

# Une petite histoire du calcul de la longitude

## I – Quelques définitions

### Définition 1

On appelle parallèle tout cercle tracé à la surface de la Terre, parallèle à l'équateur.

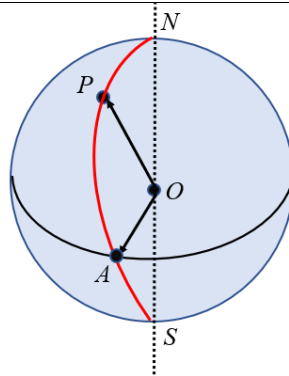
### Définition 2

On appelle méridien tout demi-cercle tracé à la surface de la Terre qui rejoint les deux pôles.

### Définition 3

Soit  $P$  un point à la surface du globe,  $O$  le centre de la terre et  $A$  l'intersection du méridien passant par ce point avec l'équateur.

On appelle latitude de  $P$  la mesure en degrés de l'angle  $(\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OP})$ .



### Quelques remarques

- Quand on donne la latitude d'un point, il est d'usage de préciser en outre si ce point est situé au nord ou au sud de l'équateur. Ainsi Mulhouse a pour latitude 47,75 degrés Nord.
- Tous les points sur un même parallèle ont la même latitude.
- La définition précédente de la latitude est problématique pour les deux pôles : sauriez-vous dire pourquoi ?

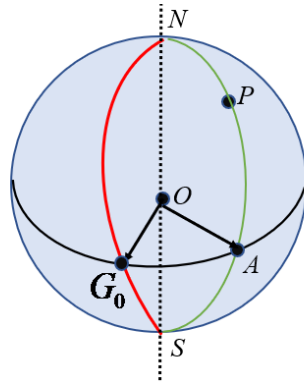
### Définition 4

Parmi tous les méridiens, il est un méridien qui sert de référence : c'est le méridien qui passe l'observatoire royal de Greenwich (dans la banlieue de Londres).

### Définition 5

Soit  $G_0$  le point d'intersection du méridien de Greenwich (en rouge sur le dessin) avec l'équateur. Pour un point  $P$  à la surface de la Terre on appelle  $A$  l'intersection du méridien passant par  $P$  avec l'équateur. La longitude de  $P$  est alors la mesure en degrés de l'angle  $(\overrightarrow{OG_0}, \overrightarrow{OA})$ .

*Voir dessin en page suivante*



### Quelques remarques

- Quand on donne la longitude d'un point, il est d'usage de préciser en outre si ce point est situé à l'est ou à l'ouest du méridien de Greenwich. Ainsi Mulhouse a pour longitude 7,34 degrés Est.
- Tous les points sur un même méridien ont la même longitude.
- Le couple formé par la latitude et la longitude d'un point est appelé coordonnées géographiques de ce point.

## **II – Mise en perspective historique**

### a) Avant la Renaissance

Les voyages terrestres ne nécessitaient de calcul des coordonnées géographiques : les routes, les cartes et les villes ou villages traversés permettaient de se repérer.

Les voyages maritimes étaient eux limités au cabotage ou à de courtes traversées en Méditerranée ou dans la Manche, pour lesquelles on pouvait en outre s'aider de la boussole dès l'an 1300 (la boussole est en revanche apparue beaucoup plus tôt en Chine, sans que cette connaissance ne soit parvenue en Occident).

### b) Tout change avec les grandes découvertes

À partir de la fin du XV<sup>e</sup> siècle, les européens entreprennent de plus en plus régulièrement la traversée de l'Atlantique, qui dure souvent plus de trois semaines. Afin de gérer au mieux le stock de nourriture et d'eau potable et pour arriver au bon endroit, il devient important de pouvoir se repérer en pleine mer.

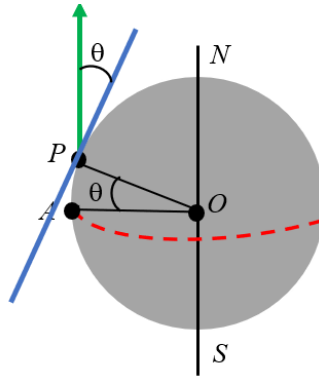
La détermination de la longitude et de la latitude devient alors une nécessité parfois vitale. Comme on ne disposait pas de moyens radio à cette époque, la seule façon de se positionner était l'observation du ciel.

## **III – Détermination de la latitude**

Soit  $P$  un point à la surface du globe. Regardons la Terre en coupe : on représente l'intersection de la Terre avec le plan du méridien passant par  $P$  ; ce méridien coupe l'équateur en  $A$ .

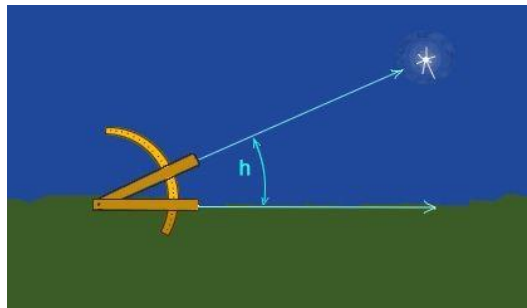
Comme l'étoile du Nord est très loin, le point  $P$  la voit comme si elle était sur la demi-droite  $D$  (en vert). La latitude  $\theta$  est l'angle  $AOP$ . La direction de l'horizon est représentée en bleu. La latitude apparaît également comme l'angle entre l'horizon et l'étoile du Nord.

*Dessin en page suivante*



### Définition 6

Pour un observateur  $P$  à la surface du globe qui regarde une étoile  $E$ , on appelle hauteur  $h$  de l'étoile  $E$  l'angle entre la droite  $(PE)$  et la projection de  $(PE)$  sur le plan horizontal de l'observateur (qui est en fait le plan tangent à la Terre passant par  $P$ ).



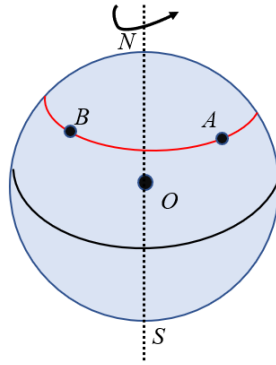
La hauteur d'un astre (y compris le soleil) se mesure avec un sextant.



On a donc établi que la latitude d'un point est la hauteur de l'étoile du Nord en ce point. Plus globalement, la position des différents astres du ciel (soleil le jour, lune et autres étoiles la nuit) ne dépend que de l'heure et de la latitude du point. Différents relevés astronomiques permettent de savoir la latitude à partir de la hauteur du soleil à deux instants distincts et de la date. La question de la détermination de la latitude est donc relativement aisée à résoudre pour un marin.

### IV – La longitude : une histoire d'heure

Le calcul de la longitude est moins évident car deux points à la même longitude (donc sur le même parallèle) passeront au même endroit du fait de la rotation de la Terre. Une simple observation astronomique ne permettra donc pas de connaître la longitude.



Le point B passera par la position actuellement occupée par le point A mais plus tard. Il verra à ce moment le même ciel qu'a vu A précédemment.

### Exercice

Un navigateur à la même latitude que Greenwich qui a une horloge calée sur l'heure de Greenwich constate qu'il est 14h lorsque le soleil est à sa hauteur maximale, alors qu'il sait qu'il est midi à Greenwich lorsque le soleil y atteint sa hauteur maximale. Quelle est sa longitude ?

### Solution

Comme notre navigateur a 2 heures de retard sur Greenwich, son écart avec Greenwich est de  $\frac{2}{24}$  du tour de la Terre.

Une rotation complète représentant 360 degrés, notre navigateur est à  $360 \frac{2}{24}$  degrés à l'ouest de Greenwich, soit à une longitude de 30 degrés Ouest.

### Bilan

Pour un navigateur dont la latitude est connue, il est possible de savoir sa longitude à condition de savoir l'heure qu'il est à Greenwich. Des relevés astronomiques permettent de savoir à quelle heure ont lieu divers évènements astronomiques au point de même latitude situé sur le méridien de Greenwich. La connaissance de son retard ou de son avance sur ces évènements lui permet de connaître sa longitude.

On retiendra : une heure d'avance traduit un décalage de 15 degrés à l'Est, tandis qu'une heure de retard traduit un décalage de 15 degrés à l'Ouest : en effet  $15 \times 24 = 360$ .

### **V – Déterminer l'heure, ce n'est pas si simple**

La question de la détermination de l'heure qu'il est à Greenwich n'est pas si simple : les horloges de l'époque étaient des horloges à balancier qui sur un bateau soumis à la houle voyaient leur mouvement perturbé. De plus les grandes variations de température et d'humidité en affectaient également le fonctionnement.



### Exercice

Sachant qu'un degré de longitude représente environ 111 km au niveau de l'équateur, de combien de km un marin se trompe-t-il sur sa position si son horloge a pris 15 mn de retard ?

## **VI – Le concours royal de 1714**

En 1704 une flotte anglaise navigue proche des îles Scilly, proches de l'Écosse en pensant se trouver plus au large par suite d'une erreur dans l'estimation de la longitude. Il y a du brouillard et une catastrophe s'en suit : la flotte s'échoue sur les rochers et plus de deux mille hommes furent noyés.

Suite à cette catastrophe, le parlement anglais lance un concours doté d'un prix équivalent à deux millions d'euros récompensant celui qui trouvera un dispositif permettant de connaître la longitude avec une erreur inférieure à un demi-degré après 42 jours de mer.

Deux corporations vont alors se battre pour obtenir la récompense : les horlogers et les astronomes.

Les astronomes développent deux idées : l'une consiste à tenter d'obtenir l'heure à partir de la position de la lune par rapport aux étoiles, mais cette méthode ne s'avère pas suffisamment précise. L'autre idée consiste dans l'observation des satellites de Jupiter pour lesquels on pouvait déterminer les heures où ils passaient derrière la planète et celles où ils réapparaissaient. Mais cette méthode était trop dépendante de la météo et le mouvement du bateau dans la houle rendait très difficile la visée de Jupiter avec une lunette.

Un horloger amateur (qui était ébéniste de profession) finira par construire un chronomètre de marine qui répondra aux exigences du concours royal. Il utilisera pour cela des tiges de métaux différents pour être moins sensible aux dilatations causées par les variations de température. Après de multiples tentatives, il fait la preuve de la viabilité de son chronomètre en 1761, lors d'un voyage en Jamaïque : son chronomètre n'a que 5 secondes d'erreur à l'issue du voyage.

Une partie de la bonne société Londonienne ne peut accepter que le prix du concours royal soit remis à un horloger amateur alors que les meilleurs astronomes et horlogers officiels de la cour ont échoué.

Il sera décidé de ne pas lui remettre le prix, au prétexte que son excellente précision lors de la traversée pour la Jamaïque ne serait que le fait de la chance. On décide de lui octroyer quand même une compensation de 5000 livres plutôt que les 20000 livres du prix, ce que Harrison refusera.

John Harrison fait réaliser une seconde vérification lors d'un voyage à destination de la Barbade, voyage pour lequel avait également embarqué l'astronome Nevil Maskeline. À l'arrivée le chronomètre de Harrison permet la détermination de la position du navire avec une précision de 15 km alors que les méthodes basées sur la position de la lune de l'astronome Maskeline amènent une erreur de 48 km. Pourtant la commission chargée de remettre le prix estime à nouveau que la chance a joué ; pendant ce temps Maskeline convainc les autres jurés de ne faire aucune copie du chronomètre de Harrison.

Face à tant de mauvaise foi, Harrison décide de s'adresser directement au roi George III.

Il lui adresse un exemplaire de son chronomètre en 1772. Pendant 10 semaines des mesures quotidiennes sont faites et il est constaté que le chronomètre ne se décale que d'une seconde tous les trois jours. Le roi ordonne alors le versement du prix.

On lui accorde alors en 1773 la moitié du prix seulement ; Harrison meurt trois ans plus tard à l'âge de 80 ans.

### **VII – Et plus tard ?**

L'invention de la radio au XXème siècle permettra d'avoir l'heure avec la précision souhaitée. Des systèmes de triangulation (radiogoniométrie) permettront également de se localiser à partir de balises fixes.

Puis beaucoup plus tard, le système GPS (1995) permettra de se positionner sans faire aucun effort.

Toutefois les marins apprennent encore de nos jours à se positionner à l'ancienne, sans aucune aide électronique pour palier à une panne des systèmes de géolocalisation.