



Quai
des
Voiles®
Association

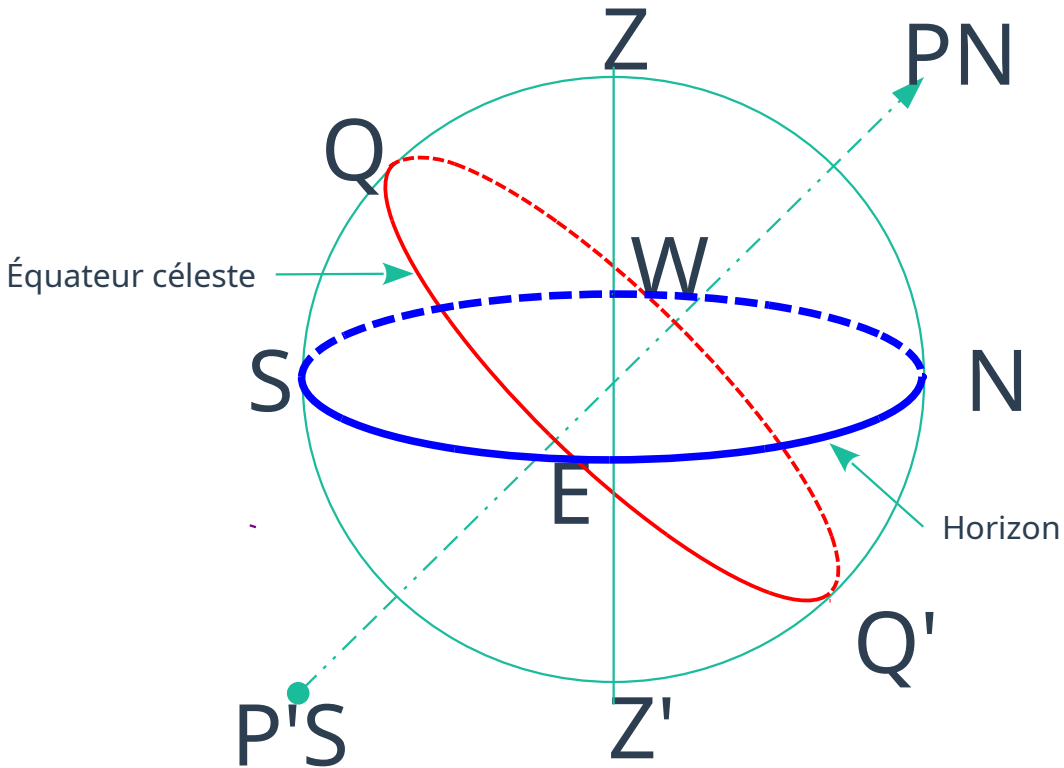
Les mardis de Quai des Voiles

Initiation à la navigation astronomique

La navigation astro

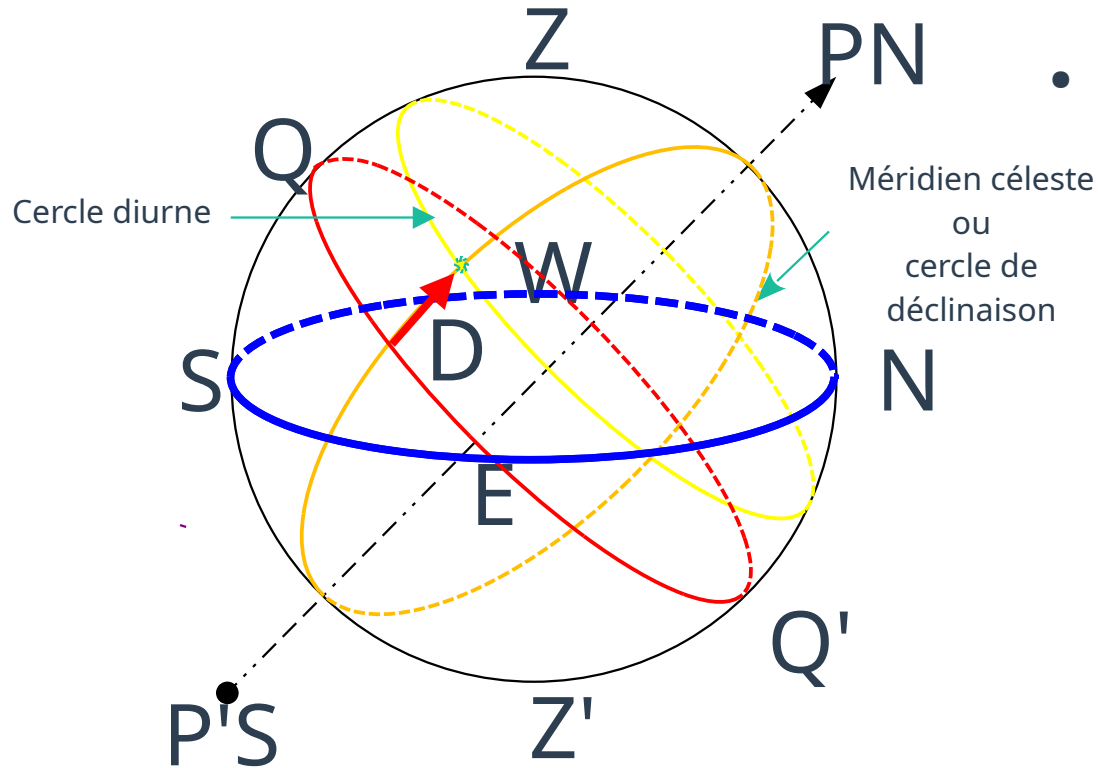
- **Pourquoi naviguer avec les étoiles ?**
- **Que peut on faire en nav. astro. ?**
- **Quel matériel est nécessaire ?**
 - Sextant, montre
 - Calculatrice, cahier, crayon, gomme..
 - Éphémérides nautiques
 - Logiciel ayant servi pour les exercices
Éphémérides Nautiques Éditeur : StrassGraüerMarina Softwares

La sphère céleste



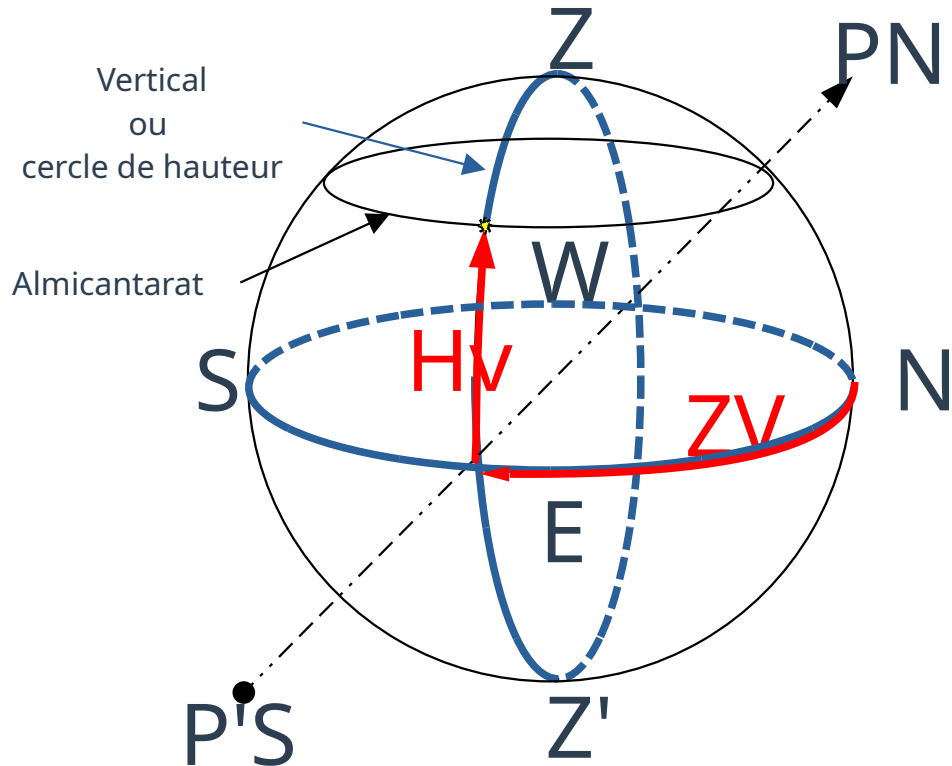
- **PN Pôle Nord (élevé)**
- **P'S Pôle Sud (abaissé)**
- **Z Zenith - Z' Nadir**
- **QQ' Equateur céleste**
- **NESW Horizon**

Coordonnées équatoriales



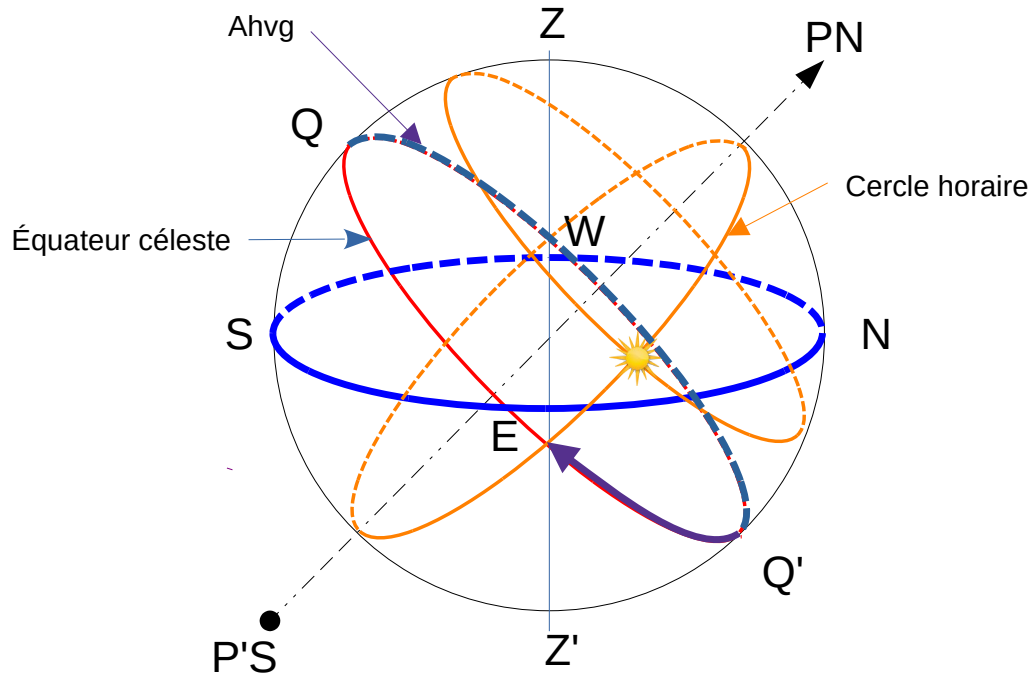
- **D Déclinaison de l'astre**
 - Angle formé entre l'équateur céleste et l'astre
 - La déclinaison du soleil est donnée dans les éphémérides

Coordonnées horizontales



- **Hv hauteur de l'astre**
 - Angle mesuré avec le sextant entre l'horizon et l'astre
- **Zv Azimut de l'astre**
 - Angle mesuré dans le sens rétrograde entre le Nord et le vertical de l'astre

Coordonnées horaires



Ahvg : Angle horaire du Soleil

- Angle mesuré entre le méridien supérieur du lieu et le cercle horaire du Soleil. Il se compte de 0° à 360° vers l'ouest
(cercle horaire = cercle de déclinaison = méridien de l'astre)

Le sextant



**Pour obtenir la hauteur vrai ,
il faut corriger la hauteur lue
sur le sextant des erreurs**

- de collimation,
- d'excentricité,
- de réfraction
- de dépression
- de parallaxe, (pour le soleil)
- de demi-diamètre, (pour le soleil)

Le sextant



- **Hi Hauteur instrumentale**
 - Hauteur lue sur le sextant
- **Collimation**
 - Erreur due au réglage des miroirs
- **Excentricité**
 - Erreur mécanique (donnée par le constructeur du sextant)

Le sextant



H_o Hauteur observé

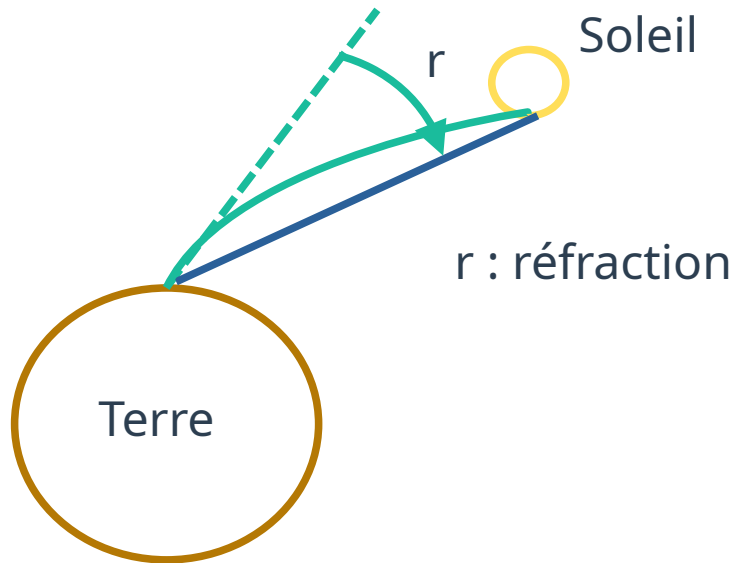
H_i + collimation + excentricité

$C = - 2$

$C = + 2$



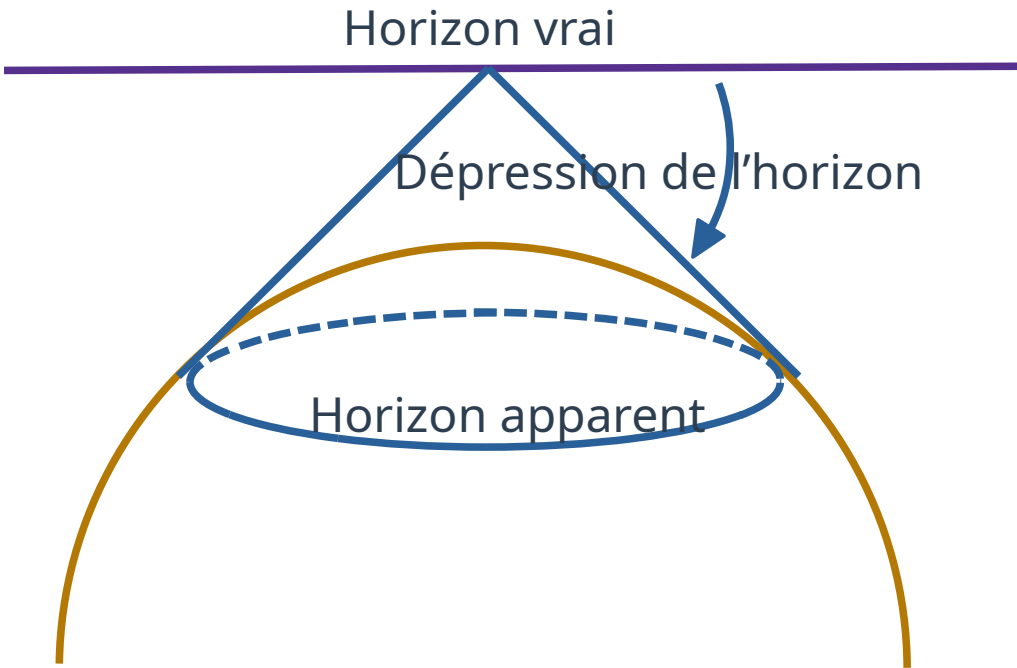
Le sextant



- **La réfraction**

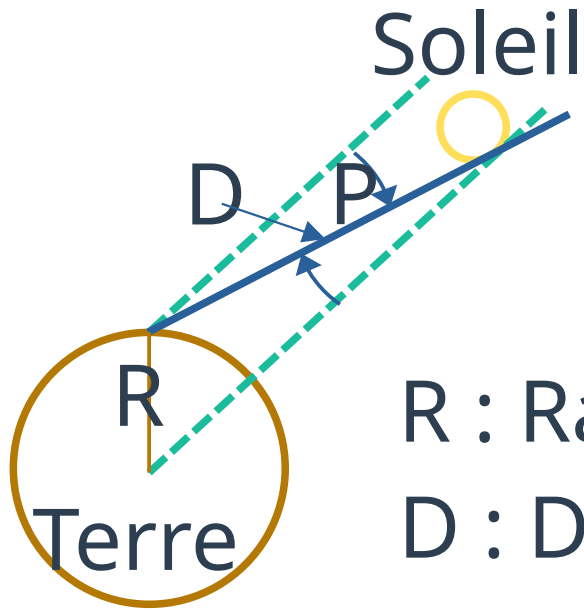
- La réfraction atmosphérique est un phénomène optique qui dévie la lumière traversant l'atmosphère
- La réfraction atmosphérique est beaucoup plus importante pour des objets proches de l'horizon que pour des objets plus près du zénith.

Le sextant



- **Horizon vrai :**
 - C'est l'horizon qui serait perçu si vous étiez au niveau de la mer.
- **Horizon apparent :**
 - C'est l'horizon que vous voyez réellement, influencé par votre hauteur d'observation.
- **Dépression de l'horizon**
 - C'est l'angle entre l'horizon vrai et l'horizon apparent. Lorsque vous êtes au-dessus du niveau de la mer, l'horizon apparent est en dessous de l'horizon vrai.

Le sextant



R : Rayon terrestre

D : Distance Terre/Soleil

P : Parallaxe

- **La parallaxe**

$$P = \text{arc tan} (R/D)$$

$$P \approx 0,15'$$

Le sextant



- **Demi diamètre du soleil**
 - Valeur moyenne 16'

Le sextant

CORRECTION DES HAUTEURS OBSERVEES DU SOLEIL.

(- réfraction moyenne - dépression + parallaxe + demi-diamètre)

BORD INFERIEUR, PREMIERE CORRECTION.

Hauteur Observée	ELEVATION DE L'OEIL											
	0,0 m	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m
7 00												
7 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7 60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
17 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
21 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
22 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
27 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30 00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30 40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Le sextant

CORRECTION DES HAUTEURS OBSERVEES DU SOLEIL.

BORD INFERIEUR, DEUXIEME CORRECTION.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
· +0,3	· +0,2	· +0,1	· 0,0	· -0,2	· -0,2	· -0,2	· -0,2	· -0,1	· +0,1	· +0,2	· +0,3

CORRECTION DES HAUTEURS OBSERVEES DU SOLEIL.

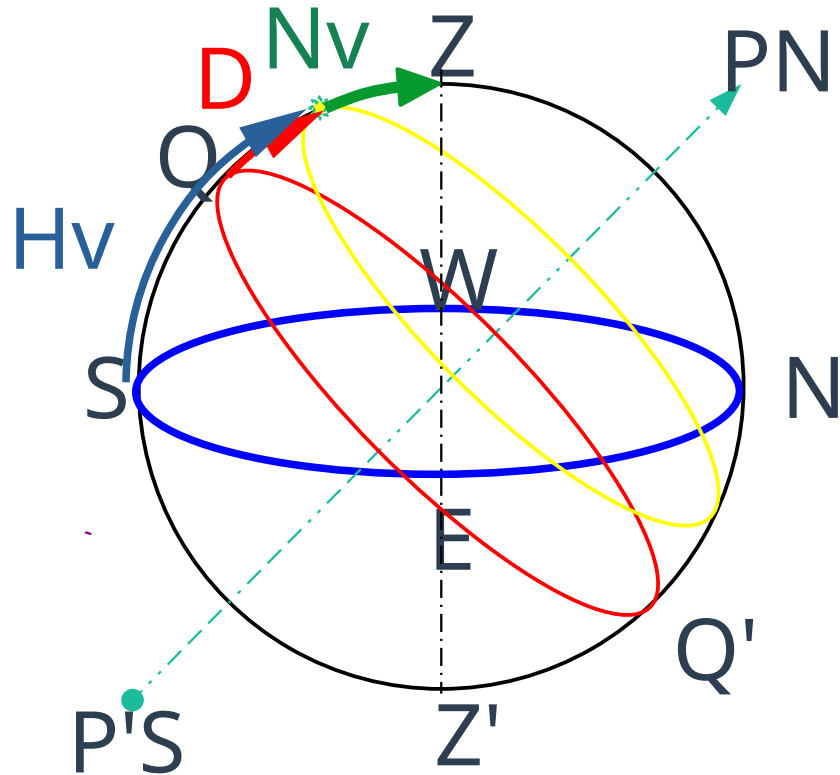
BORD SUPERIEUR, DEUXIEME CORRECTION.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
· -32,3	· -32,2	· -32,1	· -32,0	· -31,8	· -31,8	· -31,8	· -31,8	· -31,9	· -32,1	· -32,2	· -32,3

Le sextant

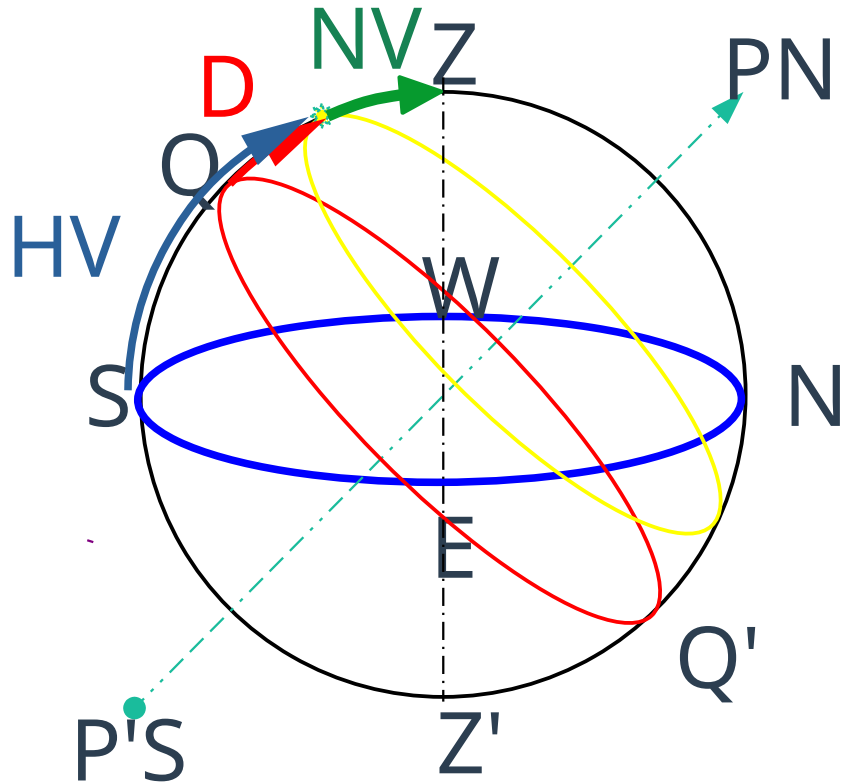
- **Hi : Hauteur instrumentale , lue sur le sextant**
- **Ho = Hi + collimation + excentricité**
- **HV = Ho + 1^{er} correction + 2eme correction**

La méridienne



La méridienne permet de connaître la latitude du navire. La mesure de la hauteur de l'astre ce fait à l'instant de son passage au méridien supérieur du lieu.

La méridienne



NV distance zénithale

$$NV = 90^\circ - HV$$

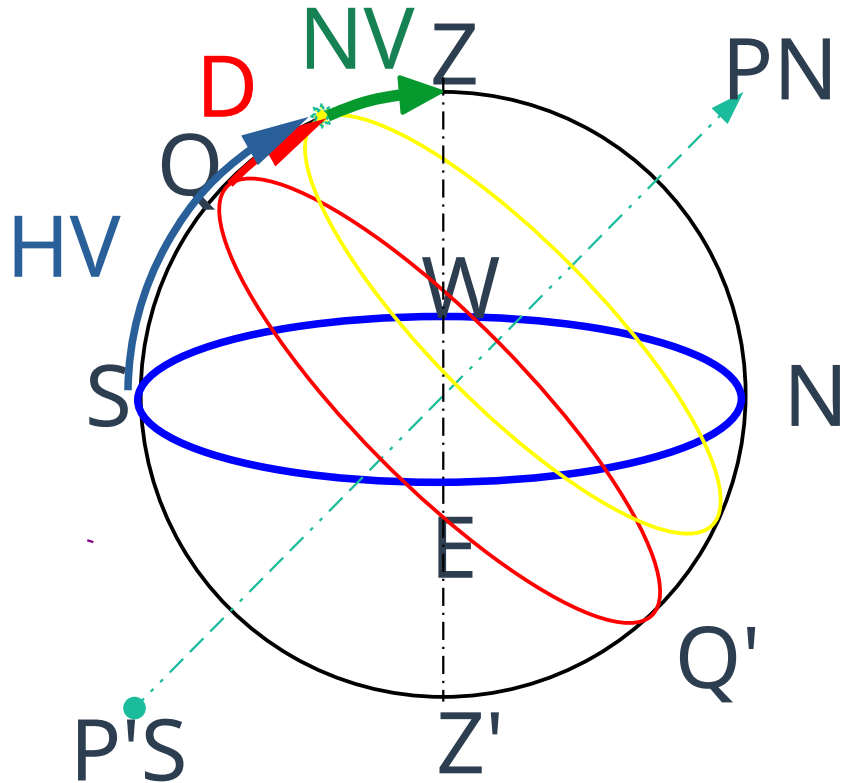
(NV porte le nom du pôle auquel on tourne le dos au moment de l'observation)

$$\text{Latitude } L = NV + D$$

Attention aux signes de la déclinaison

Nord + , Sud -

Heure de la méridienne



Les éphémérides donnent l'heure de passage du soleil au méridien de Greenwich pour chaque jour de l'année.

Il faut calculer l'heure de passage à la longitude estimée (G_e). La correction est + si G_e Ouest, - si G_e Est

Heure de la méridienne

- **Exemple :**
 - Le mardi 13 février 2024
 - Ge 20°45' W
- **Heure de passage Greenwich**
 - 12h 14m 11s
- **Calculer l'heure de la méridienne au lieu Ge**

Heure de la méridienne

- Transformer Ge en temps
 - avec les tables de conversion

12 h 14 m 11s

20° = 01 h 20 m

45' = 03 m 00s

- Heure méridienne en Ge

13 h 37 m 11 s

ARGUMENT:DEGRES DE LONGITUDE														
0° à 36°			36° à 72°			72° à 108°			108° à 144°			144° à 180°		
o	h	m	o	h	m	o	h	m	o	h	m	o	h	m
0	0	00	36	2	24	72	4	48	108	7	12	144	9	36
1	0	04	37	2	28	73	4	52	109	7	16	145	9	40
2	0	08	38	2	32	74	4	56	110	7	20	146	9	44
3	0	12	39	2	36	75	5	00	111	7	24	147	9	48
4	0	16	40	2	40	76	5	04	112	7	28	148	9	52
5	0	20	41	2	44	77	5	08	113	7	32	149	9	56

ARGUMENT:MINUTES DE LONGITUDE												
	0,00	0,25	0,50	0,75		0,00	0,25	0,50	0,75			
'	m s	m s	m s	m s	'	m s	m s	m s	m s			
0	0 00	0 01	0 02	0 03	30	2 00	2 01	2 02	2 03			
1	0 04	0 05	0 06	0 07	31	2 04	2 05	2 06	2 07			
2	0 08	0 09	0 10	0 11	32	2 08	2 09	2 10	2 11			
3	0 12	0 13	0 14	0 15	33	2 12	2 13	2 14	2 15			
4	0 16	0 17	0 18	0 19	34	2 16	2 17	2 18	2 19			
5	0 20	0 21	0 22	0 23	35	2 20	2 21	2 22	2 23			
6	0 24	0 25	0 26	0 27	36	2 24	2 25	2 26	2 27			
7	0 28	0 29	0 30	0 31	37	2 28	2 29	2 30	2 31			
8	0 32	0 33	0 34	0 35	38	2 32	2 33	2 34	2 35			
9	0 36	0 37	0 38	0 39	39	2 36	2 37	2 38	2 39			

Heure de la méridienne (calculette)

- **Transformer Ge en temps**

- La terre tourne à 15° / heure

Calcul du temps pour 20°

- $(20^\circ * 60) / 15 = 80$ min
01 h 20 min

Calcul du temps pour 45'

- $45' / 15 = 3$ min

- **Heure de passage
Greenwich**

- Le mardi 13 février 2024
- 12h 14m 11s

- **Heure méridienne en Ge**

- 12 h 14 m 11s
+01 h 23 m 00 s
13 h 37 m 11 s

La déclinaison

Heure	SOLEIL	
	A ^h vo	D
00	176 27,1	S 13 36,0
01	191 27,1	13 35,1
02	206 27,1	13 34,3
03	221 27,1	13 33,4
04	236 27,1	13 32,6
05	251 27,2	13 31,8
06	266 27,2	S 13 30,9
07	281 27,2	13 30,1
08	296 27,2	13 29,3
09	311 27,2	13 28,4
10	326 27,2	13 27,6
11	341 27,2	13 26,7
12	356 27,2	S 13 25,9
13	11 27,2	13 25,1
14	26 27,3	13 24,2
15	41 27,3	13 23,4
16	56 27,3	13 22,5
17	71 27,3	13 21,7
18	86 27,3	S 13 20,9
19	101 27,3	13 20,0
20	116 27,3	13 19,2
21	131 27,4	13 18,3
22	146 27,4	13 17,5
23	161 27,4	13 16,7
24	176 27,4	S 13 15,8
1/2 Diam.=16,2 d=0,8		

12		356 27,2		S 13 25,9	
13		11 27,2		13 25,1	
14		26 27,3		13 24,2	

- **Interpolation à vue de la Déclinaison.**

- Attention au sens de la variation
- Calculer la Déclinaison pour l'heure de la méridienne

13 h : 13°25,1' S

d pour 37 m -0,5'

13 h 37 m 13°24,6' S

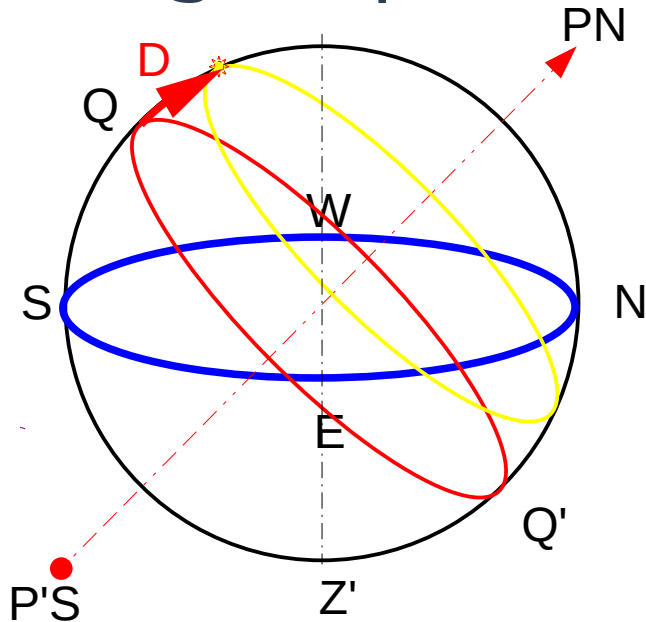
Hauteur Vrai

- $H_i = 36^\circ 49,4'$
- $C = + 3,0'$
- $H_o = 36^\circ 52,4'$
- $Cor1 \ \& \ cor2 = +11,9$
- $H_v = 37^\circ 04,3'$

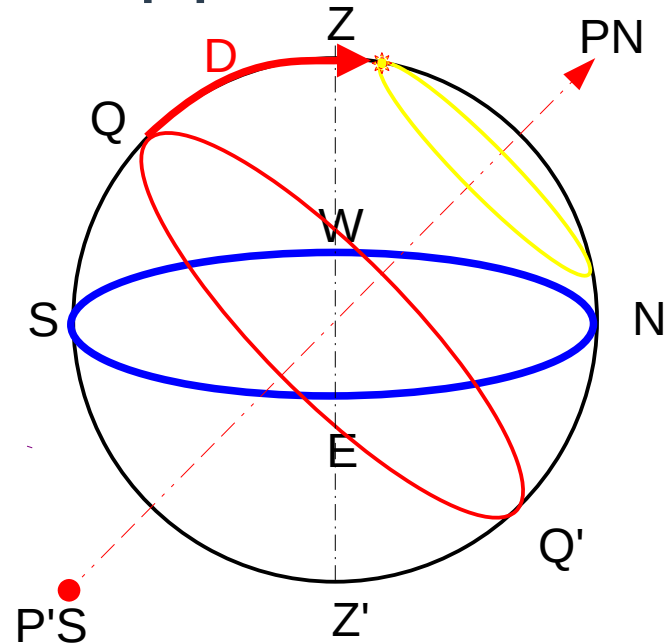
- $N_v = 90^\circ - H_v$
 $90^\circ 00,0'$
 $- 37^\circ 04,3'$
 $NV = + 52^\circ 55,7'$
- **ATTENTION** au signe de NV
 - N_v porte le nom du pôle auquel on tourne le dos pendant l'observation

Signe de N_v // L_e et D de même signe

$L_e > D$ N_v même
signe que L_e

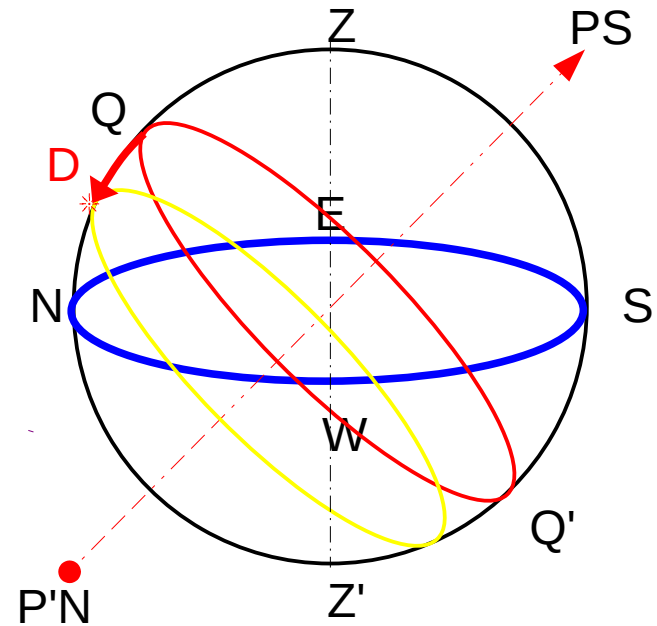
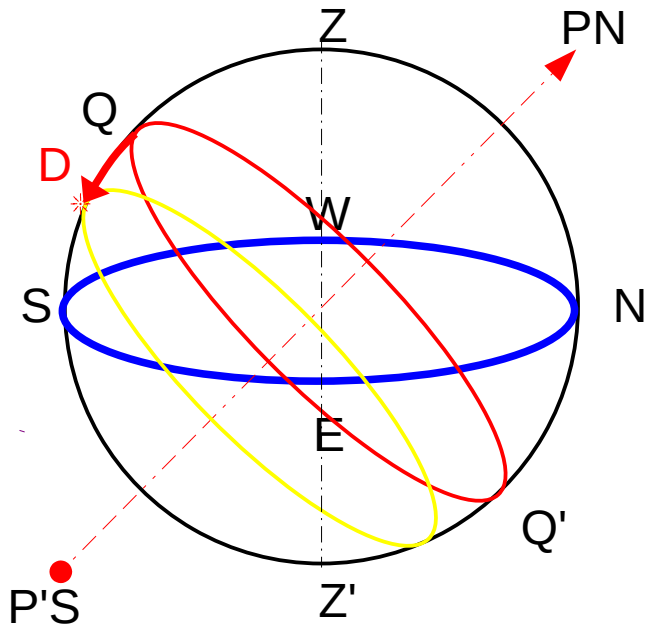


$L_e < D$ N_v signe
opposé à L_e



Signe de N_v // L_e et D signes opposés

N_v a le signe de L_e



Latitude par la méridienne

- **$L = NV + D$**

- Attention aux signes de Nv et D

$$Nv = + 52 55,7'$$

$$D = - 13^{\circ}24,6'$$

$$L = + 39^{\circ} 31,1'$$

- **Latitude = $39^{\circ} 31,1' N$**
- **Porter la méridienne sur la carte.**
 - Tracer un segment de droite horizontale à la latitude correspondante

Prochaine soirée

LA DROITE DE HAUTEUR