il meurt en 1783 à 83 ans



# ET MAINTENANT

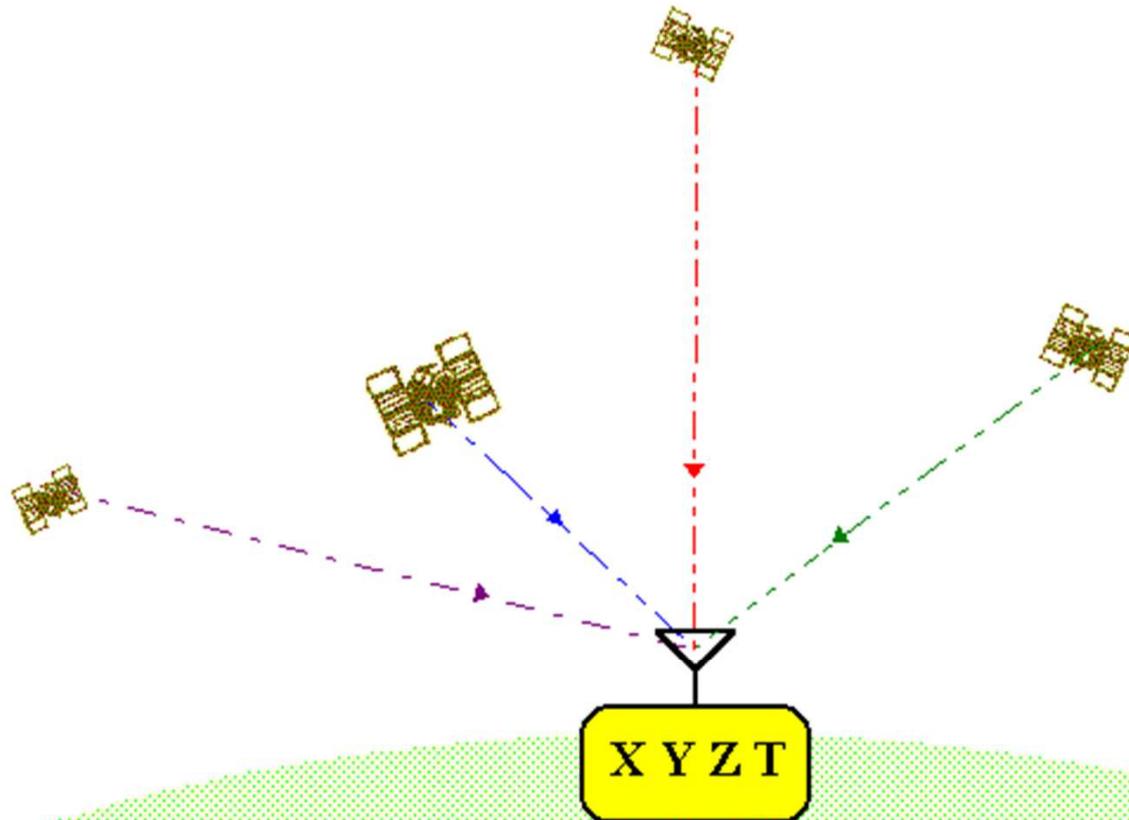
- ★ Comment fait-on pour trouver sa position
- ★ On est devenu paresseux, on emploie le GPS :  
**Global Positioning System**
- ★ C'est un ensemble de « n » satellites placés en orbite autour de la terre et qui périodiquement émettent des signaux radio que l'on détecte.
- ★ Ils servent à la détermination exacte de la longitude et de la latitude de n'importe quel point de la Terre.
- ★ C'est un système US en attente de Galileo l'européen

- ★ 24 satellites à 20.000 km orbitent la terre toutes les 12 heures



# 4 SATELLITES EN PERMANENCE AU DESSUS DE VOTRE TÊTE

4 équations à  
4 inconnues  
donnent :  
position x y z  
et le temps t

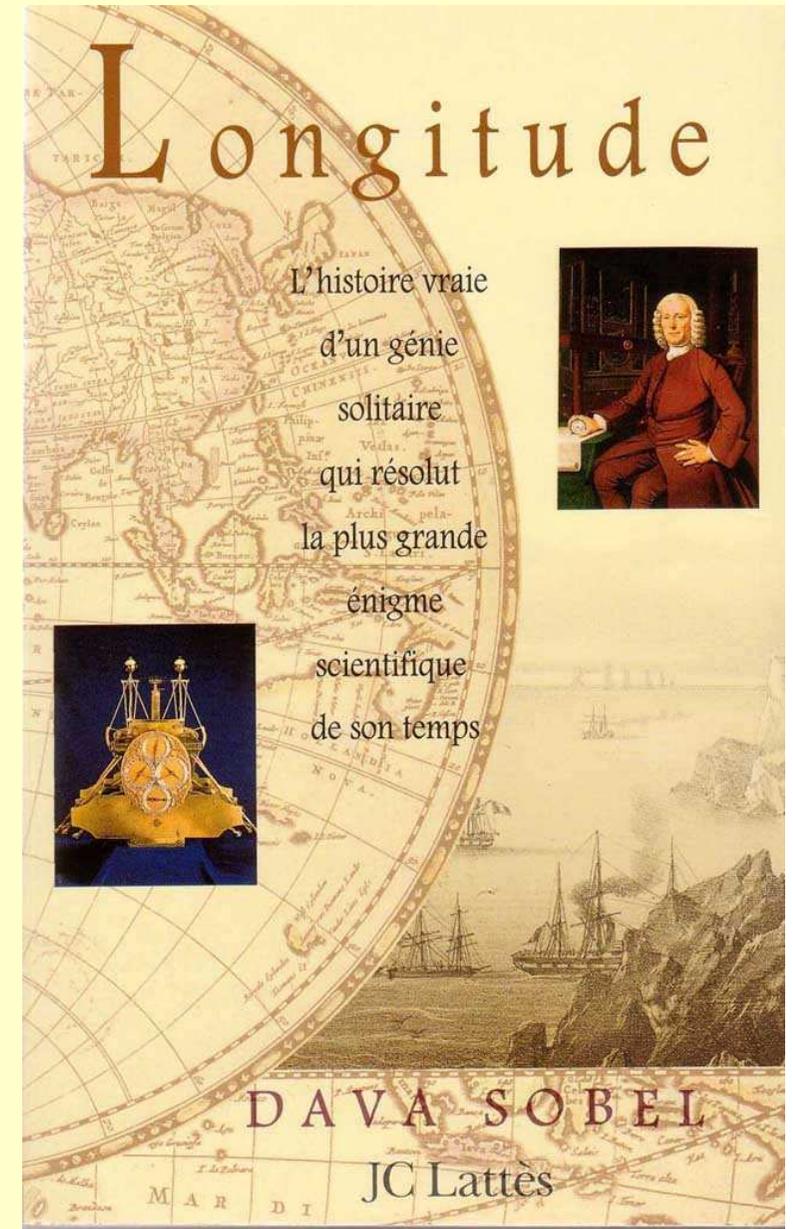


## The Global Positioning System

Measurements of code-phase arrival times from at least four satellites are used to estimate four quantities: position in three dimensions (X, Y, Z) and GPS time (T).

# BIBLIOGRAPHIE

- ★ « Longitude » de Dava Sobel chez JC Lattès dont je me suis inspiré pour cette présentation
- ★ On peut lire aussi avec intérêt « Une histoire du point en mer » par André Gillet chez Belin pour la science



# LE FILM : malheureusement inconnu en France, mais on le trouve en DVD

*"It is hard to exaggerate our debt to John Harrison, and the effect he had on his men and subsequent centuries. Harrison was a real-life forgotten hero, rediscovered by Robert Gould and made famous by Dara Scott. I hope this film can show something of the conditions under which he struggled and earned us his one man's determination, against all odds, to change our world!"*  
— CHARLES STURRIDGE, Director

Once out of sight of land, mariners had no reliable way of telling their exact position in the world's seemingly endless oceans. In 1714 Parliament offered a £20,000 prize to anyone who could accurately measure longitude at sea.

This is the true story of one man's forty year struggle to win the prize money by proving that his mechanical clock was the answer, not the stars as most people in the scientific establishment believed.

It also tells the story of Robert Gould, who two centuries later tracked down the four machines Harrison had built and took on the task of restoring both the reputation and the physical condition of the clocks, enabling future generations to realise the significance of Harrison's vision.

Starring  
**Michael Gambon, Jeremy Irons, Ian Hart**

Based on the book by David Scott  
Music by Anthony Marwood  
Executive Producers: Nigel Clavin, & Anthony Marwood  
Producer: Andrew Ainsworth  
Written and Directed by Charles Sturridge

2 Feature Film Presentation Credits  
© 2000 Channel 4  
© Screenplay by Robert Gould  
© Screenplay by Robert Gould

5 014138 501938

VHS  
GW0193

PG  
Parental Guidance  
General viewing, but some scenes may be unsuitable for young children

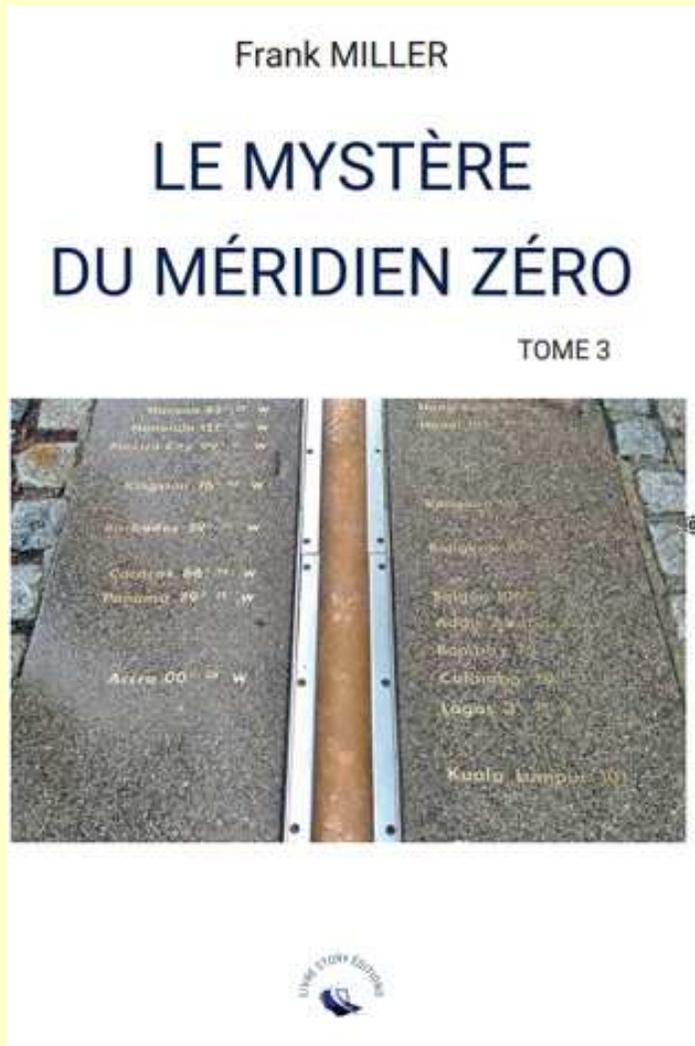
AS SEEN ON CHANNEL 4

PG

From the Director of *Mastermind* Hosted & *Outlaw's Travels*  
Michael Gambon • Jeremy Irons • Ian Hart

*Longitude*

He look on the world...  
and changed it forever



Frank Miller, astrophysicien, est appelé de Londres par Scotland Yard, son amie Nathalie Dujardin, physicienne des particules en poste au synchrotron JET, est grièvement blessée, elle est accusée en plus d'avoir tué 4 personnes à l'Observatoire de Greenwich. Il va essayer de démêler cette étrange affaire avec l'aide d'un ami du MI-5, Brian Smith.

À cette occasion, on sera plongé dans le passé, car nous nous apercevrons que la résolution il y a plus de 300 ans du calcul de la Longitude n'est pas étrangère à cette palpitante...

De nombreuses victimes innocentes paieront la folie de quelques-uns, mais après une course poursuite dans Londres le mystère sera enfin résolu.

- ★ Sur les vieux instruments d'astronomie (une pure merveille!) :  
The Universe unveiled par B Stephenson  
Cambridge University Press
- ★ Aussi dans le même genre mais sur un sujet unique :  
Astrolabes, cartes du ciel par JN Tardy  
chez Edisud (comprendre et construire les  
astrolabes)

<http://rubens.anu.edu.au/student.projects97/naval/home.htm> the discovery of Longitude

<http://lamap93.free.fr/intranet/lml2/doc%20astro%20stage/Histoire%20de%20l%27astronomie%202bis.htm#mesures> astronomie et mesures

<http://www.nmm.ac.uk/site/request/setTemplate:singlecontent/contentTypeA/conWebDoc/contentId/355/navId/005001000002> le site de Greenwich sur John Harrison, à voir absolument

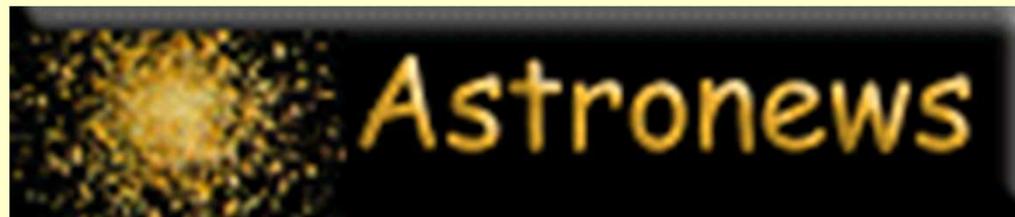
<http://lamap93.free.fr/cours/lml/tu.htm> le temps universel simplement

<http://www.ncgia.ucsb.edu/education/curricula/giscc/units/u017/u017.html> sur le GPS

# VOUS VOULEZ CONNAÎTRE TOUTE L'ACTUALITÉ DE L'ASTRONOMIE ET DE L'ESPACE ?

★ Recevez régulièrement les Astronews de :

[www.planetastronomy.com](http://www.planetastronomy.com)



MERCI

