

# LE NOCTURLABE

## POUR CONNAÎTRE L'HEURE LOCALE LA NUIT

Le nocturlabe est l'équivalent nocturne du cadran solaire. Il permet de déterminer l'heure solaire moyenne locale au cours de la nuit, en utilisant le mouvement apparent des étoiles tout comme un cadran solaire utilise le mouvement apparent du Soleil. Cet instrument ancien a été utilisé de la fin du XV<sup>e</sup> siècle jusqu'au XVIII<sup>e</sup>, essentiellement par les navigateurs. L'historique de cet instrument est présenté dans le document de la page 66.

### Le mouvement apparent du ciel

Le nocturlabe a été conçu en observant le mouvement apparent du ciel qui s'explique par les deux principaux mouvements de la Terre : le mouvement diurne et le mouvement annuel.

#### MOUVEMENT DIURNE

La Terre tourne autour de l'axe des pôles, dans le sens direct (sens inverse des aiguilles d'une montre) si on la regarde depuis le pôle Nord. Dans l'hémisphère



1. Mouvement relatif Terre/voute céleste (pose photo d'une heure). L'étoile Polaire est au centre du mouvement apparent.

nord, au cours de la nuit, on peut observer la voûte céleste tourner dans le sens direct autour de l'étoile Polaire (fig.1). En première approximation : la Terre faisant un tour sur elle-même en 24 h, la voûte céleste tourne de 15° en 1 heure (fig. 2).

#### Le nocturlabe :

- possède un cercle gradué dans le sens direct en heures, appelé « cercle des heures ».
- est centré sur l'étoile Polaire.
- utilise des étoiles proches de la Polaire

#### MOUVEMENT ANNUEL

Chaque jour, la Terre se déplace sur sa trajectoire autour du Soleil d'un angle de 1° environ

(360°/365,25). L'observateur sur Terre voit le Soleil se déplacer du même angle sur la voûte céleste. À une même heure, entre 2 jours consécutifs, les étoiles se sont décalées de presque 1° - elles semblent prendre de l'avance autour de l'axe des pôles dans le sens direct - et après 1 année elles se retrouvent à la même place. Chaque année, au même jour et à la même heure, la position Terre/Soleil/voute céleste est identique. La date, pour l'utilisation du nocturlabe, ne dépend donc pas de l'année.

#### Le nocturlabe possède :

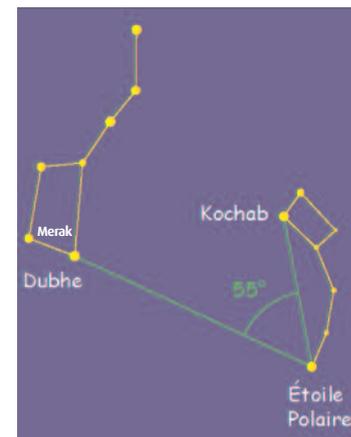
- un cercle gradué dans le sens direct en douze mois, avec des

subdivisions en jours, appelé « cercle des jours », fixe et indépendant du « cercle des heures ».

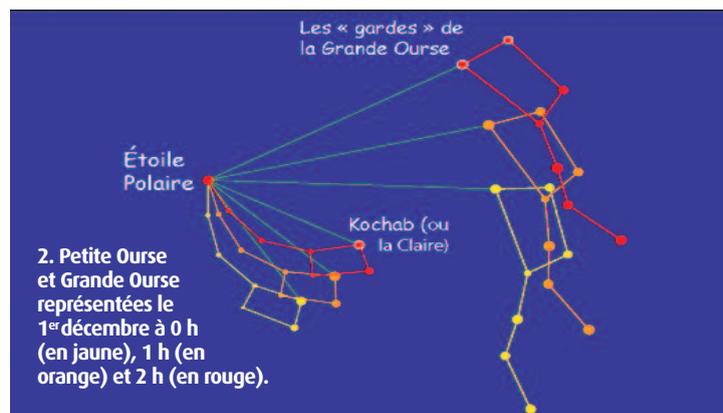
- une alidade pour repérer une étoile. Celle-ci passe à la verticale de la Polaire (dans le plan méridien nord-sud) à 0 heure, heure locale, un jour donné qui servira d'« origine ».

### Choix des étoiles repères

L'instrument devant utiliser l'étoile Polaire, étoile très proche du centre de rotation de la voûte céleste, les étoiles repères à viser devront être à proximité de la Polaire. Ce sont, soit les « Gardes » de la Grande Ourse, Merak ( $\beta$  UMa) et Dubhe ( $\alpha$  UMa), presque alignées avec la Polaire, soit Kochab ( $\beta$  UMi) appelée aussi la Claire, étoile la plus brillante des Gardes de la Petite Ourse. La Claire était le plus souvent utilisée par les marins peut-être parce qu'il est plus facile de viser en même temps deux étoiles proches ! (fig.3). Selon le choix des étoiles à viser, l'origine du « cercle des jours » sera différente.



3. Les Gardes de la Grande Ourse, Merak et Dubhe, sont alignées avec la Polaire.



2. Petite Ourse et Grande Ourse représentées le 1<sup>er</sup> décembre à 0 h (en jaune), 1 h (en orange) et 2 h (en rouge).

La maquette que nous vous proposons utilise les Gardes de la Grande Ourse. Actuellement, Dubhe passe à la verticale de la Polaire à 0h (heure solaire locale) le 8 septembre en dessous et le 9 mars au-dessus d'elle.

## Description de la maquette du nocturlabe

La figure 4 montre les trois parties du nocturlabe :

- Un disque dont la couronne extérieure, le « cercle des jours », est divisée en 12 parties pour les douze mois du calendrier actuel en tournant dans le sens direct. Chaque mois est subdivisé en jours. Un manche est fixé sur ce disque indiquant le bas de l'instrument.

- Un disque mobile plus petit, concentrique et denté, le « cercle des heures », gradué dans le sens direct de 0 à 24 heures, de 5 en 5 minutes. Sur certains modèles, ce disque denté possédait une dent plus longue pour 0 h/24 h ce qui permettait aux marins, semble-t-il, de lire l'heure la nuit sans lumière grâce au seul toucher ! Sur la maquette, la dent correspondant à 0 heure est repérée par une flèche.

- Une alidade, dépassant du disque fixe et tournant autour du centre du nocturlabe qui est troué pour permettre de faire une visée par cet orifice. Un côté de l'alidade passe par le centre des disques.

## Construction

**1.** Procurez-vous une feuille A4 de papier épais ou de carton (bristol, calendrier... de 0,4 à 2mm d'épaisseur). Pour l'assemblage, vous pourrez utiliser un gros rivet percé (type rivet pour bâche, percé au milieu car il faut pouvoir viser la Polaire par le trou du rivet) ou bien le fabriquer en carton en vous aidant du modèle ci-contre.

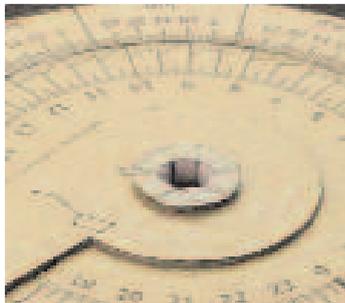
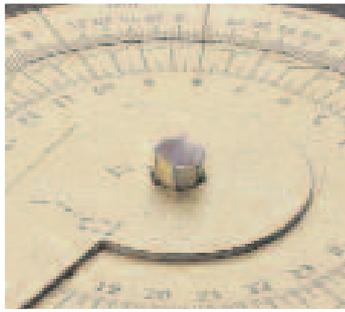
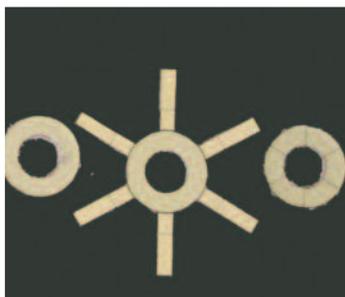
**2.** Photocopiez la page et collez-la sur votre feuille ou, mieux, imprimez-la sur du papier autocollant.

**3.** Découpez soigneusement les trois pièces. Pour le trou central, prenez le diamètre de votre rivet percé si vous en avez trouvé un, sinon, pour adapter le rivet en carton, découpez le petit cercle de 1 cm de diamètre.

**4.** Assemblez les trois pièces avec le rivet sans trop serrer (il faut que les pièces puissent tourner mais qu'il n'y ait pas trop de jeu). Pour fabriquer le rivet en carton, suivez les indications (photos ci-contre).

## Mode d'emploi

Amener la dent avec la flèche-repère 0 h/24 h sur la date et la maintenir dans cette position. Viser l'étoile Polaire par le trou au centre du nocturlabe. Tendre le bras en maintenant bien le manche de l'instrument dans la main. Les graduations doivent être dans le plan de



l'équateur donc perpendiculaire à la ligne de visée œil-Polaire et le manche doit être dans le plan du méridien, le plan vertical nord-sud.

L'étoile Polaire étant toujours en ligne de mire, et en maintenant fixe le disque des heures, tourner l'alidade pour marquer l'alignement du centre avec les Gardes, Dubhe et Merak. Lire l'heure sur le « cercle des heures » indiquée par l'alidade. La figure 4 est un exemple de lecture : le nocturlabe est réglé pour le 4 juin ; la lecture indique 22 h 30

## De l'heure lue à l'heure de la montre avec quelle précision ?

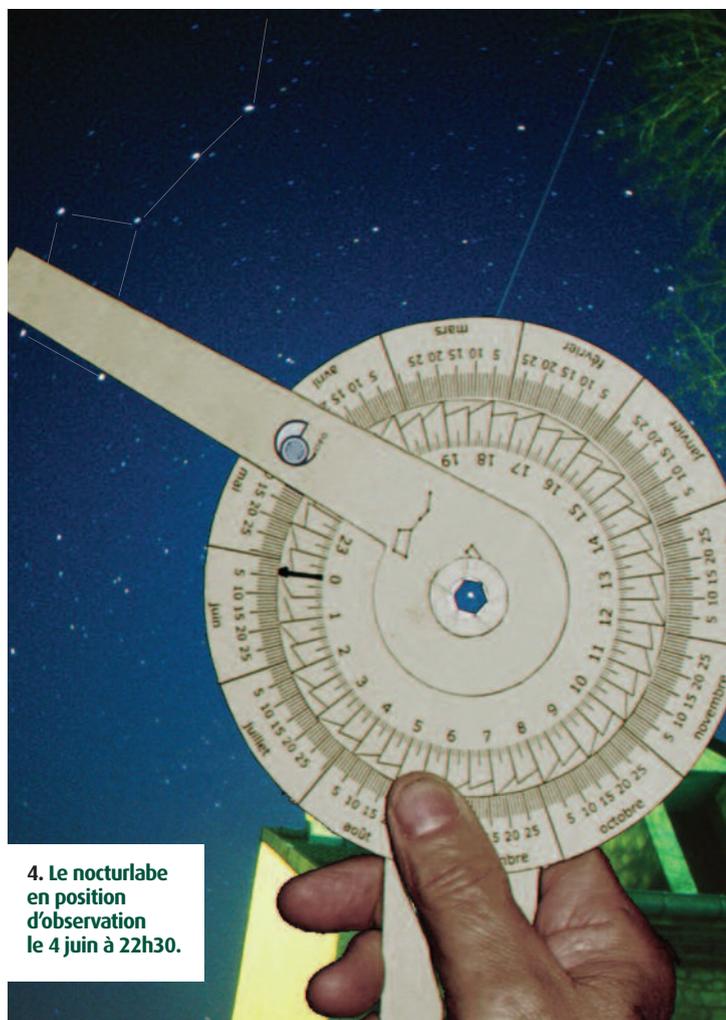
Sur un cadran solaire, l'heure lue est l'heure solaire locale qui dépend de l'équation du temps. Mais sur le nocturlabe l'heure lue ( $H_N$ ) est l'heure solaire moyenne car le « cercle des jours » est gradué régulièrement donc les jours sont tous égaux.

Pour obtenir l'heure légale ( $H_L$ ), celle de la montre, il faut tenir compte de la longitude du lieu (L), et aussi du fait que l'on se trouve en été (+2 h) ou en hiver (+1 h) :  $H_L = H_N + L + (1h \text{ ou } 2h)$  (L est algébrique et s'exprime en h, m, s)

De nombreuses approximations font que la lecture de l'heure avec un nocturlabe manque de précision :

- la Polaire n'est pas exactement située sur l'axe du monde ;
- l'étalonnage du cercle des jours de même que le positionnement du manche restent approximatifs ;
- on a assimilé la durée du jour à 24 heures or, plus précisément, la Terre fait un tour sur elle-même non pas en 24 h mais en 23 h 56 min 4,09 s si on se repère aux étoiles (c'est le jour sidéral, différent du jour solaire).

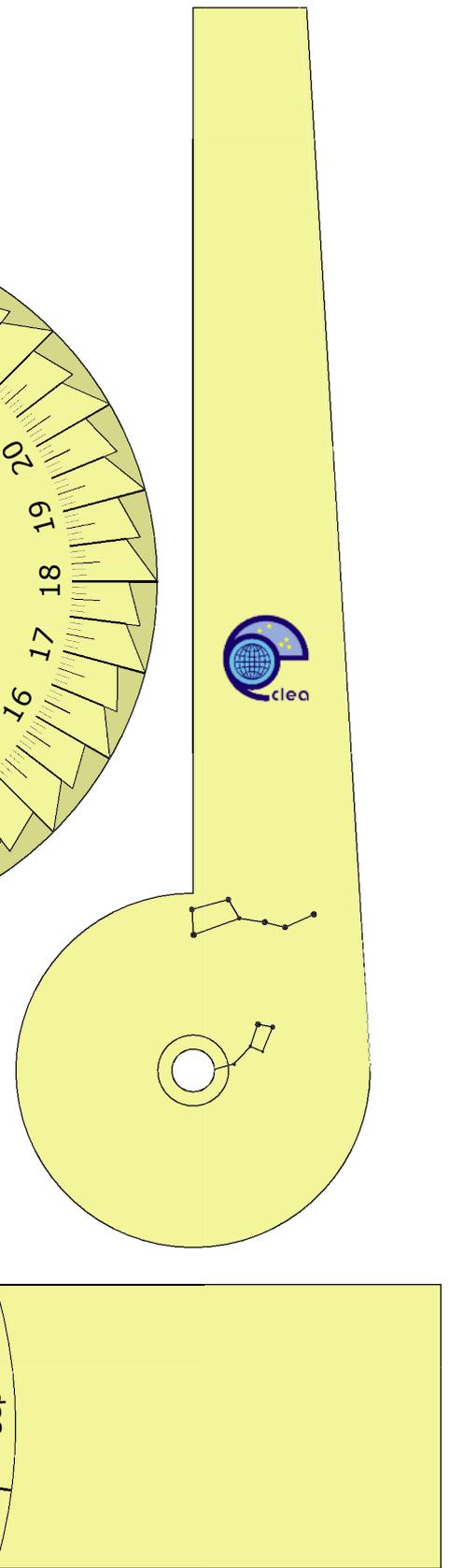
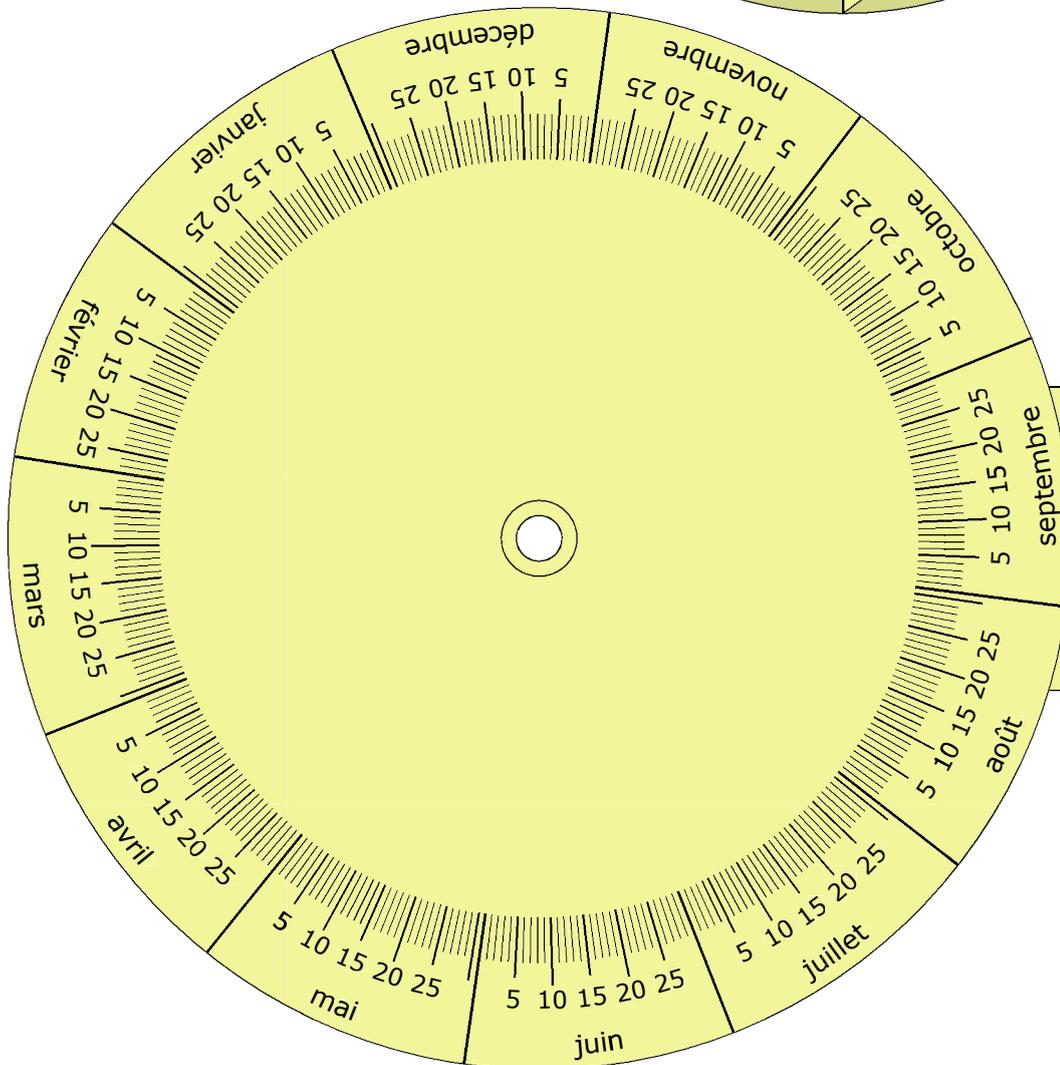
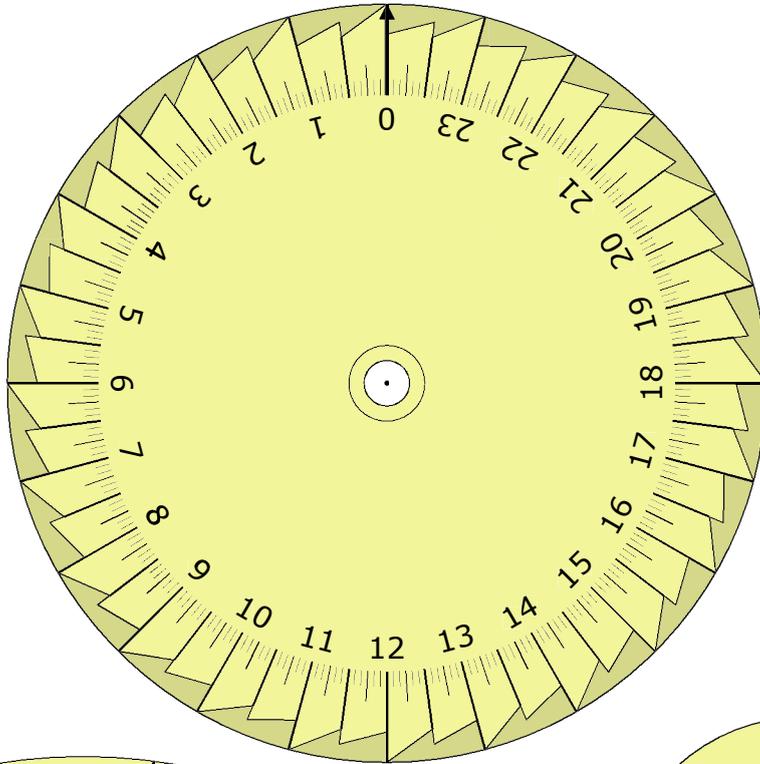
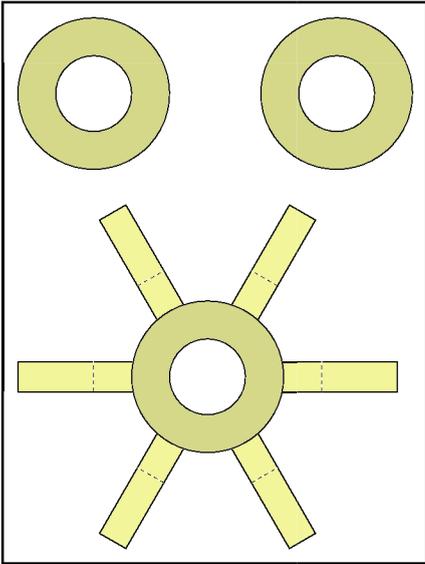
Autrefois, un navigateur habile pouvait réaliser une mesure avec une précision de l'ordre de 15 minutes. ■



4. Le nocturlabe en position d'observation le 4 juin à 22h30.

# NOCTURLABE À CONSTRUIRE

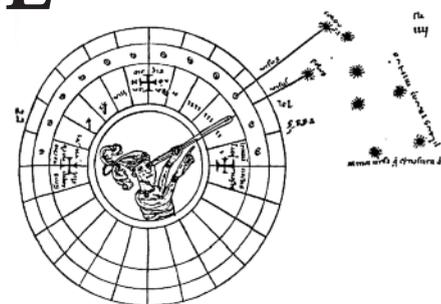
Pièces pour réaliser un rivet en carton



# LE NOCTURLABE

## UN INSTRUMENT DU PASSÉ

Contrairement à beaucoup d'instruments scientifiques anciens, il est difficile de dater et de savoir d'où vient le nocturlabe qui est aussi appelé nocturnal ou encore cadran aux étoiles.



Cet instrument a été utilisé de la fin du XV<sup>e</sup> siècle jusqu'au XVIII<sup>e</sup> pour connaître l'heure locale la nuit dans l'hémisphère nord grâce à l'observation de la position de certaines étoiles. Le mouvement de rotation de la voûte céleste visible la nuit grâce aux astres lumineux que l'on voit tourner est connu depuis plusieurs millénaires, mais l'instrument n'a pu exister que lorsque le centre de rotation de la voûte céleste était matérialisé par une étoile; ainsi l'utilisation de l'astrolabe remonte à quelques siècles seulement (voir encart « La Polaire et le pôle nord céleste »)

### Les prédécesseurs

Déjà vers 1000 avant notre ère, en Chine, un instrument en forme de couronne, le pi, localise le « pivot du ciel ». Comme l'écrit Henri Michel : « Toute l'organisation sociale du pays [Chine] est reproduite au ciel. L'empereur est le correspondant du dieu Chang-Ti, dont la résidence est au Pôle céleste.[...] »

La localisation du Pivot du Ciel est le point de départ de tout cérémonial. »

En Europe, à partir du VI<sup>e</sup> siècle, la règle des Bénédictins insiste sur l'heure de lever des moines pour les offices nocturnes mais, sans horloges, comment pouvaient-ils s'y prendre pour la respecter ? Outre le cri du coq, peu fiable, et l'observation de la trajectoire des étoiles encore peu précise et impossible par temps couvert, d'autres moyens sont utilisés pour la mesure du temps : horloges à eau, psaumes ou prières scandés, combustion de bougies et plus tard, sabliers. Dès le XII<sup>e</sup> siècle, les horloges, associées aux cloches se développent mais dépendent toujours du Soleil pour être remises à l'heure très régulièrement<sup>1</sup>.

À plusieurs reprises, on retrouve trace<sup>2</sup> d'un instrument, un tube appelé « horologium<sup>3</sup> nocturnum » qui servait à observer le mouvement de rotation du ciel.

Le pape Sylvestre II (†1003) plus connu sous son nom, Gerbert d'Aurillac, a construit plusieurs instruments d'observation pour

l'enseignement. Un dessin (ci-dessus) du XII<sup>e</sup> s. à la fin du manuscrit *Sentaentia Astrolabii*<sup>4</sup> qui lui est attribué, montre ce tube optique. On peut voir autour du tube, un disque divisé en 24 secteurs avec 12 trous sur 12 secteurs à travers lesquels on vise la computatrice<sup>5</sup> qui donne l'heure de nuit tout en visant au centre l'étoile polaire de l'époque. Celle-ci serait une petite étoile<sup>6</sup> de la constellation de la Girafe.

Jusqu'au XIV<sup>e</sup> siècle, l'observation du mouvement de rotation du ciel autour du pôle céleste servait à des fins religieuses, à l'établissement de dates du calendrier et de pronostics astrologiques.

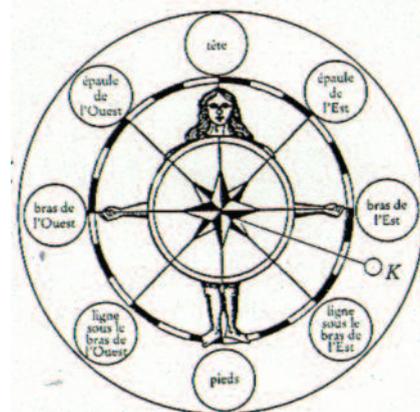
### Au service des navigateurs

Au XV<sup>e</sup> siècle, la navigation prend son essor, principalement au Portugal qui cherche un passage par la mer vers l'Asie en contournant l'Afrique. Très vite, il devient nécessaire d'améliorer l'art de naviguer et des instruments voient le jour ou s'améliorent comme l'astrolabe nautique<sup>7</sup> ou l'arbalétrille. Pour les marins, il était vital de connaître la latitude et l'heure la nuit. La latitude est donnée par la hauteur du pôle nord céleste. Pour la trouver, on mesurait la



### La Polaire et le pôle nord céleste.

À l'époque des grandes découvertes, les navigateurs savaient que la Polaire, qui servait à faire le point en mer, n'était pas sur l'axe de rotation de la Terre mais s'en écartait de plusieurs degrés (3° à 4°). Du temps des Égyptiens, vers 3000 avant notre ère, l'axe de rotation passait près de Thuban (α Dra) de la constellation du Dragon. Si on observe le déplacement du point d'intersection de l'axe de rotation et de la voûte céleste au cours de l'histoire, on voit que ce point n'est pas passé près d'une étoile bien visible du ciel entre Thuban et α UMi de la Petite Ourse appelée la Polaire. Ce déplacement du pôle nord céleste sur la voûte céleste est lié au mouvement de « toupie » de l'axe de rotation (phénomène de précession des équinoxes de période 26 000 ans).



Dessin extrait de l'Astrolabe de R. d'Hollander.

hauteur de l'étoile Polaire et on appliquait une correction obtenue par l'observation d'autres étoiles. Il était aussi indispensable d'avoir l'heure la nuit. Connaissant l'heure des marées, ils savaient alors s'il était dangereux de se rapprocher des côtes.

Comme on le sait, Christophe Colomb après avoir proposé ses services au Portugal pour tenter d'aller vers la Chine par l'ouest, est chargé par la reine d'Espagne, Isabelle, de réaliser ses projets. C'est un marin très expérimenté qui est au courant de toutes les nouvelles découvertes en cartographie et en instruments.

Pour connaître l'heure au cours de la nuit, il n'est pas encore question d'instrument avec plusieurs disques et alidade mais l'idée est là. La méthode décrite est utilisée par Christophe Colomb d'après le journal de son premier voyage. Imaginons dans le ciel un homme, debout verticalement, les pieds joints et les bras en croix (dessin page précédente). Cet homme indique huit directions, les quatre points cardinaux et leurs intermédiaires à partir de l'étoile Polaire placée sur son abdomen. Un des axes passe par la tête et les pieds (S-N), un deuxième par les bras (E-O), les troisième et quatrième passant par les épaules et le bassin indiquent les directions SO-NE et SE-NO. Vers 1500, d'après certaines tables, Kochab (ou  $\beta$  UMI, dans la constellation de la Petite Ourse) passait à la verticale de la Polaire le 15 avril à minuit, heure moyenne solaire, c'est-à-dire dans la direction de la tête. Trois heures plus tard, elle passait dans la direction de l'épaule de l'ouest, au sud-ouest et ainsi de suite. Si un navigateur connaissait la position de Kochab, à minuit un jour donné, il pouvait connaître alors l'heure de manière approximative en estimant la direction de l'axe Polaire-Kochab en s'aidant de son corps.

C'est cette méthode qui est encore décrite dans *L'Art de naviguer* de Pierre de Médine (1493?-1567?), marin espagnol, qui écrit en 1545 : « Regardez à l'estoile du Nort, & imaginez sur elle une croix en cette sorte, ... » et décrit « un orloge du nord, par lequel on sait quelle heure il est de nuit, en quelque temps ou lieu que l'homme se trouve. ».

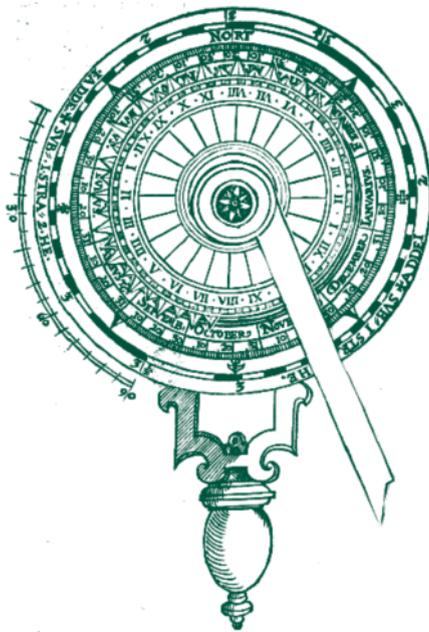
À partir de cette époque, lire l'heure à l'aide de la Polaire, avec ou sans instrument, fait partie du savoir du pilote et la méthode est décrite dans les traités de navigation.

## Et enfin, le nocturlabe

Il semble que le nom de nocturlabe pour l'horloge nocturne apparaisse pour la première fois dans le livre espagnol qui a connu plusieurs éditions, *Arte de navegar* de Martín Cortés de Albacar (1551).

Il est très difficile de savoir quel est le premier ouvrage qui décrit le nocturlabe avec la roue des heures et l'alidade. L'instrument

évolue en fonction des pays, dans les traités de navigation mais aussi dans les livres de gnomonique (étude des cadrans solaires). En plus de l'ouvrage de Cortès, plusieurs livres dans les mêmes années traitent du sujet.



Dessin de nocturlabe extrait d'un ouvrage écrit par Michel Coignet (Anvers, 1581).

La paternité du nocturlabe a souvent été attribuée à Michel Coignet qui le décrit dans *l'Instruction des points les plus excellents et nécessaires touchant l'art de naviguer* (Anvers, 1581) livre qui se revendique comme la continuation du livre de Médine pour les navigateurs.

Les descriptions d'horloges nocturnes vont rester très diverses. Le nocturlabe évolue selon les pays.

Le nocturlabe va être utilisé jusqu'à l'invention des chronomètres de mer au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, c'est-à-dire pendant 3 siècles. Assez peu précis, il reste néanmoins plus fiable que tout autre instrument sur une longue traversée en mer. Cette constance de description de cette horloge nocturne dans les ouvrages montre le grand intérêt des marins pour cet instrument. ■

1. Voir *l'histoire de l'heure*, Gerhard Dohrn-van Rossum, éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris
2. *Les instruments de l'astronomie ancienne*, Philippe Dutarte, édition Vuibert, 2006.
3. Ce mot signifie juste qu'il mesurait le temps, le terme d'horloge, au masculin, pour cadran solaire est encore utilisé au traité d'horlogiographie de Ste Marie Magdelaine, traité sur les cadrans solaires.
4. MS 214, conservé à Chartres et détruit lors du bombardement en 1944. Le dessin est une copie.
5. La computatrice, nom donné à cette étoile dans le

## Un nocturlabe en laiton au XV<sup>e</sup>s.

Cet instrument possède un « cerce des jours » près du centre du disque fixe découpé en 12 secteurs avec les initiales des mois. À la verticale, les dates 12 février/14 août indiquent qu'il est utilisé avec les Gardes de la Grande Ourse. La roue des heures est sur la couronne extérieure sur un disque mobile ajouré. On peut voir les petites dents pour les heures de 3 à 12 et de 1 à 9. Cette roue doit être réglée en mettant, la dent « 12 » en face de la date avec l'alidade. On y trouve de multiples fonctions : la correspondance entre le calendrier du zodiaque et le calendrier julien, un quadrant de hauteur, un carré des ombres, le cycle solaire, le cycle lunaire et la représentation de l'âge de la Lune par sa phase.



Ms 235 d'Avranches serait la Polaire actuelle, situé en 1150 à 5°21' du pôle nord céleste.

6. En 1150, il n'y a pas d'étoile visible très près du pôle, dans la constellation de la Girafe, la première étoile avec une magnitude inférieure à 6 est à 5,30 à 2° du pôle.

7. Cet instrument est une partie du verso de l'astro-labe planisphérique.

Cet article est une adaptation de l'article paru dans *Les Cahiers Clairaut*, 144, déc. 2013 par le même auteur.