

Histoire de latitude... Histoire de régiments

Déclinaison du Soleil, rectification de la Polaire, heure aux étoiles,

1) Préambule

Dès qu'il a fallu s'éloigner des côtes, le repère naturel pour les navigateurs a été le ciel avec ses astres comme le Soleil, la Lune ou des étoiles de la voûte céleste.

*Le jour, le Soleil est un astre de choix pour se repérer mais pour trouver la latitude avec la hauteur du Soleil, il faut connaître la déclinaison du Soleil au moment de l'observation et maîtriser les opérations à suivre, assez simples à midi solaire, pour savoir si on doit l'ôter ou l'ajouter à cette hauteur à l'endroit de l'observation. La déclinaison du Soleil varie entre $23^{\circ}\frac{1}{2}$ S et $23^{\circ}\frac{1}{2}$ N.

*La nuit, le mouvement apparent de la voûte céleste étoilée ont inspiré les observateurs. Dans l'hémisphère nord, comme le pôle nord céleste est un point théorique sans étoile visible, la Polaire a été choisie pour trouver la latitude, égale à la hauteur du pôle. Il faut alors connaître l'écart de hauteur entre le pôle nord et la Polaire pour trouver la latitude. Il est évalué en observant les Gardes de la Petite Ourse. En 1500, cet écart pouvait aller jusqu'à $3^{\circ}\frac{1}{2}$.

Sachant qu'une erreur de 1° est égale à 60 milles nautiques, soit 111 kilomètres environ, la hauteur de la Polaire ou du Soleil, sans correction, donne des valeurs en général très imprécises de la latitude. Pour en obtenir une satisfaisante, il a fallu mettre en place des règles précises sur les corrections à apporter dans tous les cas de figures.

C'est l'objet des régiments de la déclinaison du Soleil et de l'étoile du Nord.

Une autre histoire se trouve imbriquée dans cette recherche de la latitude, c'est l'histoire de l'heure.

De jour, l'utilisation correcte d'un cadran solaire donne l'heure solaire avec l'ombre du Soleil. De nuit, la voûte céleste qui tourne en 24 heures environ au-dessus de nos têtes offre une horloge géante à qui sait l'utiliser. L'heure est déterminée alors en observant la Polaire et les Gardes de la Petite Ourse (ou de la Grande Ourse).

Ainsi la rectification de la Polaire et la détermination de l'heure la nuit sont parfois confondues.



Fig 1 : [Bandeau](#), Fol. 17r
manuscrit de Jacques Devaulx, 1573

2) Quelques notions astronomiques pour comprendre

2- 1/ Déclinaison du Soleil, rectification de la Polaire,

Sur la mer, loin des côtes, la connaissance de la latitude nécessitait la hauteur d'astres :

* le jour, la hauteur du Soleil :

L'équateur céleste fait avec l'horizon, un angle égal à la colatitude ($90^\circ - \varphi$) du lieu.

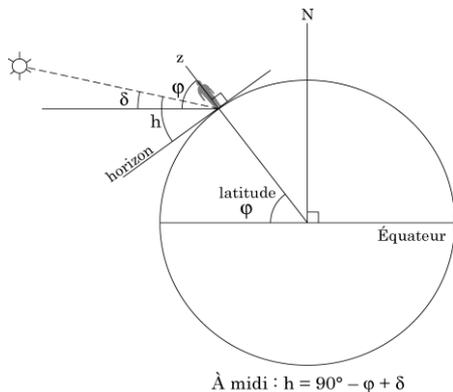


Fig. 2. Pour l'observateur, le Soleil est au-dessus de l'équateur céleste.

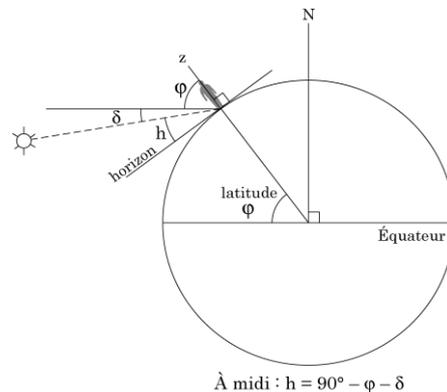


Fig. 3. Pour l'observateur, le Soleil est en-dessous de l'équateur céleste.

À midi solaire, la hauteur du Soleil est : $h_s = 90^\circ - \varphi \pm \delta$

où φ est la latitude et δ la déclinaison du Soleil.

Le pilote devait corriger¹ cette hauteur h pour obtenir la latitude φ .

* la nuit,

- à l'aide de la hauteur de l'étoile Polaire dans l'hémisphère nord

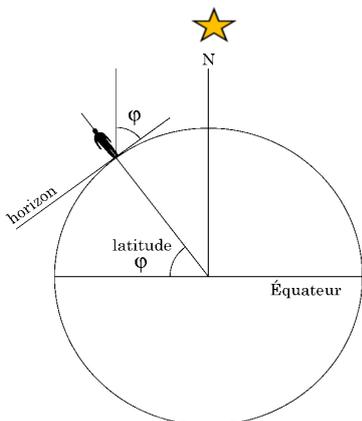


Fig. 4. L'axe de la Terre perce la voûte céleste près de la Polaire.

L'axe de la Terre fait un angle avec l'horizon égal à la latitude du lieu.

À l'époque de la Renaissance, plusieurs degrés séparaient l'étoile Polaire du pôle Nord céleste. Il fallait rectifier la hauteur de l'étoile Polaire pour obtenir la latitude :

$$h_p = \varphi \pm r$$

où φ est la latitude et r la rectification

- la hauteur d'une étoile de référence pour l'hémisphère sud.

Dans l'hémisphère sud, il n'y a pas d'étoile avec une magnitude suffisante proche du pôle Sud céleste. Les marins utilisaient la Croix du Sud comme on le verra².

¹ Pour utiliser la formule, il faut savoir si on est dans l'hémisphère nord ou sud et savoir si la déclinaison est nord ou sud.

² Voir [Pôle sud et latitude](#).

2-2/ la trajectoire de la Polaire

On peut modéliser le mouvement de la voûte céleste en faisant tourner un parapluie ouvert autour de sa tige représentant l'axe de la Terre. Ce point fixe autour duquel tourne la voûte céleste est le pôle Nord céleste. Ce point étant théorique, les marins prenaient la hauteur de la Polaire.

Proche du pôle Nord, l'étoile la plus lumineuse, la Polaire (α UMi, Cynosura), dans la constellation de la Petite Ourse a une distance au pôle qui évolue à cause de la précession des équinoxes³. Le pôle nord céleste était en 1000 à $6^{\circ}13'$ de la Polaire, en 1400 à $3^{\circ}59'$, en 1700 à $2^{\circ}18'$. Il continue à se rapprocher de cette étoile actuellement⁴.

En 1485, la Polaire était à $3^{\circ}\frac{1}{2}$ du pôle. Pour l'estimation de la latitude, c'est cette valeur qui va être utilisée pendant longtemps.

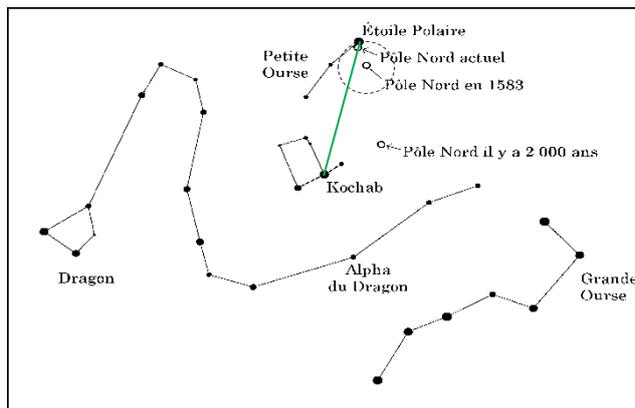


Fig. 5. Les constellations proches de la Polaire
En pointillé, la trajectoire de la Polaire en 1583.
En vert, la ligne virtuelle Polaire/Kochab.

Vue de la Terre, l'étoile Polaire fait un tour, comme toute la voûte céleste, autour du pôle en 23h 56min.

Pour situer la Polaire sur sa trajectoire par rapport au pôle, les marins utilisaient une des deux Gardes de la Petite Ourse, Kochab, et repéraient la direction Polaire/Kochab.

Certains utiliseront l'orientation de trois Gardes, Pherkad (γ UMi) la plus éloignée de la Polaire, Kochab (β UMi) au centre et 5 UMi⁵.

2- 3/ Heure aux étoiles

En observant le ciel vers la Polaire la nuit, les marins pouvaient déterminer deux valeurs bien distinctes. La latitude, à partir de la hauteur de la Polaire et de sa position sur sa trajectoire, et l'heure, en considérant le mouvement apparent de rotation de la voûte céleste autour de la Polaire.

Les moyens utilisés par les marins pour connaître l'heure aux étoiles fait l'objet d'un chapitre : [Évolution de l'instrument donnant l'heure aux étoiles](#)

3) Présentation des régiments

- Jusqu'au XV^e siècle, l'expérience des marins en Méditerranée, dans l'Océan Indien et le long de multiples côtes a nourri le travail d'astronomes principalement dans le monde arabe et en Inde. Ce travail, en théorie et en pratique, se trouvait déjà développé dans les écrits des Anciens qui ont été traduits en arabe dès le VIII^e siècle. Le navigateur et cartographe Ahmad

³ Voir [Sur la distance de la Polaire au pôle nord](#).

⁴ Actuellement, elle est à moins de $40'$.

⁵ Les magnitudes respectives des étoiles Kochab, Pherkad et 5 UMi sont 3, 2,05 et 4,25.

Ibn Majid⁶ illustre ce propos avec ses nombreux traités sur les problèmes de navigation et d'astronomie nautique.

- C'est au XV^e siècle que la science nautique va prendre son essor avec un développement très rapide alimenté par les expéditions lancées par D. Henri, plus connu sous le nom d'Henri le Navigateur (1394-1460) au Portugal. Des instruments, comme l'astrolabe et le quadrant, qui étaient connus au Portugal pour un usage terrestre, vont se transformer et se simplifier pour servir à prendre des mesures de hauteur d'astres. Le quadrant nautique existe dès l'époque de l'Infant.

- L'astronome et médecin juif espagnol connu sous le nom d'Abraham Zacuto (1450-c.1510) perfectionne l'astrolabe et à partir de cet instrument fait des almanach⁷, compilations de tables qui aident les marins à faire le point en mer. De 1473 à 1478, il écrit en hébreu⁸ l'*almanach perpetuum* qui donne les tables⁹ et les moyens de calculer la latitude. Ces tables sont données pour quatre années, la dernière étant bissextile; l'année de base est 1473.

Il est chassé de l'Espagne en 1492 et devient cosmographe du roi Jean II du Portugal comme Martin Behaim¹⁰. L'édition de son ouvrage en 1496, corrigé par Zacuto, donnant les tables pour les années de 1497 à 1500 vont rendre de grands services à Vasco de Gama pour le voyage vers l'Inde (1497-1499).

- À partir de l'*almanach perpetuum*, deux ouvrages fondamentaux vont voir le jour. Ils portent le nom de la ville où ils ont été découverts : le Règlement de Munich ou *Guía Náutico de Munique* (1509-1518) (Fig. 6) et le Règlement d'Évora ou *Guía Náutico de Evora* (vers 1516).

Tous deux contiennent le *Regimento do astrolabio* et *Tractado da spera do Mundo*.

*Le *Regimento do astrolabio* est destiné à la détermination de la latitude avec des tables actualisées.

Dans le règlement de Munich, pour chaque jour sur un an, est inscrit approximativement la déclinaison et la longitude du Soleil (adaptation de Zabuco). Dans le règlement d'Évora, les coordonnées sont plus précises et données sur quatre années pour la déclinaison et sur un an pour la longitude.

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
d	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
e	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
f	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
g	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
h	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
i	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
k	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
l	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
m	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
n	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
o	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
p	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
q	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
r	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
s	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
t	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
u	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
v	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
w	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
x	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
y	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
z	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	

Fig. 6. Mois de Mai dans le [calendrier](#) de la *Guía Náutico de Munique*

⁶ [Ahmad Ibn Majid](#) (1432 (ou 1418 selon les sources) - 1500) écrit en 1490, *Kitab al-Fawâ'id fi usûl 'Ilm al-Bahr wa 'l-Qawâ'id* (Livre d'informations utiles sur les principes et les règles de la navigation).

⁷ L'idée de réaliser des *almanach* vient des astronomes indiens, elle est reprise par les arabes. Les plus anciennes tables astronomiques d'origine arabe qui nous soient parvenues sont celles d'Al Khwarizmi au IX^e siècle. (l'astrolabe, D'Hollander).

⁸ La traduction de l'hébreu est faite par Jose Vizinho.

⁹ On y trouve les tables suivantes : une de la déclinaison du Soleil et quatre contenant la longitude du soleil jour par jour sur 4 ans.

¹⁰ Martin Behaim (1484-1507), cartographe allemand, est appelé par Joao II au Portugal. Il participe à l'expédition de 1484 pendant laquelle fut mis au point la méthode de la latitude par la hauteur du soleil au méridien. C'est alors Jose Vizinho, spécialiste des tables du soleil et moins célèbre qui est le chef de l'expédition. Ils sont tous deux membres de la *junta dos mathematicos*. (Pierre Garcie, Bernard de Maisonneuve, p 86).

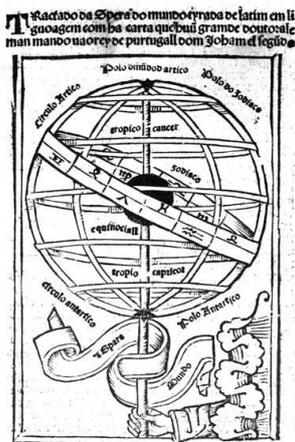


Fig.7. [Tractado da spera do Mundo](#),
Johannes de Sacrobosco

**Tractado da spera do Mundo*¹¹, *Traité de la sphère de Sacrobosco*¹², est l'ouvrage en usage à l'époque sur toutes les bases de l'astronomie, très simplifiées par rapport à l'*Almageste* de Ptolémée (Fig. 7).

- Dans les mêmes années, un texte connu sous le nom de *Régiment du Nord* systématise toutes ces règles, illustrées par une [roue, la roda da polar](#). Cette roue du pôle, donne la correction à apporter à la hauteur de l'étoile Polaire pour obtenir la latitude en 8 positions Polaire/Kochab réparties régulièrement sur un cercle.

- Le règlement d'Évora connaît d'autres éditions actualisées et complétées sous le titre *Reportorio dos tempos* de Valentin Fernandes¹³ en 1518, 1521, 1528, 1552, 1563, 1570 montrant ainsi l'intérêt et la longévité de ces tables un siècle après le traité de Zabuco.

- D'autres viendront enrichir et améliorer ces tables grâce à un apport théorique comme Pedro Nunes (1502- 1578), grand mathématicien et cosmographe portugais, ou à des routiers sur des voyages comme ceux de D. João de Castro¹⁴.

En France, Pierre Garcie Ferrande fait connaître ces règlements¹⁵ et écrit des routiers. Il est imprimé pour la première fois dans l'édition de 1520 du *Grand routtier*.

« Il est le 1^{er} français à faire connaître cette jeune science maritime de la navigation par l'astronomie . cela explique qu'il a été publié pendant 150 ans »¹⁶

¹¹ Cet ouvrage est écrit à Paris, sans doute vers 1230. Une édition de 1619 existe...

¹² Joannes de Sacrobosco est le nom latinisé de John of Holywood ou Jean de Halifax (fin XII^e -1244 ou 1256).

¹³ [Valentin Fernandes](#) (?-1518 ou 19) est un imprimeur et traducteur allemand installé à Lisbonne en 1495. Il correspondait avec des intellectuels tels que Albrecht Dürer, Mathias Ringmann.

¹⁴ Disciple de Pedro Nunes, de Castro écrit plusieurs routiers sur ses voyages: *roteiro de Lisboa a Goa* 1538, *roteiro de Goa a Diu* 1538-39, *roteiro do mar Roxo* 1541.

¹⁵ Bernard de Maisonueuve émet l'hypothèse judicieuse du parcours de la vie de Pierre Garcie. Son grand père, savant juif, aurait été expulsé de Majorque en 1391 et accueilli au Portugal. Son père aurait ensuite émigré en France vers 1410; c'est lui qui aurait formé Pierre Garcie et lui aurait fait connaître les régiments et la science portugaise sur la navigation par l'astronomie.

¹⁶ *Pierre Garcie dit Ferrande*, Bernard de Maisonueuve.