

Travaux pratiques

Navigation astronomique

Éléments de connaissance & activités

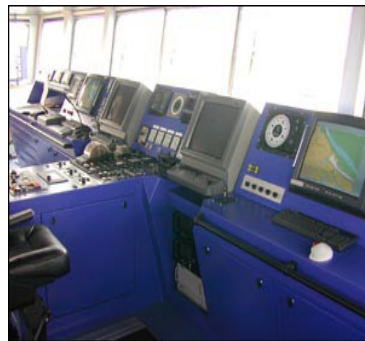


Table des matières

1	Éléments d'astronomie nautique	1
	Les différents temps	3
	The nautical Almanac : daily pages use	9
2	Identification des astres	13
	Identification des astres à vue	15
	Star-finder 2102-D	25
	Extrait du Nautical Almanac 2003	33
	Choix de l'heure d'un point astronomique	37
	TRAVAUX PRATIQUES : identification à vue	39
	TRAVAUX PRATIQUES : identification et exploitation du star-finder	51
3	Sextant	55
	Exploitation du sextant	57
	Principes de correction des hauteurs	67
	Rappels sur les arcs capables	75
	TRAVAUX PRATIQUES : Exploitation du sextant	77
	TRAVAUX PRATIQUES : Correction de hauteurs de différents astres	79
	Feuillet de proposition de correction	83

Chapitre 1

Éléments d'astronomie nautique

Sommaire

Les différents temps	3
The nautical Almanac : daily pages use	9

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.4 - 11/22
A. Charbonnel	TEMPS & LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE	1/6

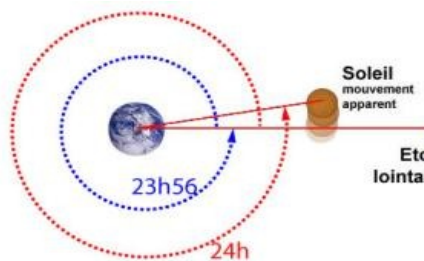
LES ÉCHELLES DE TEMPS

Temps universel (UT)

Cette échelle de temps est construite à partir de la rotation diurne de la Terre. C'est un temps astronomique.

UT	24 h = une rotation de la terre sur elle même. \Leftrightarrow 1 s = 1/86 400 du jour solaire moyen.
-----------	--

Illustration 1 : Jour solaire et jour stellaire



Mais on s'est aperçu que la Terre ralentissait en constatant que la Lune s'éloignait de la Terre d'une manière qui n'était pas en accord avec les calculs théoriques.

La rotation de la Terre est ralentie à cause des pertes d'énergie dues aux effets de la marée. Ce ralentissement est évalué à une dizaine de millisecondes par siècle.

Cette échelle de temps n'étant pas uniforme, on a donc cherché une autre échelle de temps.

Nota : une deuxième définition (à partir de la révolution de la terre) a été adoptée pour définir le temps universel.

Le temps international atomique (TAI)

Le Temps atomique international est un temps stable basé sur l'observation de transitions atomiques. C'est un temps mathématique.

TAI	24 h = un nombre défini de périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133 \Leftrightarrow 1 s = 9.192.631.770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de Césium 133
------------	--

C'est en 1955 que le premier étalon de fréquence fut construit par L. Essen et J. Parry du National Physical Laboratory de Londres. Ces premiers travaux ouvrirent la voie à une nouvelle définition de la seconde qui vit le jour en 1967.

L'utilisation du Temps atomique international, très stable, va entraîner un décalage avec le temps universel (qui rappelons le se décale d'une dizaine de millisecondes par siècle).

Cet état de fait amènerait au bouts de x millénaires à avoir un décalage entre le midi TAI et le midi UT... Ce qui serait peu confortable (midi TAI pourrait avoir lieu à minuit solaire!).

Pour cela on a inventé le temps universel coordonné (UTC) qui fait le lien entre le TAI et UT et est l'échelle de temps utilisée dans notre vie.

Le temps universel coordonné.

Le temps universel coordonné est un temps atomique, mais recalé de temps en temps pour rester en phase avec l'UT : une seconde est ajoutée de temps en temps le 31 décembre ou le 31 juillet, selon les variations de la rotation de la Terre, pour que l'échelle de temps atomique utilisée ne s'écarte pas de plus d'une seconde du temps astronomique qu'est le temps universel.



Cette échelle de temps atomique modifiée par l'ajout régulier d'une seconde s'appelle le Temps universel coordonné.

UTC	UTC = TAI + n secondes
------------	-------------------------------

Au 1er janvier 2017 (dernier recalage effectué) la différence entre TAI - UTC = 37 s.

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.4 - 11/22
A. Charbonnel	TEMPS & LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE	2/6

LES DIFFÉRENTS TEMPS UTILISÉS

 <i>Notations anglo-saxonne</i>		 <i>Notations francophone</i>	
GMT UT	Greenwich mean time Universal Time	Tcp Tco TU	Temps civil au méridien premier Temps civil au méridien origine Temps universel
TZ	Time Zone	Tcf	Temps civil fuseau
DZ	Description Zone	f	fuseau
LMT	Local Mean Time	Tcg	Temps civil du lieu géographique
ST	Standard Time		Temps légal
C ou CT	Chronometer Time		Temps du chronomètre
WT	Watch Time		Temps de la montre
CE	Chronometer Error		Erreur du chronomètre
WE	Watch Error		Erreur de la montre
F	Fast		En avance
S	Slow		En retard

Le temps universel / Universal Time

Le temps universel (GMT/UT) est l'heure au méridien origine (Greenwich mean Time). C'est l'heure de référence en astronomie. On utilise parfois à la place du sigle UT les sigles Tcp (temps civil au méridien premier) ou Tco (temps civil au méridien origine).

$$\begin{aligned} &\boxed{\text{TU} = \text{Tcp} = \text{Tco}} \\ &\quad \Leftrightarrow \\ &\boxed{\text{GMT} = \text{UT}} \end{aligned}$$

Nota : Dans la marine marchande, il est courant d'utiliser dans les calculs nautiques le terme Tco pour les heures rondes et Tcp pour les heures non rondes, mais rigoureusement Tcp et Tco représente la même entité.

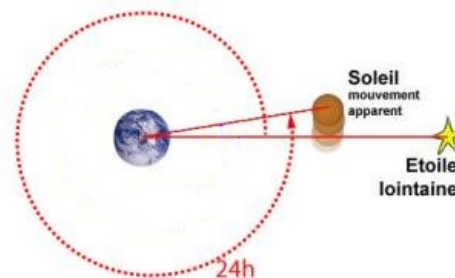


Illustration 2 : Jour solaire

Le temps local / Local mean Time

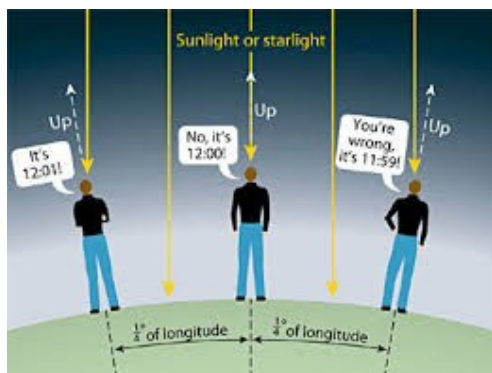


Illustration 3: Le temps local

Le temps local (à ne pas confondre avec le temps légal) est le temps/ l'heure solaire : l'heure que donnerait un cadran solaire, i.e. il est 12h quand le Soleil est au Zénith du lieu.... Sur un même méridien, le temps local est le même, mais il varie dès que la longitude G_e de l'observateur évolue.

$$\begin{aligned} &\boxed{\text{Tcp} = \text{Tcg} + g \text{ avec } g = G_e/15} \\ &\quad \Leftrightarrow \\ &\boxed{\text{GMT} = \text{LMT} + g \text{ avec } g = G_e/15} \end{aligned}$$

Nota : le temps local est utilisée dans les éphémérides nautiques/Nautical Almanac pour donner les heures de lever et de coucher du Soleil.

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.4 - 11/22
A. Charbonnel	TEMPS & LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE	3/6

Le temps fuseau / Time Zone

Pour faciliter les changements d'heure pour les voyageurs, il a été défini des "fuseaux horaires".

La Terre a été divisée en tranches horaires de 15° de longitude allant du fuseau 0 (Z) au fuseau +12(Y) vers l'ouest et au fuseau -12(M) vers l'est. Pour une position donnée de longitude G_e on se trouve dans un fuseau f .

Le temps du fuseau (Tcf/TZ) est l'heure unique d'un fuseau horaire.

$$T_{cp} = T_{cf} + f$$

$$f = DZ = \text{arrondi}\left(\frac{G_e}{15}\right)$$

$$GMT = TZ + DZ$$

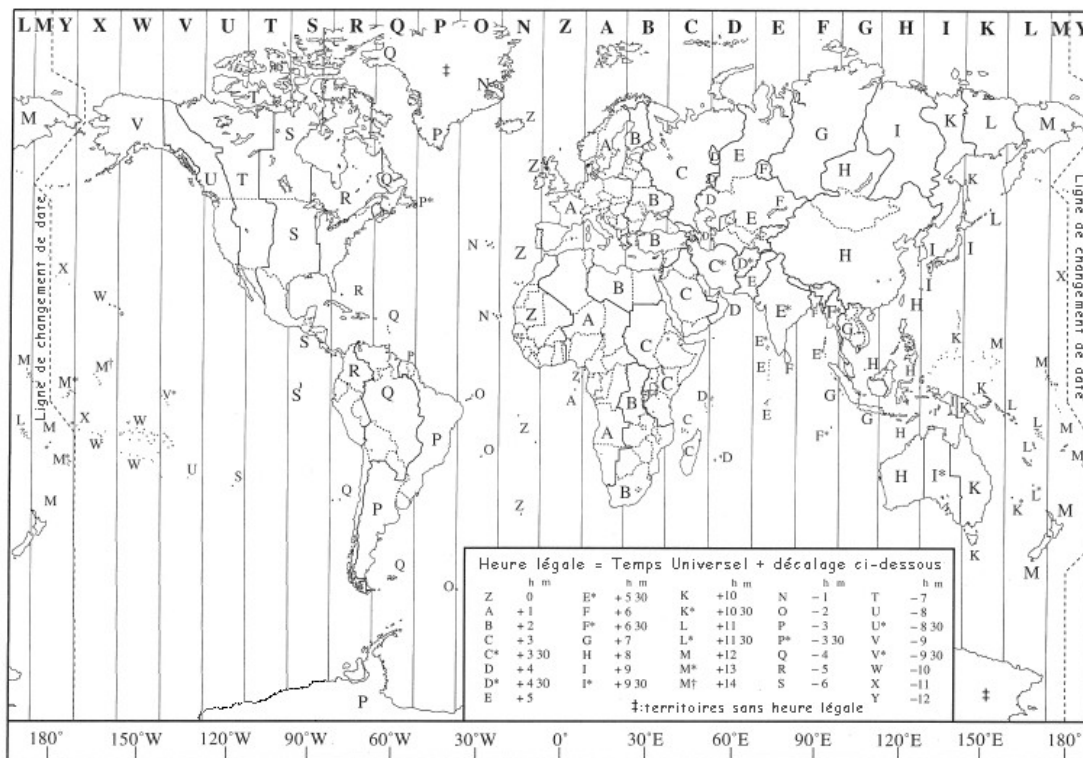


Illustration 4 : Carte des fuseaux

Remarques :

- Il n'existe pas de fuseau J car ce phonème n'est pas traduisibles dans toutes les langues.
- Le premier fuseau est centré sur le méridien de Greenwich (7,5E - 7,5°W).

Le temps légal / temps en usage

Chaque pays définit son heure légale ou standard généralement proche de l'heure du fuseau horaire dans lequel se situe en majeure partie le pays et décalée d'un nombre entier d'heures (exceptionnellement on peut trouver des 1/2h voire des 1/4h).

$$\text{Temps légal / standard} = TU + n \quad (n \text{ positif ou négatif})$$

$$\text{Standard time} = GMT + n \quad (n \text{ positif ou négatif})$$

Remarques :

- Les pays très étendus en longitude adoptent plusieurs heures légales (par exemple aux USA, il y a 7 heures légales : Atlantique, Est, Central, Montagne, Ouest, Alaska et Hawaï, avec deux variantes : l'heure standard applicable en hiver et l'heure "de la lumière du jour" qui correspond à notre heure d'été puisqu'on l'applique en été en ajoutant une heure à l'heure standard).

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.4 - 11/22
A. Charbonnel	TEMPS & LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE	4/6

- Certains territoires comme le Groenland ou l'Antarctique n'ont pas d'heure légale propre : le Temps Universel y est donc utilisé.
- Tous les pays n'ont pas adopté un décalage d'un nombre entier d'heures avec le Temps Universel comme l'Inde qui a adopté 5 h 30 min.
- Les pays adoptant une heure d'été ajoutent une heure au décalage ci-dessous pour leur période d'été.

Le temps du chronomètre et de la montre / chronometer or watch time



Illustration 5:
chronomètre marine
à suspension (XIXe)

Généralités

En navigation astronomique, on relève le temps d'une observation par un chronomètre ou une montre. La précision du temps est très importante pour réaliser un point astronomique (contrairement à un point terrestre). Il est nécessaire de **relever le temps à la seconde près** pour obtenir un point qualitatif en astronomie.

Dans la mesure du possible on cale l'heure du chronomètre (CT) ou de la montre (WT) sur GMT (puisque c'est l'heure qui sera utilisée dans les éphémérides / nautical almanac). Les montres et chronomètres digitaux sont idéaux pour mesurer l'heure d'une observation.

Les erreurs

Le calage n'étant pas forcément parfait, il faut noter l'erreur du chronomètre (CE) ou l'erreur de la montre (WE). Le chronomètre/ montre peut être en avance (fast F) ou en retard (Slow S).

En outre un chronomètre ou une montre est gradué de 0 à 12h. Qu'il soit 17h ou 3h00, la montre (ou chronomètre) indiquera 3h. L'heure de la montre corrigée de son horaire donne l'heure UT modulo [12].

$$UT = WT + WE [12h]$$

$$UT = CT + CE [12h]$$

Le calage

Des stations radios diffusent des top horaires pour caler les horloges. L'heure diffusée est l'UTC qui peut avoir un décalage d'au maximum 0,9s par rapport au temps GMT des éphémérides nautiques.

L'erreur due au temps de transit de l'onde est de l'ordre de quelques microsecondes est totalement négligeable. On considère donc que l'on cale nos montres sur un temps ayant une éventuelle erreur intrinsèque de moins d'une seconde et que l'on ne prendra pas en compte.

On cale la montre/ chronomètre à un top et on vérifie l'éventuel décalage lors d'un top suivant.

Les stations et heures de diffusion des top horaires se trouvent dans l'ALRS2 ou dans SH91.

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.4 - 11/22
A. Charbonnel	TEMPS & LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE	5/6

LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE

L'existence de fuseaux horaires entraîne l'existence d'une "ligne de changement de date".

En allant vers l'Est, le Soleil va se lever plus tôt et donc, pour obtenir les heures locales on va ajouter une heure, puis deux, puis trois au temps universel en se déplaçant vers l'Est.

En allant vers l'Ouest ce sera le contraire : on retirera des heures au temps universel pour que midi reste à 12 heures...

Donc en allant vers l'Est on ajoute des heures : on arrive à la ligne de changement de date quand on a ajouté douze heures.

Par contre en utilisant le temps universel tout le monde est à la même heure et à la même date en temps universel, il n'y a donc rien à rajouter ou retrancher.

En utilisant les heures Tcf/TZ

- Franchissement du méridien 180° en route à l'est : retrancher un jour
- Franchissement du méridien 180° en route à l'ouest : rajouter un jour

En utilisant les heures TcP/UT/GMT :

Le changement de date se fait de manière transparente ;
il n'y a pas à rajouter ou retrancher de jours.

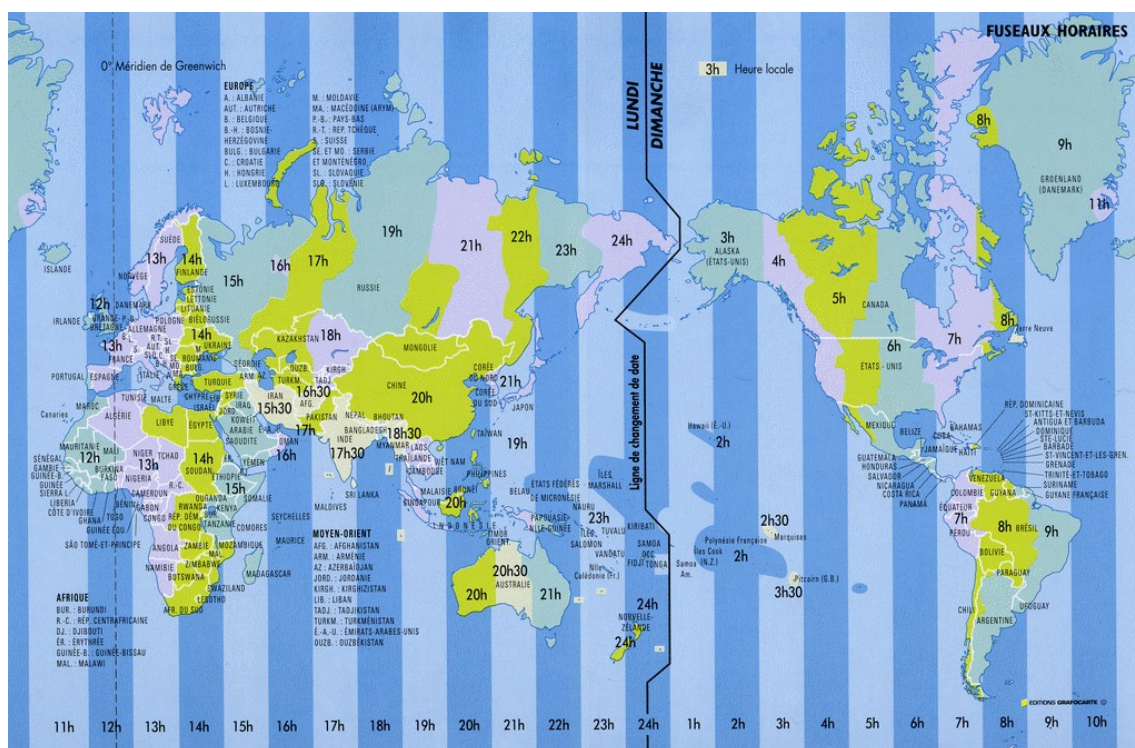


Illustration 6 : Les fuseaux horaires

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.4 - 11/22
A. Charbonnel	TEMPS & LIGNE DE CHANGEMENT DE DATE	6/6

RESSOURCES

Ressources internet

Astronomie pour l'IUFM : Les échelles de temps

http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section1/page4/section1_6_1_4.html

Astronomie pour l'IUFM : Ligne de changement de date

http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section2/page8/section1_6_2_8.html

Crédit graphique

<i>Illustration</i>	<i>Source</i>
<i>Illustration 1: Jour solaire et jour stellaire</i>	ASM - http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section1/page2/section1_6_1_2.html
<i>Illustration 3: Le temps local</i>	http://www.wwnorton.com/college/astronomy/astro21/sandt/images/timediag.jpg
<i>Illustration 4: Carte des fuseaux</i>	http://media4.obspm.fr/public/IUFM/chapitre1/souschapitre6/section2/page7/section1_6_2_7.html
<i>Illustration 5: chronomètre marine à suspension (XIXe)</i>	https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronom%C3%A8tre_de_marine#/media/File:Chronom%C3%A8tre_%C3%A0_suspension.jpg
<i>Illustration 6: Les fuseaux horaires</i>	http://www.i-voyages.net/artzone/fuseaux_horaires.gif

Ce document est téléchargeable sur : www.ressources.profmarine.fr ou sur www.nemo.profmarine.fr

Licence : [Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#)

- hors crédit graphique



NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.1 - 11/23
<i>Thenauticalalmanac.com</i>	NAUTICAL ALMANAC – DESCRIPTION DAILY PAGES	1/4

Extrait de <https://thenauticalalmanac.com>

1	Date based on GMT/UT
2	Time based on GMT/UT (this is just integral hour only)
3	Mer. pass- meridian passage of Aries at the Prime Meridian- Greenwich- 0°. Time figure is GMT/UT.
4	GHA v correction and Declination d correction. The amount to correct v and d for is determined by the minutes and seconds of time of the planet observation and is found in the <i>Increments and Corrections</i> pages of The Nautical Almanac. The Increments and Corrections pages are also known as <i>The Yellow Pages</i> as that's the color of the paper in the USNO published Nautical Almanac.
4a	m- is the <i>magnitude</i> or brightness of the planet. A bright planet will have a <i>minus</i> sign beside the figure. A fainter planet will have no sign beside its magnitude figure.
5	Stars- SHA, Sidereal Hour Angle, and Declination. 59 stars are listed. Typically, only 57 stars are used for navigational purposes in both Northern and Southern Hemispheres.
6	Mer. pass- planet meridian passage time at the Prime Meridian- Greenwich- 0°. Time figure is GMT/UT.
7	SHA- planet <i>SHA</i> at the time of meridian passage at the Prime Meridian- Greenwich- 0°. Planet SHA is calculated by subtracting planet GHA from Aries GHA. Time figure is GMT/UT.
8	Horizontal parallax- for Venus and Mars.
9	Date based on GMT/UT
10	Time based on GMT/UT (this is just integral hour only)
11	SD- Semi-diameter of the Sun. One half of the angular width of the Sun as observed on earth.
12	d- the amount the declination of the Sun changes per hour. If there's a minus sign beside the declination figure in the Dec column then the Sun is in the Southern hemisphere.
13	The Moon's GHA v correction. The amount to correct the Moon's GHA using v is determined by the minutes and seconds of time of the Moon's observation and is found in the <i>Increments and Corrections</i> pages of The Nautical Almanac. The Increments and Corrections pages are also known as <i>The Yellow Pages</i> as that's the color of the paper in the USNO published Nautical Almanac.
14	SD- Semi-diameter of the Moon. One half of the angular width of the Moon, as observed on earth.
15	<p>The Moon's declination d correction. It's the amount of declination the Moon changes per hour. However the amount to correct the Moon's declination using d is determined by the minutes and seconds of time of the Moon's observation and is found in the <i>Increments and Corrections</i> pages of The Nautical Almanac. The d correction is <i>algebraically</i> added.</p> <p>An easy way to determine whether to <i>add</i> or <i>subtract</i> the d correction found in the <i>Increments and Corrections</i> pages is by examining the Moon's declination trend in The Nautical Almanac. If the declination is increasing (regardless of its sign + or -) from the integral hour of the observation you made then add the d increment and increase the value of the declination. If the declination is decreasing (regardless of its sign + or -) from the integral hour of the observation you made then subtract the d increment and decrease the value of the declination. Make sure to put the sign "back on" the corrected declination so you know which hemisphere the Moon's in.</p> <p>The Increments and Corrections pages are also known as <i>The Yellow Pages</i> as that's the color of the paper in the USNO published Nautical Almanac.</p>
16	HP- the angle between two lines, one from the center of the Moon to the center of the Earth, the other from the center of the Moon to the edge of the Earth. This angle is about 56', but it changes slightly from day to day as the distance to the Moon changes along its elliptical path around the Earth. <i>Source- starpath.com</i>
17	Sun- Eqn. of Time- Equation of Time is the difference between GMT/UT and LAN at Greenwich. The figures listed are for GMT/UT at 00 ^h and 12 ^h . If you look at Mer. Pass just to the right of the Eqn. of Time you'll find, approximately, when the Sun crosses The Prime Meridian (at Greenwich). The figures in the 12 ^h column indicate, approximately, how many minutes and seconds are subtracted, or added, to 12 to determine when Local Apparent Noon is at The Prime Meridian. You can calculate, approximately, when LAN is at your Longitude by adding, or subtracting the amount of time difference between you and

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.1 - 11/23
<i>Thenauticalalmanac.com</i>	NAUTICAL ALMANAC – DESCRIPTION DAILY PAGES	2/4

Extrait de <https://thenauticalalmanac.com/>

	Greenwich and the Equation of Time.
17 <i>continued</i>	Example- May 30, 2016. Mer. Pass is at UT 11:57. 12^h is 02:25. This means <i>subtract</i> 2 minutes and 25 seconds from UT 12 to calculate when Meridian Passage is at Greenwich. So at W 075° meridian passage would occur at about- 12 hours + 5 hours <i>MINUS</i> 2 minutes and 25 seconds, or UT 16:57:35.
18	Sun- Mer. Pass just to the right of the Eqn. of Time is the approximate GMT/UT when the Sun crosses The Prime Meridian (at Greenwich) for that specific date.
19	Moon- Mer. Pass- is the approximate GMT/UT when the Moon crosses The Prime Meridian (at Greenwich) or The International Date Line for that specific date. Upper means the GMT/UT when the Moon crosses The Prime Meridian (Greenwich) and Lower means the GMT/UT when the Moon crosses The International Date Line (180°).
20	Moon- Age- this is the number of days past a new Moon. Typically, there are 29 days in a lunar month.
20 <i>continued</i>	Moon- %- the amount of the Moon's illumination. 100% would be a full moon. 49% would be about ½ of the Moon is illuminated.
21* <i>see note at bottom</i>	(morning) Twilight- Naut.- the approximate GMT/UT when morning Nautical Twilight begins. Nautical twilight is the time when the center of the sun is 12° below the horizon and the horizon is visible enough to be used for marine sextant observations. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time.
21* <i>see note at bottom</i>	(morning) Twilight- Civil- the approximate GMT/UT of morning civil twilight starts when the geometric center of the sun is 6° below the horizon. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time.
21* <i>see note at bottom</i>	Sunrise- the approximate GMT/UT when the Sun is 0° 50' (semi-diameter plus refraction) below the horizon. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time.
21* <i>see note at bottom</i>	(evening) Twilight- Naut.- the approximate GMT/UT of when evening Nautical Twilight ends. Nautical twilight is the time when the center of the sun is 12° below the horizon and the horizon is no longer visible enough to be used for sextant observations. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time.
21* <i>see note at bottom</i>	(evening) Twilight- Civil- the approximate GMT/UT of evening civil twilight that ends when the geometric center of the sun is 6° below the horizon. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time.
21* <i>see note at bottom</i>	Sunset- the approximate GMT/UT when the Sun is 0° 50' (semi-diameter plus refraction) below the horizon. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time.
22* <i>see note at bottom</i>	Moonrise- the approximate GMT/UT when the Moon is about 0° 05' to 0° 10' below the horizon. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time under the specific day. The USNO has a more detailed explanation of this here- http://aa.usno.navy.mil/faq/docs/RST_defs.php
22* <i>see note at bottom</i>	Moonset- the approximate GMT/UT when the Moon is about 0° 05' to 0° 10' below the horizon. First locate your approximate Latitude in the Lat. column and then follow across horizontally to the right to find the time under the specific day. The USNO has a more detailed explanation of this here- http://aa.usno.navy.mil/faq/docs/RST_defs.php

* **Note-** Time of Sunrise, Sunset, Moonrise, Moonset and twilight is based on GMT/UT of the event at 0° (Greenwich). To determine the GMT/UT time at your Longitude add or subtract the time difference between your AP Longitude and Greenwich.

NAV-ASTRO	ÉLÉMENTS D'ASTRONOMIE NAUTIQUE	V1.1 - 11/23
Thenauticalalmanac.com	NAUTICAL ALMANAC – DESCRIPTION DAILY PAGES	3/4

January 07, 08, 09 (Sat., Sun., Mon.)

	Aries		Venus		Mars		Jupiter		Saturn		Stars		
Sat	GHA	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	GHA	Dec	SHA	Dec
0	106°45.0	130°34.2	-11°00.5	121°08.4	-6°59.3	266°10.2	-7°15.5	205°19.6	-21°55.0	Alpheratz	357°41.1	29°11.2	
1	121°47.5	145°34.2	-10°59.4	136°09.1	-6°58.6	281°12.4	-7°15.6	220°21.8	-21°55.0	Ankaa	353°13.5	-42°13.1	
2	136°49.9	160°34.3	-10°58.2	151°09.8	-6°57.8	296°14.7	-7°15.6	235°24.0	-21°55.1	Schedar	349°37.7	56°38.0	
3	151°52.4	175°34.3	-10°57.1	166°10.6	-6°57.0	311°16.9	-7°15.7	250°26.1	-21°55.1	Diphda	348°53.4	-17°53.8	
4	166°54.9	190°34.4	-10°55.9	181°11.3	-6°56.3	326°19.2	-7°15.8	265°28.3	-21°55.1	Achernar	335°25.0	-57°09.4	
5	181°57.3	205°34.4	-10°54.8	196°12.0	-6°55.5	341°21.4	-7°15.9	280°30.5	-21°55.1	Hamal	327°57.9	23°32.5	
6	196°59.8	220°34.5	-10°53.6	211°12.8	-6°54.7	356°23.7	-7°15.9	295°32.6	-21°55.1	Polaris	316°26.2	89°20.3	
7	212°02.3	235°34.5	-10°52.5	226°13.5	-6°54.0	11°25.9	-7°16.0	310°34.8	-21°55.1	Akamar	315°16.3	-40°14.6	
8	227°04.7	250°34.5	-10°51.3	241°14.2	-6°53.2	26°28.2	-7°16.1	325°36.9	-21°55.2	Menkar	314°12.4	4°09.2	
9	242°07.2	265°34.6	-10°50.2	256°14.9	-6°52.4	41°30.4	-7°16.2	340°39.1	-21°55.2	Mirfak	308°36.5	49°55.3	
10	257°09.6	280°34.6	-10°49.0	271°15.7	-6°51.7	56°32.7	-7°16.2	355°41.3	-21°55.2	Aldebaran	290°46.3	16°32.4	
11	272°12.1	295°34.7	-10°47.9	286°16.4	-6°50.9	71°34.9	-7°16.3	10°43.4	-21°55.2	Rigel	281°09.4	-5°11.2	
12	287°14.6	310°34.7	-10°46.7	301°17.1	-6°50.1	86°37.2	-7°16.4	25°45.6	-21°55.2	Capella	280°30.5	46°00.8	
13	302°17.0	325°34.8	-10°45.6	316°17.9	-6°49.4	101°39.4	-7°16.5	40°47.8	-21°55.2	Bellatrix	278°29.1	6°21.7	
14	317°19.5	340°34.8	-10°44.4	331°18.6	-6°48.6	116°41.7	-7°16.5	55°49.9	-21°55.3	Elnath	287°09.2	28°37.1	
15	332°22.0	355°34.9	-10°43.3	346°19.3	-6°47.8	131°44.0	-7°16.6	70°52.1	-21°55.3	Alnilam	275°43.6	-1°11.7	
16	347°24.4	10°34.9	-10°42.1	1°20.0	-6°47.1	146°46.2	-7°16.7	85°54.3	-21°55.3	Betelgeuse	270°58.4	7°24.4	
17	2°26.9	25°35.0	-10°41.0	16°20.8	-6°46.3	161°48.5	-7°16.8	100°56.4	-21°55.3	Canopus	263°54.5	-52°42.6	
18	17°29.4	40°35.0	-10°39.8	31°21.5	-6°45.5	176°50.7	-7°16.8	115°58.6	-21°55.3	Sirius	258°31.2	-16°44.4	
19	32°31.8	55°35.1	-10°38.7	46°22.2	-6°44.8	191°53.0	-7°16.9	131°00.8	-21°55.3	Adara	255°10.2	-28°60.0	
20	47°34.3	70°35.2	-10°37.5	61°23.0	-6°44.0	206°55.2	-7°17.0	146°02.9	-21°55.4	Procyon	244°56.8	5°10.8	
21	62°36.8	85°35.2	-10°36.4	76°23.7	-6°43.2	221°57.5	-7°17.1	161°05.1	-21°55.4	Pollux	243°24.3	27°58.9	
22	77°39.2	100°35.3	-10°35.2	91°24.4	-6°42.5	236°59.7	-7°17.1	176°07.3	-21°55.4	Avior	234°16.3	-59°33.9	
23	92°41.7	115°35.3	-10°34.1	106°25.1	-6°41.7	252°02.0	-7°17.2	191°09.4	-21°55.4	Suhail	222°50.2	-43°30.1	
Mer.pass.:16:50 v0.0 d1.1 m-4.2 v0.7 d0.8 m0.9 v2.2 d-0.1 m-1.8 v2.2 d-0.0 m0.5													
											Miapiculus	221°38.2	-69°47.2

Sun	GHA	Dec	GHA	Dec		GHA	Dec		GHA	Dec		GHA	Dec	
0	107°44.1	130°35.4	-10°32.9	121°25.9	-6°40.9	267°04.2	-7°17.3	206°11.6	-21°55.4					
1	122°46.6	145°35.5	-10°31.8	136°26.6	-6°40.2	282°06.5	-7°17.3	221°13.8	-21°55.4					
2	137°49.1	160°35.5	-10°30.6	151°27.3	-6°39.4	297°08.8	-7°17.4	236°15.9	-21°55.5					
3	152°51.5	175°35.6	-10°29.5	166°28.1	-6°38.6	312°11.0	-7°17.5	251°18.1	-21°55.5					
4	167°54.0	190°35.6	-10°28.3	181°28.8	-6°37.9	327°13.3	-7°17.6	266°20.3	-21°55.5					
5	182°56.5	205°35.7	-10°27.2	196°29.5	-6°37.1	342°15.5	-7°17.6	281°22.5	-21°55.5					
6	197°58.9	220°35.8	-10°26.0	211°30.3	-6°36.3	357°17.8	-7°17.7	296°24.6	-21°55.5					
7	213°01.4	235°35.8	-10°24.8	226°31.0	-6°35.6	12°20.0	-7°17.8	311°26.8	-21°55.5					
8	228°03.9	250°35.9	-10°23.7	241°31.7	-6°34.8	27°22.3	-7°17.8	326°29.0	-21°55.6					
9	243°06.3	265°36.0	-10°22.5	256°32.5	-6°34.0	42°24.6	-7°17.9	341°31.1	-21°55.6					
10	258°08.8	280°36.1	-10°21.4	271°33.2	-6°33.3	57°26.8	-7°18.0	356°33.3	-21°55.6					
11	273°11.3	295°36.1	-10°20.2	286°33.9	-6°32.5	72°29.1	-7°18.1	11°35.5	-21°55.6					
12	288°13.7	310°36.2	-10°19.1	301°34.6	-6°31.7	87°31.3	-7°18.1	26°37.6	-21°55.6					
13	303°16.2	325°36.3	-10°17.9	316°35.4	-6°31.0	102°33.6	-7°18.2	41°39.8	-21°55.6					
14	318°18.6	340°36.3	-10°16.7	331°36.1	-6°30.2	117°35.9	-7°18.3	56°42.0	-21°55.7					
15	333°21.1	355°36.4	-10°15.6	346°36.8	-6°29.4	132°38.1	-7°18.3	71°44.1	-21°55.7					
16	348°23.6	10°36.5	-10°14.4	1°37.6	-6°28.6	147°40.4	-7°18.4	86°46.3	-21°55.7					
17	3°26.0	25°36.6	-10°13.3	16°38.3	-6°27.9	162°42.6	-7°18.5	101°48.5	-21°55.7					
18	18°28.5	40°36.6	-10°12.1	31°39.0	-6°27.1	177°44.9	-7°18.6	116°50.6	-21°55.7					
19	33°31.0	55°36.7	-10°11.0	46°39.8	-6°26.3	192°47.2	-7°18.6	131°52.8	-21°55.7					
20	48°33.4	70°36.8	-10°09.8	61°40.5	-6°25.6	207°49.4	-7°18.7	146°55.0	-21°55.8					
21	63°35.9	85°36.9	-10°08.6	76°41.2	-6°24.8	222°51.7	-7°18.8	161°57.1	-21°55.8					
22	78°38.4	100°37.0	-10°07.5	91°42.0	-6°24.0	237°53.9	-7°18.8	176°59.3	-21°55.8					
23	93°40.8	115°37.1	-10°06.3	106°42.7	-6°23.3	252°56.2	-7°18.9	192°01.5	-21°55.8					
Mer.pass.:16:46			v0.1 d1.2 m-4.2			v0.7 d0.8 m0.9			v2.3 d-0.1 m-1.8			v2.2 d-0.0 m0.5		

Mon	GHA	Dec	GHA	Dec		GHA	Dec		GHA	Dec		GHA	Dec	
0	108°43.3	130°37.1	-10°05.2	121°43.4	-6°22.5	267°58.5	-7°19.0	207°03.6	-21°55.8					
1	123°45.8	145°37.2	-10°04.0	136°44.2	-6°21.7	283°00.7	-7°19.0	222°05.8	-21°55.8					
2	138°48.2	160°37.3	-10°02.8	151°44.9	-6°21.0	298°03.0	-7°19.1	237°08.0	-21°55.8					
3	153°50.7	175°37.4	-10°01.7	166°45.6	-6°20.2	313°05.3	-7°19.2	252°10.1	-21°55.9					
4	168°53.1	190°37.5	-10°00.5	181°46.4	-6°19.4	328°07.5	-7°19.3	267°12.3	-21°55.9					
5	183°55.6	205°37.6	-9°59.4	196°47.1	-6°18.7	343°09.8	-7°19.3	282°14.5	-21°55.9					
6	198°58.1	220°37.7	-9°58.2	211°47.8	-6°17.9	358°12.0	-7°19.4	297°16.7	-21°55.9					
7	214°00.5	235°37.8	-9°57.0	226°48.6	-6°17.1	13°14.3	-7°19.5	312°18.8	-21°55.9					
8	229°03.0	250°37.8	-9°55.9	241°49.3	-6°16.3	28°16.6	-7°19.5	327°21.0	-21°55.9					
9	244°05.5	265°37.9	-9°54.7	256°50.0	-6°15.6	43°18.8	-7°19.6	342°23.2	-21°56.0					
10	259°07.9	280°38.0	-9°53.5	271°50.8	-6°14.8	58°21.1	-7°19.7	357°25.3	-21°56.0					
11	274°10.4	295°38.1	-9°52.4	286°51.5	-6°14.0	73°23.4	-7°19.7	12°27.5	-21°56.0					
12	289°12.9	310°38.2	-9°51.2	301°52.2	-6°13.3	88°25.6	-7°19.8	27°29.7	-21°56.0					
13	304°15.3	325°38.3	-9°50.1	316°53.0	-6°12.5	103°27.9	-7°19.9	42°31.8	-21°56.0					
14	319°17.8	340°38.4	-9°48.9	331°53.7	-6°11.7	118°30.2	-7°19.9	57°34.0	-21°56.0					
15	334°20.3	355°38.5	-9°47.7	346°54.4	-6°11.0	133°32.4	-7°20.0	72°36.2	-21°56.1					
16	349°22.7	10°38.6	-9°46.6	1°55.2	-6°10.2	148°34.7	-7°20.1	87°38.3	-21°56.1					
17	4°25.2	25°38.7	-9°45.4	16°55.9	-6°09.4	163°37.0	-7°20.1	102°40.5	-21°56.1					
18	19°27.6	40°38.8	-9°44.2	31°56.6	-6°08.6	178°39.2	-7°20.2	117°42.7	-21°56.1					
19	34°30.1	55°38.9	-9°43.1	46°57.4	-6°07.9	193°41.5	-7°20.3	132°44.9	-21°56.1					
20	49°32.6	70°39.0	-9°41.9	61°58.1	-6°07.1	208°43.8	-7°20.3	147°47.0	-21°56.1					
21	64°35.0	85°39.1	-9°40.7	76°58.8	-6°06.3	223°46.0	-7°20.4	162°49.2	-21°56.1					
22	79°37.5	100°39.2	-9°39.6	91°59.6	-6°05.6	238°48.3	-7°20.5	177°51.4	-21°56.2					
23	94°40.0	115°39.3	-9°38.4	107°00.3	-6°04.8	253°50.6	-7°20.6	192°53.5	-21°56.2					
Mer.pass.:16:42			v0.1 d1.2 m-4.2			v0.7 d0.8 m1.0			v2.3 d-0.1 m-1.8			v2.2 d-0.0 m0.5		

SHA	Dec	
Alpheratz	357°41.1	29°11.2
Ankaa	353°13.5	-42°13.1
Schedar	349°37.7	56°38.0
Diphda	348°53.4	-17°53.8
Achernar	335°25.0	-57°09.4
Hamal	327°57.9	23°32.5
Polaris	316°26.2	89°20.3
Akamar	315°16.3	-40°14.6
Menkar	314°12.4	4°09.2
Mirfak	308°36.5	49°55.3
Aldebaran	290°46.3	16°32.4
Rigel	281°09.4	-

2017 January 07 to Jan. 09

Sun							Moon							Twilight													
Sat	GHA	Dec	GHA	ν	Dec	d	HP	Lat.	Naut.	Civil	Sunrise	Sunset	Civil	Twilight	Naut.	Lat.	Naut.	Civil	Sunrise	Sunset	Civil	Twilight	Naut.				
0	178°27.5	-22°22.2	75°13.8	9.2	8°08.8	10.5	59.4	72	08:14	10:18	—	—	—	13:56	15:60	72	08:14	10:18	—	—	—	13:56	15:60				
1	193°27.3	-22°21.9	89°41.9	9.1	8°19.2	10.4	59.4	70	07:57	09:36	—	—	—	14:39	16:17	70	07:57	09:36	—	—	—	14:39	16:17				
2	208°27.0	-22°21.6	104°10.1	9.1	8°29.6	10.4	59.4	68	07:44	09:07	11:08	13:07	15:07	16:31	68	07:44	09:07	11:08	13:07	15:07	16:31	16:31					
3	223°26.7	-22°21.2	118°38.1	9.0	8°40.0	10.3	59.4	66	07:32	08:46	10:12	14:02	15:29	16:42	66	07:32	08:46	10:12	14:02	15:29	16:42	16:42					
4	238°26.5	-22°20.9	133°06.1	9.0	8°50.3	10.3	59.4	64	07:22	08:28	09:39	14:35	15:46	16:52	64	07:22	08:28	09:39	14:35	15:46	16:52	16:52					
5	253°26.2	-22°20.6	147°34.0	8.9	9°00.6	10.2	59.5	62	07:14	08:14	09:15	14:59	16:00	17:00	62	07:14	08:14	09:15	14:59	16:00	17:00	17:00					
6	268°25.9	-22°20.3	162°01.9	8.8	9°10.8	10.2	59.5	60	07:06	08:02	08:57	15:17	16:12	17:08	60	07:06	08:02	08:57	15:17	16:12	17:08	17:08					
7	283°25.7	-22°20.0	176°29.7	8.8	9°21.0	10.1	59.5	58	06:54	07:51	08:41	15:33	16:23	17:14	58	06:54	07:51	08:41	15:33	16:23	17:14	17:14					
8	298°25.4	-22°19.6	190°57.5	8.7	9°31.1	10.1	59.5	56	06:44	07:42	08:28	15:46	16:32	17:20	56	06:44	07:42	08:28	15:46	16:32	17:20	17:20					
9	313°25.1	-22°19.3	205°25.2	8.7	9°41.2	10.0	59.5	54	06:38	07:33	08:16	15:58	16:40	17:26	54	06:38	07:33	08:16	15:58	16:40	17:26	17:26					
10	328°24.9	-22°19.0	219°52.8	8.6	9°51.2	10.0	59.6	52	06:32	07:26	08:06	16:08	16:48	17:31	52	06:32	07:26	08:06	16:08	16:48	17:31	17:31					
11	343°24.6	-22°18.7	234°20.4	8.5	10°01.2	9.9	59.6	50	06:28	07:19	07:57	16:17	16:55	17:36	50	06:28	07:19	07:57	16:17	16:55	17:36	17:36					
12	358°24.3	-22°18.3	248°47.9	8.5	10°11.1	9.9	59.6	48	06:24	07:14	07:50	16:26	17:03	17:44	48	06:24	07:14	07:50	16:26	17:03	17:44	17:44					
13	13°24.1	-22°18.0	263°15.3	8.4	10°20.9	9.8	59.6	46	06:20	07:04	07:37	16:36	17:10	17:46	46	06:20	07:04	07:37	16:36	17:10	17:46	17:46					
14	28°23.8	-22°17.7	277°42.7	8.4	10°30.7	9.8	59.7	44	06:18	06:52	07:22	16:46	17:12	17:56	44	06:18	06:52	07:22	16:46	17:12	17:56	17:56					
15	43°23.5	-22°17.3	292°10.1	8.3	10°40.5	9.7	59.7	42	06:16	06:41	07:09	16:55	17:19	17:54	42	06:16	06:41	07:09	16:55	17:19	17:54	17:54					
16	58°23.3	-22°17.0	306°37.3	8.2	10°50.2	9.7	59.7	40	06:14	06:39	07:07	17:04	17:27	18:01	40	06:14	06:39	07:07	17:04	17:27	18:01	18:01					
17	73°23.0	-22°16.7	321°04.5	8.2	10°59.8	9.6	59.7	38	06:12	06:37	07:05	17:12	17:34	18:07	38	06:12	06:37	07:05	17:12	17:34	18:07	18:07					
18	88°22.7	-22°16.4	335°31.7	8.1	11°09.4	9.5	59.7	36	06:10	06:35	07:03	17:20	17:41	18:14	36	06:10	06:35	07:03	17:20	17:41	18:14	18:14					
19	103°22.5	-22°16.0	349°58.7	8.0	11°18.9	9.5	59.7	34	06:08	06:33	07:01	17:28	17:48	18:21	34	06:08	06:33	07:01	17:28	17:48	18:21	18:21					
20	118°22.2	-22°15.7	4°25.8	8.0	11°28.4	9.4	59.8	32	06:06	06:31	06:59	17:36	17:55	18:28	32	06:06	06:31	06:59	17:36	17:55	18:28	18:28					
21	133°21.9	-22°15.4	18°52.7	7.9	11°37.7	9.3	59.8	30	06:04	06:29	06:57	17:44	18:02	18:35	30	06:04	06:29	06:57	17:44	18:02	18:35	18:35					
22	148°21.7	-22°15.0	33°19.6	7.9	11°47.1	9.3	59.8	28	06:02	06:27	06:55	17:52	18:09	18:42	28	06:02	06:27	06:55	17:52	18:09	18:42	18:42					
23	163°21.4	-22°14.7	47°46.4	7.8	11°56.3	9.2	59.8	26	06:00	06:25	06:53	18:00	18:16	18:49	26	06:00	06:25	06:53	18:00	18:16	18:49	18:49					
SD.=16.3 d=0.3							S.D.=16.2																				
Sun	GHA	Dec	GHA	ν	Dec	d	HP	Lat.	Sat	Moon	Sun	Sat	Moon	Sun	Lat.	Sat	Moon	Sun	Sat	Moon	Sun	Sat	Moon				
0	178°21.1	-22°14.4	62°13.2	7.7	12°05.5	9.1	59.8	-52	01:26	03:07	03:54	20:19	21:06	22:16	-52	01:26	03:07	03:54	20:19	21:06	22:16	22:16					
1	193°20.9	-22°14.0	76°30.9	7.7	12°14.6	9.1	59.9	-54	01:23	03:04	03:42	20:31	21:22	22:48	-54	01:23	03:04	03:42	20:31	21:22	22:48	22:48					
2	208°20.6	-22°13.7	91°06.5	7.6	12°23.6	9.0	59.9	-56	—	02:31	03:29	20:43	21:41	—	-56	—	02:31	03:29	20:43	21:41	—	—					
3	223°20.3	-22°13.3	105°33.0	7.5	12°32.6	8.9	59.9	-58	—	02:06	03:14	20:58	22:06	—	-58	—	02:06	03:14	20:58	22:06	—	—					
4	238°20.1	-22°13.0	119°59.5	7.5	12°41.5	8.9	59.9	-60	—	01:31	02:56	21:16	22:40	—	-60	—	01:31	02:56	21:16	22:40	—	—					
5	253°19.8	-22°12.7	134°26.0	7.4	12°50.3	8.8	59.9	72	11:13	11:05	10:52	02:55	04:57	07:10	72	11:13	11:05	10:52	02:55	04:57	07:10	07:10					
6	268°19.6	-22°12.3	148°52.3	7.3	13°07.7	8.6	60.0	70	11:29	11:30	11:36	02:41	04:33	06:27	70	11:29	11:30	11:36	02:41	04:33	06:27	06:27					
7	283°19.3	-22°11.6	163°18.6	7.2	13°16.3	8.5	60.0	68	11:41	11:50	12:05	02:30	04:14	05:58	68	11:41	11:50	12:05	02:30	04:14	05:58	05:58					
8	298°19.0	-22°11.1	177°44.9	7.1	13°24.8	8.5	60.0	66	11:51	12:06	12:27	02:22	03:60	05:37	66	11:51	12:06	12:27	02:22	03:60	05:37	05:37					
9	313°18.8	-22°11.0	192°11.1	7.1	13°33.2	8.4	60.0	64	11:60	12:19	12:45	02:14	03:48	05:20	64	11:60	12:19	12:45	02:14	03:48	05:20	05:20					
10	328°18.5	-22°10.6	206°37.2	7.0	13°41.6	8.3	60.0	62	12:07	12:30	12:60	02:08	03:37	05:06	62	12:07	12:30	12:60	02:08	03:37	05:06	05:06					
11	343°18.2	-22°10.0	221°03.2	6.9	13°50.8	8.1	60.0	60	12:14	12:39	13:12	02:02	03:29	04:54	60	12:14	12:39	13:12	02:02	03:29	04:54	04:54					
12	358°18.0	-22°09.9	239°59.1	6.8	14°06.1	8.0	60.1	58	12:20	12:48	13:23	01:57	03:21	04:44	58	12:20	12:48	13:23	01:57	03:21	04:44	04:44					
13	13°17.7	-22°09.6	264°21.0	6.8	14°14.1	8.0	60.1	56	12:25	12:55	13:32	01:53	03:14	04:35	56	12:25	12:55	13:32	01:53	03:14	04:35	04:35					
14	28°17.5	-22°09.2	278°46.8	6.8	14°21.1	8.0	60.1	54	12:29	13:01	13:41	01:49	03:08	04:27	54	12:29	13:01	13:41	01:49	03:08	04:27	04:27					
15	43°17.2	-22°08.9	293°12.5	6.7	14°28.8	7.9	60.1	52	12:33	13:07	13:48	01:46	03:03	04:20	52	12:33	13:07	13:48	01:46	03:03	04:20	04:20					
16	58°16.9	-22°08.5	307°38.2	6.6	14°37.5	7.7	60.1	50	12:37	13:13	13:55	01:43	02:58	04:13	50	12:37	13:13	13:55	01:43	02:58	04:13	04:13					
17	73°16.7	-22°08.2	322°03.6	6.5	14°45.2	7.6	60.1	48	12:45	13:24	14:09	01:36	02:48	03:60	48	12:45	13:24	14:09	01:36	02:48	03:60	03:60					
18	88°16.4	-22°07.8	336°29.4	6.5	14°52.7	7.5	60.1	46	12:52	13:34	14:21	01:30	02:39	03:48	46	12:52	13:34	14:21	01:30	02:39	03:48	03:48					
19	103°16.2	-22°07.5	350°54.8	6.4	15°00.1	7.4	60.2	44	12:58	13:42	14:31	01:25	02:32	03:39	44	12:58	13:42	14:31	01:25	02:32	03:39	03:39					
20	118°15.9	-22°07.1	5°20.3	6.3	15°07.5	7.3	60.2	42	13:04	13:50	14:40	01:21	02:25	03:30	42	13:04	13:50	14:40	01:21	02:25	03:30	03:30					
21	133°15.4	-22°06.8	19°45.6	6.3	15°14.7	7.2	60.2	40	13:13	14:02	14:56	01:13	02:14	03:16	40	13:13	14:02	14:56	01:13	02:14	03:16	03:16					
22	148°15.1	-22°06.4	34°10.9	6.3	15°21.9	7.1	60.2	38	13:21	14:14	15:10	01:07	02:04	03:03	38	13:21	14:14	15:10	01:07	02:04	03:03	03:03					
23	SD.=16.3	d=0.3	SD.=16.3								36	13:29	14:24	15:22	01:01	01:55	02:52	36	13:29	14:24	15:22	01:01	01:55	02:52			
Mon	GHA	Dec	GHA	ν	Dec	d	HP	34	13:36	14:35	15:35	00:54	01:46	02:40	34	13:36	14:35	15:35	00:54	01:46	02:40	02:40					
0	178°14.9	-22°06.1	48°36.2	6.2	15°21.9	7.1	60.2	32	13:45	14:46	15:49	00:48	01:36	02:27	32	13:45	14:46	15:49	00:48	01:36	02:27	02:27					
1	193°14.6	-22°05.7	63°01.4	6.2	15°28.9	7.0	60.2	30	13:54	14:59	16:05	00:41	01:25	02:13	30	13:54	14:59	16:05	00:41	01:25							

Chapitre 2

Identification des astres

Sommaire

Identification des astres à vue	15
Star-finder 2102-D	25
Extrait du Nautical Almanac 2003	33
Choix de l'heure d'un point astronomique	37
TRAVAUX PRATIQUES : identification à vue	39
TRAVAUX PRATIQUES : identification et exploitation du star-finder	51

Objectif général :

- Identifier un astre.
- Préparer un point d'étoiles.

Objectifs opérationnels :

- Déterminer les coordonnées horaires (Az, H) d'un astre,
- Déterminer l'heure du point d'étoiles (aube/crépuscule).
- Placer les planètes en Ara, D.
- Déterminer la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
- Déterminer la hauteur et l'azimut des étoiles.
- Exploiter les éphémérides.





NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 – 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION A VUE	1/9

CRITÈRE DE RECONNAISSANCE D'UN ASTRE.

Critères de reconnaissance des étoiles

Critère	Remarques
Couleur	Fonction de la température de surface 30 000°C : <i>bleue</i> , 3 000°C : <i>rouge</i>
Magnitude	Fonction de l'éclat des étoiles <i>Les étoiles les plus brillantes sont celles de magnitude la plus faible.</i> <i>L'œil ne peut distinguer que jusqu'à la magnitude de 6,5.</i>
Scintillement	Caractéristique des étoiles (les planètes ne scintillent pas normalement). <i>Le scintillement est dû à la variation de la réfraction astronomique.</i>
Constellation	Les constellations sont des figures géométriques simples qui permettent l'identification rapide de certaines étoiles ; les constellations sont immuables à l'échelle de notre vie.

Critères de reconnaissance des planètes

	Mars	Venus	Saturne	Jupiter
				
Couleur	rougeâtre	blanc argenté	jaunâtre	argenté
Magnitude Éclat	< Sirius	> 6 à 7 fois Sirius Visible de jour - appelée « étoile du Berger ». Observable dans la direction du soleil au moment du lever ou du coucher.		Sirius
Scintillement	Étant donné le diamètre apparent, les planètes ne scintillent pas.			
Constellation	Les trajectoires se situent dans la constellation du zodiaque (8,5° de part et d'autre de l'écliptique). <i>"Les Éphémérides Nautiques" indiquent le nom des planètes visibles ainsi que celui des constellations les plus proches pour l'aube, le crépuscule et les deux moitiés de la nuit.</i>			

Les documents d'aide

Pour reconnaître les astres à vue, deux documents peuvent être utilisés :

- **les cartes du ciel ;**
- **les éphémérides nautiques** qui indiquent :
 - le nom des planètes visibles ainsi que celui des constellations les plus proches pour l'aube, le crépuscule et les deux moitiés de la nuit ;
 - les coordonnées des astres les plus brillants.

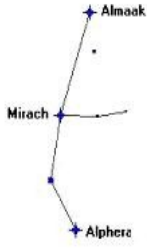
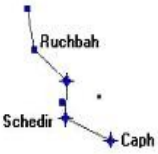
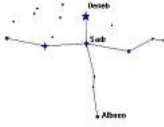

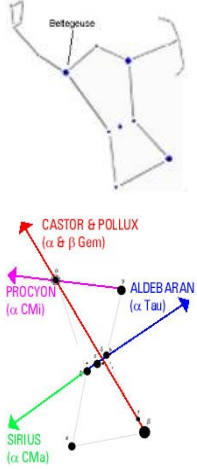

Une constellation est un groupe d'étoiles rapprochées dans une configuration visible. Dans l'espace tridimensionnel, les étoiles d'une constellation sont ordinairement très dispersées, mais elles paraissent être regroupées sur la voûte imaginaire du ciel nocturne. Les civilisations à travers l'histoire ont groupé des étoiles paraissant rapprochées pour faire des constellations.


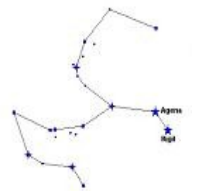
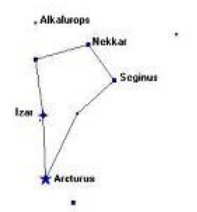
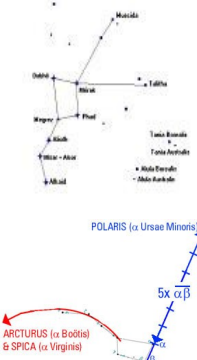
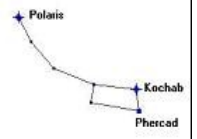
L'Union Astronomique Internationale (UAI) divise le ciel en 88 constellations officielles avec des frontières précises, pour que tout point du ciel appartienne à exactement une constellation. Les noms des constellations sont majoritairement empruntés, dans l'hémisphère Nord, à la mythologie, dans l'hémisphère sud à des lieux, objets ou animaux familiers des navigateurs qui les découvraient.

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 – 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION A VUE	3/9

CONSTELLATIONS (HÉMISPHERE NORD)

Géométrie et mythologie des constellations les plus remarquables

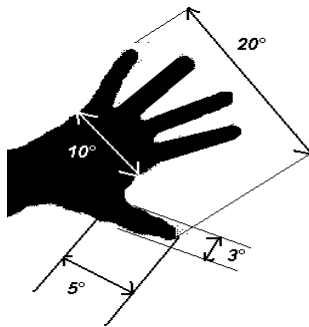
	<p>ANDROMÈDE</p> <p>Elle est la fille de Céphée, roi d'Éthiopie et de Cassiopée. Sa mère ayant comparé la beauté de sa fille à celle des Néréides, Poséidon envoya un monstre marin (représenté par Cetus) qui ravagea le pays. Andromède fut donnée en sacrifice afin de l'apaiser. C'est alors que Persée, monté sur Pégase, la délivra et l'épousa.</p>
	<p>CASSIOPÉE</p> <p>La constellation se reconnaît très facilement par sa forme de «W».</p> <p>Épouse de Céphée, le Roi d'Éthiopie, et mère d'Andromède, Cassiopée compara la beauté de sa fille à celle des Néréides. Poséidon envoya alors un monstre marin (représenté par Cetus) qui ravagea le pays. Pour l'apaiser, Andromède fut donnée en sacrifice mais elle fut sauvée par Persée monté sur Pégase. Poséidon envoya Cassiopée dans le ciel où elle fut condamnée à tourner pour l'éternité autour du pôle, tête en bas, enchaînée à son trône.</p>
	<p>LE CYGNE</p> <p>Pour séduire Lédè, épouse de Tyndare, roi de Sparte, Zeus se métamorphosa en cygne. Lédè pondit un œuf d'où sortirent les Dioscures Hélène et Clytemnestre. En souvenir de sa ruse, Zeus plaça cette effigie dans le ciel.</p>
	<p>LA LYRE</p> <p>Les Grecs y voyaient une lyre (ou plutôt une kithara) ; on l'associait avec la lyre d'Orphée, fait de la carapace d'une tortue et qui envoûta hommes, dieux, et bêtes.</p>
	<p>ORION</p> <p>Orion est un chasseur légendaire qui se vantait de pouvoir tuer n'importe quel animal. Dans quelques versions de la légende, il a été tué par le Scorpion qui a été placé à l'opposé de la voûte céleste par les dieux qui les ont séparés, afin qu'ils ne soient jamais au-dessus de l'horizon en même temps.</p> <p>Orion est très utile pour chercher d'autres étoiles. En étendant la ligne de la Ceinture au sud-ouest, on trouve Sirius, α Canis Majoris ; au nord-est, on trouve Aldebaran, α Tauri. Une ligne vers l'est à travers les deux épaules indique la direction de Procyon, α Canis Minoris. Une ligne de Rigel à travers Bételgeuse trouve Castor et Pollux, α et β Geminorum.</p>
	<p>LE GRAND CHIEN</p> <p>Alpha (<i>Sirius</i>) est l'étoile la plus brillante du ciel. Les Égyptiens la vénéraient car sa présence à l'aube avant le lever du soleil annonçait la crue du Nil. Selon un mythe grec, le grand chien gagna une course contre l'animal le plus rapide, le renard. C'est pour récompenser cette victoire que Zeus le plaça dans le ciel.</p>

NAV-ASTRO A. Charbonnel	IDENTIFICATION DES ASTRES IDENTIFICATION A VUE	V2.0 – 11/23 4/9
	<p>CARÈNE</p> <p>C'est une partie de l'Argo, le navire sur lequel partie Jason et les Argonautes pour aller chercher la Toison d'Or.</p>	
	<p>CENTAURE</p> <p>Les Centaures sont pour la plupart les fils d'Ixion et de Néphélée. Mi-hommes, mi-chevaux, ils sont originaires de Thessalie. Sauvages aux mœurs barbares et brutales, ils se nourrissaient de chair crue. Ce sont des êtres malfaisants à l'exception de Pholos, l'ami d'Héraclès et de Chiron.</p> <p>Ils étaient constamment en guerre contre les Lapithes, notamment à la noce de Pirithoos et Hippodamie. Enivrés par le vin, ils tentèrent de violer la mariée et les jeunes filles. Ce fut le début d'une longue guerre dirigée par Arès et Eris.</p>	
	<p>BOUVIER</p> <p>Bouvier tient en laisse Canes Venatici et poursuit les deux Ourses (Ursa Major et Ursa Minor). D'ailleurs, Acturus signifie "Bouvier des Ourses" (Autrefois, Acturus était le nom de la constellation entière).</p> <p>D'après une autre légende, Boötes serait l'inventeur de la charrue et fut accueilli au ciel.</p>	
	<p>GRANDE OURSE</p> <p>Selon la mythologie grecque, cette constellation serait Callisto, une demoiselle aimée par Zeus. Quand la jalouse Héra découvrit leur relation, Zeus convertit Callisto et son petit-fils, Arcas, en la Grande et la Petite ourse. Héra, outragée par cette offense à son honneur, demanda justice à l'Océan, et les ourses furent alors condamnées à tourner perpétuellement autour du Pole Nord, jamais permises de se reposer sous la mer. En fait, la Grande ourse est une constellation circumpolaire, et aux positions au nord de 41° de latitude, elle ne semble jamais se coucher.</p> <p>Ces étoiles sont utiles à trouver d'autres étoiles importantes. Une méthode très connue sert à trouver Polaris, α Ursae Minoris, l'Étoile polaire. On dessine une ligne de Merak à Dubhe, et on l'étend cinq fois la distance entre ces deux étoiles pour trouver Polaris.</p>	
	<p>PETITE OURSE</p> <p>La Petite Ourse, une constellation assez faible, doit sa célébrité à sa plus brillante étoile, Polaris (α Ursae Minoris), la très connue Étoile polaire.</p>	

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 – 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION A VUE	5/9

REPÉRER LES CONSTELLATIONS

Évaluer les distances et écart angulaires apparentes

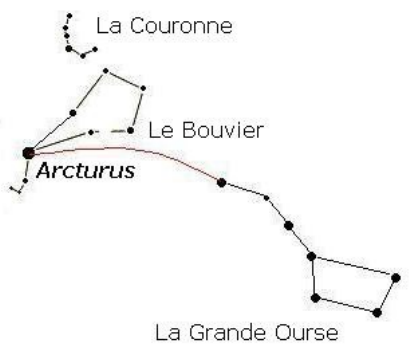
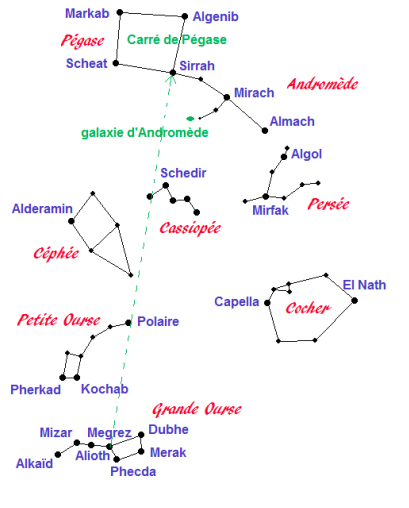
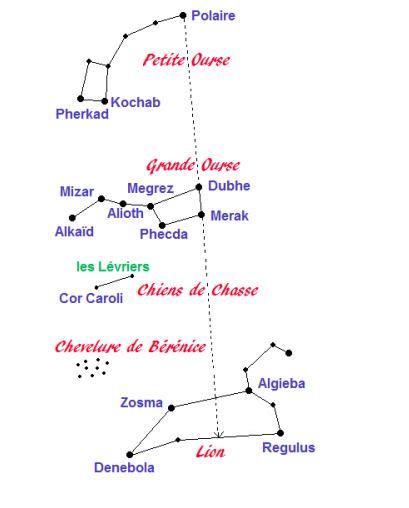


On peut déterminer les distances angulaires grossièrement avec la main, le bras tendu.

Illustration 1 : Mesure des angles avec la main

Constellation	Repérage
	<p>Grande Ourse/ Petite Ourse / Etoile polaire</p> <p>La grande ourse est la constellation la plus simple à repérer : elle ressemble à une grande casserole. A partir de la grande Ourse, on trouve facilement l'étoile polaire en reportant 5 fois la distance du "bord de la casserole".</p>
	<p>Cassiopée / Céphée</p> <p>Cassiopée ressemble à un W ou à un M suivant sa position dans le ciel. Céphée se situe entre la constellation de la Petite Ourse et Cassiopée.</p>

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 – 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION A VUE	6/9

Constellation	Repérage
 <p>La Couronne</p> <p>Le Bouvier</p> <p>Arcturus</p> <p>La Grande Ourse</p>	<p>Bouvier / couronne</p> <p>Pour repérer le Bouvier, prolonger la courbure que fait la queue de la Grande Ourse, vous trouverez une étoile brillante nommée "Arcturus". La constellation de la Couronne se situe à gauche du Bouvier.</p>
 <p>Markab</p> <p>Algenib</p> <p>Pégase</p> <p>Carré de Pégase</p> <p>Scheat</p> <p>Sirrah</p> <p>Mirach</p> <p>Andromède</p> <p>Almach</p> <p>Algol</p> <p>Schedir</p> <p>Alderamin</p> <p>Céphée</p> <p>Persée</p> <p>Mirfak</p> <p>Petite Ourse</p> <p>Polaire</p> <p>Capella</p> <p>Cocher</p> <p>El Nath</p> <p>Pherkad</p> <p>Kochab</p> <p>Grande Ourse</p> <p>Mizar</p> <p>Megrez</p> <p>Dubhe</p> <p>Alkaïd</p> <p>Alioth</p> <p>Merak</p> <p>Phecda</p>	<p>Grande Ourse</p> <p>=> Cassiopée</p> <p>=> Pégase</p> <p>=> Andromède</p> <p>=> Persée</p> <p>=> Cocher</p>
 <p>Polaire</p> <p>Petite Ourse</p> <p>Pherkad</p> <p>Kochab</p> <p>Grande Ourse</p> <p>Mizar</p> <p>Megrez</p> <p>Dubhe</p> <p>Alkaïd</p> <p>Alioth</p> <p>Merak</p> <p>Phecda</p> <p>les Léviérs</p> <p>Chiens de Chasse</p> <p>Cor Caroli</p> <p>Cherelure de Bérénice</p> <p>Zosma</p> <p>Algieba</p> <p>Denebola</p> <p>Lion</p> <p>Regulus</p>	<p>La grande ourse => Lion</p>

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 – 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION A VUE	7/9

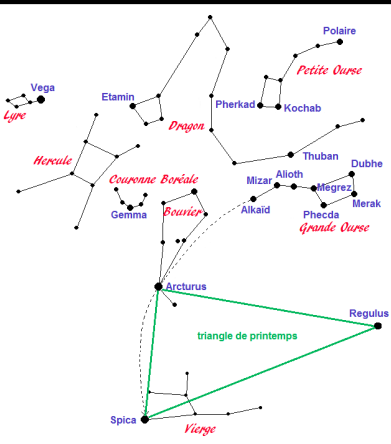
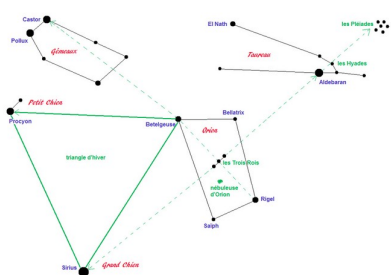
Constellation	Repérage
	<p>Grande Ourse / Petite ourse => Dragon => Bouvier => Hercule => Lyre => trianu printemps d</p>
	<p>Orion => Gemeaux => le Taureau =></p>

Illustration 2 : Repérage des constellations

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 – 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION A VUE	8/9

MAGNITUDE DES ASTRES

Magnitude absolue - magnitude apparente

Pour mesurer la luminosité ou brillance des astres, les astronomes utilisent une unité appelée magnitude.

Il existe deux types de magnitude :

- la magnitude apparente,
- la magnitude absolue.

La magnitude absolue indique l'éclat qu'auraient les étoiles si on les plaçait à la même distance de la Terre (en l'occurrence à 32,6 années-lumière soit 10 parsecs).

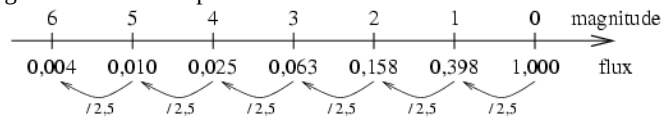
La magnitude apparente indique l'éclat d'un astre vu de la terre.

$$m = -2,5 \log_{10} \left(\frac{4 \pi R^2 \sigma T^4}{4 \pi d^2} \right)$$

Elle s'exprime selon la formule ci contre où R est le rayon de l'étoile en mètres, T la température effective de l'astre en Kelvins et σ la constante de Stefan-Boltzmann.

L'échelle des magnitudes est une échelle logarithmique :

- une différence de magnitude de 1 correspond à un écart de luminosité de 2,5,
- une différence de magnitude de 5 correspond à un écart de luminosité de 100.



Une chose à remarquer concernant cette échelle est que les magnitudes les plus petites correspondent aux objets les plus lumineux ; les objets très lumineux possèdent même une magnitude négative. Ainsi, Sirius, l'étoile la plus brillante, a une magnitude apparente de -1,46.

Domaine visible et magnitude

	Magnitude apparente
Limite de sensibilité à l'œil nu	5
Limite de sensibilité de Hubble	30

Classement des astres par magnitude apparente

Nom commun	Magnitude apparente	Constellation n	Magnitude réelle	Distance (AL)	Nom scientifique
Soleil	-27		4,8	-	
Pleine Lune	-13				
Vénus	-4				
Jupiter	-2,4				
Sirius	-1.46	Grand chien	1.4	8.6	Alpha -CMa
Canopus	-0.72	Carène	-2.5	74	Alpha _Car
Mercure	- 0,5				
Rigel	-0.27	Centaure	4.4	4.3	Alpha -Cen
Kentaurus	-0.04		0.2	34	Alpha - Boo
Arcturus	0.03	Lyre	0.6	25	Alpha - Lyr
Vega	0.08		0.4	41	Alpha -Aur
Rigel	0.12	Orion	-8.1	~1400	Beta - Ori
Procyon	0.38	Petit chien	2.6	11.4	Alpha - CMi
Achernar	0.46		-1.3	69	Alpha -Eri
Bételgeuse	0.50 (var.)	Orlone	-7.2	~1400	Alpha - Ori
Hadar	0.61 (var.)	Centaure	-4.4	320	Beta - Cen
Acrux	0.76	Croix du sud	-4.6	510	Alpha - Cru

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V2.0 - 11/23
A. Charbonnel	IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	9/9

Nom commun	Magnitude apparente	Constellation	Magnitude réelle	Distance (AL)	Nom scientifique
Altair	0.77	Aigle	2.3	16	Alpha - Aql
Aldebaran	0.85 (var.)	Taureau	-0.3	60	Alpha - Tau
Mars	0,9				
Saturne	0,9				
Antares	0.96 (var.)	Scorpion	-5.2	~520	Alpha - Sco
Spica	0.98 (var.)	Vierge	-3.2	220	Alpha - Vir
Pollux	1.14	Gémeaux	0.7	40	Beta - Gem
Fomalhaut	1.16	Poisson	2.0	22	Alpha - PsA
Becrux	1.25 (var.)	Croix du sud	-4.7	460	Beta - Cru
Deneb	1.25	Cygne	-7.2	1500	Alpha - Cyg
Regulus	1.35	Lion	-0.3	69	Alpha - Leo
Adhara	1.50	Grand Chien	-4.8	570	Epsilon - CMa
Castor	1.57	Gémeaux	0.5	49	Alpha - Gem
Gacrux	1.63 (var.)	Croix du sud	-1.2	120	Gamma - Cru
Shaula	1.63 (var.)	Scorpion	-3.5	330	Lambda - Sco
Pluton	14				

RESSOURCES

Bibliographie

Bernard Pellequer - *Petit guide du ciel* - Seuil - collection point sciences - 1990 - ISBN 2-02-011556-5 - 89 p - 7,5€.
Petit guide pédagogique pour de repérage des différentes constellations.

Pierre Sizaire - *Le guide des étoiles* - GEF - 1987 - 50 p.
Petit guide pour de repérage des différentes constellations.

Marie-Françoise Serre - *Les constellations et leurs légendes grecques : Les récits des origines mythologiques* - Vuibert - 2004 - ISBN 2711753670 - 15p - 18€.
Histoire des différentes constellations.

Ressources internet

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Constellation>
http://isa.mythes.free.fr/Saint_Seiya/Constellations/Ciel.html
<https://stellarium.org/fr/>
<https://www.heavens-above.com/>

Crédit graphique

Illustration	Source
Illustration 1: Mesure des angles avec la main	A.Charbonnel licence indentique à ce document
Illustration 2: Repérage des constellations	http://www.astrosurf.org/centaurus/se-reperer.htm

Ce document est téléchargeable sur : www.ressources.profmarine.fr ou sur www.nemo.profmarine.fr
 Licence : [Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#)
 - hors crédit graphique



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	1/8

OBJECTIF



Le but du Star-finder est de :

- obtenir les coordonnées horizontales (H, Z) pour préparer le point d'étoile,
- identifier un astre à partir de ces coordonnées horizontales (H, Z) obtenues par un point d'étoile.

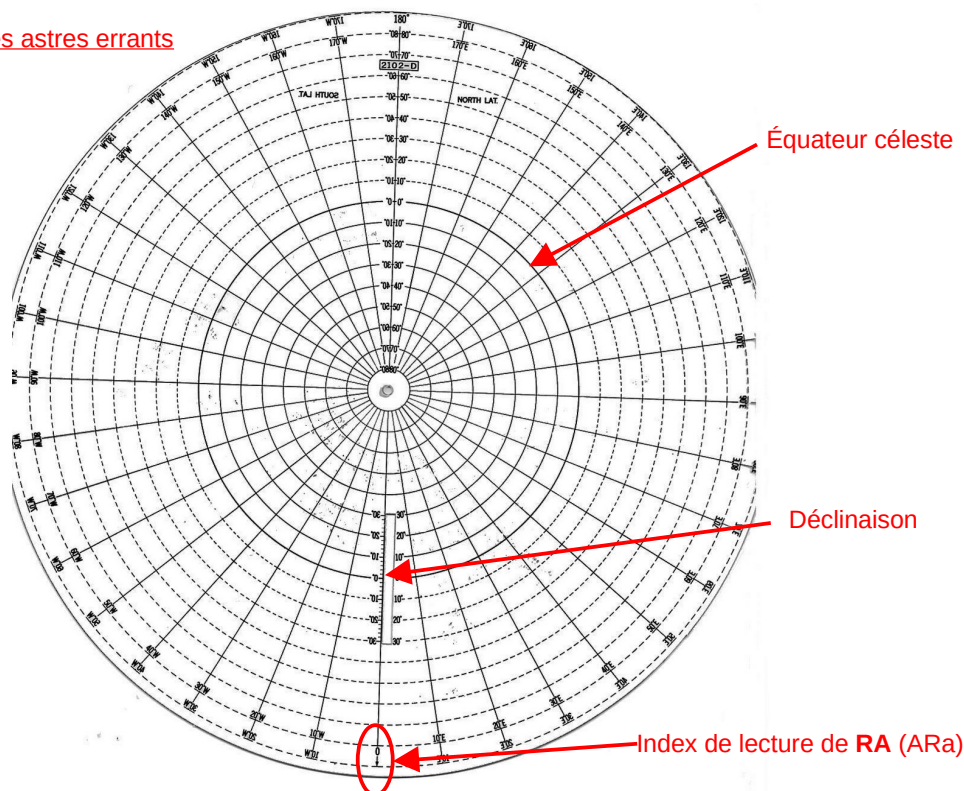
DESCRIPTION

Le **Star-finder** est constitué de disques :

Disque	Correspondance	Remarques
1 disque blanc à 2 faces.	Sphère céleste	Chaque face représente une demi-sphère céleste (N ou S). Les étoiles sont positionnées d'après leur ascension droite RA (Ara) et leur déclinaison D . (nota : l'échelle des déclinaisons n'est pas représentée sur ce disque, utiliser le disque rouge « Astres errants » pour déterminer D).
9 disques transparents (grilles bleues, réversibles).	Sphères locales	Chaque disque représente les sphères locales de 10° en 10° entre 5° à 85° de latitude N ou S. Le centre est le zénith de l'observateur. On peut lire les hauteurs H et les azimuts Z des astres.
1 disque transparent (grilles rouges avec une encoche).	Astres errants	Ce disque permet le positionnement des planètes et la lecture de l'angle au pôle.

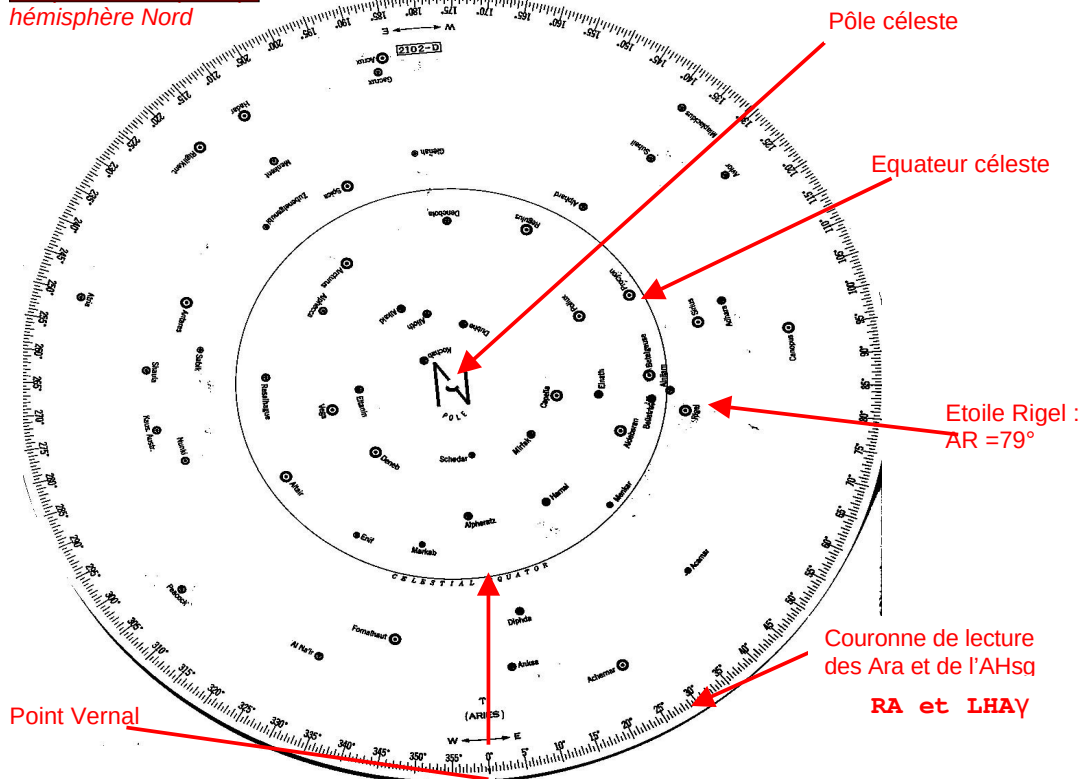
Le Star-finder permet l'obtention des coordonnées équatoriales (RA, D) et des coordonnées horizontales (H, Z) en superposant un des disques transparents sur le disque blanc.
L'identification se fait en positionnant le plateau représentant la sphère céleste (disque blanc) par rapport au plateau représentant la sphère locale (disques bleus) pour un lieu et un instant donné.

Disque des astres errants
(rouge)

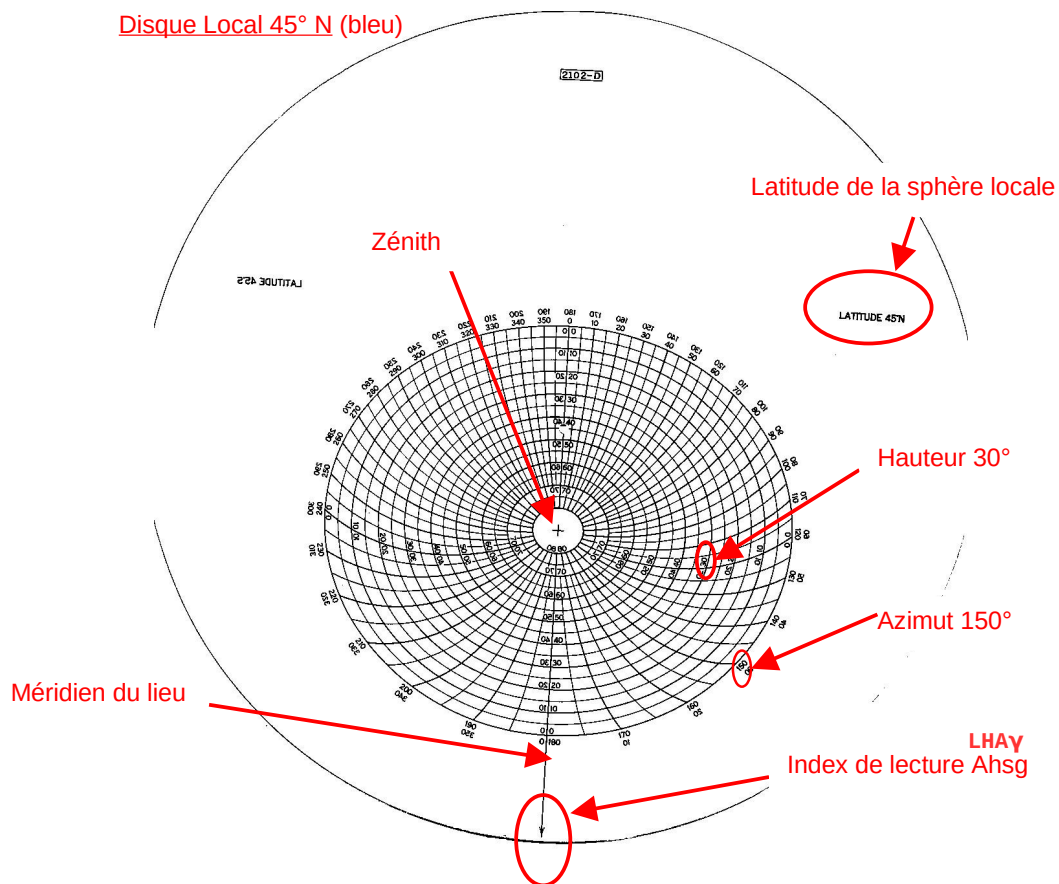


NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	2/8

Disque céleste (blanc) :
hémisphère Nord



Disque Local 45° N (bleu)



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	3/8

UTILISATION

L'utilisation se fait à partir de l'heure GMT / UT et des coordonnées estimées φ_e et G_e du lieu.

1. Sélectionner la face Nord ou Sud du disque représentant la sphère céleste ;
2. Sélectionner le disque transparent représentant la sphère locale correspondant à la latitude la plus proche de φ_e (et le placer sur la bonne face Nord ou Sud !) ;
3. Positionner par rotation du disque transparent la flèche sur l'angle horaire sidéral **LHAY** calculé pour le moment choisi (la flèche représente le méridien du lieu).

Identifier une étoile

A partir de Ho et Z observés d'une étoile, trouver son nom (ceci afin de pouvoir calculer la droite de hauteur).

Exemple:

The 18th of march 2003 At 03h 13min 10 TZ Dead reckoned position :
 $\varphi_e = 49^\circ 30' N$
 $G_e = 17^\circ 00' W$
 We observe a star at : observed altitude (Ho) $48^\circ 19,26'$ bearing $82,2^\circ T$
 What is the name of this star ?

Solution

a- Find UT/GMT

TZ = 03h 13min 10s
 DZ = +1
 UT = 04h 13min 10s

b- Calculate LHAY (Aries)

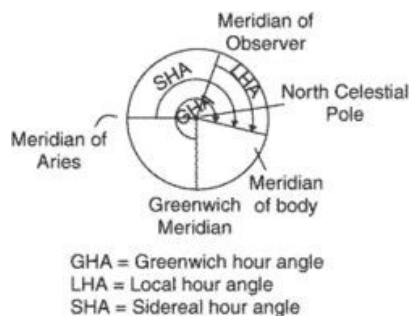
GHA = $235^\circ 18,4'$ at 04h 00min
 + $\Delta GHA = 03^\circ 18,0'$ for 13min 10s
 GHA = $238^\circ 36,4$ at 04h 13min 10s
 - $G_e = -17^\circ 00,0'$
 LHAY = $221^\circ 36,4'$ at 04h 13min 10s

c- Fix the Star-finder on LHAY

d- Plot the star at (Ho, Z)

e- Identify :

=> Vega



Commentaire

- Dans l'exercice proposé, la hauteur indiquée est la hauteur observée (la hauteur du sextant corrigée des différentes erreurs).
- Le Nautical Almanac donne les coordonnées célestes en fonction du temps GMT/UT
- **DZ** = arrondi ($G_e/15$) à l'entier le plus proche
- **pp** : partie proportionnelle pour les minutes et secondes ; peut se calculer par interpolation OU plus simplement se trouver directement dans les tables d'interpolation en fin d'Almanac.
- Le starfinder se cale selon l'angle horaire sidéral local (**LHAY / AHsg**)

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	4/8

Identifier un astre errant

Si l'astre observé ne se trouve pas sur le Star-finder il s'agit d'une planète.

Pour identifier cette planète il faut trouver ses coordonnées équatoriales (RA, D) grâce au disque rouge.

On compare alors les coordonnées trouvées à celles calculées à partir des pages journalières du Nautical almanac ou des éphémérides nautiques

Exemple:

The 16th of september 2003 at 01 h 52 min 37 s TZ

Dead reckoned position :

$\varphi_e = 09^{\circ}15,0' S$

$G_e = 30^{\circ}33,2' W$

We observe a planet at :

Observed altitude (Ho) $43^{\circ}40'$ - bearing $256^{\circ} T$

What is the name of this planet ?

Solution

a- Find GMT

GMT = 03 h 52 min 37 s

b- Calculate LHAy (Aries)

GHAy = $39^{\circ}39,2'$ at 03h 00

+ Δ GHAy = $13^{\circ}11,4'$ for 52min 37s

GHAy = $52^{\circ}50,6'$ at 03h 52min 37s

- $G_e = -30^{\circ}33,2'$

LHAy = $22^{\circ}17,4'$ at 03h 52min 37s

c- Fix the Star-finder on LHAy

d- Plot the observed body (Ho, Z)

e- Read the equatorial coordinates (RA, D) of the celestial body on red disk

$RA_{(body)} = 332,5^{\circ}$

$D_{(body)} = 16^{\circ} S$ at 03h 52min 37s

f- Calculate hour angle of the celestial body

GHAy = $52^{\circ}50,6'$ at 03h 52min 37s

- $RA_{(body)} = -332^{\circ}30,0'$

GHA_(body) = $80^{\circ}20,6'$

g- Compare to coordinate of planets in the almanac => It's Mars

Commentaires

- Le Nautical Almanac donne les coordonnées célestes en fonction du temps GMT/UT. Le temps de l'observation peut être donné en heure fuseau, heure locale, en heure montre/chronomètre. Dans ce cas, il faut convertir l'heure d'observation en heure universelle UT :

$$UT = LMT + G_e/15$$

$$UT = ZT + \text{arrondi} (G_e/15)$$

$$UT = WT + WE [12h]$$

- pp ou Δ GHAy** : partie proportionnelle pour les minutes et seconde, peut se calculer par interpolation OU plus simplement se trouver directement dans les tables d'interpolation en fin du Nautical Almanac.
- LHA = GHA - G_e
- Le starfinder se cale selon l'angle horaire sidéral local (LHAy / Ahsy)**
- Dans l'exercice proposé, la hauteur indiquée est la hauteur observée ho (la hauteur du sextant corrigée des différentes erreurs).D
- ATTENTION la hauteur observée dans le Nautical Almanac n'est pas la même que dans les éphémérides.

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	5/8

Placer un astre errant

Pour un lieu donné et à un instant TZ choisi par l'observateur, on peut calculer les coordonnées équatoriales de l'astre (RA, D) puis le positionner à l'aide du disque transparent rouge sur le disque de la sphère céleste (au crayon effaçable !!!). Il ne reste plus qu'à caler le Star-finder avec LHAY pour obtenir ses coordonnées horizontales.

Exemple:

Plot the planet Jupiter
The 18th of march 2003

At 03h 13 min 10 s TZ

Position : $\varphi_e = 49^\circ 30' N$
 $G_e = 17^\circ W$

Solution

a- Find GMT

$$TZ = 03 \text{ h } 13 \text{ min } 10 \text{ s}$$

$$+DZ = +1$$

$$GMT = 04 \text{ h } 13 \text{ min } 10 \text{ s}$$

b- Calculate LHAY (AHsg)

$$GHAY = 235^\circ 18,4' \quad \text{at } 03h00$$

$$+\Delta GHAY = .03^\circ 18,0' \quad \text{for } 13\text{min } 10\text{s}$$

$$GHAY = 238^\circ 36,4' \quad \text{at } 04h \text{ } 13\text{min } 10\text{s}$$

$$- G_e = -17^\circ 00,0'$$

$$LHAY = 221^\circ 36,4' \quad \text{at } 04h \text{ } 13\text{min } 10\text{s}$$

c- Find the coordinates (GHA,D) of the celestial body

$$GHA_{(body)} = 104^\circ 7,2' \quad \text{at } 03h00$$

$$+\Delta GHA_{(body)} = .03^\circ 17,5' \quad \text{for } 13\text{min } 10\text{s}$$

$$GHA_{(body)} = 107^\circ 24,7' \quad \text{at } 04h \text{ } 13\text{min } 10\text{s}$$

$$D = 18^\circ 59,3' N \quad (\text{à } 4 \text{ h } 00)$$

$$+\Delta D = 00^\circ 00,0'$$

$$D = 18^\circ 59,3' N \quad (\text{à } 4 \text{ h } 13 \text{ min } 10 \text{ s})$$

d- Calculate the coordinates of Jupiter

$$GHAY = 238^\circ 36,4'$$

$$- GHA_{(body)} = -107^\circ 24,7'$$

$$RA = 131^\circ 11,7' [360^\circ]$$

e- Plot the celestial body (RA, D)

f- Fix the Star-finder on LHAY

g- Read the value (Ho, Z) of the celestial body

$$Ho = 14^\circ \quad / \quad Z = 282^\circ$$

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	6/8

Préparer un point d'étoile

C'est le principal intérêt de cet appareil !

Calculer l'heure d'observation

- Le meilleur moment pour réaliser un point d'étoiles est l'aube ou le crépuscule nautique (l'horizon est encore suffisamment éclairé par le Soleil et il y a suffisamment d'étoiles de visibles) ; il faut donc déterminer l'heure approximative de l'observation (au lever ou coucher) à l'aide des *Éphémérides nautiques* ou *Nautical Almanac*.
- Le Nautical Almanac donne les heures de lever/coucher du Soleil, de l'aube/crépuscule nautique et astronomique pour 3 jours en fonction de la latitude et exprimées en heures locales LMT.
- Par nuit claire et dégagée, il est possible de faire un point d'étoile à toute heure (horizon visible).

Porter les planètes sur le disque céleste (option)

- Déterminer l'ascension droite des planètes les plus visibles.

$$RA_{(body)} = GHA_{\gamma} - GHA_{(body)} [360^{\circ}]$$
- Porter les planètes sur le disque céleste (disque blanc).

Caler le Star-finder

- Calculer le **GHA γ** correspondant à l'heure GMT choisi.
- Caler le Star-finder sur **GHA γ**

Sélectionner les astres à observer

- Sélectionner les astres observables (i.e. présents dans le quadrillage bleu) selon leur **magnitude**, leur hauteur (entre 20 et 60°) et leur **répartition** en azimut (prendre 3 étoiles à 120°).

Observer les astres

Les indications fournies par le Star-finder (**hauteur** et relèvement approximatifs) permettent de trouver rapidement les astres.

Il est préférable de commencer l'observation des étoiles 1/2h avant l'heure prévue afin de s'habituer à l'obscurité

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	7/8

Exemple :

Le 16 Septembre 2003 vers 01h00 UT $\phi = 54^\circ S$ $G_e = 063^\circ 01, 0' E$
 Préparer un point avec 3 étoiles pour réaliser un point à l'aube de ce jour.

Solution :

a- Déterminer l'heure d'observation

$$\begin{array}{rcl}
 \text{LMT} & = & 05 \text{ h } 30 \text{ min} \\
 + g & = & - 04 \text{ h } 12 \text{ min } 04 \text{ s} \\
 \hline
 \text{LMT}_{\text{aube du lieu}} & = & 01 \text{ h } 17 \text{ min } 56 \text{ s} \\
 g = G_e / 15 & (\text{positif si W, négatif si E}) &
 \end{array}$$

b- Déterminer la position des planètes

Pour le 16 septembre à UT = 01 h 17 min 56 s :

	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
GHAY	009°34,3'	009°34,3'	009°34,3'	009°34,3'
- GHAbody	-	- 034°27,9'	- 213°08,4'	- 266°48,4°
	188°37,4'			
RA	180°56,9'	335°6,4'	156°25,9'	102°45,9'

Pour le calcul de ARA, on a omis les parties proportionnelles de AHso et AHao étant données que celles ci s'annulent.

Pour déterminer la partie proportionnelle de D :

- soit on regarde la valeur de l'accroissement horaire d de l'a déclinaison et l'on fait une interpolation linéaire ;
- soit l'on regarde qu'elle est la valeur de la correction indiquée dans les tables d'interpolation (on arrondie à la valeur la plus proche).

Attention il faut regarder le sens d'évolution de D (croissance, décroissance) pour le signe de la partie proportionnelle.

	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
d =	1,3'	0,0'	0,2'	0,0'
D =	1°00,7' N	16°28,1' S	10°45,1' N	22°10,7' N à 1h00 UT
+ ΔD	- 0,3'	- 0,0'	- 0,1'	- 0,0'
D	1°00,4' N	16°28,1 S	10°45,0' N	22°10,7' N à 1h 17min 56

c- Reporter les planètes sur le Starfinder

d- Déterminer le Ahsg et caler le Star-finder

$$\begin{array}{rcl}
 \text{GHAY} & = & 09^\circ 34,3' \text{ Heure ronde : } 01 \text{ h } 00 \text{ UT} \\
 + \Delta \text{GHAY} & = & 04^\circ 29,7' \text{ Pour } \Delta t = 17 \text{ min } 56 \text{ s car } T_{cp} = 01 \text{ h } + 17 \text{ min } 56 \text{ s} \\
 \hline
 \text{GHAY} & = & 14^\circ 04,0' \\
 - G_e & = & + 63^\circ 01,0' \\
 \hline
 \text{LHAY} & = & 77^\circ 05,0'
 \end{array}$$

e- Sélectionner les astres à observer et déterminer les azimuts et hauteurs approchés
Les planètes

- Vénus et Jupiter sont sous l'horizon.
- Mars et légèrement au dessus de l'horizon ($Z = 250^\circ$, $H_o = 4^\circ$)
- Saturne est au dessus de l'horizon ($Z = 51^\circ$, $H_o = 11^\circ$)
- Les planètes sont trop basses pour être utilisées. dans le cas présent.

Les étoiles

	Z	Ho
Sirius	31°	49°
Fomalhaut	247	20°
Acrux	145°	40°

On utilisera les 3 étoiles sélectionnées.

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION D'ASTRES	V3.0 – 11/22
A. Charbonnel	PRINCIPE DU STARFINDER 2102-D (Nautical Almanac)	8/8

BIBLIOGRAPHIE/SOURCES

Patrick Brassier – *Navigation astronomique* – nov. 1999 – Vuibert

Caillou/Laurent/Percier – *Traité de navigation* – INFOMER

Bureau des longitudes – *Éphémérides nautiques 2003 – 2002* -Edinautic
les éphémérides astronomiques sont disponibles en ligne gratuitement sur <http://www.imcce.fr/ephemeride.html> à partir d'un formulaire.

N. Bowditch - *The american practical Navigator* – 2003 – NIMA
Document disponible gratuitement sur <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>



		SUN	MOON			STARS					
		GH	Dec	GH	Y	Dec	d	HP	Name	Sig	Dec
1	8	177	55.2 S 1 12.1	1 39.8	9.5 N	81.0 15.7	60.5		Acanar	315	24.6 S 507 47.8
2	9	172	55.2 S 1 11.1	16 08.3	9.6 N	7.4 45.5	67.5 60.5		Achernar	335	33.1 S 547 13.5
3	10	207	55.4 S 1 10.1	30 39	9.6 N	7.9 15.8	66.5		Adra	175	48.0 S 563 66.9
4	11	232	55.6 S 1 09.2	45 05.5	9.6 N	7.3 15.8	66.5		Achra	255	18.8 S 528 58.8
5	12	237	55.7 S 1 08.2	59 34.1	9.6 N	6.57 15.9	66.6		Albireo	67	37.4 S 427 57.6
6	13	252	55.9 S 1 07.2	74 02.7	9.6 N	6.19 15.9	66.6		Aldebaran	290	58.8 S 167 30.9
7	14	267	56.1 S 1 06.2	88 31	9.6 N	26.0 16.0	60.6		Alioth	166	27.0 S 555 56.5
8	15	282	56.3 S 1 05.2	102 60.0	9.7 N	40.0 16.0	60.6		Alkaid	153	94.7 S 449 17.7
9	16	297	56.5 S 1 04.2	117 28.7	9.7 N	53.9 16.1	60.6		Al Na'ir	27	54.1 S 546 56.8
10	17	312	56.6 S 1 03.2	131 57.3	9.7 N	53.7 16.1	60.6		Alnilam	275	54.1 S 12.1
11	18	327	57.0 S 1 02.2	146 26.0	9.7 N	5.16 16.2	60.7				
12	19	342	57.6 S 1 01.2	160 54.7	9.7 N	5.95 16.2	60.7		Alphard	218	93.8 S 48.4
13	20	357	57.2 S 1 00.3	175 23.4	9.7 N	4.29 16.2	60.7		Alphecca	326	57.5 S 22.9
14	21	372	57.4 S 0.99.3	189 52.2	9.7 N	3.29 16.3	60.7		Alratz	326	57.5 S 22.9
15	22	387	57.6 S 0.58.3	204 20.9	9.7 N	4.66 16.3	60.7		Ankaa	353	23.9 S 542 17.6
16	23	402	57.7 S 0.57.3	218 49.6	9.7 N	4.80 16.3	60.7		Antares	112	36.1 S 526 26.6
17	24	417	57.7 S 0.56.3	233 18.4	9.7 N	4.39 16.4	60.8		Arcturus	146	92.8 S 109 69.8
18	25	432	57.8 S 0.55.3	247 47.1	9.8 N	37.5 16.4	60.8		Atria	107	45.2 S 609 61.1
19	26	447	58.0 S 0.54.3	262 15.9	9.8 N	31.1 16.4	60.8		Betelgeuse	271	10.1 N 7 24.4
20	27	462	58.2 S 0.53.3	276 44.7	9.8 N	24.4 16.4	60.8		Capella	269	46.5 S 542 42.1
21	28	477	58.4 S 0.52.4	291 13.4	9.8 N	28.1 16.5	60.8		Castor	246	18.0 S 431 53.0
22	29	492	58.6 S 0.51.4	305 42.2	9.8 N	21.7 16.5	60.8		Deneb	49	37.4 S 403 53.0
23	30	507	58.8 S 0.50.4	320 11.0	9.8 N	2.85 16.5	60.8		Elnath	278	22.9 S 428 36.7
24	31	522	59.0 S 0.49.4	334 39.7	9.8 N	1.30 16.5	60.8		Eltanin	90	49.9 S 451 28.9
25	32	537	59.2 S 0.48.4	349 08.5	9.8 N	1.32 16.5	60.8		Enif	33	55.3 S 1 0 53.1
26	33	552	59.4 S 0.47.4	364 38.5	9.8 N	1.44 16.5	60.8		Fomalhaut	15	33.1 S 529 36.5
27	34	567	59.6 S 0.46.4	380 08.9	9.8 N	4.02 16.5	60.9		Gacrux	172	99.6 S 57 07.8
28	35	582	59.8 S 0.45.4	395 38.4	9.8 N	4.22 16.6	60.9		Gienah	176	98.9 S 517 33.6
29	36	597	59.9 S 0.44.4	410 08.9	9.8 N	25.8 16.6	60.9		Hadar	148	16.0 S 560 23.1
30	37	612	60.0 S 0.43.5	425 38.5	9.8 N	23.1 16.6	60.9		Hamal	328	10.3 S 423 28.6
31	38	627	60.2 S 0.42.5	440 08.5	9.7 S	0.97 16.6	60.9		Kaus Austr.	83	54.6 S 534 23.0
32	39	642	60.4 S 0.41.5	455 38.5	9.7 S	2.83 16.6	60.9		Kaus Merid.	13	54.6 S 534 23.0
33	40	657	60.6 S 0.40.5	470 08.5	9.7 S	5.67 16.6	60.9		Markab	13	46.7 S 415 33.1
34	41	672	60.8 S 0.39.5	485 38.5	9.7 S	8.52 16.6	60.9		Menkar	314	23.7 N 54 06.0
35	42	687	61.0 S 0.38.5	500 08.5	9.6 S	3.89 16.5	60.9				
36	43	702	61.2 S 0.37.5	515 38.5	9.6 S	3.03 16.5	60.9				
37	44	717	61.4 S 0.36.5	530 08.5	9.6 S	2.17 16.5	60.9				
38	45	732	61.6 S 0.35.5	545 08.5	9.6 S	1.31 16.5	60.9				
39	46	747	61.8 S 0.34.5	560 08.5	9.6 S	0.45 16.5	60.9				
40	47	762	62.0 S 0.33.5	575 08.5	9.6 S	-0.41 16.5	60.9				
41	48	777	62.2 S 0.32.5	590 08.5	9.6 S	-1.27 16.5	60.9				
42	49	792	62.4 S 0.31.5	605 08.5	9.6 S	-2.13 16.5	60.9				
43	50	807	62.6 S 0.30.5	620 08.5	9.6 S	-3.00 16.5	60.9				
44	51	822	62.8 S 0.29.5	635 08.5	9.6 S	-3.86 16.5	60.9				
45	52	837	63.0 S 0.28.5	650 08.5	9.6 S	-4.72 16.5	60.9				
46	53	852	63.2 S 0.27.5	665 08.5	9.6 S	-5.58 16.5	60.9				
47	54	867	63.4 S 0.26.5	680 08.5	9.6 S	-6.44 16.5	60.9				
48	55	882	63.6 S 0.25.5	695 08.5	9.6 S	-7.30 16.5	60.9				
49	56	897	63.8 S 0.24.5	710 08.5	9.6 S	-8.16 16.5	60.9				
50	57	912	64.0 S 0.23.5	725 08.5	9.6 S	-9.02 16.5	60.9				
51	58	927	64.2 S 0.22.5	740 08.5	9.6 S	-9.88 16.5	60.9				
52	59	942	64.4 S 0.21.5	755 08.5	9.6 S	-10.74 16.5	60.9				
53	60	957	64.6 S 0.20.5	770 08.5	9.6 S	-11.60 16.5	60.9				
54	61	972	64.8 S 0.19.5	785 08.5	9.6 S	-12.46 16.5	60.9				
55	62	987	65.0 S 0.18.5	800 08.5	9.6 S	-13.32 16.5	60.9				
56	63	1002	65.2 S 0.17.5	815 08.5	9.6 S	-14.18 16.5	60.9				
57	64	1017	65.4 S 0.16.5	830 08.5	9.6 S	-15.04 16.5	60.9				
58	65	1032	65.6 S 0.15.5	845 08.5	9.6 S	-15.90 16.5	60.9				
59	66	1047	65.8 S 0.14.5	860 08.5	9.6 S	-16.76 16.5	60.9				
60	67	1062	66.0 S 0.13.5	875 08.5	9.6 S	-17.62 16.5	60.9				
61	68	1077	66.2 S 0.12.5	890 08.5	9.6 S	-18.48 16.5	60.9				
62	69	1092	66.4 S 0.11.5	905 08.5	9.6 S	-19.34 16.5	60.9				
63	70	1107	66.6 S 0.10.5	920 08.5	9.6 S	-20.20 16.5	60.9				
64	71	1122	66.8 S 0.09.5	935 08.5	9.6 S	-21.06 16.5	60.9				
65	72	1137	67.0 S 0.08.5	950 08.5	9.6 S	-21.92 16.5	60.9				
66	73	1152	67.2 S 0.07.5	965 08.5	9.6 S	-22.78 16.5	60.9				
67	74	1167	67.4 S 0.06.5	980 08.5	9.6 S	-23.64 16.5	60.9				
68	75	1182	67.6 S 0.05.5	995 08.5	9.6 S	-24.50 16.5	60.9				
69	76	1197	67.8 S 0.04.5	1010 08.5	9.6 S	-25.36 16.5	60.9				
70	77	1212	68.0 S 0.03.5	1025 08.5	9.6 S	-26.22 16.5	60.9				
71	78	1227	68.2 S 0.02.5	1040 08.5	9.6 S	-27.08 16.5	60.9				
72	79	1242	68.4 S 0.01.5	1055 08.5	9.6 S	-27.94 16.5	60.9				
73	80	1257	68.6 S 0.00.5	1070 08.5	9.6 S	-28.80 16.5	60.9				
74	81	1272	68.8 S 0.00.0	1085 08.5	9.6 S	-29.66 16.5	60.9				
75	82	1287	69.0 S 0.00.0	1100 08.5	9.6 S	-30.52 16.5	60.9				
76	83	1302	69.2 S 0.00.0	1115 08.5	9.6 S	-31.38 16.5	60.9				
77	84	1317	69.4 S 0.00.0	1130 08.5	9.6 S	-32.24 16.5	60.9				
78	85	1332	69.6 S 0.00.0	1145 08.5	9.6 S	-33.10 16.5	60.9				
79	86	1347	69.8 S 0.00.0	1160 08.5	9.6 S	-33.96 16.5	60.9				
80	87	1362	70.0 S 0.00.0	1175 08.5	9.6 S	-34.82 16.5	60.9				
81	88	1377	70.2 S 0.00.0	1190 08.5	9.6 S	-35.68 16.5	60.9				
82	89	1392	70.4 S 0.00.0	1205 08.5	9.6 S	-36.54 16.5	60.9				
83	90	1407	70.6 S 0.00.0	1220 08.5	9.6 S	-37.40 16.5	60.9				
84	91	1422	70.8 S 0.00.0	1235 08.5	9.6 S	-38.26 16.5	60.9				
85	92	1437	71.0 S 0.00.0	1250 08.5	9.6 S	-39.12 16.5	60.9				
86	93	1452	71.2 S 0.00.0	1265 08.5	9.6 S	-39.98 16.5	60.9				
87	94	1467	71.4 S 0.00.0	1280 08.5	9.6 S	-40.84 16.5	60.9				
88	95	1482	71.6 S 0.00.0	1295 08.5	9.6 S	-41.70 16.5	60.9				
89	96	1497	71.8 S 0.00.0	1310 08.5	9.6 S	-42.56 16.5	60.9				
90	97	1512	72.0 S 0.00.0	1325 08.5	9.6 S	-43.42 16.5	60.9				
91	98	1527	72.2 S 0.00.0	1340 08.5	9.6 S	-44.28 16.5	60.9				
92	99	1542	72.4 S 0.00.0	1355 08.5	9.6 S	-45.14 16.5	60.9				
93	100	1557	72.6 S 0.00.0	1370 08.5	9.6 S	-46.00 16.5	60.9				
94	101	1572	72.8 S 0.00.0	1385 08.5	9.6 S	-46.86 16.5	60.9				
95	102	1587	73.0 S 0.00.0	1400 08.5	9.6 S	-47.72 16.5	60.9				
96	103	1602	73.2 S 0.00.0	1415 08.5	9.6 S	-48.58 16.5	60.9				
97	104	1617	73.4 S 0.00.0	1430 08.5	9.6 S	-49.44 16.5	60.9				
98	105	1632	73.6 S 0.00.0	1445 08.5	9.6 S	-50.30 16.5	60.9				
99	106	1647	73.8 S 0.00.0	1460 08.5	9.6 S	-51.16 16.5	60.9				
100	107	1662	74.0 S 0.00.0	1475 08.5	9.6 S	-52.02 16.5	60.9				
101	108	1677	74.2 S 0.00.0	1490 08.5	9.6 S	-52.88 16.5	60.9				
102	109	1692	74.4 S 0.00.0	1505 08.5	9.6 S	-53.74 16.5	60.9				
103	110	1707	74.6 S 0.00.0	1520 08.5	9.6 S	-54.60 16.5	60.9				
104	111	1722	74.8 S 0.00.0	1535 08.5	9.6 S	-55.46 16.5	60.9				
105	112	1737	75.0 S 0.00.0	1550 08.5	9.6 S	-56.32 16.5	60.9				
106	113	1752	75.2 S 0.00.0	1565 08.5	9.6 S	-57.18 16.5	60.9				
107	114	1767	75.4 S 0.00.0	1580 08.5	9.6 S	-58.04 16.5	60.9				
108	115	1782	75.6 S 0.00.0	1595 08.5	9.6 S	-58.90 16.5	60.9				
109	116	1797	75.8 S 0.00.0	1610 08.5	9.6 S	-59.76 16.5	60.9				
110	117	1812	76.0 S 0.00.0	1625 08.5	9.6 S	-6					

[illegible]

ARIES			VENUS			MARS			JUPITER			SATURN				
G.M.T	d	h	GHA	Dec	SHA	GHA	Dec	SHA	GHA	Dec	SHA	GHA	Dec	SHA		
16	0	8	114	51.6	293	34.8	N 0 51.8	139	48.0	S 16	27.9	318	22.1	N 10	43.8	
Y	9	129	54.0	368	34.4	N 0 50.6	134	59.9	S 16	27.8	333	24.1	N 10	43.6	27	66.6
	10	144	56.5	323	34.1	N 0 49.3	169	53.7	S 16	27.8	348	26.0	N 10	43.4	42	98.9
11	159	59.0	338	33.7	N 0 48.0	184	56.6	S 16	27.7	3	328.0	N 10	43.2	57	11.2	
12	175	03.4	353	33.0	N 0 46.5	199	59.5	S 16	27.7	18	38.0	N 10	43.0	72	13.5	
13	190	01.9	8	33.0	N 0 45.7	215	02.3	S 16	27.7	33	31.9	N 10	42.8	87	15.8	
14	205	06.3	23	32.6	N 0 44.2	230	05.2	S 16	27.6	48	33.9	N 10	42.6	102	18.0	
15	220	09.3	38	32.6	N 0 43.0	245	08.1	S 16	27.5	63	36.9	N 10	42.4	117	20.2	
16	235	11.3	53	31.6	N 0 41.7	260	10.9	S 16	27.5	78	39.8	N 10	42.2	132	22.6	
17	250	13.7	68	31.5	N 0 40.4	275	13.8	S 16	27.5	93	39.8	N 10	42.1	147	24.9	
18	265	16.2	83	31.1	N 0 39.1	290	16.7	S 16	27.5	108	41.7	N 10	41.9	162	27.2	
19	280	18.7	98	30.7	N 0 37.8	305	19.3	S 16	27.4	123	43.7	N 10	41.7	177	29.4	
20	295	21.1	113	30.4	N 0 36.6	320	22.1	S 16	27.4	138	45.6	N 10	41.5	192	31.7	
21	310	23.6	128	30.0	N 0 35.3	335	25.2	S 16	27.3	153	47.6	N 10	41.3	207	34.0	
22	325	26.1	143	29.6	N 0 34.0	350	28.0	S 16	27.3	168	49.6	N 10	41.1	222	36.3	
23	340	28.5	158	29.2	N 0 32.8	365	30.9	S 16	27.3	183	51.5	N 10	40.9	237	38.6	
24	355	31.0	173	28.9	N 0 31.5	380	33.8	S 16	27.2	198	53.5	N 10	40.7	252	40.9	
25	370	33.5	188	28.5	N 0 30.2	395	36.7	S 16	27.1	213	55.4	N 10	40.5	267	43.1	
26	385	36.0	203	28.1	N 0 28.9	410	39.6	S 16	27.1	228	57.4	N 10	40.3	282	45.4	
27	400	38.5	218	27.8	N 0 27.7	425	42.5	S 16	27.1	243	59.4	N 10	40.2	297	47.7	
28	415	41.0	233	27.4	N 0 26.4	440	45.4	S 16	27.0	258	61.3	N 10	40.0	312	50.0	
29	430	43.5	248	27.0	N 0 25.1	455	48.3	S 16	27.0	273	63.3	N 10	39.8	327	52.3	
30	445	46.0	263	26.7	N 0 23.8	470	51.2	S 16	26.9	288	65.3	N 10	39.6	342	54.6	
31	460	48.5	278	26.3	N 0 22.6	485	54.1	S 16	26.9	303	67.2	N 10	39.4	357	56.8	
32	475	51.0	293	25.9	N 0 21.3	500	57.0	S 16	26.8	318	69.2	N 10	39.2	372	59.1	
33	490	53.5	308	25.5	N 0 20.0	515	59.9	S 16	26.8	333	71.1	N 10	39.0	387	61.4	
34	505	56.0	323	25.2	N 0 18.8	530	62.8	S 16	26.7	348	73.0	N 10	38.8	402	63.7	
35	520	58.5	338	24.8	N 0 17.5	545	65.7	S 16	26.7	363	74.9	N 10	38.6	417	66.0	
36	535	61.0	353	24.5	N 0 16.2	560	68.6	S 16	26.6	378	76.8	N 10	38.4	432	68.3	
37	550	63.5	368	24.1	N 0 15.0	575	71.5	S 16	26.5	393	78.7	N 10	38.2	447	70.6	
38	565	66.0	383	23.7	N 0 13.7	590	74.4	S 16	26.5	408	80.6	N 10	38.0	462	72.9	
39	580	68.5	398	23.4	N 0 12.4	605	77.3	S 16	26.4	423	82.5	N 10	37.8	477	75.2	
40	595	71.0	413	23.0	N 0 11.1	620	80.2	S 16	26.4	438	84.4	N 10	37.6	492	77.5	
41	610	73.5	428	22.6	N 0 09.8	635	83.1	S 16	26.3	453	86.3	N 10	37.4	507	79.8	
42	625	76.0	443	22.3	N 0 08.5	650	86.0	S 16	26.3	468	88.2	N 10	37.2	522	82.1	
43	640	78.5	458	21.9	N 0 07.2	665	88.9	S 16	26.2	483	90.1	N 10	37.0	537	84.4	
44	655	81.0	473	21.6	N 0 06.0	680	91.8	S 16	26.2	498	92.0	N 10	36.8	552	86.7	
45	670	83.5	488	21.3	N 0 04.7	695	94.7	S 16	26.1	513	93.9	N 10	36.6	567	89.0	
46	685	86.0	503	21.0	N 0 03.4	710	97.6	S 16	26.1	528	95.8	N 10	36.4	582	91.3	
47	700	88.5	518	20.6	N 0 02.1	725	100.5	S 16	26.0	543	97.7	N 10	36.2	597	93.6	
48	715	91.0	533	20.3	N 0 00.8	740	103.4	S 16	26.0	558	99.6	N 10	36.0	612	95.9	
49	730	93.5	548	19.9	N 0 00.0	755	106.3	S 16	25.9	573	101.5	N 10	35.8	627	98.2	
50	745	96.0	563	19.6	N 0 00.0	770	109.2	S 16	25.9	588	103.4	N 10	35.6	642	100.5	
51	760	98.5	578	19.3	N 0 00.0	785	112.1	S 16	25.8	603	105.3	N 10	35.4	657	102.8	
52	775	101.0	593	19.0	N 0 00.0	800	115.0	S 16	25.8	618	107.2	N 10	35.2	672	105.1	
53	790	103.5	608	18.7	N 0 00.0	815	117.9	S 16	25.7	633	109.1	N 10	35.0	687	107.4	
54	805	106.0	623	18.4	N 0 00.0	830	120.8	S 16	25.7	648	111.0	N 10	34.8	702	109.7	
55	820	108.5	638	18.1	N 0 00.0	845	123.7	S 16	25.6	663	112.9	N 10	34.6	717	112.0	
56	835	111.0	653	17.8	N 0 00.0	860	126.6	S 16	25.6	678	114.8	N 10	34.4	732	114.3	
57	850	113.5	668	17.5	N 0 00.0	875	129.5	S 16	25.5	693	116.7	N 10	34.2	747	116.6	
58	865	116.0	683	17.2	N 0 00.0	890	132.4	S 16	25.5	708	118.6	N 10	34.0	762	118.9	
59	880	118.5	698	16.9	N 0 00.0	905	135.3	S 16	25.4	723	120.5	N 10	33.8	777	121.2	
60	895	121.0	713	16.6	N 0 00.0	920	138.2	S 16	25.4	738	122.4	N 10	33.6	792	123.5	
61	910	123.5	728	16.3	N 0 00.0	935	141.1	S 16	25.3	753	124.3	N 10	33.4	807	125.8	
62	925	126.0	743	16.0	N 0 00.0	950	144.0	S 16	25.3	768	126.2	N 10	33.2	822	128.1	
63	940	128.5	758	15.7	N 0 00.0	965	146.9	S 16	25.2	783	128.1	N 10	33.0	837	130.4	
64	955	131.0	773	15.4	N 0 00.0	980	149.8	S 16	25.2	798	130.0	N 10	32.8	852	132.7	
65	970	133.5	788	15.1	N 0 00.0	995	152.7	S 16	25.1	813	131.9	N 10	32.6	867	135.0	
66	985	136.0	803	14.8	N 0 00.0	1010	155.6	S 16	25.1	828	133.8	N 10	32.4	882	137.3	
67	1000	138.5	818	14.5	N 0 00.0	1025	158.5	S 16	25.0	843	135.7	N 10	32.2	897	139.6	
68	1015	141.0	833	14.2	N 0 00.0	1040	161.4	S 16	24.9	858	137.6	N 10	32.0	912	141.9	
69	1030	143.5	848	13.9	N 0 00.0	1055	164.3	S 16	24.9	873	139.5	N 10	31.8	927	144.2	
70	1045	146.0	863	13.6	N 0 00.0	1070	167.2	S 16	24.8	888	141.4	N 10	31.6	942	146.5	
71	1060	148.5	878	13.3	N 0 00.0	1085	170.1	S 16	24.8	903	143.3	N 10	31.4	957	148.8	
72	1075	151.0	893	13.0	N 0 00.0	1100	173.0	S 16	24.7	918	145.2	N 10	31.2	972	151.1	
73	1090	153.5	908	12.7	N 0 00.0	1115	175.9	S 16	24.7	933	147.1	N 10	31.0	987	153.4	
74	1105	156.0	923	12.4	N 0 00.0	1130	178.8	S 16	24.6	948	149.0	N 10	30.8	1002	155.7	
75	1120	158.5	938	12.1	N 0 00.0	1145	181.7	S 16	24.6	963	150.9	N 10	30.6	1017	158.0	
76	1135	161.0	953	11.8	N 0 00.0	1160	184.6	S 16	24.5	978	152.8	N 10	30.4	1032	160.3	
77	1150	163.5	968	11.5	N 0 00.0	1175	187.5	S 16	24.5	993	154.7	N 10	30.2	1047	162.6	
78	1165	166.0	983	11.2	N 0 00.0	1190	190.4	S 16	24.4	1008	156.6	N 10	30.0	1062	164.9	
79	1180	168.5	998	10.9	N 0 00.0	1205	193.3	S 16	24.4	1023	158.5	N 10	29.8	1077	167.2	
80	1195	171.0	1013	10.6	N 0 00.0	1220	196.2	S 16	24.3	1038	160.4	N 10	29.6	1092	169.5	
81	1210	173.5	1028	10.3	N 0 00.0	1235	199.1	S 16	24.3	1053	162.3	N 10	29.4	1107	171.8	
82	1225	176.0	1043	10.0	N 0 00.0	1250	202.0	S 16	24.2	1068	164.2	N 10	29.2	1122	174.1	
83	1240	178.5	1058	9.7	N 0 00.0	1265	204.9	S 16	24.2	1083	166.1	N 10	29.0	1137	176.4	
84	1255	181.0	1073	9.4	N 0 00.0	1280	207.8	S 16	24.1	1098	168.0	N 10	28.8	1152	178.7	
85	1270	183.5	1088	9.1	N 0 00.0	1295	210.7	S 16	24.1	1113	169.9	N 10	28.6	1167	181.0	
86	1285	186.0	1103	8.8	N 0 00.0	1310	213.6	S 16	24.0	1128	171.8	N 10	28.4	1182	183.3	
87	1300	188.5	1118	8.5	N 0 00.0	1325	216.5	S 16	24.0	1143	173.7	N 10	28.2	1197	185.6	
88	1315	191.0	1133	8.2	N 0 00.0	1340	219.4	S 16	23.9	1158	175.6	N 10	28.0	1212	187.9	
89	1330	193.5	1148	7.9	N 0 00.0	1355	222.3	S 16	23.9	1173	177.5	N 10	27.8	1227	190.2	
90	1345	196.0	1163	7.6	N 0 00.0	1370	225.2	S 16	23.8	1188	179.4	N 10	27.6	1242	192.5	

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V1.3 -12/21
A. Charbonnel	CHOIX DE L'HEURE DU POINT ASTRONOMIQUE	1/1

PRINCIPE DE DÉTERMINATION DE L'HEURE DU POINT D'ÉTOILE

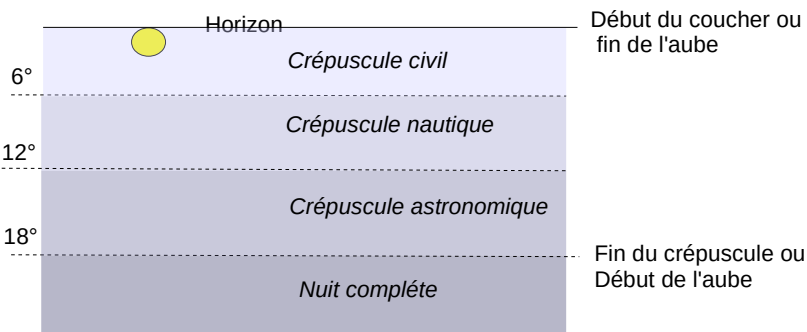
Définition du crépuscule

Le **crépuscule** est la lueur atmosphérique présente avant le lever ou après le coucher du Soleil. Le terme désigne également le moment de la journée où cette lueur est visible. Le crépuscule du matin est communément appelé l'aube.

Crépuscule civil

Le crépuscule civil est la période où le centre du Soleil est situé à moins de 6° sous la ligne d'horizon.

Pendant le crépuscule civil, les planètes et les étoiles les plus brillantes apparaissent et il subsiste encore suffisamment de lumière pour que la plupart des activités ne nécessitent pas de sources de lumières artificielles.



Crépuscule nautique

Le crépuscule nautique est la période où le centre du Soleil est situé entre 6° et 12° sous l'horizon.

Il s'agit du moment où les étoiles de deuxième grandeur deviennent visibles ; en même temps, en mer, la ligne d'horizon est toujours visible permettant ainsi de faire un point astronomique avec les étoiles. À la fin de cette période, en soirée, ou à son début, en matinée, les dernières ou premières lueurs peuvent être discernées dans la direction du Soleil.

Crépuscule astronomique

Le crépuscule astronomique est la période où le centre du Soleil est situé entre 12° et 18° sous l'horizon. Pendant le crépuscule astronomique, et dans le cas d'un ciel dégagé de toute pollution lumineuse, les étoiles les plus faibles visibles à l'œil nu, vers la magnitude apparente 6, apparaissent. Du point de vue astronomique, il subsiste cependant suffisamment de lumière pour que les objets diffus comme les nébuleuses ou les galaxies ne puissent pas être observés dans des conditions satisfaisantes, même si cette lumière est imperceptible à l'œil nu.

Le soir, la fin du crépuscule astronomique marque le début de la nuit complète ; le matin, c'est la fin de la nuit, l'apparition des toutes premières lueurs de l'aube.

Choix de l'heure d'observation

Pour obtenir un point précis en navigation astronomique, il est nécessaire de voir très nettement l'horizon tout en ayant un nombre d'étoiles suffisant pour faire un point.

C'est pourquoi il est conseillé de réaliser un point d'étoile durant le crépuscule nautique : l'horizon est toujours illuminé par le soleil et dans le ciel les étoiles de 1ère et 2ème grandeurs sont visibles.

Éléments de calculs

Les « *Éphémérides nautiques* » donnent un jour sur deux pour différentes latitudes :

- les heures de coucher/lever ;
- les heures de début de l'aube et de fin du crépuscule.

Le *Nautical Almanac* donne pour trois jours pour des différentes latitudes :

- les heures de coucher/lever ;
- les heures de début et de fin de l'aube/crépuscule nautique et astronomique

Attention les heures de coucher/lever, aube/crépuscules sont données en heures locales.

Pour avoir l'heure en temps universel, il faut prendre en compte la longitude :

UT = LT+ Ge/15 (ou Tcg = Tcg+Ge/15)



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : IDENTIFICATION A VUE	1/12

Capacités

1. Connaître et repérer les principaux astérismes et étoiles associées :

- connaître leur forme,
- connaître leur position relative.

NB : Dans le cadre de ce TP, on se limitera à l'hémisphère Nord

Atelier 0 – Apprendre les constellations les astres à vue

1. Repérer les principales constellations sur la carte stellaire en utilisant les jalons.
2. Idem en utilisant le logiciel Stellarium :

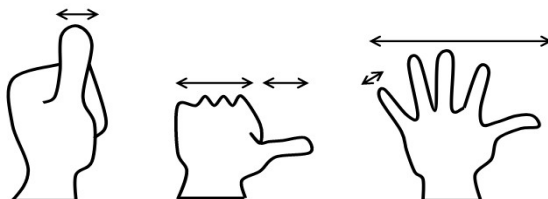
NB : Pour l'apprentissage des constellations il existe aussi des exercices sur Android comme [constellation mind](#)

Atelier 1 – Identifier les constellations

Réaliser les activités proposées en annexe

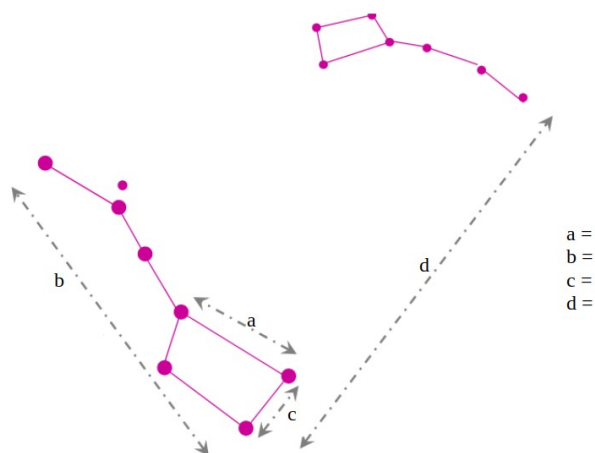
Atelier 2- Mesurer les distances angulaires

1. Indiquer sur les flèches ci après mesures angulaires approximatives faites avec votre main bras tendu.



2. Mesurer les écarts angulaires

En sortant en extérieur pour observer la Grande et petite ourse, mesurer les distances angulaires suivantes :



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : IDENTIFICATION A VUE	2/12

Atelier 3 - Identifier des astres par leur relevé

Le 21 janvier 2021, votre navire est au mouillage en baie de Seine

Le zéph a fait les relèvements suivants :

Heure	Relèvement	Hauteur	Nom de l'astre relevé
18h 26min 44s	73°	52° 47' 00''	
18h 28min 06s	294,5°	42° 29' 30''	
18 h 30min 08s	115°	40° 34' 40''	

- Identifier ces astres à l'aide d'une carte stellaire
- Identifier ces astres à l'aide d'un logiciel (vous utiliserez deux logiciels ou applications afin de les comparer).

Atelier 3- Synthèse

Retracer les constellations / étoiles que vous connaissez sur une feuilles blanche sans autre aide que votre mémoire.

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A.Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES – IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	3/12

Annexe A1 - Activité d'identification n°1

1. Sur la carte ci contre :

- Représenter la constellation de la Grande ourse ;
- Trouver l'étoile polaire et porter son nom ;
- Représenter la constellation de Cassiopée.

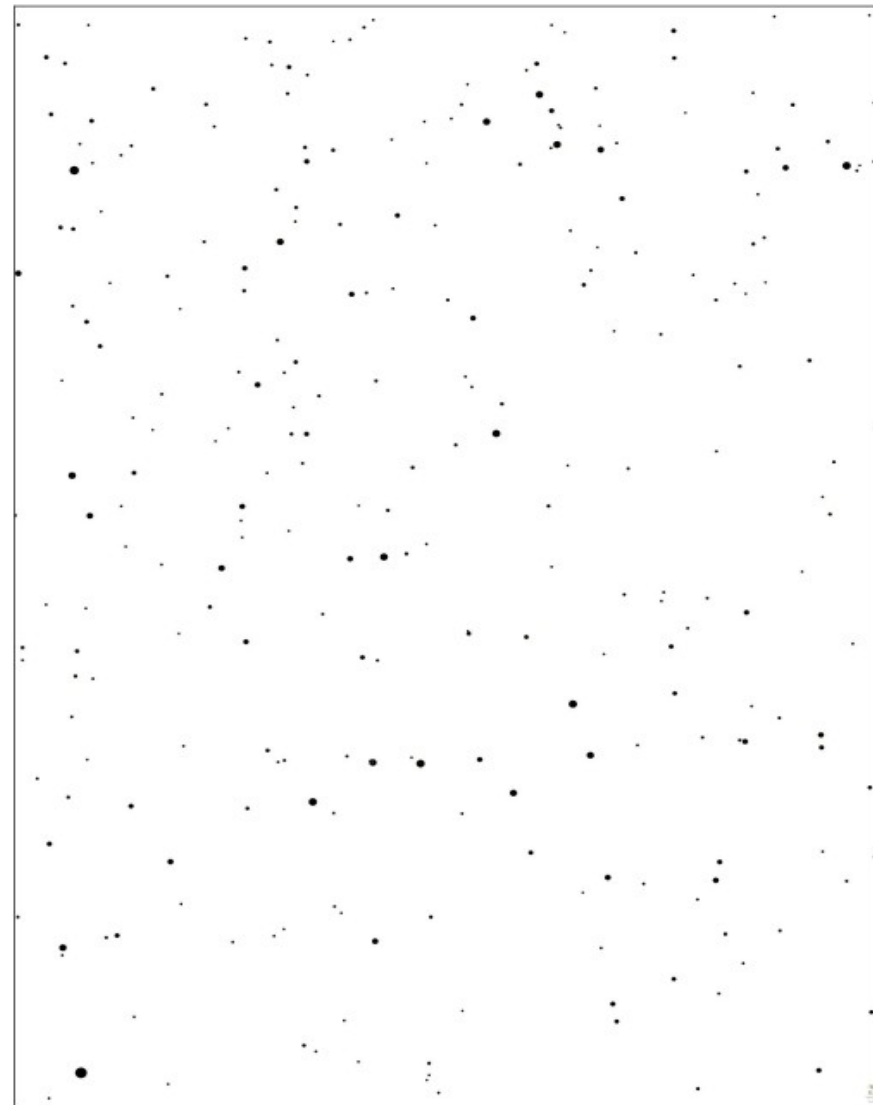
2. Placer les étoiles suivantes et indiquer à quelle constellation elles appartiennent :

- Mizar,
- Merak,
- Dubhe,
- Kochab,
- Polaris,
- Shedar.

3. Quelle histoire mythologique est associée à la Petite et Grande Ourse ?

4. Relier chaque constellation à son nom latin puis à son abréviation.

Ursa Major	Cassiopée	Dra
Ursa Minor	Dragon	Cas
Cassiopeia	Grande Ourse	UMi
Draco	Petite Ourse	UMa



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A.Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES – IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	4/12

Annexe A2 - Activité identification n°2

1- Sur la carte ci-contre :

- Représenter la constellation de Cassiopée ;
- Représenter le carré de Pégase ;
- Représenter la constellation de Persée ;
- Trouver l'amas des Pléiades et noter son nom.

2. Compléter les mots manquants (qui sont des constellations) sur la mythologie de Persée.

Persée tranche la tête de Méduse qui pétrifie ses adversaires. Du sang de Méduse, s'élève le cheval ailé ._____. enfin libéré.

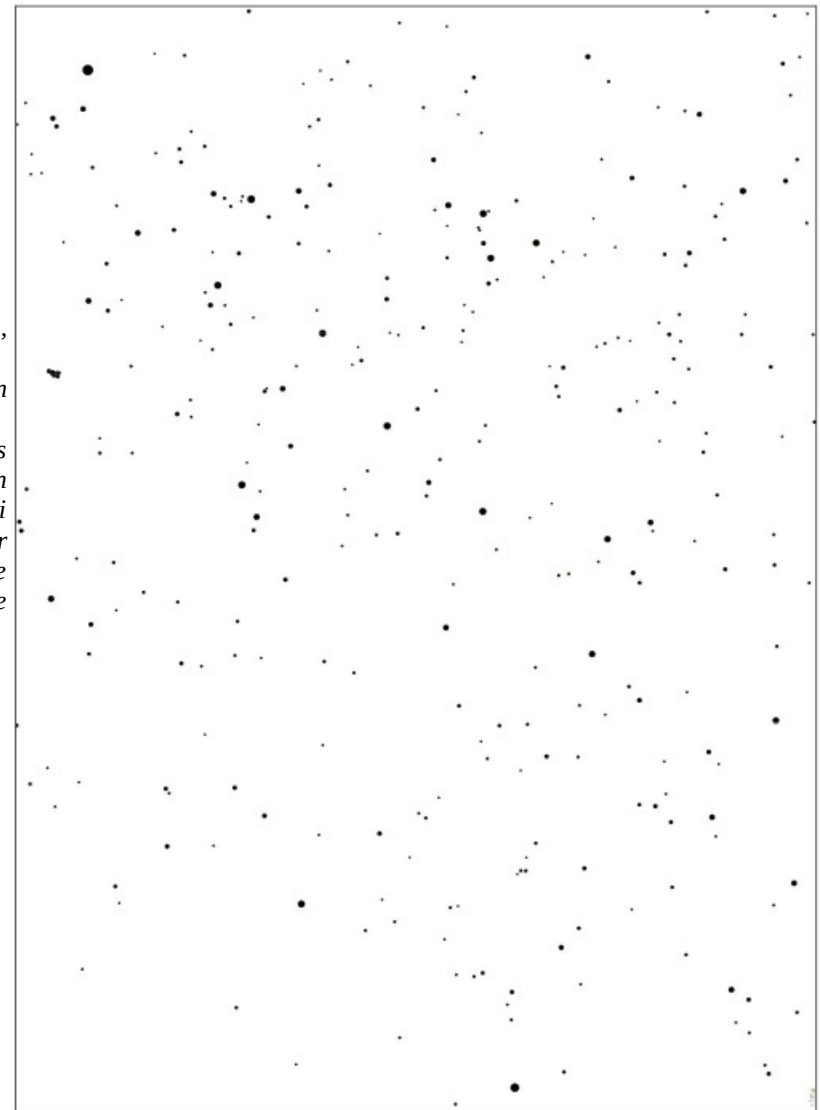
Grâce au cheval ailé, Persée peut fuir les deux autres Gorgones invincibles, en emportant la tête de Méduse qui lui permettra plus tard de terrifier ses adversaires.

_____ est l'épouse du roi d'Éthiopie _____. Elle s'était vantée d'être plus belle que les nymphes des mers. Pour la punir, le dieu de la mer, Poséidon, envoie un monstre marin, la _____ qui dévaste le pays. Pour apaiser ce monstre le roi et la reine doivent sacrifier leur fille _____ et l'enchaîner sur un rocher pour être dévorée par le monstre. Persée la délivre, l'épouse et après d'autres exploits règne en sage sur un grand royaume où il aura de nombreux descendants. Zeus l'immortalise en racontant tous ses combats sur la voûte céleste.

3. Repérer les constellations citées sur une carte céleste.

4. Relier chaque constellation à son nom latin puis à son abréviation :

Cassiopeia	Andromède	Cet
Andromeda	Baleine	Cas
Cetus	Bélier	Ari
Aries	Cassiopée	And



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A.Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES – IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	5/12

Annexe A3 – Activité d'identification 3

1. Sur la carte ci-contre :

- Représenter la constellation d'Orion ;
- Représenter la constellation du Grand chien ;
- Représenter la constellation du Taureau ;
- Porter Rigel, Bételgeuse, Sirius, Aldébaran.

2. Compléter les mots manquants (qui sont des constellations) sur la mythologie d'Orion.

Orion est un chasseur géant, fils de Poséidon, dieu de la mer, et d'Eurydice.
S'étant vanté de sa force et de son adresse devant la déesse chasserresse Artémis, celle-ci envoya un tout petit animal, le _____, qui le piqua mortellement au talon.

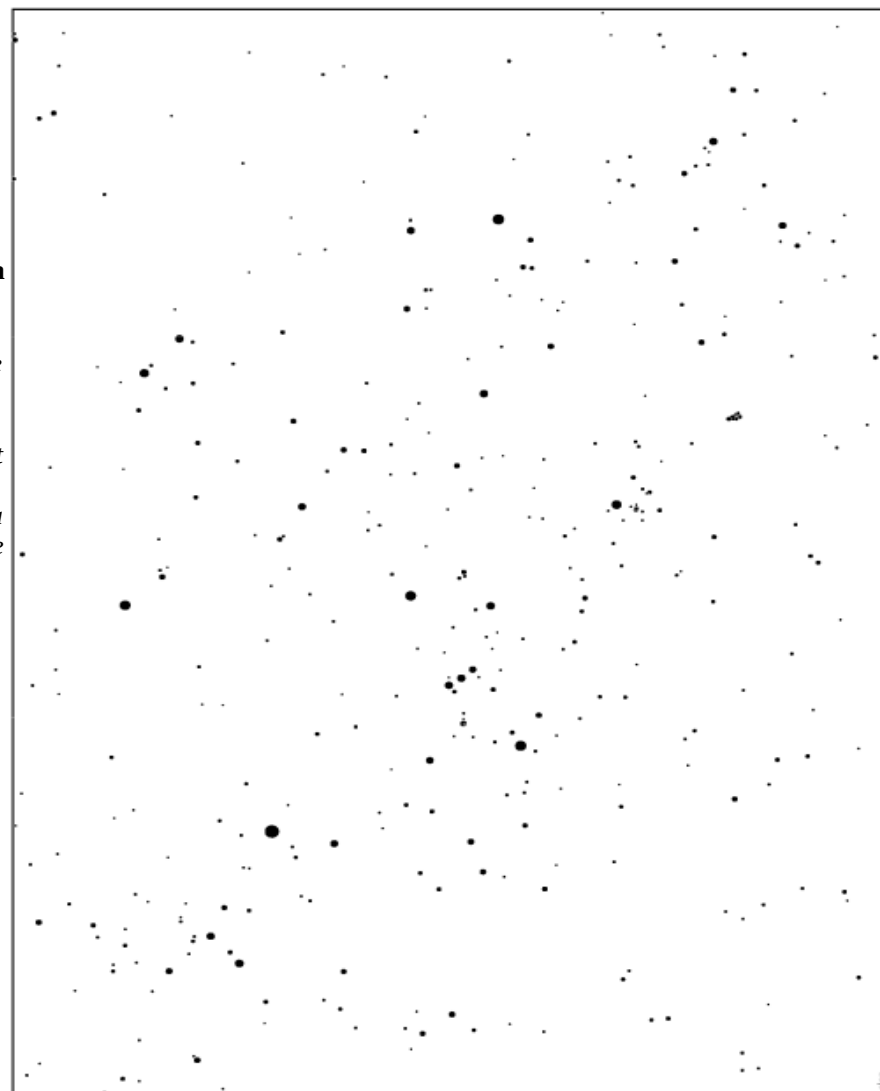
Pour éviter de nouveaux combats les dieux les séparèrent en les transformant deux magnifiques constellations à deux extrémités de la voûte céleste.

Près d'Orion se trouve le Grand _____ avec l'étoile la plus brillante du ciel, le Petit _____ et _____ ainsi que le _____ qu'il menace de son gourdin.

3. Repérer les constellations citées sur une carte céleste.

4. Relier chaque constellation à son nom latin puis à son abréviation.

Taurus	Cocher	Aur
Auriga	Gémeaux	Tau
Gemini	Grand Chien	Ori
Canis Major	Orion	Gem
Orion	Taureau	CMa



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A.Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES – IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	6/12

Annexe A4 – Activité d'identification n°4

1. Sur la carte ci-contre :

- Représenter la Grande Ourse ;
- Trouver Acturus puis Spica par les jalons (manche casserole) ;
- Représenter la constellation du Lion ;
- Placer Denebola et Regulus.

2. Compléter les mots manquants (qui sont des constellations) sur la mythologie Hercule.

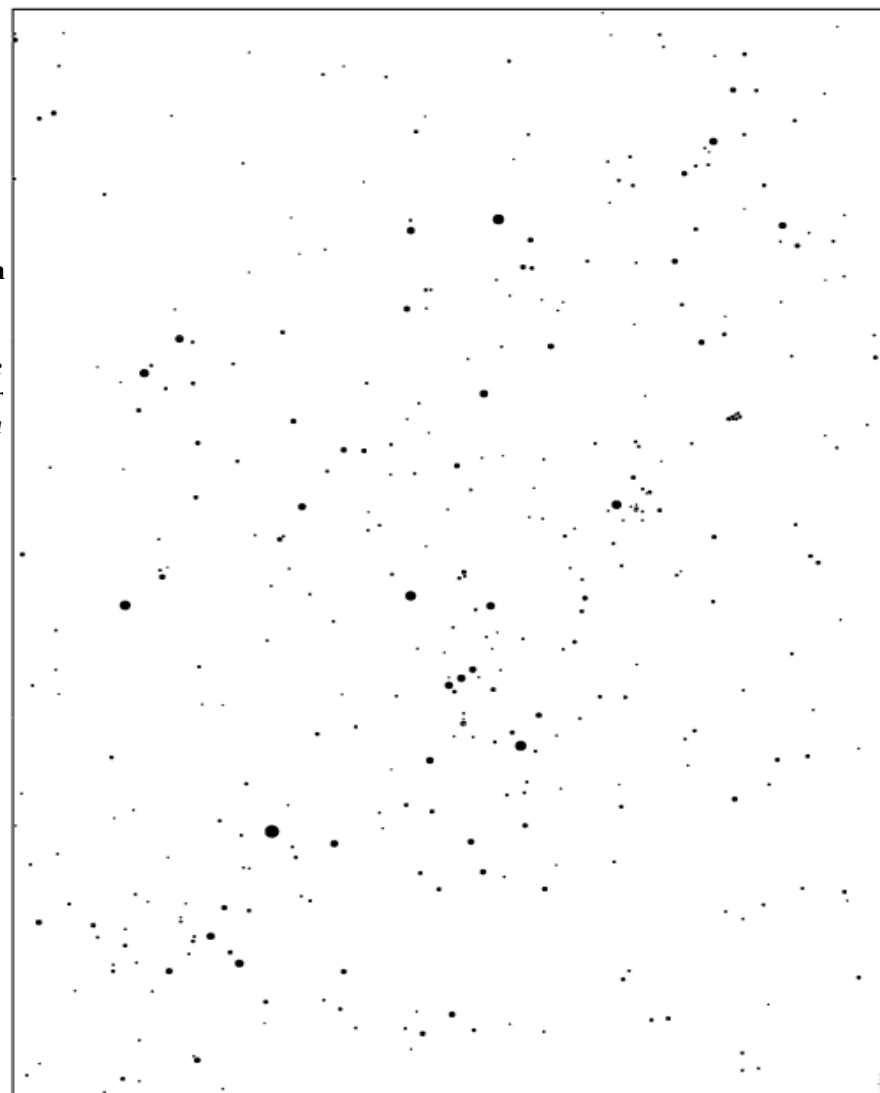
_____ doit accomplir 12 terribles épreuves.

Pour la première, il doit tuer le _____ de Némée. C'est un monstre à l'énorme gueule et à la peau coriace. Hercule se cache, tire ses flèches, qui rebondissent sur l'animal sans le transpercer. Il doit se battre à mains nues. Il réussit finalement à l'étouffer.. Il dépèce ensuite le lion et rapporte sa peau sur ses épaules.

3. Repérer les constellations citées sur une carte céleste.

4. Relier chaque constellation à son nom latin puis à son abréviation.

Virgo	Bouvier	Crt
Leo	Corbeau	Boo
Crater	Coupe	Vir
Corvus	Lion	Leo
Bootes	Vierge	Crv



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A.Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES – IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	7/12

Annexe A5 – Activité d'identification n°5

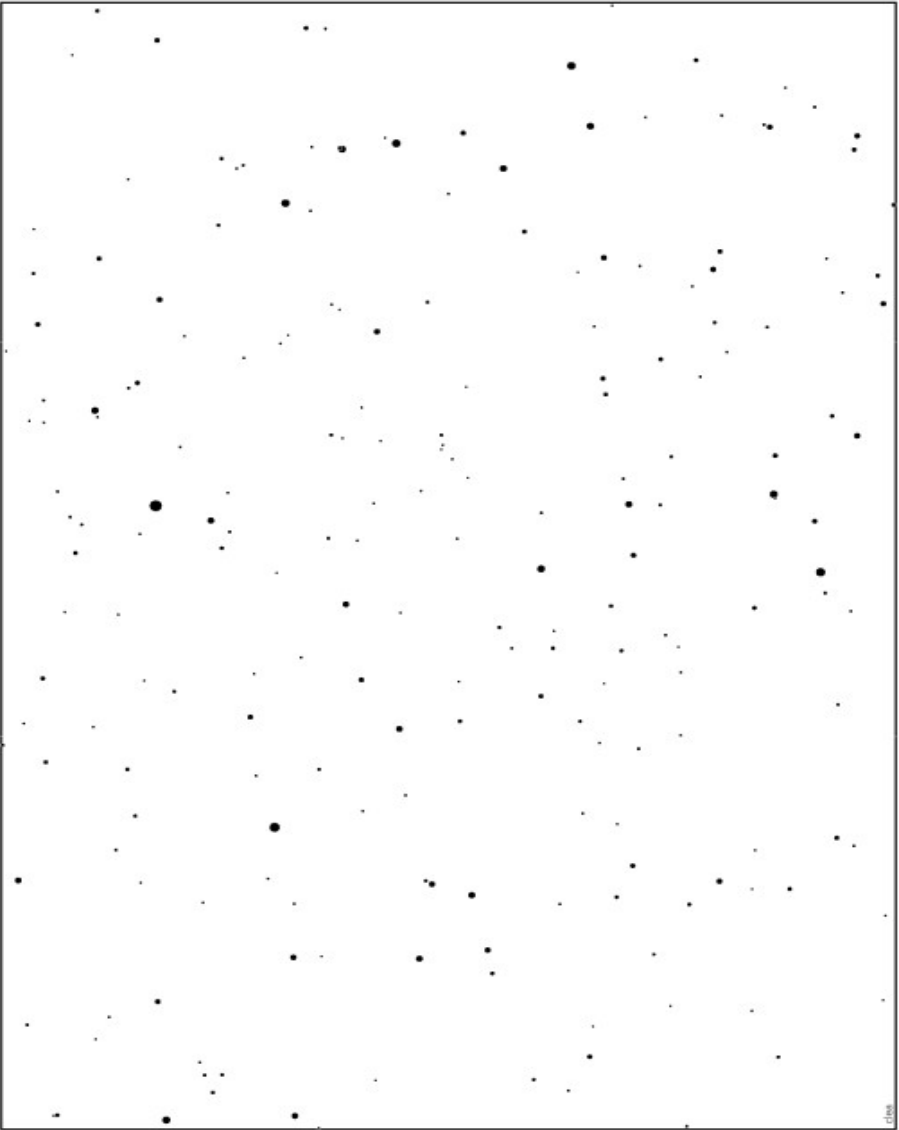
1. **Sur la carte ci-contre** : a. Porter les trois étoiles les plus brillantes Véga, Deneb, Altaïr.
b. Représenter la constellation du Cygne.
c. Porter l'étoile Albireo (le bec du cygne).

2. **Compléter les mots manquants (qui sont des constellations) sur les mythologies évoqués ci après.**

Zeus se transforme en _____. Il est poursuivi par un _____ et se réfugie dans les bras de Lédä qu'il séduit.
Orion, le chasseur géant, meurt, piqué par un _____ envoyé par Artémis.
_____ doit effectuer 12 travaux : dans l'un d'eux, il tue _____ de Némée, dans un autre, il tue _____ de Lerne.
Le _____ est un Centaure, à corps de cheval et buste d'homme.
La _____ représente l'instrument de musique d'Orphée.

3. **Relier chaque constellation à son nom latin puis à son abréviation**

Sagittarius	La Lyre	Lyr
Delphinus	Le Cygne	Cyg
Lyra	L'Aigle	Aql
Cygnus	Le Sagittaire	Sgr
Aquila	Le Dauphin	Del

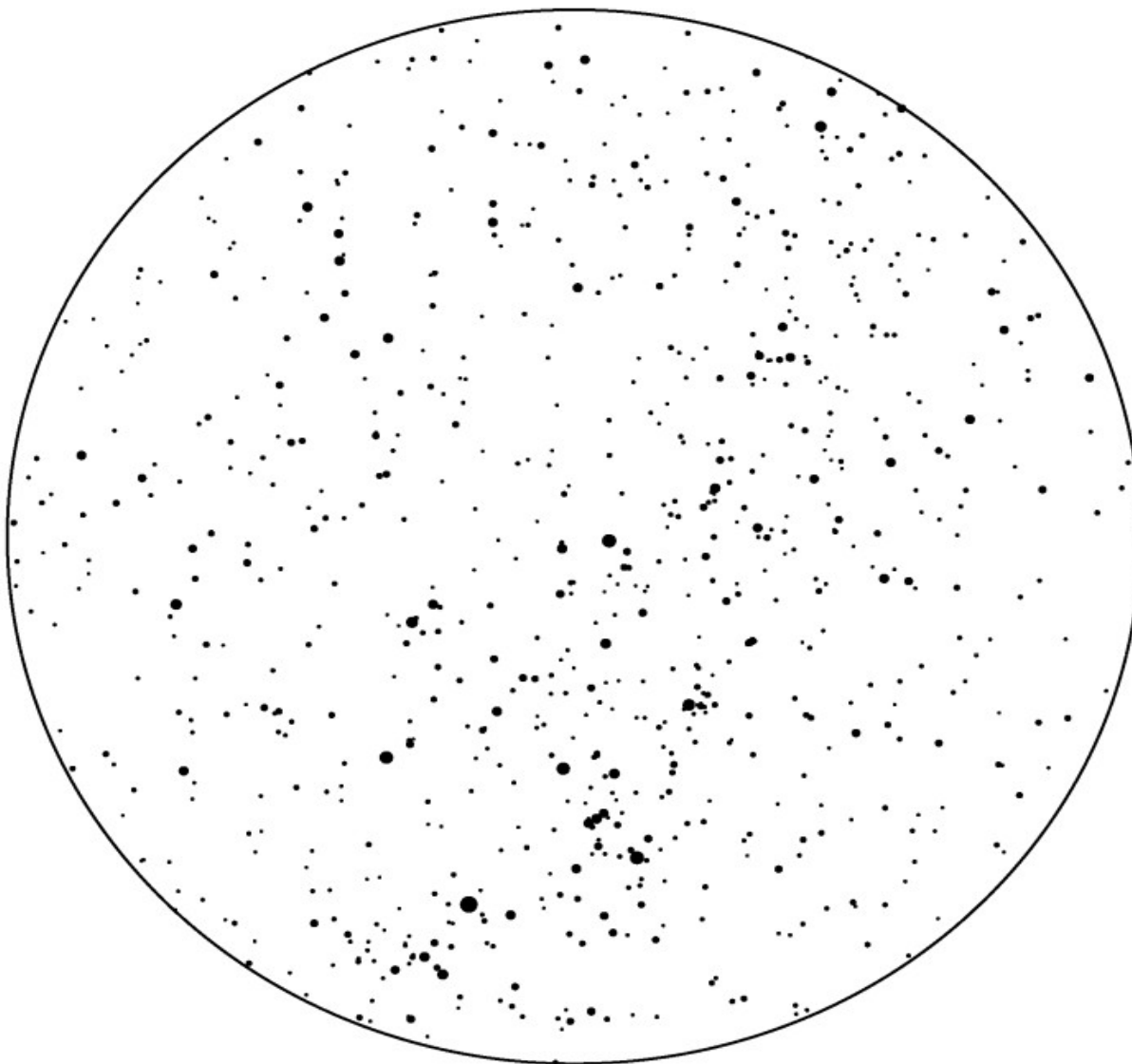


NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A.Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES – IDENTIFICATION DES ASTRES A VUE	8/12

Annexe A6 – Activité d'identification n°6

Sur la carte ci-contre (ciel d'hiver) :

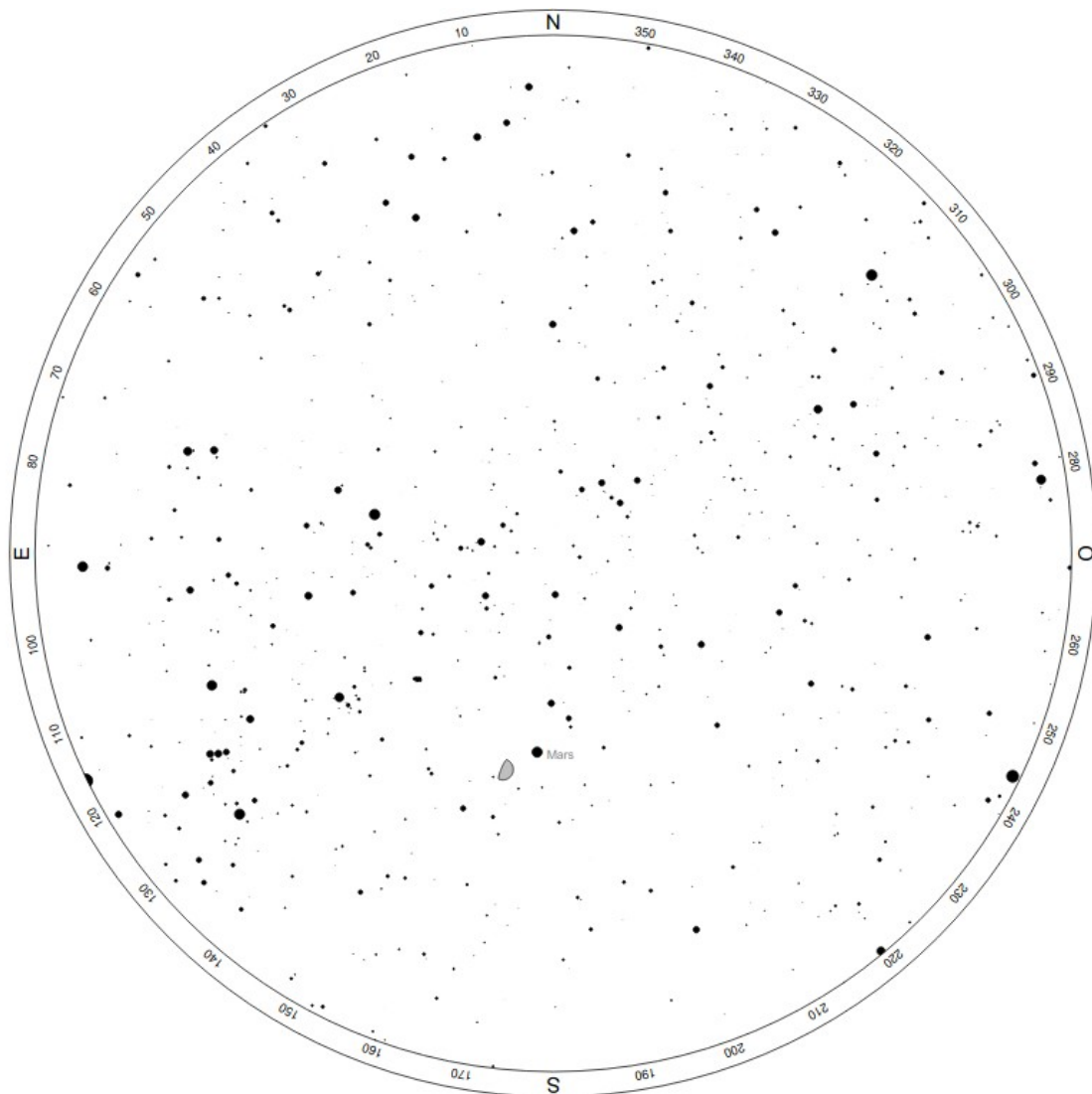
- a. Représenter la Grande Ourse ;
- c. Représenter Cassiopée ;
- d. Représenter Orion ;
- e. Représenter le Taureau ;
- f. Représenter le Lion ;
- g. Représenter le carré de Pégase ;
- h. Représenter Persée ;
- i Représenter la constellation du Cocher ;
- k. Porter des étoiles suivantes :
 - Capella ;
 - Castor et Pollux ;
 - Aldébaran ;
 - Bételgeuse ;
 - Rigel ;
 - Procyon ;
 - Régulus ;
 - Sirius ;
 - Polaris ;
 - Shedar.



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : IDENTIFICATION A VUE	9/12

Annexe B1 - Ciel d'Hiver

- **Ciel Hiver : Localisation: Le Havre, 49,4939°N, 0,1080°E**
Heure: jeudi 21 janvier 2021 19:00 (UTC +01:00)



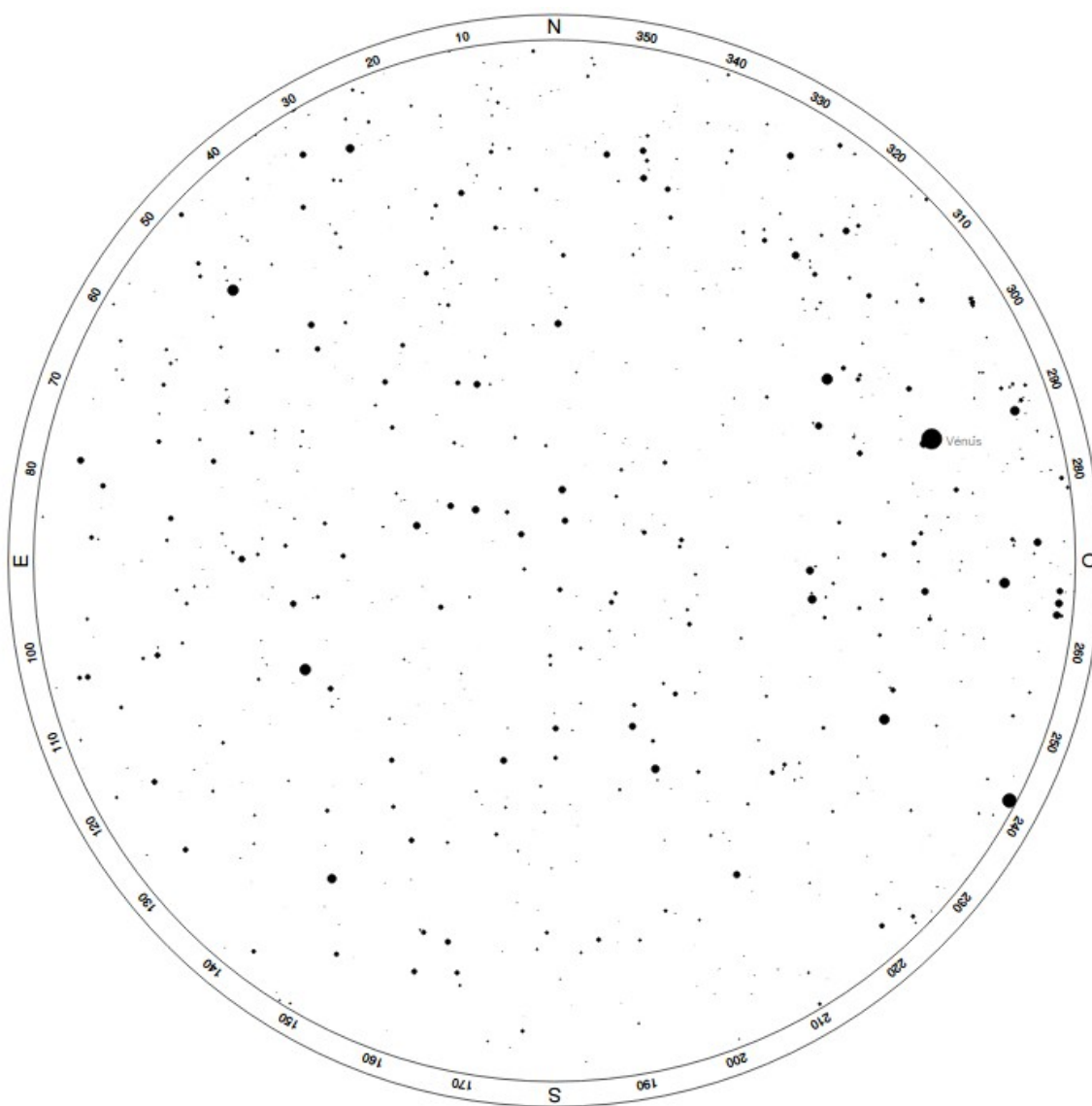
Porter les principales constellations et étoiles

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : IDENTIFICATION A VUE	10/12

Annexe B2- Ciel de printemps

Ciel Printemps - Localisation: Le Havre, 49,5011°N, 0,1102°E

Heure: vendredi 8 mai 2020 22:06 (UTC +02:00)

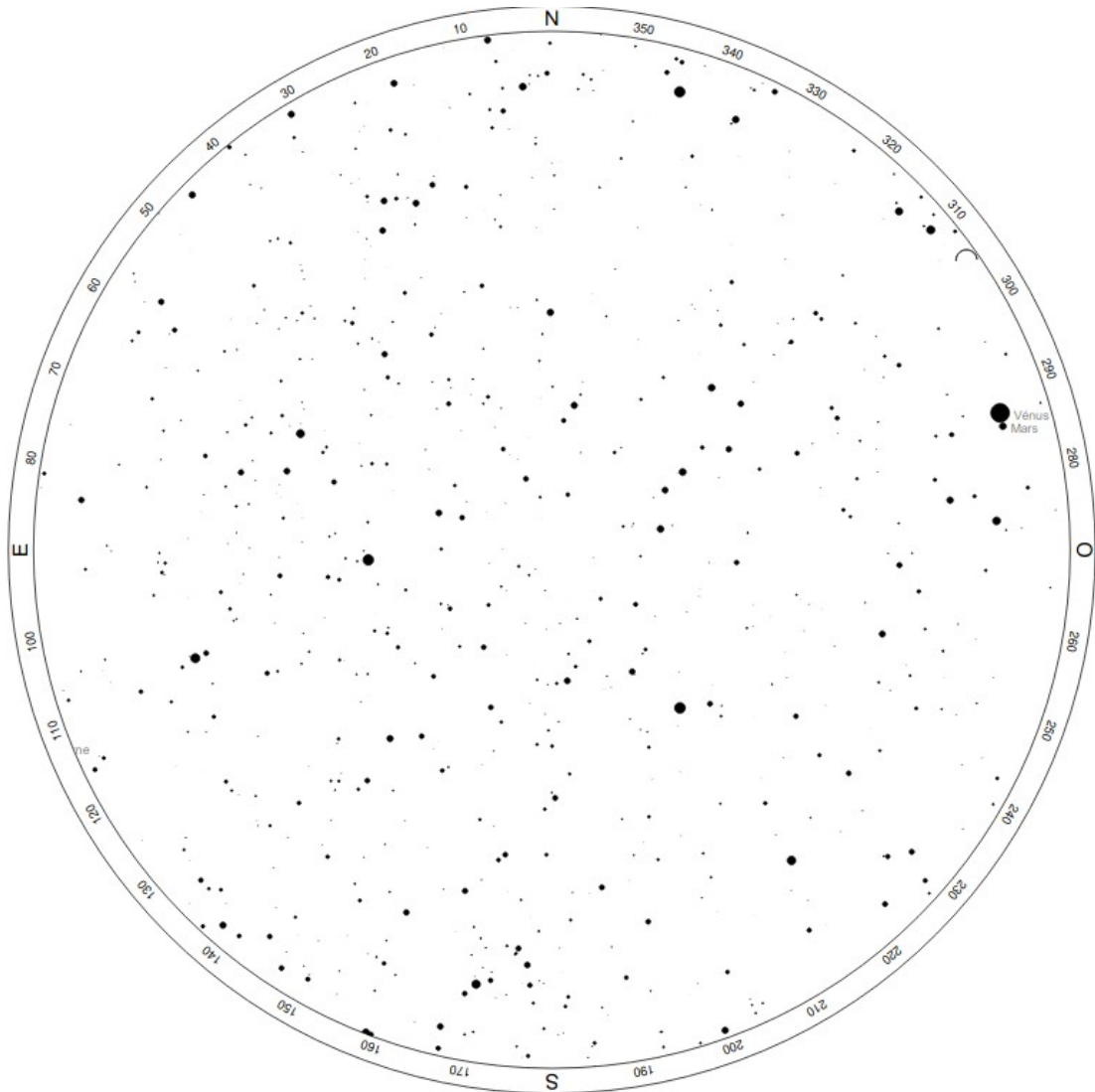


Porter les principales constellations et étoiles

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : IDENTIFICATION A VUE	11/12

Annexe B3 - Ciel d'été

Ciel d'été - Localisation: Le Havre, 49,4939°N, 0,1080°E
Heure: samedi 10 juillet 2021 22:30 (UTC +02:00)

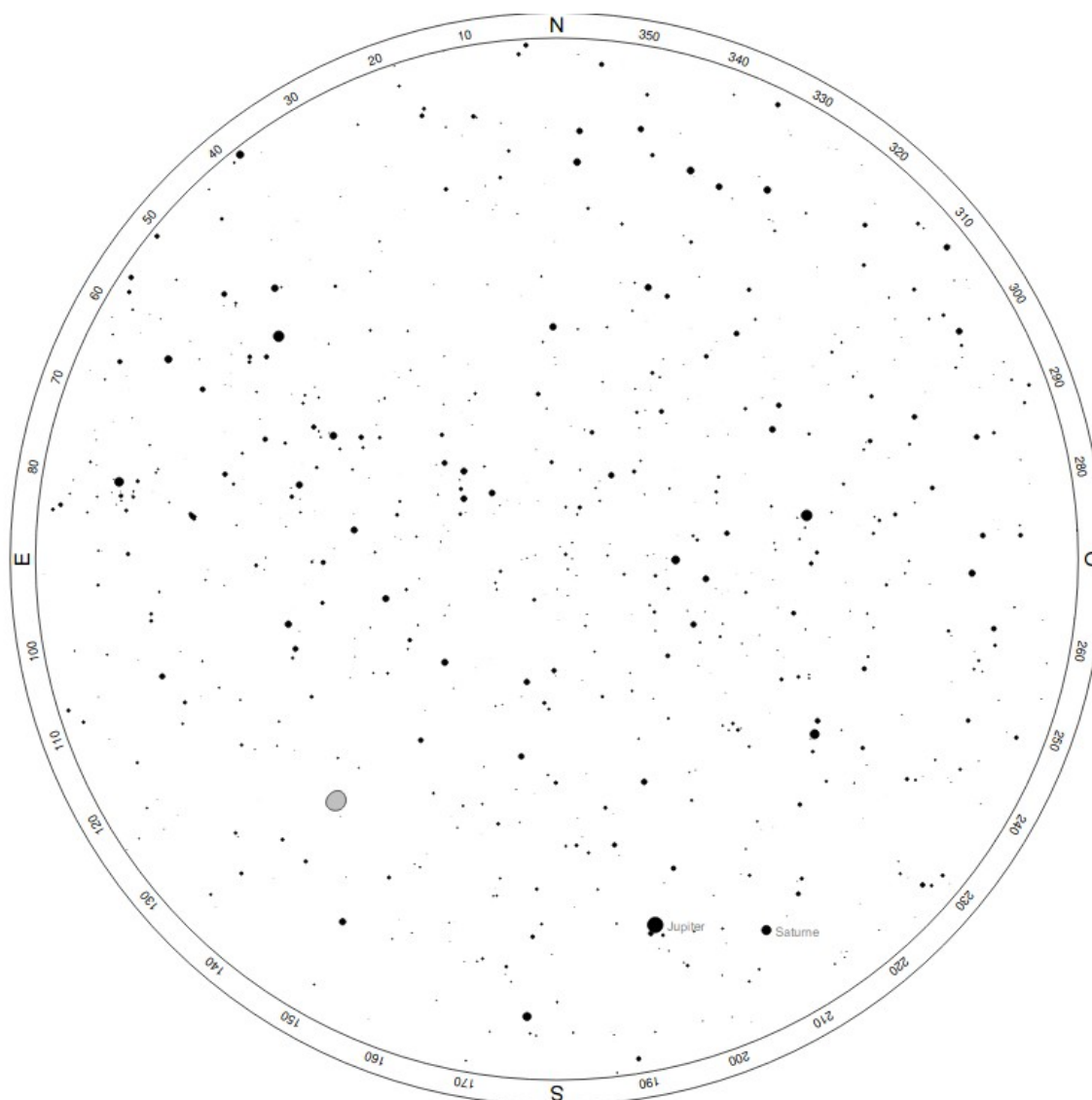


Porter les principales constellations et étoiles

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V3.2 – 01/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES : IDENTIFICATION A VUE	12/12

Annexe B4 - Ciel d'automne

Ciel d'automne - Localisation: Le Havre, 49,4939°N, 0,1080°E
Heure: lundi 15 novembre 2021 20:00 (UTC +01:00Heure)



Porter les principales constellations et étoiles

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V 2.4-02/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - STARFINDER	1/3

Prér-equis

- Revoir et connaître les coordonnées équatoriales, horaires et horizontales.
- Être capable de déterminer les coordonnées du point Vernal, de trouver les heures de lever et coucher du Soleil, les tables d'interpolation dans le Nautical Almanac
- Revoir et connaître les différents lever/coucher du Soleil (astronomique, nautique et civil)
- Remplir son portefeuille de compétence

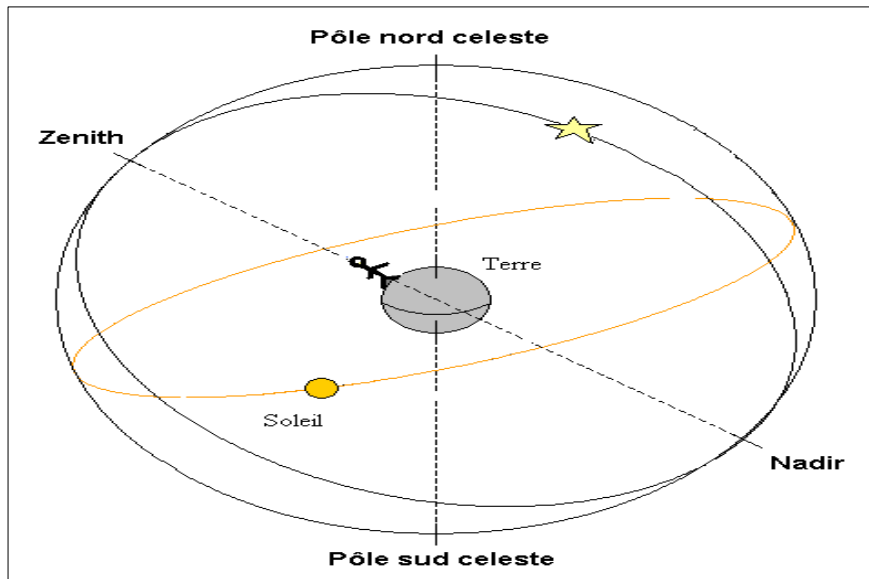
Matériel nécessaire :

- Naval Observatory - *Nautical Almanac for purpose use* (1981)
- Calculatrice

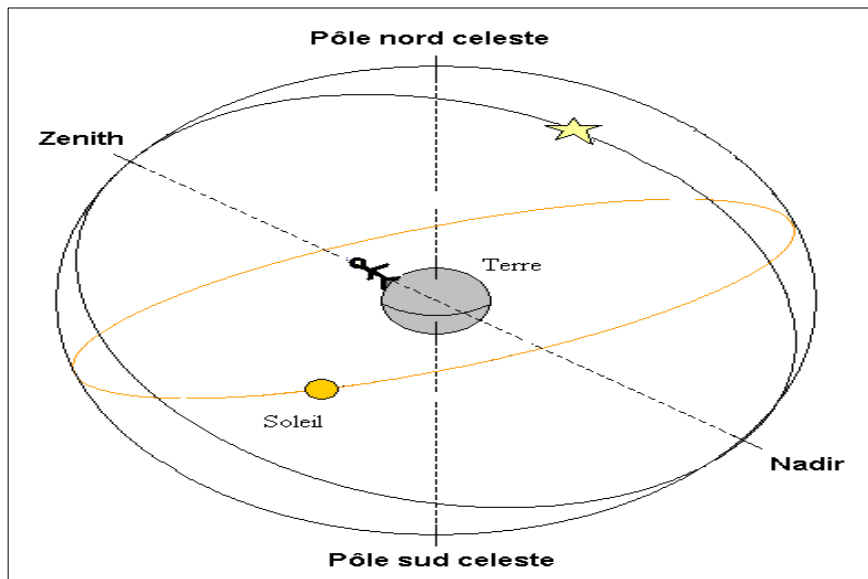
Atelier 1 : Maîtriser les coordonnées

Sur les deux schémas placer de manière subjective le méridien de Greenwich avant de répondre aux questions suivantes.

1. Représenter les coordonnées équatoriales de l'astre.
2. Représenter les coordonnées horaires.



3. Représenter les coordonnées horizontales



NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V 2.4-02/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - STARFINDER	2/3

2. Vous êtes à la position $49^{\circ}30,0'N / 007^{\circ} 6,7' W$; à partir du Nautical Almanac :
- Déterminer l'angle horaire sidéral local LHA γ le 30 août 1981 à 06 h 00 min 00 s.
 - Déterminer l'angle horaire sidéral local LHA γ le 30 août 1981 à 06 h 13 min 32 s.
 - Déterminer la déclinaison de Vénus 30 août 1981 à 06 h 00 min 00 s.
 - Déterminer la déclinaison de Vénus 30 août 1981 à 06 h 13 min 32 s.

Atelier 2 : Prise en main du Star-finder

Vous vous situez au Havre ($49^{\circ}30' N - 000^{\circ}06'E$).

1. Lecture de coordonnées

- Déterminer les coordonnées équatoriales (RA, Dec.) de Altair ;
- Déterminer les coordonnées équatoriales (RA, Dec.) de Menkent ;
- Déterminer si ces coordonnées varient selon la latitude/longitude de l'observateur.

2. Zone de visibilité des étoiles

- L'angle horaire local de du navire est LHA $\gamma = 345^{\circ}$; déterminer si les étoiles suivantes sont visibles :
 - Acturus,
 - Cappella,
 - Rigel,
 - Sirius.
- Indiquer s'il est possible de voir les étoiles se trouvant au sud de l'équateur céleste. Préciser le pourquoi.

Atelier 3 : Identifier un astre

Identifier les astres suivants à partir des informations suivantes :

	Position estimée	Date	Coordonnées de l'astre		Solution
Exo 3.1	$\varphi_e = 27^{\circ}23' N$ $Ge = 039^{\circ} 42,0' W$	17/03/1981 05 h 20 min 30 s ZT	$Z = 270^{\circ} T$	$H = 46^{\circ} 30,2'$	
Exo 3.2	$\varphi_e = 27^{\circ} 18,9' S$ $Ge = 030^{\circ} 18,4 E$	26/11/1981 05h 31 min 03 s ZT	$Z = 85^{\circ}$	$H = 32^{\circ} 15,2''$	
Exo 3.3	At 1845 ZT on 17 March 1981, while taking stars for an evening fix, you observe an unidentified star bearing $200^{\circ} T$ at an observed altitude of $53^{\circ}45.0'$. Your DR position at the time of the sight is LAT $25^{\circ}10',0'N$, LONG $66^{\circ}48.0'W$. The chronometer time of the sight is 10h 45m 15, a What star did you observe ? a) Altair b) Mirfak c) Pollux d) Rigel				

NAV-ASTRO	IDENTIFICATION DES ASTRES	V 2.4-02/22
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - STARFINDER	3/3

Atelier 4 : Préparer un point d'étoile

A partir du Nautical Almanac, préparer un point astronomique.

Exercice 4.1

Le 30 août, votre navire se trouve à la position estimée : $\varphi_e = 25^\circ 10.0' N$ $Ge = 66^\circ 48.0' W$

- Calculer l'heure du point d'étoiles à l'aube.
- Placer les planètes.
- Donner la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
- Donner la hauteur et l'azimut des astres sélectionnés.

Exercice 4.2

Le 3 septembre 1981, votre navire se trouve à la position estimée : $\varphi_e = 35^\circ 00.0' S$ $Ge = 080^\circ E$

- Calculer l'heure du point d'étoiles au coucher nautique
- Placer les planètes.
- Donner la hauteur et l'azimut des planètes visibles.
- Donner la hauteur et l'azimut des astres sélectionnés.

Exercice 4.3

1st October 1981, you determine the zone time of evening twilight will be 1835. Your DR position at this time is LAT $27^\circ 18.0' N$, LONG $48^\circ 52.0' W$. Considering their magnitude and location, which group of three stars are best suited to be used in obtaining a fix at star time ?

- Altair, Rasalhague, Vega
- Alphecca, Kochab, Deneb
- Diphda, Hamal, Mirfak
- Antares, Rigil Kentaurus, Peacock

Atelier 5 : Préparer un point d'étoiles avec un logiciel

Idem qu'à atelier 4 en utilisant un logiciel (Almicantaratus, tea cup of tea ...)



Chapitre 3

Sextant

Sommaire

Exploitation du sextant	57
Principes de correction des hauteurs	67
Rappels sur les arcs capables	75
TRAVAUX PRATIQUES : Exploitation du sextant	77
TRAVAUX PRATIQUES : Correction de hauteurs de différents astres	79

Objectif général :

- Effectuer les réglages du sextant.
- Mesurer un angle ou une hauteur à l'aide du sextant.
- Exploiter les mesures du sextant à l'aide de la documentation pour réaliser un point.

Objectifs opérationnels :

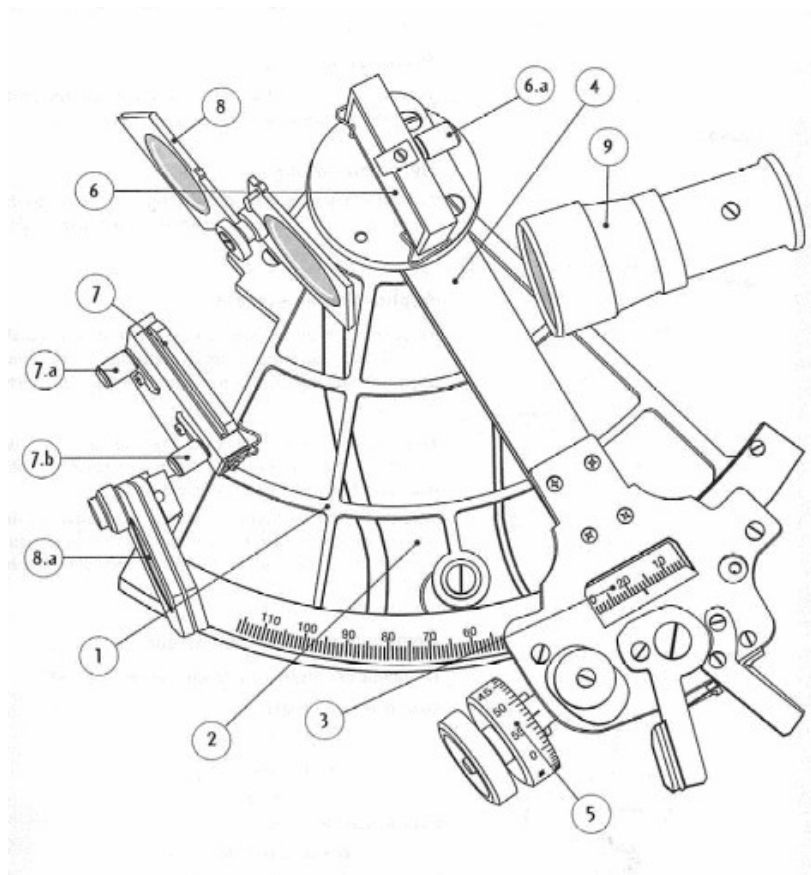
- Connaître et réaliser les réglages du sextant :
 - Vérifier le centrage de l'alidade et du limbe (présence d'excentricité ou non à la construction),
 - Vérifier le parallélisme de la lunette et du limbe,
 - Régler l'orthogonalité du grand miroir par rapport au limbe,
 - Régler le parallélisme et l'orthogonalité du petit miroir par rapport au limbe,
 - Régler le parallélisme du petit miroir par rapport au grand miroir,
 - Déterminer l'erreur de collimation.
- Effectuer des mesures avec un sextant :
 - Savoir lire les indications du vernier et du tambour,
 - Mesurer un angle en superposant l'image réfléchie et l'image directe.
- Exploiter les mesures du sextant :
 - Connaître et déterminer les erreurs propres au sextant (excentricité, collimation),
 - Connaître et déterminer les erreurs environnementales du sextant,
 - Corriger les hauteurs sextants.

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	1/9

DESCRIPTION DU SEXTANT

Le sextant permet :

- d'obtenir la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon,
- de mesurer un angle entre deux amers.



Description du sextant

- Le bâti Corps du sextant sur lequel sont fixés tous les éléments du sextant.
En alliage en aluminium anodisé.
- La poignée Toujours prendre le sextant par la poignée.
- Le limbe Gradué en degré, vissé sur le bâti (en laiton).
- L'alidade Élément qui porte le grand miroir et pivote autour d'un axe situé en haut du bâti.
A sa base se trouve un repère de lecture des degrés sur le limbe, le tambour et le levier de débrayage.
- Le tambour Complète les indications du limbe en fournissant une mesure en minutes.
Un tour de tambour correspond à 1° sur le limbe ; gradué en minute d'arc.
Face au tambour peut se trouver un vernier qui permet d'affiner la précision et est gradué soit en dizaines de secondes soit en dixièmes de minutes.
- Le grand miroir Centré sur l'axe de rotation de l'alidade.
Sa perpendicularité au plan de l'alidade est réglable par la vis 6a.
- Le petit miroir Il est divisé en deux, une moitié étamée, l'autre transparente.
Il peut être réglé par deux vis, l'une pour la perpendicularité (7a) et l'autre pour le parallélisme (7b).
- Les filtres Utilisés pour éviter l'éblouissement du soleil.
- La lunette Généralement démontable :
Lunette de Galilée : qualité moyenne, répandue sur les petits sextants, grossissement x2, x4.
Lunette prismatique : grossissement x6.
Lunette astrale destinée aux visées sur les étoiles, grossissement x8, x10.

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	2/9

LE CONTRÔLE DU SEXTANT

Avant toute utilisation, il faut s'assurer que le sextant est correctement réglé en effectuant les opérations suivantes :

	Type d'opération	Fréquence
rectification	réglage de l'axe optique et des deux miroirs du sextant.	En début de voyage Erreur de collimation >3'.
collimation	mesure de l'erreur résiduelle du sextant.	Avant chaque observation.

La rectification

Vérifier le centrage de l'alidade et du limbe

L'axe de rotation de l'alidade doit passer exactement par le centre du secteur de cercle du limbe, sinon il y a une erreur d'excentricité.

Cette erreur dépend de la construction du sextant.

Sur les sextants modernes de bonne qualité elle est négligeable ; si ce n'est pas le cas, les corrections à apporter pour compenser cette erreur sont indiquées dans le coffret du sextant.

Vérifier l'axe optique (pour information)

L'axe de la lunette doit être parallèle au plan du limbe.

Sur les sextants modernes, cette caractéristique est vérifiée à la construction ; il faut néanmoins savoir vérifier le parallélisme :

- Placer le sextant à plat.
- Poser à chaque extrémité du limbe les deux petites équerres fournies avec le sextant.
- Tracer sur un mur situé à une trentaine de mètres une droite AB matérialisant l'arête supérieure des deux équerres.
- L'image de la droite AB doit passer par le centre de la lunette ; sinon agir sur les vis fixées sur le collier porte-lunette.

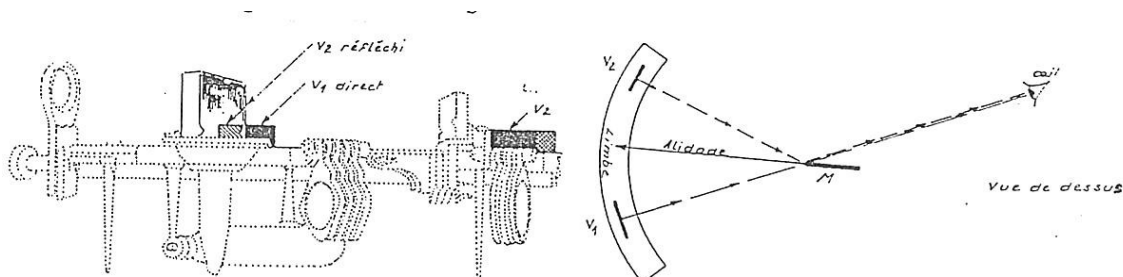
Rectifier le grand miroir

Le grand miroir doit être perpendiculaire au limbe.

Sur les sextants modernes, ce réglage est effectué en usine.

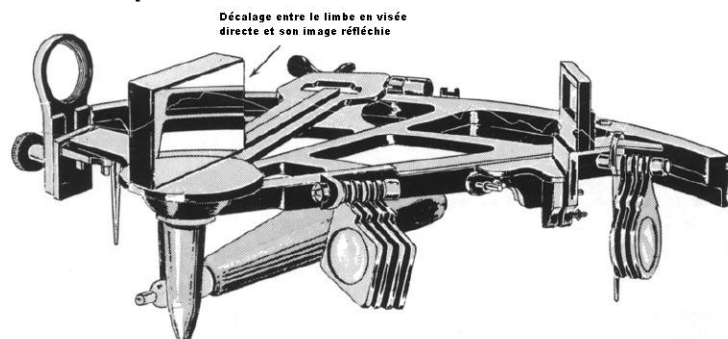
Méthode avec équerres

- Poser le sextant à plat.
- Placer les équerres aux extrémités du limbe.
- Placer l'œil près du grand miroir et tourner l'alidade de façon à voir en même temps les deux équerres, l'une en visée directe et l'autre en visée réfléchie.
- Le bord supérieur des équerres doit être exactement au même niveau, sinon agir sur la vis du grand miroir.



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	3/9

Méthode sans équerre



Idem que précédemment en utilisant le bord du limbe à la place des équerres.

Rectifier le petit miroir

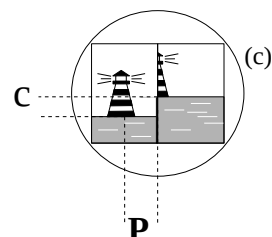
Le petit miroir doit être perpendiculaire au plan du limbe et parallèle au grand miroir.

NB : le parallélisme du petit miroir par rapport au grand miroir est appelé aussi collimation.

Mauvais réglage du petit miroir

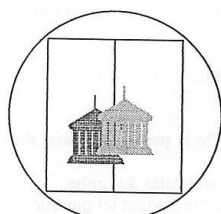
Si le petit miroir n'est pas correctement réglé, l'image directe et l'image réfléchie sont décalées : on peut alors observer des défauts de parallélisme et de perpendicularité (p).

Pour supprimer ces défauts, on agit de proche en proche sur les deux vis de réglages.

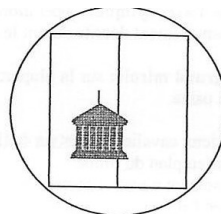


Méthode pour régler le miroir

1. Amener l'alidade à zéro.
2. Viser un amer éloigné, un astre ou à défaut l'horizon.
3. Si l'image directe et réfléchie sont confondues, le petit miroir est bien réglé ; sinon agir sur les deux vis du petit miroir.

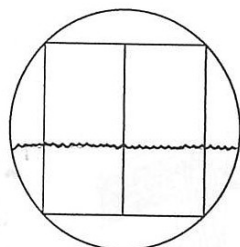


Petit miroir mal réglé

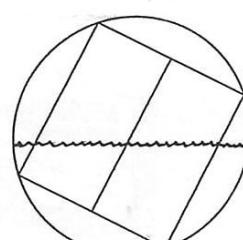
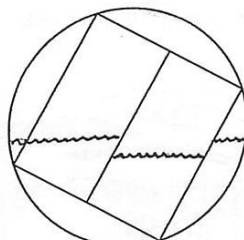


Petit miroir bien réglé

Attention si vous utilisez l'horizon pour régler, il faut incliner le sextant de 45° afin de faire apparaître un éventuel défaut de perpendicularité ("balancer" le sextant).



Petit miroir réglé verticalement, mais pas horizontalement!



Petit miroir bien réglé

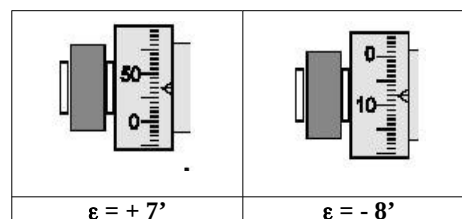
NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	4/9

La collimation

Si après rectification, l'image directe et l'image réfléchie sont encore décalées sur le plan vertical, il faut déterminer l'erreur résiduelle de parallélisme (ou de collimation) pour pouvoir la prendre en compte dans les calculs de hauteurs par exemple.

Principe général de la mesure de l'erreur collimation

1. Viser un amer éloigné, un astre ou l'horizon.
2. Régler l'alidade de manière à avoir l'image directe et réfléchie parfaitement confondues
3. Lire sur le tambour la valeur de l'erreur de collimation ε :
 - $\varepsilon > 0$ si avant le zéro du tambour,
 - $\varepsilon < 0$ sinon.

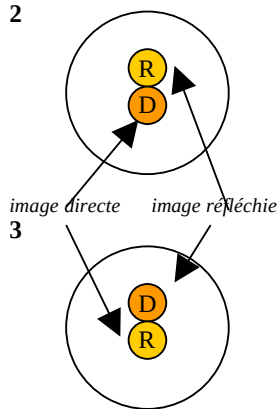


Le calcul de la hauteur de l'astre devra être corrigé de la collimation obtenue.

Collimation par le soleil

Pour déterminer de manière précise l'erreur de collimation avec le soleil, on procède comme suit :

1. Choisir des filtres pour éviter l'éblouissement.
2. Amener le bord supérieur de l'image directe en contact avec le bord inférieur de l'image réfléchie ; la lecture est droite, elle est notée L_d .
3. Amener le bord inférieur de l'image directe sur le bord supérieur de l'image réfléchie ; la lecture est gauche, elle est notée L_g .
4. Calculer la collimation :

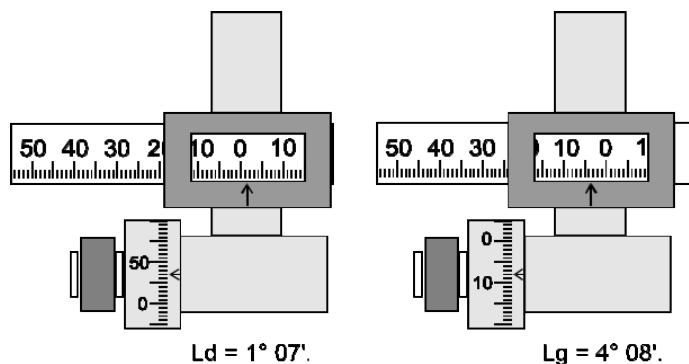


$$\varepsilon = \frac{L_d - L_g}{2}$$

En comparant la valeur du $\frac{1}{2}$ diamètre du soleil donné par les éphémérides nautiques au jour d'observation à celle déterminée par la formule ci après, on peut déterminer l'erreur de mesure de l'observateur :

$$\frac{L_d + L_g}{4} = \frac{1}{2} \text{ diamètre du Soleil}$$

Exemple de lecture droite et gauche sur le vernier :



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	5/9

UTILISATION DU SEXTANT

En navigation côtière

En navigation côtière, le sextant permet de déterminer une distance à partir d'un amer ou une position à partir de trois amers :

- **distance** : on mesure la hauteur d'un amer répertorié et on déduit la distance qui nous en sépare

$$Distance(en\ M)=1,85\frac{hauteur\ connue(en\ m)}{hauteur\ mesurée(en\ min)}$$

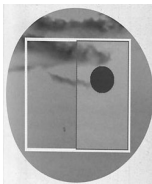
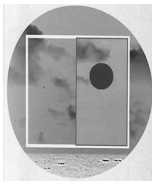
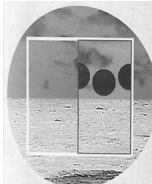
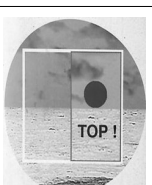
- **position** : après avoir identifié sur la carte 3 amers caractéristiques A, B, C ; on relève les angles séparant A de B puis B de C. Par construction géométrique, notre position est connue de façon précise.

En navigation hauturière

En navigation hauturière, le sextant permet de mesurer la hauteur d'astres ou étoiles et donc de déterminer sa position à partir de droites de hauteurs.

La précision du point est de 2 à 5' d'arc soit 1 à 5 M.

Comment opérer une visée

	1-Viser l'astre directement Les curseurs du limbe et du tambour étant face à zéro, disposer les filtres pour éviter l'éblouissement et diriger la lunette vers le soleil.
	2- Descendre l'astre sur l'horizon Faire coulisser l'alidade en conservant l'image du soleil dans la lunette. L'image de l'horizon entre dans le champ.
	3 –Régler les deux images finement Lorsque la ligne d'horizon commence à apparaître dans la partie transparente du petit miroir balancer le corps du sextant latéralement comme un pendule en affinant la visée au tambour. En balançant le sextant, le soleil se rapproche un peu de l'horizon.
	4- Mesurer la hauteur observée Quand la base du soleil touche l'horizon, bloquer l'instrument. Noter l'heure puis la hauteur observée.

L'observation des étoiles et des planètes (hors soleil) s'effectuent à l'aube ou au crépuscule quand l'horizon est encore visible.

En cas de difficulté à trouver une étoile dans la lunette deux possibilités :

1. Garder les deux yeux ouverts.
2. Retourner le sextant à 180° et monter l'horizon vers l'étoile, puis reprendre le sextant à l'endroit pour affiner la mesure.

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	6/9

Précautions à prendre

- Ne manipuler que par la poignée.
- Bien débrayer la pédale lors de la manipulation de l'alidade
- Maintenir au sec (l'argenture des miroirs craint l'humidité).
- Éviter les écarts de températures.
- Rincer à l'eau douce, essuyer et le sécher s'il reçoit de l'eau de mer.
- Effectuer la rectification des miroirs avant de l'utiliser

PRÉCISION DU SEXTANT

Conditions idéales

Sur une plateforme stable avec un horizon dégagé, un marin peut théoriquement obtenir une position avec une précision de 0,2 M :

- précision du sextant : $0,1' = 0,1 \text{ M}$
- relevé à la seconde près : $1 \text{ s} = 0,25' = 0,25 \text{ M}$ (car les astres se déplacent de 15° en 1h, soit $0,25'$ en 1s)
- précision des éphémérides nautiques : $0,1' = 0,1 \text{ M}$

Paramètres affectant les relevés

Les paramètres affectant les relevés sont :

L'élévation de l'œil.

- Par mauvaise mer, la hauteur d'observation doit être aussi haute que possible.
- En cas de brouillard ou de précipitations sur l'horizon, la hauteur +doit être la plus faible possible.

L'erreur d'index

- à vérifier avant et après les relevés.
- Les deux lectures sont ajoutées pour réaliser une moyenne

L'erreur de temps

- Préférer l'horloge de référence (correctement corrigée) à l'heure donner par le GPS, il peut avoir jusqu'à 5s d'erreur
- Une erreur d'une minute produit une erreur de position de 15M.

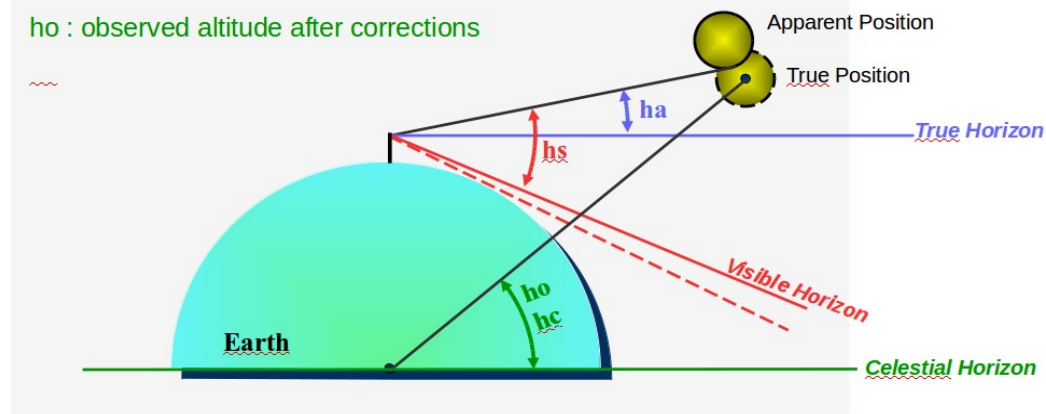
NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	7/9

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR VRAIE (NAUTICAL ALMANAC)

h_s : altitude measured with sextant

h_a : h_s corrected for 'IE' and 'dip'
used to enter Altitude Correction Tables

h_o : observed altitude after corrections



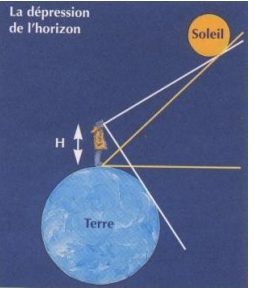
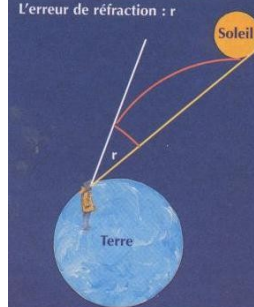


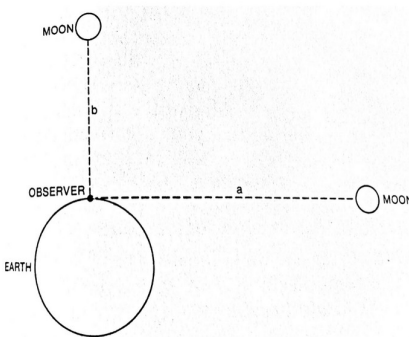
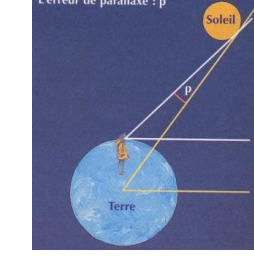
Définitions

- **H_s = sextant altitude (*hauteur sextant*)**
= hauteur lue sur le sextant après la visée.
Attention la hauteur apparente et observée n'ont pas la même signification dans les éphémérides nautiques.
- **H_a = apparent altitude (*hauteur apparente*)**
= hauteur sextant corrigée des erreurs du sextant (IC : index correction) et de la dépression
 $H_a = H_s + \text{Dip} + \text{IC}$
- **H_o = observed altitude**
= angle entre l'horizon vrai (passant par le centre de la terre) et la droite joignant le centre de la terre à l'astre/étoile.
= hauteur observée corrigée de :
 - la dépression de l'horizon,
 - la réfraction astronomique,
 - La parallaxe,
 - Le $\frac{1}{2}$ diamètre du soleil.

Dans le Nautical Almanac, ces corrections sont agrégées dans des tableaux 'Altitude Correction' différents selon les astres observés

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	8/9

Les erreurs et corrections à apporter

 <p>La dépression de l'horizon</p>	<p>Dip of the horizon correction (D) – la dépression</p> <ul style="list-style-type: none"> fonction de l'élévation de l'œil et des conditions atmosphériques. Correction toujours négative
 <p>L'erreur de réfraction : r</p>	<p>Refraction correction (R) - la réfraction</p> <ul style="list-style-type: none"> Rayon lumineux courbé par la réfraction de l'atmosphère. Plus la hauteur de l'astre est faible, plus la réfraction est importante correction toujours négative donnée dans le Nautical Almanac pour des conditions de pression et de température standards (10°C / 1010 hPa). <p>Air Temperature (T) & Barometric (B) Corrections</p> <p>La correction de la réfraction R varie légèrement avec la densité de l'atmosphère et donc en fonction de sa température et de sa pression. Une correction complémentaire T et B peut donc être ajoutée à R Cette correction n'est généralement pas nécessaire SAUF si la hauteur est inférieure à une dizaine de degré ou si la température et la pression s'éloignent des conditions standards</p>
 <p>Le demi-diamètre D/2 du Soleil</p>	<p>Semi-diameter correction (SD)</p> <ul style="list-style-type: none"> Les mesures astronomiques supposées faites depuis le centre des astres alors que la mesure de hauteur se fait sur le bord inférieur ou supérieur d'un astre quand ce dernier a un diamètre significatif. => correction nécessaire S'applique uniquement à la Lune (Moon) et au Soleil (Sun) puisque les planètes et les étoiles n'ont pas de diamètre apparent significatif. <p>Augmentation (A)</p> <p>Le demi diamètre varie selon la distance de l'astre et l'observateur, cette augmentation n'est notable que pour la Lune qui est très proche.</p>
 <p>L'erreur de parallaxe : p</p>	<p>Phase (F)</p> <p>Les planètes comme la lune peuvent connaître un régime de phases, mais celles ci ne sont visibles qu'au télescope.</p> <p>Irradiation (J)</p> <p>Illusion optique qui fait qu'un objet lumineux juxtaposé avec un plus sombre apparaît plus gros que réel</p> 
 <p>L'erreur de parallaxe : p</p>	<p>Parallax (P) – le parallaxe</p> <p>Différence de direction d'un objet à distance fini observé à la surface de la terre par rapport à la direction observé depuis le centre de la terre</p>

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V2.1 –12/21
A. Charbonnel	GENERALITES & EXPLOITATION DU SEXTANT	9/9

MÉTHODES DU POINT ASTRONOMIQUE & PRÉCISION

Procédé	Matériel	Astre	Visées	Résultat (calcul/tracé)	Précision
Latitude à la méridienne	Sextant	Soleil	Visée réalisée quand l'astre culmine.	latitude locale.	2 à 3' 1 à 3 M
Longitude à la méridienne	Sextant	Soleil	Visée avant culmination et une après à la même hauteur.	Longitude locale.	2 à 3' 1 à 3 M
Droite de soleil	Sextant Montre (en UT)	Soleil	2 visées opérées à plus de 3 h d'intervalle.	Intersection de deux droites.	2 à 5' 1 à 5 M
Droite de lune	Sextant Montre (en UT)	Lune	2 visées opérées à plus de 3 h d'intervalle.	Intersection de deux droites.	2 à 5' 1 à 5 M
Droite de planète	Sextant Montre (en UT)	Planète	2 visées opérées à plusieurs heures d'intervalle ou deux visées successives. sur deux planètes différentes.	Intersection de deux droites.	2 à 5' 1 à 5 M
Droite d'étoile	Sextant Montre (en UT)	étoiles	2 visées opérées à plus de 3 h d'intervalle.	Intersection de deux droites	2 à 5' 1 à 5M
Point d'étoiles	Sextant Montre (en UT)	étoiles	Plusieurs visées successives sur des étoiles différentes.	Intersection de plusieurs droites.	2 à 3' 1 à 3 M

BIBLIOGRAPHIE/SOURCES

Patrick Brassier - *Navigation astronomique* – Vuibert - nov.1999.

Voiles & voiliers - *Étoiles et point astro - Hors série n° 10 Voiles & voiliers* – 1996.

Caillou/Laurent/Percier - *Traité de navigation* – INFOMER

Bureau des longitudes – *Éphémérides nautiques 2003* – Edinautic - 2002 (les éphémérides astronomiques sont disponibles en ligne gratuitement sur <http://www.imcce.fr/ephemeride.html> à partir d'un formulaire).

N. Bowditch – *The american practical Navigator* - NIMA 2003 (disponible gratuitement sur <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>)

JN Conan - *Présentation du sextant* – polycopié ENMM St Malo.

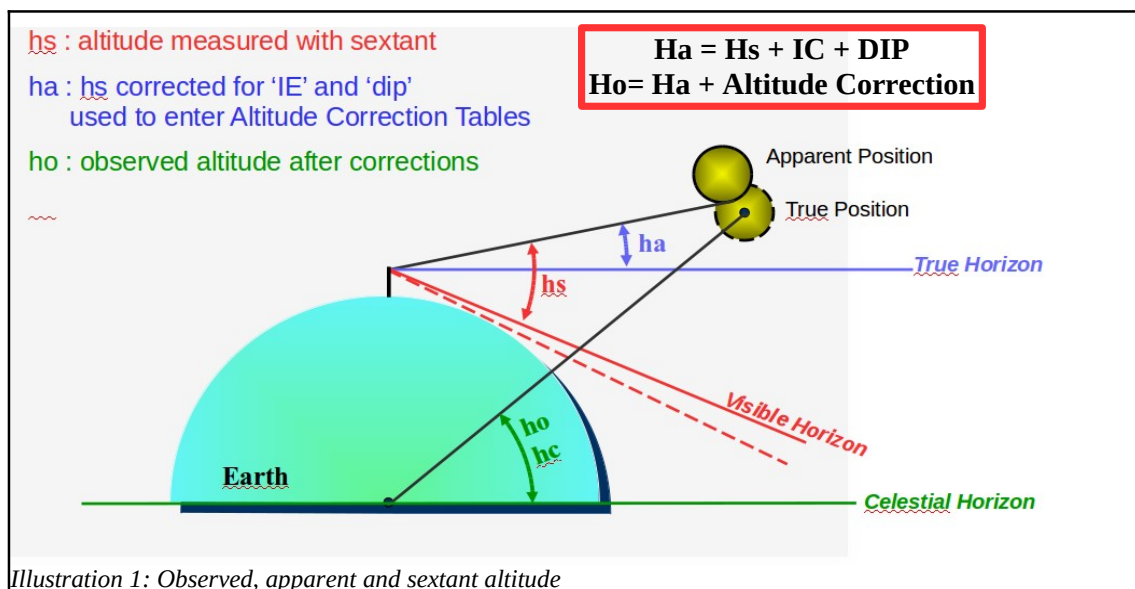
Y. Petitbon - *Le sextant* - polycopié ENMM Nantes

NGA - *Sight Reduction Tables for Air Navigation vol 3 - Pub. 249– 1951 -NGA* (disponible gratuitement sur <http://pollux.nss.nima.mil/pubs>)



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 05/22
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	1/7

RELATIONS BETWEEN ALTITUDES



The Dip and altitude correction are read in Nautical Almanac

An error or a correction are told to be :

- on the arc when positive ;
- off the arc when negative.

Be careful!

We will use the UK/USA definition of altitudes (as described on the illustration) ; the asian and french definitions differ a little from this.

THE CORRECTIONS TABLES IN NAUTICAL ALMANAC

Dip table (at the front of the NA)

DIP			
Ht. of Corr ^a of Eye	Ht. of Eye	Ht. of Corr ^a of Eye	Ht. of Eye
m	ft.	m	ft.
2.4	8.0	1.0	3.3
2.6	8.6	1.5	4.9
2.8	9.2	2.0	6.6
3.0	9.8	2.5	8.2
3.2	10.5	3.0	9.8
3.4	11.2	3.5	11.4
3.6	11.9	4.0	13.0
3.8	12.6	4.5	14.6
4.0	13.3	5.0	16.2
4.3	14.1	5.5	17.8
4.5	14.9	6.0	19.4
4.7	15.7	6.5	21.0
5.0	16.5	7.0	22.6
5.2	17.4	7.5	24.2
5.5	18.3	8.0	25.8
5.8	19.1	8.5	27.4
6.1	20.1	9.0	29.0
6.3	21.0	9.5	30.6
6.6	22.0	10.0	32.2
6.9	22.9	10.5	33.8
7.2	23.9	11.0	35.4
7.5	24.9	11.5	37.0
7.9	26.0	12.0	38.6
8.2	27.1	12.5	40.2
8.5	28.1	13.0	41.8
8.8	29.2	13.5	43.4

$$H_a = H_s + IC + Dip$$

- “Dip Table”
 - DO NOT require interpolation
- Extreme right-hand column of “Dip Table” correction (less than 8ft or greater than 70ft)
 - DOES require interpolation

To obtain the dip, you need the height of the eye

Illustration 2: Dip table

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 05/22
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	2/7

The main altitude correction tables

The Altitude Correction Tables in the Nautical Almanac give the combined correction for refraction, semi-diameter and parallax under standard atmosphere conditions, where atmospheric pressure is 1010mbs (29.5 ins) and temperature is 10 °C (50 °F). So, additional correction is required for refraction if atmospheric conditions are different.

ALTITUDE CORRECTION TABLES 10°-90°—SUN, STARS, PLANETS																			
OCT.—MAR. SUN						APR.—SEPT.						STARS AND PLANETS				DIP			
App. Lower Upper			App. Lower Upper			App Corr ⁿ		App. Additional		Ht. of Corr ⁿ		Ht. of		Ht. of Corr ⁿ					
Alt. Limb Limb			Alt. Limb Limb			Alt.		Alt. Corr ⁿ		Eye		Eye		Eye					
						° ′		2004		m		ft.		m ′					
						9 33 +10.8 -21.5		9 55 -5.3		2.4 -2.8		8.0		1.0 - 1.8					
						9 45 +10.9 -21.4		10 07 -5.2		2.6 -2.9		8.6		1.5 - 2.2					
						9 56 +11.0 -21.3		10 20 -5.1		2.8 -3.0		9.2		2.0 - 2.5					
						10 08 +11.1 -21.2		10 32 -5.0		3.0 -3.1		9.8		2.5 - 2.8					
						10 20 +11.2 -21.1		10 46 -4.9		3.2 -3.2		10.5		3.0 - 3.0					
						10 33 +11.3 -21.0		10 59 -4.8		3.4 -3.3		11.2		See table ←					
						10 46 +11.4 -20.9		11 14 -4.7		3.6 -3.4		11.9							
						11 00 +11.5 -20.8		11 29 -4.6		3.8 -3.5		12.6		m ′					
						11 15 +11.6 -20.7		12 00 -4.5		4.0 -3.6		13.3		20 - 7.9					
						11 30 +11.7 -20.6		12 17 -4.4		4.3 -3.7		14.1		22 - 8.3					
						11 45 +11.8 -20.5		12 35 -4.3		4.5 -3.8		14.9		24 - 8.6					
						12 01 +11.9 -20.4		12 53 -4.2		4.7 -3.9		15.7		26 - 9.0					
						12 18 +12.0 -20.3		13 12 -4.1		5.0 -4.0		16.5		28 - 9.3					
						12 36 +12.1 -20.2		13 32 -3.9		5.2 -4.1		17.4		30 - 9.6					
						12 54 +12.2 -20.1		13 53 -3.8		5.5 -4.2		18.3							
						13 14 +12.3 -20.0		14 16 -3.7		5.8 -4.3		19.1		32 - 10.0					
						13 34 +12.4 -19.9		14 39 -3.6		6.1 -4.4		20.1		34 - 10.3					
						13 55 +12.5 -19.8		15 03 -3.5		6.3 -4.5		21.0		36 - 10.6					
						14 17 +12.6 -19.7		15 29 -3.4		6.6 -4.6		22.0		38 - 10.8					
						14 41 +12.7 -19.6		15 56 -3.3		6.9 -4.7		22.9		40 - 11.1					
						15 05 +12.8 -19.5		16 25 -3.2		7.2 -4.8		23.9							
						15 31 +12.9 -19.4		16 55 -3.1		7.5 -4.9		24.9		42 - 11.4					
						15 59 +13.0 -19.3		17 27 -3.0		7.9 -5.0		26.0		44 - 11.7					
						16 27 +13.1 -19.2		18 01 -2.9		8.2 -5.1		27.1		46 - 11.9					
						16 58 +13.2 -19.1		18 27 -2.8		8.5 -5.2		28.1		48 - 12.2					
						17 20 +13.3 -19.0		18 55 -2.7		8.8 -5.2		29.2							

Illustration 3: Altitude correction tables for Sun, stars & planets - Dip table

For the sun

The correction is a combination of refraction, semi-diameter and parallax.

For stars and planets

Basically, the correction is the refraction correction, and depending on the date, additional corrections might be required for Venus and Mars for parallax and phase.

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 05/22
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	3/7

For the moon

The tables are divided two parts.

- **The first part** is a tabulated correction, which is the combination of refraction, semi-diameter and parallax for the lower limb, so if the altitude of the moon is taken from the upper limb, then 30' must be subtracted.
- **The second part** is the correction for variations in semi-diameter and parallax, depending on the horizontal parallax

ALTITUDE CORRECTION TABLES 0°									
App. Alt.	0°-4°	5°-9°	10°-14°	15°-19°	20°-24°	25°-29°	30°-34°	App. Alt.	
	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.	Corr.		
00	0 34.5	5 58.2	10 62.1	15 62.8	20 62.2	25 60.8	30 58.9	00	
10	36.5	58.5	62.2	62.8	62.2	60.8	58.8	10	
20	38.3	58.7	62.2	62.8	62.1	60.7	58.8	20	
30	40.0	58.9	62.3	62.8	62.1	60.7	58.7	30	
40	41.5	59.1	62.3	62.8	62.0	60.6	58.6	40	
50	42.9	59.3	62.4	62.7	62.0	60.6	58.5	50	
00	1 44.2	6 59.5	11 62.4	16 62.7	21 62.0	26 60.5	31 58.5	00	
10	45.4	59.7	62.4	62.7	61.9	60.4	58.4	10	
20	46.5	59.9	62.5	62.7	61.9	60.4	58.3	20	
30	47.5	60.0	62.5	62.7	61.9	60.3	58.2	30	
40	48.4	60.2	62.5	62.7	61.8	60.3	58.2	40	
50	49.3	60.3	62.6	62.7	61.8	60.2	58.1	50	
00	2 50.1	7 60.5	12 62.6	17 62.7	22 61.7	27 60.1	32 58.0	00	
10	50.8	60.6	62.6	62.6	61.7	60.1	57.9	10	
20	51.5	60.7	62.6	62.6	61.6	60.0	57.8	20	
30	52.2	60.9	62.7	62.6	61.6	59.9	57.8	30	
40	52.8	61.0	62.7	62.6	61.6	59.9	57.7	40	
50	53.4	61.1	62.7	62.6	61.5	59.8	57.6	50	
00	3 53.9	8 61.2	13 62.7	18 62.5	23 61.5	28 59.7	33 57.5	00	
10	54.4	61.3	62.7	62.5	61.4	59.7	57.4	10	
20	54.9	61.4	62.7	62.5	61.4	59.7	57.4	20	
30	55.3	61.5	62.8	62.5	61.3	59.5	57.3	30	
40	55.7	61.6	62.8	62.4	61.3	59.5	57.2	40	
50	56.1	61.6	62.8	62.4	61.2	59.4	57.1	50	
00	4 56.4	9 61.7	14 62.8	19 62.4	24 61.2	29 59.3	34 57.0	00	
10	56.8	61.8	62.8	62.4	61.1	59.3	56.9	10	
20	57.1	61.9	62.8	62.3	61.1	59.2	56.9	20	
30	57.4	61.9	62.8	62.3	61.0	59.1	56.8	30	
40	57.7	62.0	62.8	62.3	61.0	59.1	56.7	40	
50	58.0	62.1	62.8	62.2	60.9	59.0	56.6	50	
HP	L U	L U	L U	L U	L U	L U	L U	HP	
54.0	0.3 0.9	0.3 0.9	0.4 1.0	0.5 1.1	0.6 1.2	0.7 1.3	0.9 1.5	54.0	
54.3	0.7 1.1	0.7 1.2	0.8 1.2	0.8 1.3	0.9 1.4	1.1 1.5	1.2 1.7	54.3	
54.6	1.1 1.4	1.1 1.4	1.1 1.4	1.2 1.5	1.3 1.6	1.4 1.7	1.5 1.8	54.6	
54.9	1.4 1.6	1.5 1.6	1.5 1.6	1.6 1.7	1.6 1.8	1.8 1.9	1.9 2.0	54.9	
55.2	1.8 1.8	1.8 1.8	1.9 1.8	1.9 1.9	2.0 2.0	2.1 2.1	2.2 2.2	55.2	
55.5	2.2 2.0	2.2 2.0	2.3 2.1	2.3 2.1	2.4 2.2	2.4 2.3	2.5 2.4	55.5	
55.8	2.6 2.2	2.6 2.2	2.6 2.3	2.7 2.3	2.7 2.4	2.8 2.4	2.9 2.5	55.8	

Apparent altitude (°)

Apparent altitude (')

HP : horizontal parallax
L : Lower limb
U : Upper Limb

Illustration 4: Altitude correction table for the Moon

You find HP (horizontal parallax) in the daily page at the selected time in Moon part.

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 05/22
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	4/7

Additional correction for refraction

A4 ALTITUDE CORRECTION TABLES—ADDITIONAL CORRECTIONS

ADDITIONAL REFRACTION CORRECTIONS FOR NON-STANDARD CONDITIONS

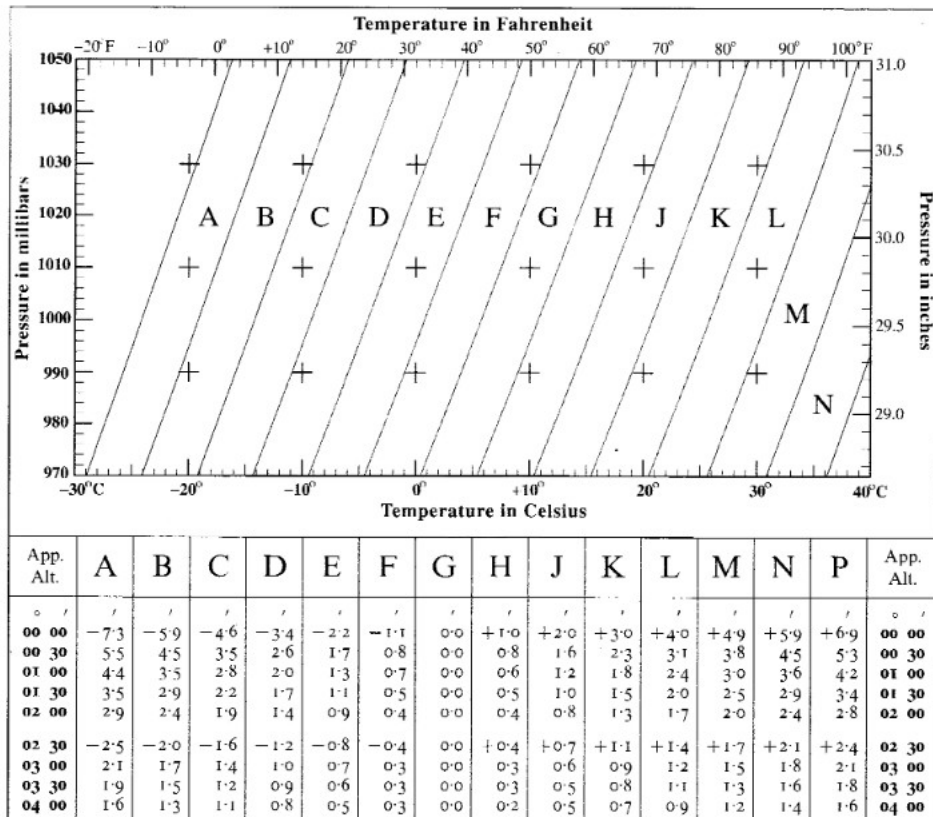


Illustration 5: Additional altitude correction table

Altitude correction / methodology

hs		
	+ IC	
	+ Dip	
ha		
	+Alt. Main correction	
	-30' for upper limb(Moon)	} Only for the moon
	+U,L, correction for Moon	
	+Additional correction for Planet	} Only for planet
	+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	
ho		

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 05/22
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	5/7

EXAMPLES

Example 1 - Sun altitude

The sextant altitudes were taken October 26, 1981; index error 1.2' on the arc; height of eye 15.0 meters ; temperature 29°; pressure 980 mb; and Sun's lower limb altitude 40°25.0' .
Find the observed altitude of the sun.

hs	40° 25,0'	
+ IC	-1,2'	(on the arc)
+ Dip	-6,8'	(h.e.15m)
ha	40° 17,0'	
+Alt. Main correction	+15,1'	
-30' for upper limb (Moon)		
+U,L, correction for Moon		
+Additional correction for Venus		
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	+0,1'	(temp. 29°C, pressure 980mb)
ho	40° 32,2'	

Example 2 : Moon altitude

The sextant altitudes 30°09.5' of the moon's upper limb were taken at 1100 UT on October 23, 1981 in latitude 50°N; index error 1.8' on the arc ; height of eye 18 meters; temperature 15°C ; pressure 960mb.
Find the observed altitude of the moon.

hs	30°09,5'	
+ IC	-1,8'	(on the arc)
+ Dip	-7,5'	(h.e.18m)
ha	30°00,2'	
+Alt. Main correction	+ 58,9'	
-30' for upper limb (Moon)	- 30,0'	(Upper limb)
+U,L, correction for Moon	+ 2,7'	(Upper limb, HP 56,1' read in daily pages October 23 at 11 :00 for the moon)
+Additional correction for Venus		
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	+0,1'	(temp. 15°C, pressure 960mb)
ho	30°31,9'	

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 05/22
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	6/7

Example 3 : Moon altitude

The sextant altitude of the moon's lower limb were taken at 1700 UT on 15th July 1981 in latitude 42°N ; index error 1.3' off the arc; height of eye 20 meters ; temperature 25°C ; pressure 1020 mb. Sextant altitude is 15°28'.

Find the true altitude of the moon

hs	15°28,0''	
+ IC	+ 1,3'	(off the arc)
+ Dip	- 7,9'	(h.e.20 m)
ha	15°21,4'	
+Alt. Main correction	+ 62,8'	
-30' for upper limb (Moon)		(lower limb)
+U,L, correction for Moon	+ 1,9'	(Lower limb, HP 55,2')
+Additionnal correction for Venus		
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	+ 0,2'	(temp. 29°C, pressure 980mb)
ho	16° 26,3'	

Example 4 : Star altitude

The sextant altitude 45°27.4' of Star Bellatrix was taken October 26, 1981; index error 1.2' on the arc; height of eye 15.0 meters ; standard atmospheric conditions.

Find the true altitude of Bellatrix

hs	45°27.4'	
+ IC	- 1,2'	(on the arc)
+ Dip	- 6,8'	(h.e.15m)
ha	45°19,4'	
+Alt. Main correction	- 1,0'	
-30' for upper limb (Moon)		
+U,L, correction for Moon		
+Additionnal correction for Venus		
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	0'	(standard pression & temperature)
ho	45° 18,4'	

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.0 – 12/21
A. Charbonnel	ALTITUDE CORRECTION & NAUTICAL ALMANAC	7/7

Example 5 : Venus altitude

On 15th April 1981, the sextant altitude of Venus $37^{\circ}46,8'$ was taken ; index error $1,5'$ on the arc ; height of eye 15.0 meters ; standard atmospheric conditions.
Find the true altitude of Venus.

hs	$37^{\circ}46,8'$	
+ IC	- $1,5'$	
+ Dip	- $6,8'$	(h.e.15m)
ha	$37^{\circ}38,5'$	
+Alt. Main correction	- $1,3'$	
-30' for upper limb (Moon)		
+U,L, correction for Moon		
+Additional correction for Venus	+ $0,1'$	
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	0'	(standard atmospheric condition)
	$37^{\circ}37,3'$	

RESSOURCES

Sources

<http://shipofficer.com/so/wp-content/uploads/2015/02/17.-Altitude.pdf>

Illustrations

ILLUSTRATION	
Illustration 1: Observed, apparent and sextant altitude	Extract from power point US power squadrons – Junior Navigation – chapter 4 slide show
Illustration 2: Dip table	Nautical Almanac
Illustration 3: Altitude correction tables for Sun, stars & planets - Dip table	Nautical Almanac
Illustration 4: Altitude correction table for the Moon	Nautical Almanac
Illustration 5: Additional altitude correction table	Nautical Almanac



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.3 – 11/23
A. Charbonnel	RAPPELS SUR LES ARCS CAPABLES	1/2

Il s'agit d'une méthode de positionnement ancienne utilisable en vue de terre, lorsque 2 ou 3 amers sont visibles.

Cette méthode présente les avantages suivants :

- elle donne une position très précise, si vous pouvez utiliser 3 amers ;
- elle permet d'utiliser des amers assez proches les uns des autres, ce qui n'est pas possible avec la méthode traditionnelle, au compas de relèvement.
- elle permet de surveiller un mouillage

De plus elle constitue une application pratique du sextant.

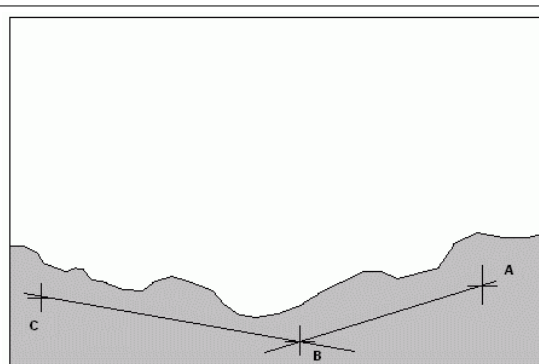
Il y a plusieurs méthodes de détermination du point par les arcs capables :

- **graphique** : 2 méthodes décrites ci-après ;
- **mécanique** : en utilisant un [stigmographe](#) ;
- **calcul** : le livre [Formules de Navigation](#) décrit cette méthode ;
- **informatique** : le logiciel [StarPilot](#) contient un module de traitement des arcs capables.

Étape 1 :

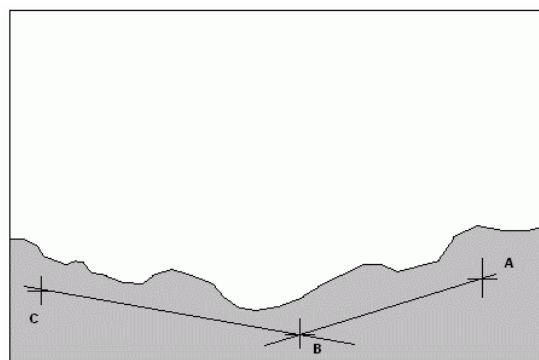
Vous êtes au large d'une côte sur laquelle vous voyez 3 amers A, B, C, que vous identifiez parfaitement sur votre carte marine.

A l'aide de votre sextant tenu horizontalement, vous mesurez exactement l'angle entre AB et l'angle entre BC



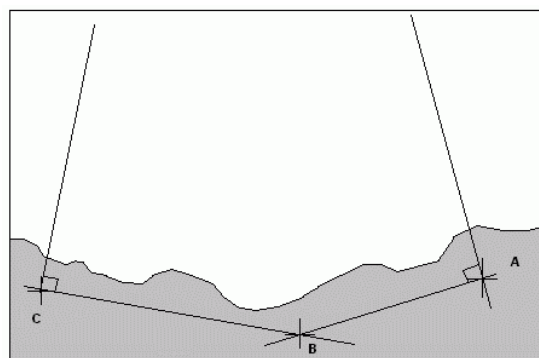
Étape 2 :

Sur votre carte (ou sur un calque posé dessus) tracez les droites joignant les amers AB et BC



Étape 3 :

Par le point A tracez la perpendiculaire à AB, et par le point C, tracez la perpendiculaire à BC



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.3 – 11/23
A. Charbonnel	RAPPELS SUR LES ARCS CAPABLES	2/2

Étape 4 :

Calculez la valeur de l'angle

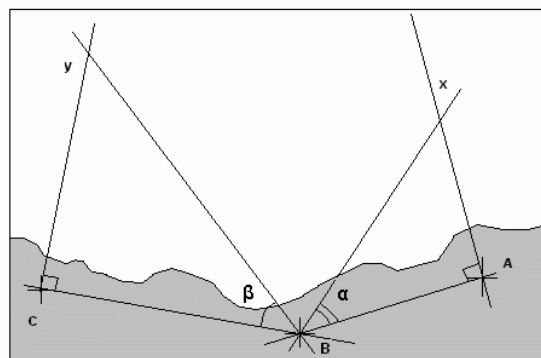
$$\alpha = 90^\circ - \text{angle}$$

$$\beta = 90^\circ - \text{angle BC}$$

(les angles AB et BC sont ceux mesurés au sextant à l'étape 1, évidemment)

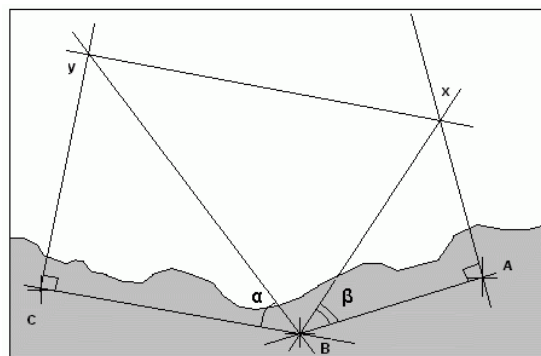
Par B, tracez la droite Bx faisant un angle α avec la droite AB, et la droite By faisant un angle β avec la droite BC.

Vous déterminez ainsi les points x et y.



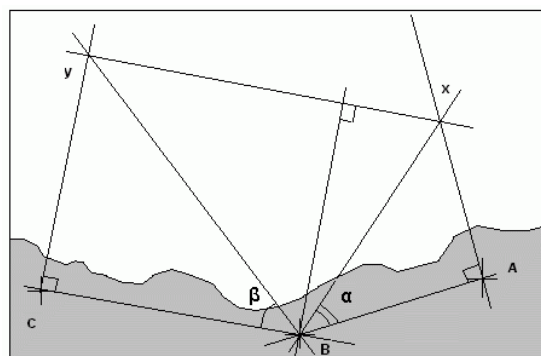
Étape 5 :

Tracez la droite passant par x et y.



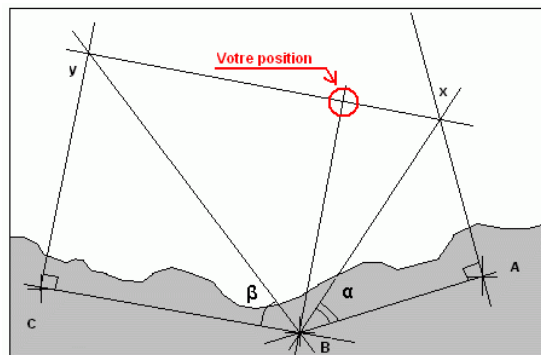
Étape 6 :

Tracez la droite perpendiculaire à xy passant par B.



Étape 7 :

Le point ainsi déterminé est votre position.



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.4 – 11/23
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - LE SEXTANT	1/1

Travail préparatoire au TP :

- Revoir le cours sur le sextant et les droites de hauteur.
- Revoir le positionnement par arcs capables.

Atelier 1 : Régler le sextant

- Effectuer la rectification du sextant.
- Effectuer la collimation du sextant sur un amer éloigné (cheminée EDF / mat de pavillon de l'hôtel de ville, Croix de St Joseph pylônes du pont de Normandie).
- Effectuer la collimation par le Soleil.
- Déterminer l'erreur de l'observateur par cette méthode.



Atelier 2 : Utiliser le sextant en navigation côtière (option)

Nota : L'objectif de cet atelier est de vous familiariser à l'utilisation du sextant (dans la pratique, on préférera faire les relevés d'angles avec l'alidade des compas).

- Relever deux ou trois angles entre les amers de votre choix.
(pavillon de la mairie, pylônes du pont de Normandie, église St Joseph, église St Denis, cheminées EDF...).
- Déterminer votre position par arc capable.

Atelier 3 : Utiliser le sextant en navigation hauturière



- Relever la hauteur sextant du soleil et l'heure de ce relevé.
- Déterminer la hauteur vraie à partir de la hauteur sextant.
- Déterminer la hauteur calculée du Soleil donnée par les éphémérides pour l'heure du relevé.



NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 11/23
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - CORRECTION DE HAUTEUR- NA	1/3

Recommandation :

- 1) Revoir votre cours sur ce sujet.
- 2) Noter dans votre carnet du marin les éléments qui vous sont nécessaires pour réaliser ces exercices AVANT de commencer les exercices.
- 3) Connaître les notations et abréviations anglo saxonnes

Matériel nécessaire : Nautical Almanac 1981 et calculatrice

Atelier 1 : Miscallenus

Exercice 1.1 Abbreviations

Explain the following abbreviations :

- UL
- LL
- DR

Exercice 1.2 On/Off the arc and error versus correction

1) Choose the right answer(s) for each picture



(a)

- ☐ Index error is on the arc
- ☐ Index error is off the arc
- ☐ Index error is positive
- ☐ Index error is negative
- ☐ Index correction is positive
- ☐ Index correction is negative



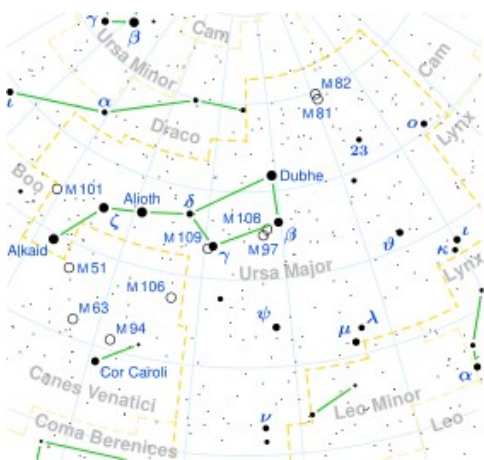
(b)

- ☐ Index error is on the arc
- ☐ Index error is off the arc
- ☐ Index error is positive
- ☐ Index error is negative
- ☐ Index correction is positive
- ☐ Index correction is negative

2) Determine the relation between the index error (IE) and the index correction(IC) .

Atelier 2 : Altitude of Stars

Exercice 2.1 : Altitude of Dubhe



On 23th july 1981, the sextant altitude of Duhbe $50^{\circ}20,2$ was taken at 20h 53min 39s UT.

Your DR position was $40^{\circ} 25' N / 32^{\circ} 40' W$.

The index error is $2'$ on the arc ; height of eye 9,7m meter; temperature $29^{\circ}C$ pressure 1030 mb

Find the true altitude of Duhbe.

*Dubhe is also name Apha Ursae Majoris.
Dubhe is, despite being designated « alpha, the second-brightest star in the constellation of Ursa Major*

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 11/23
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - CORRECTION DE HAUTEUR- NA	2/3

Exercise 2.2 : Altitude of Acrux

On 12th october 1981, the sextant altitude of Acrux $64^{\circ} 35,2'$ was taken at 20h 53min 39s UT.

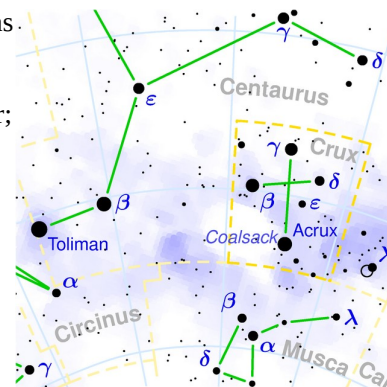
Your DR position was $40^{\circ} 25' S / 32^{\circ} 40' W$.

The index error is $2'$ off the arc ; height of eye 6.0 meter; temperature $20^{\circ}C$ and pressure 1030 hPa.

Is there a correction for the temperature/pressure ? Why ?

Find the true altitude of Acrux.

Acrux is the brightest star in the constellation Southern Crux



Atelier 3 : Altitude of the Sun

Exercise 3.1 [050150]

On 2 January 1981, you observe the lower limb of the Sun at a sextant altitude (hs) of $35^{\circ}50.4'$. The index error is $0.8'$ on the arc. The height of eye is 24 feet (7.3 meters). What is the observed altitude (Ho) ?

Exercise 3.2 (050168)

You observe the lower limb of the Sun at a sextant altitude (hs) of $45^{\circ}49.7'$ on 13 November . The index error is $1.0'$ on the arc. The height of eye is 61 feet (18.6 meters). What is the observed altitude (Ho) ?

Atelier 4 : Altitude of planet

Exercise 4.1 050173

You observe the planet Jupiter at a sextant altitude (hs) of $66^{\circ}27,6'$ on 26 May 1981. The index error is $5,2'$ on the arc. The height of eye is 52 feet. What is the observed altitude (Ho)?

Exercise 4.2 050174

During the evening twilight on 28 December 1981, the sextant altitude (hs) of the planet Venus was $29^{\circ}43,2'$. The height of eye was 40 feet. The index error was $2.0'$ on the arc. What is the observed altitude (Ho)?

Atelier 5 : Altitude of the Moon

Exercise 5.1 Altitude of the moon (LL)

At 18h 38min 11s UT, March 23, 1981, the navigator obtains a sight of the Moon's lower limb.

The azimuth is 043° and the altitude on the sextant is $hs=32^{\circ} 37,1'$.

At 18h30, the dead reckoned position was $60^{\circ} 12,6' N / 80^{\circ} 49,8' E$.

The height of eye is 68 feet, pressure is 1030 hPa, temperature $20^{\circ}C$.

The index correction is $+0.2'$.

Determine ho.

NAV-ASTRO	LE SEXTANT	V1.2 – 11/23
A. Charbonnel	TRAVAUX PRATIQUES - CORRECTION DE HAUTEUR- NA	3/3

Exercice 5.2 Altitude of the moon (UL)

At 02h 38min 11s UT, May 23, 1981, the navigator obtains a sight of the Moon's lower limb.

The bearing is 100° and the altitude on the sextant is $h_s = 18^\circ 15,3'$.

At 02h 30min, the dead reckoned position was $60^\circ 12,6'S / 80^\circ 49,8'W$

The height of eye is 15m, pressure 1030 hPa, temperature $20^\circ C$.

The index error is 2' on the arc..

Determine h_o .

Corrections partielles

Exercice 2.1 : $h_o = 50^\circ 11,9'$

Exercice 2.2 : $h_o = 64^\circ 32,4'$

Exercice 3.1 : $h_o = 35^\circ 59,7'$

Exercice 3.2: $h_o = 45^\circ 56,4'$

Exercice 4.1 : $h_o = 66^\circ 15,0'$

Exercice 4.2 : $h_o = 29^\circ 34,1'$

Exercice 5.1: $h_o = 32^\circ 21,9'$

Exercice 5.2: $h_o = 18^\circ 42,6'$



Proposition de correction
Travaux pratiques de navigation- OCQPI2 – 2023/2024

Afin d'améliorer ce document, vous pouvez me faire part de vos propositions de correction et/ou d'amélioration.

Pour transmettre vos propositions, vous pouvez me retourner cette feuille ou me transmettre vos remarques directement par mail à aude.charbonnel@supmaritime.fr

D'avance merci pour votre contribution,

A. Charbonnel

Proposition de correction

Page	Correction

Propositions d'amélioration (idées diverses, compléments, etc.) :

