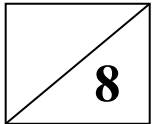


# INTERROGATION DE NAVIGATION

à remettre au CDI le vendredi 18 janvier 2008 avant 16h00	Cours : orthodromie astronomie	/
<b>DUREE</b> 4 semaines	tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle d'examen et risque l'exclusion temporaire ou définitive de toute école et d'une ou plusieurs sessions d'examen sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours publics	20

## 1 ORTHODROMIE

Vous souhaitez appareiller de Seattle (point A ; côte Ouest américaine) et vous rendre au point B situé à Yokohama (Japon) :

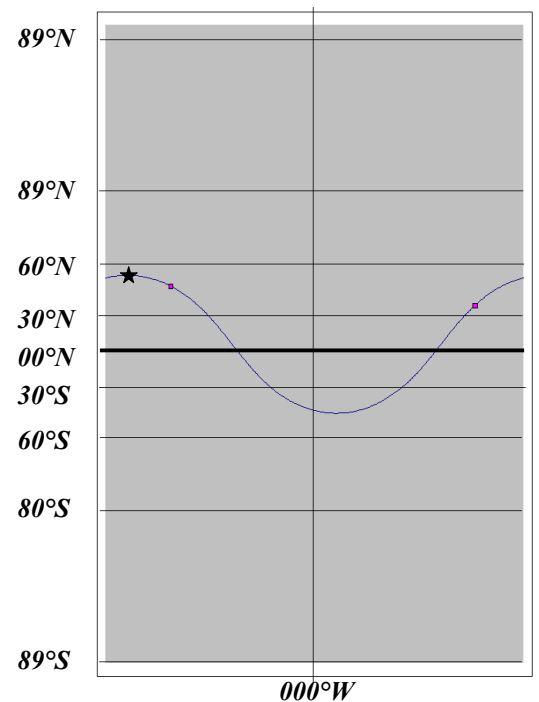


$$A : \begin{cases} \varphi_A = 48^{\circ}05,1'N \\ G_A = 124^{\circ}35,2'W \end{cases} \quad B : \begin{cases} \varphi_B = 34^{\circ}52,5'N \\ G_B = 138^{\circ}49,7'E \end{cases}$$

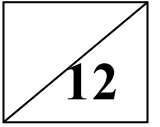
La route orthodromique fait gagner 264,7 M sur la route loxodromique mais elle survole les îles Aléoutiennes et la péninsule d'Alaska. d'autre part son vertex V est trop élevé en latitude, augmentant le risque de navigation dans les glaces ( $\varphi_v = 54^{\circ}15,2'N$ ).

Vous décidez donc de ne pas monter plus au Nord que le 50<sup>ème</sup> parallèle en suivant un parcours mixte :

- une route orthodromique de A jusqu'à 50°N ;
- puis le parallèle de latitude 50°N ;
- enfin une route orthodromique de 50°N à B.



- a) calculer la longitude des points extrêmes C et D de la route longeant le parallèle 50°N
- b) calculer la longitude du point E où votre route franchit le parallèle 40°N
- c) calculer la latitude du point F où votre route franchit la ligne de changement de date (180°W)
- d) dessiner un planisphère en projection de Mercator (largeur de la page) et placer approximativement les points A, B, C, D, E, F, V ainsi que les routes loxodromique, orthodromique puis le parcours mixte. Le but de cette question n'est pas d'obtenir une carte précise mais de situer les routes et les points entre eux ; pour cela, on pourra placer la ligne de changement de date au milieu de la carte.
- e) calculer la distance de A à B par le parcours mixte



a) dessiner une sphère locale pour un navire au point A  
 puis placer l'astre situé aux coordonnées suivantes  
 et en déduire ses coordonnées équatoriales :  $AH_{ag}$  et  $D$

$$\begin{cases} \varphi_A = 48^\circ N \\ G_A = 004^\circ W \end{cases} \quad \begin{cases} H = 15^\circ \\ Z = 220^\circ \end{cases}$$

b) en reprenant les coordonnées de la question a) dessiner le triangle de position  
 placer les points  $P_N$ , zénith  $z$ , astre  $A$   
 noter les angles  $P$ ,  $A_z$ ,  $\varphi$ ,  $D$ ,  $H$

c) dessiner une sphère locale pour un navire au point B  
 puis placer l'astre situé aux coordonnées suivante  
 et en déduire ses coordonnées horizontales :  $H$  et  $Z_v$ .

$$\begin{cases} \varphi_B = 25^\circ S \\ G_B = 090^\circ E \end{cases} \quad \begin{cases} AH_{ag} = 150^\circ \\ D = S 80^\circ \end{cases}$$

d) en reprenant les coordonnées de la question c) dessiner l'équateur vu du pôle Nord et placer :

- $Q$  : le méridien du navire
- $O$  : le méridien de Greenwich
- $A$  : le méridien de l'astre
- $\gamma$  : le méridien du point vernal, sachant que  $Ah_{so} = 300^\circ$

noter les angles  $G$ ,  $AH_{ag}$ ,  $P$ ,  $AV_a$ ,  $AR_a$ ,  $AH_{sg}$  et  $AH_{ao}$

puis calculer  $P$ ,  $AV_a$ ,  $AR_a$ ,  $AH_{sg}$  et  $AH_{ao}$

e) le 18 janvier 2008 à 08h00  $T_{cf}$  un point estimé vous place à la position C

A cette heure-là, vous observez le bord supérieur du soleil à la hauteur  $H_i = 30^\circ$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = -1,8'$	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_C = 48^\circ 58,4' S \\ G_C = 170^\circ 25,9' W \end{array} \right.$
collimation	$c = -0,5'$	
hauteur de l'oeil	11 mètres	

Les calculs vous donnent  $Z_v = 087,8^\circ$  et  $i = -5,1 M$ . Vous ne recalez pas l'estime.

Votre navire suit une route-fond  $R_f = 111^\circ$  à la vitesse-fond  $V_f = 19$  nds.

**Quelle est l'heure de la méridienne ?**

A l'instant de la méridienne, vous observez le bord inférieur du soleil à la hauteur  $H_i = 60^\circ 47,3'$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = -3,1'$	$\left. \begin{array}{l} \text{position estimée à} \\ \text{l'instant de l'observation} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \varphi_D = 49^\circ 28,4' S \\ G_D = 168^\circ 26,3' W \end{array}$
collimation	$c = -0,5'$	
hauteur de l'oeil	11 mètres	

**Calculer la latitude méridienne.**

Vous ne recalez pas l'estime.

A 20h20  $T_{cf}$  vous observez l'étoile de Procyon ( $\alpha$  du petit Chien) à la hauteur  $H_i = 19^\circ 3,7'$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = -1,1'$	$\left. \begin{array}{l} \text{position estimée à} \\ \text{l'instant de l'observation} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \varphi_E = 50^\circ 22,4' S \\ G_E = 164^\circ 47,8' W \end{array}$
collimation	$c = -0,5'$	
hauteur de l'oeil	11 mètres	

**Calculer l'azimut et l'intercepte à 20h20  $T_{cf}$  ?**

**Tracer un canevas à l'échelle locale et placer le point estimé de 20h20  $T_{cf}$  au centre dessiner les 3 droites de hauteur précédentes puis lire le point astronomique de 20h20  $T_{cf}$ .**

f) **calculer l'heure et l'azimut du soleil à son coucher**

le 18 janvier 2008 pour un observateur situé à la position F  
à l'aide des heures et azimuts donnés par les Ephémérides

$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_F = 50^\circ 20' S \\ G_F = 164^\circ 10' W \end{array} \right.$

g) **calculer votre latitude sachant que vous observez l'étoile polaire**

à la hauteur  $H_i = 51^\circ$  le 18 janvier 2008 à 20h20  $T_{cf}$  à la longitude  $G = 164^\circ 47,8' W$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = -1,1'$
collimation	$c = -0,5'$
hauteur de l'oeil	11 mètres

h) **calculer la variation du compas sachant que vous observez l'étoile polaire**

dans l'azimut  $Z_C = 351^\circ$  le 18 janvier 2008 à 20h20  $T_{cf}$   
depuis la position suivante :

$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_G = 50^\circ 20' N \\ G_G = 164^\circ 47,8' W \end{array} \right.$

i) **calculer la date et l'heure  $T_{cf}$  du solstice d'hiver de décembre 2007**

pour un observateur à la position suivante  
(cette question est subsidiaire et donnera un 21<sup>ème</sup> point)

$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_H = 32^\circ 20' N \\ G_H = 159^\circ 19' E \end{array} \right.$

# EPHEMERIDES JOURNALIERES

JEUDI, 17 JANVIER 2008																			
Heure	SOLEIL			LUNE				Lever du Soleil			Coucher du Soleil			LATI- TUDE	Lever et coucher de Lune				
	U.T.	AHvo	D	AHao	v	D	d	$\pi$	Début de l'aube	Lever	Z	Z	Coucher		Fin du crépus.	Var Lever p. 10°	Var Coucher p. 10°		
00	177	33,6	S 20 54,3	78 09,4	7,8	20 05,8	12,1	59,4	9 14	11 58	177	183	12 23	15 07	70 II	L.A.H.	-	P.D.C.	-
01	192	33,4	20 53,8	92 36,2	7,7	20 17,9	11,9	59,4	8 50	10 26	156	204	13 54	15 31	68	7 57	0,5	5 51	7,8
02	207	33,2	20 53,3	107 02,8	7,5	20 29,8	11,8	59,5	8 32	9 49	147	213	14 32	15 49	66	8 55	0,3	4 55	4,6
03	222	33,0	20 52,8	121 29,4	7,4	20 41,6	11,7	59,5	8 17	9 23	141	219	14 58	16 04	64	9 29	0,5	4 22	3,8
04	237	32,7	20 52,4	135 55,8	7,3	20 53,3	11,6	59,5	8 04	9 02	137	223	15 19	16 17	62 II	9 54	0,1	3 58	3,4
05	252	32,5	20 51,9	150 22,1	7,2	21 04,9	11,5	59,5	7 53	8 46	133	227	15 35	16 27	60 II	10 14	0,2	3 39	3,1
06	267	32,3	S 20 51,4	164 48,4	7,1	21 16,4	11,3	59,5	7 44	8 32	130	230	15 49	16 37	58	10 30	0,4	3 23	2,9
07	282	32,1	20 50,9	179 14,5	7,0	21 27,7	11,2	59,5	7 36	8 20	128	232	16 01	16 45	56	10 45	0,5	3 09	2,7
08	297	31,9	20 50,4	193 40,4	6,9	21 39,0	11,1	59,5	7 28	8 09	126	234	16 11	16 53	54	10 57	0,6	2 58	2,6
09	312	31,7	20 49,9	208 06,3	6,8	21 50,0	11,0	59,5	7 21	8 00	124	236	16 21	16 59	52 II	11 08	0,7	2 48	2,5
10	327	31,5	20 49,5	222 32,1	6,7	22 01,0	10,8	59,6	7 15	7 52	122	238	16 29	17 06	50 II	11 17	0,8	2 39	2,4
11	342	31,3	20 49,0	236 57,8	6,6	22 11,8	10,7	59,6	7 01	7 34	119	241	16 46	17 19	45	11 38	1,0	2 20	2,2
12	357	31,1	S 20 48,5	251 23,3	6,4	22 22,5	10,6	59,6	6 50	7 20	117	243	17 01	17 30	40	11 54	1,1	2 04	2,1
13	12	30,9	20 48,0	265 48,8	6,3	22 33,1	10,4	59,6	6 40	7 07	115	245	17 13	17 41	35	12 09	1,2	1 51	2,0
14	27	30,6	20 47,5	280 14,1	6,2	22 43,5	10,3	59,6	6 31	6 57	114	246	17 24	17 50	30 II	12 21	1,2	1 40	1,9
15	42	30,4	20 47,0	294 39,3	6,1	22 53,8	10,1	59,6	6 15	6 38	112	248	17 42	18 06	20 II	12 42	1,4	1 21	1,8
16	57	30,2	20 46,5	309 04,4	6,0	23 03,9	10,0	59,6	5 59	6 22	111	249	17 58	18 21	10	13 01	1,5	1 04	1,6
17	72	30,0	20 46,0	323 29,4	5,9	23 13,9	9,9	59,6	5 44	6 06	111	249	18 14	18 36	0	13 18	1,6	0 49	1,5
18	87	29,8	S 20 45,5	337 54,3	5,8	23 23,8	9,7	59,6	5 28	5 51	111	249	18 29	18 52	10 S	13 36	1,7	0 33	1,4
19	102	29,6	20 45,1	352 19,1	5,7	23 33,5	9,6	59,6	5 10	5 34	113	248	18 46	19 10	20 S	13 55	1,8	0 17	1,3
20	117	29,4	20 44,6	6 43,8	5,6	23 43,0	9,4	59,7	4 48	5 15	115	245	19 05	19 32	30 S	14 17	2,0	P.D.C.	-
21	132	29,2	20 44,1	21 08,4	5,5	23 52,4	9,3	59,7	4 35	5 04	116	244	19 16	19 45	35	14 30	2,0	P.D.C.	-
22	147	29,0	20 43,6	35 32,9	5,4	24 01,7	9,1	59,7	4 19	4 50	118	242	19 29	20 01	40	14 45	2,1	P.D.C.	-
23	162	28,8	20 43,1	49 57,2	5,3	24 10,8	8,9	59,7	3 59	4 35	121	239	19 45	20 20	45	15 02	2,2	23 54	1,1
24	177	28,6	S 20 42,6	64 21,5	5,2	24 19,8	8,8	59,7	3 34	4 16	125	235	20 04	20 45	50 S	15 25	2,4	23 30	0,9
		1/2 Diam.=16,3	d=0,5	1/2 Diam.=16,2		Age= 8,5 j	PQ		3 22	4 06	127	234	20 13	20 57	52 S	15 36	2,5	23 19	0,8
									3 07	3 56	129	231	20 23	21 12	54	15 48	2,6	23 06	0,8
									2 50	3 44	131	229	20 35	21 28	56 S	16 02	2,8	22 52	0,6

JEUDI, 17 JANVIER 2008															
Heure	Point Vernal	VENUS			MARS			JUPITER			SATURNE			Heure	
		U.T.	AHso	AHao	D	AHao	D	AHao	D	AHao	D	U.T.			
00	115	48,2	215 29,3	S 21 41,3	31 00,6	26 54,4	198 35,1	S 23 07,8	315 38,7	10 15,2	00				
01	130	50,6	230 28,5	21 41,6	46 03,5	26 54,4	213 36,9	23 07,7	330 41,3	10 15,2	01				
02	145	53,1	245 27,7	21 42,0	61 06,5	26 54,3	228 38,8	23 07,7	345 43,9	10 15,3	02				
03	160	55,5	260 26,9	21 42,3	76 09,5	26 54,3	243 40,6	23 07,7	0 46,5	10 15,4	03				
04	175	58,0	275 26,0	21 42,6	91 12,5	26 54,3	258 42,5	23 07,7	15 49,0	10 15,4	04				
05	191	00,5	290 25,2	21 42,9	106 15,4	26 54,2	273 44,3	23 07,6	30 51,6	10 15,5	05				
06	206	02,9	305 24,4	S 21 43,2	121 18,4	26 54,2	288 46,2	S 23 07,6	45 54,2	10 15,5	06				
07	221	05,4	320 23,6	21 43,5	136 21,4	26 54,2	303 48,1	23 07,6	60 56,8	10 15,6	07				
08	236	07,9	335 22,8	21 43,8	151 24,4	26 54,1	318 49,9	23 07,6	75 59,3	10 15,6	08				
09	251	10,3	350 22,0	21 44,1	166 27,3	26 54,1	333 51,8	23 07,5	91 01,9	10 15,7	09				
10	266	12,8	5 21,2	21 44,4	181 30,3	26 54,1	348 53,6	23 07,5	106 04,5	10 15,7	10				
11	281	15,3	20 20,3	21 44,7	196 33,3	26 54,0	3 55,5	23 07,5	121 07,1	10 15,8	11				
12	296	17,7	35 19,5	S 21 45,0	211 36,2	26 54,0	18 57,4	S 23 07,5	136 09,7	10 15,8	12				
13	311	20,2	50 18,7	21 45,3	226 39,2	26 54,0	33 59,2	23 07,4	151 12,2	10 15,9	13				
14	326	22,7	65 17,9	21 45,6	241 42,1	26 53,9	49 01,1	23 07,4	166 14,8	10 16,0	14				
15	341	25,1	80 17,1	21 45,9	256 45,1	26 53,9	64 02,9	23 07,4	181 17,4	10 16,0	15				
16	356	27,6	95 16,3	21 46,2	271 48,1	26 53,9	79 04,8	23 07,4	196 20,0	10 16,1	16				
17	11	30,0	110 15,4	21 46,5	286 51,0	26 53,8	94 06,7	23 07,3	211 22,6	10 16,1	17				
18	26	32,5	125 14,6	S 21 46,8	301 54,0	26 53,8	109 08,5	S 23 07,3	226 25,1	10 16,2	18				
19	41	35,0	140 13,8	21 47,1	316 56,9	26 53,7	124 10,4	23 07,3	241 27,7	10 16,2	19				
20	56	37,4	155 13,0	21 47,4	331 59,9	26 53,7	139 12,2	23 07,3	256 30,3	10 16,3	20				
21	71	39,9	170 12,2	21 47,7	347 02,8	26 53,7	154 14,1	23 07,2	271 32,9	10 16,3	21				
22	86	42,4	185 11,4	21 48,0	2 05,8	26 53,6	169 15,9	23 07,2	286 35,5	10 16,4	22				
23	101	44,8	200 10,5	21 48,3	17 08,7	26 53,6	184 17,8	23 07,2	301 38,0	10 16,5	23				
24	116	47,3	215 09,7	S 21 48,5	32 11,7	26 53,6	199 19,7	S 23 07,2	316 40,6	10 16,5	24				
			v=-0,8	d=0,3	v=+3,0	d=0,0	v=+1,9	d=0,0	v=+2,6	d=0,1					
			maq=-3,8	$\pi=0,1$	maq=-0,9	$\pi=0,2$	maq=-1,4	$\pi=0,0$	maq=+0,7	$\pi=0,0$					





# LATITUDE PAR L'ETOILE POLAIRE

on utilisera les tables A, B et C ci-dessous pour l'année 2008

(elles sont en fait basées sur l'année 2003)

Table A – Première correction à la hauteur													
Sens unique		Argument : angle horaire sidéral local $A_{Hsg}$											Sens unique
–	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	–
+	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°	270°	280°	290°	+
°	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	°
0,0	33,7	37,9	41,0	42,8	43,3	42,4	40,3	37,0	32,5	27,1	20,8	13,9	0,0
0,5	34,0	38,1	41,1	42,8	43,2	42,4	40,2	36,8	32,3	26,8	20,5	13,6	0,5
1,0	34,2	38,3	41,2	42,9	43,2	42,3	40,1	36,6	32,0	26,5	20,2	13,2	1,0
1,5	34,4	38,4	41,3	42,9	43,2	42,2	39,9	36,4	31,8	26,2	19,8	12,9	1,5
2,0	34,6	38,6	41,4	43,0	43,2	42,1	39,8	36,2	31,5	25,9	19,5	12,5	2,0
2,5	34,9	38,8	41,5	43,0	43,2	42,0	39,6	36,0	31,3	25,6	19,2	12,1	2,5
3,0	35,1	39,0	41,6	43,0	43,1	41,9	39,5	35,8	31,0	25,3	18,8	11,8	3,0
3,5	35,3	39,1	41,7	43,1	43,1	41,8	39,3	35,6	30,7	25,0	18,5	11,4	3,5
4,0	35,5	39,3	41,8	43,1	43,1	41,7	39,1	35,3	30,5	24,7	18,1	11,0	4,0
4,5	35,7	39,4	41,9	43,1	43,0	41,6	39,0	35,1	30,2	24,4	17,8	10,7	4,5
5,0	36,0	39,6	42,0	43,2	43,0	41,5	38,8	34,9	29,9	24,1	17,4	10,3	5,0
5,5	36,2	39,7	42,1	43,2	43,0	41,4	38,6	34,7	29,7	23,7	17,1	9,9	5,5
6,0	36,4	39,9	42,2	43,2	42,9	41,3	38,5	34,5	29,4	23,4	16,8	9,6	6,0
6,5	36,6	40,0	42,3	43,2	42,9	41,2	38,3	34,2	29,1	23,1	16,4	9,2	6,5
7,0	36,8	40,2	42,3	43,2	42,8	41,1	38,1	34,0	28,8	22,8	16,1	8,8	7,0
7,5	37,0	40,3	42,4	43,3	42,8	41,0	37,9	33,8	28,5	22,5	15,7	8,5	7,5
8,0	37,2	40,4	42,5	43,3	42,7	40,9	37,8	33,5	28,3	22,1	15,4	8,1	8,0
8,5	37,4	40,6	42,6	43,3	42,6	40,7	37,6	33,3	28,0	21,8	15,0	7,7	8,5
9,0	37,5	40,7	42,6	43,3	42,6	40,6	37,4	33,0	27,7	21,5	14,6	7,4	9,0
9,5	37,7	40,8	42,7	43,3	42,5	40,5	37,2	32,8	27,4	21,2	14,3	7,0	9,5
10,0	37,9	41,0	42,8	43,3	42,4	40,3	37,0	32,5	27,1	20,8	13,9	6,6	10,0
–	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	–
+	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°	270°	280°	290°	+

**Table A – Première correction à la hauteur**

Sens unique	Argument : angle horaire sidéral local $A_{lsq}$								Sens unique
	110° 290°	120° 300°	130° 310°	140° 320°	150° 330°	160° 340°	170° 350°	180° 360°	
°		'	'	'	'	'	'	'	°
0,0		(6,6)	0,9	8,4	15,7	22,4	28,5	33,7	0,0
0,5		(6,2)	1,3	8,8	16,0	22,7	28,8	34,0	0,5
1,0		(5,9)	1,7	9,2	16,4	23,1	29,1	34,2	1,0
1,5		(5,5)	2,0	9,5	16,7	23,4	29,3	34,4	1,5
2,0		(5,1)	2,4	9,9	17,1	23,7	29,6	34,6	2,0
2,5		(4,7)	2,8	10,3	17,4	24,0	29,9	34,9	2,5
3,0		(4,4)	3,2	10,6	17,7	24,3	30,2	35,1	3,0
3,5		(4,0)	3,6	11,0	18,1	24,6	30,4	35,3	3,5
4,0		(3,6)	3,9	11,4	18,4	24,9	30,7	35,5	4,0
4,5		(3,2)	4,3	11,7	18,8	25,3	31,0	35,7	4,5
5,0		(2,9)	4,7	12,1	19,1	25,6	31,2	36,0	5,0
5,5		(2,5)	5,1	12,4	19,4	25,9	31,5	36,2	5,5
6,0		(2,1)	5,4	12,8	19,8	26,2	31,7	36,4	6,0
6,5		(1,7)	5,8	13,2	20,1	26,5	32,0	36,6	6,5
7,0		(1,3)	6,2	13,5	20,5	26,8	32,3	36,8	7,0
7,5		(1,0)	6,6	13,9	20,8	27,1	32,5	37,0	7,5
8,0		(0,6)	6,9	14,2	21,1	27,4	32,8	37,2	8,0
8,5		(0,2)	7,3	14,6	21,4	27,6	33,0	37,4	8,5
9,0		0,2	7,7	14,9	21,8	27,9	33,2	37,5	9,0
9,5		0,5	8,0	15,3	22,1	28,2	33,5	37,7	9,5
10,0		0,9	8,4	15,7	22,4	28,5	33,7	37,9	10,0
+	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°	+
-	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°	360°	-



**Table B – Deuxième correction à la hauteur**

Date	Argument : angle horaire sidéral local $AHsg$									Date
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°	
1 janv.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1 janv.
1 févr.	+ 0,2	+ 0,1	0,0	- 0,1	- 0,2	- 0,1	0,0	+ 0,1	+ 0,2	1 févr.
1 mars	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,1	- 0,1	- 0,2	- 0,2	- 0,1	+ 0,1	1 mars
1 avril	0,0	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,2	0,0	- 0,2	- 0,3	- 0,2	0,0	1 avril
1 mai	- 0,2	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,2	- 0,1	- 0,3	- 0,3	- 0,2	1 mai
1 juin	- 0,3	0,0	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,3	0,0	- 0,2	- 0,4	- 0,3	1 juin
1 juill.	- 0,4	- 0,2	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,2	- 0,1	- 0,3	- 0,4	1 juill.
1 août	- 0,3	- 0,3	- 0,1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,1	- 0,2	- 0,3	1 août
1 août	- 0,2	- 0,3	- 0,2	0,0	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,2	0,0	- 0,2	1 août
1 sept.	- 0,1	- 0,2	- 0,3	- 0,2	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,2	- 0,1	1 sept.
1 oct.	+ 0,1	- 0,1	- 0,3	- 0,3	- 0,1	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,1	1 oct.
1 nov.	+ 0,3	+ 0,1	- 0,2	- 0,4	- 0,3	- 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,3	1 nov.
1 déc.	+ 0,5	+ 0,3	- 0,1	- 0,4	- 0,5	- 0,3	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,5	1 déc.
31 déc.	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,1	- 0,3	- 0,5	- 0,4	- 0,1	+ 0,3	+ 0,5	31 déc.
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°	

**Table C – Troisième correction à la hauteur (toujours additive)**

Hauteur vraie	Argument : angle horaire sidéral local $AHsg$							Hauteur vraie
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	
	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°	
°	/	/	/	/	/	/	/	°
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10
20	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	20
30	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	30
40	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	40
50	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,1	50
60	0,2	0,0	0,1	0,3	0,5	0,4	0,2	60
65	0,2	0,0	0,1	0,4	0,6	0,5	0,2	65
70	0,3	0,0	0,1	0,5	0,7	0,6	0,3	70
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	
	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°	

# AZIMUT DE L'ETOILE POLAIRE

on utilisera la table ci-dessous pour l'année 2008

(elle est en fait basée sur l'année 2003)

Azimuts de la Polaire									
Angle horaire sidéral local	Latitude Nord								Angle horaire local approché
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°	
0°	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	326°
20	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	346
40	359,9	359,9	359,9	359,9	359,9	359,9	359,8	359,8	6
60	359,6	359,6	359,6	359,6	359,5	359,5	359,3	359,2	26
80	359,4	359,4	359,4	359,3	359,3	359,1	358,9	358,7	46
100	359,3	359,3	359,2	359,2	359,1	358,9	358,6	358,3	66
120	359,2	359,2	359,2	359,1	359,0	358,8	358,4	358,1	86
140	359,2	359,2	359,2	359,1	359,0	358,8	358,4	358,2	106
160	359,4	359,3	359,3	359,2	359,2	359,1	358,7	358,4	126
180	359,6	359,5	359,5	359,5	359,4	359,3	359,1	358,9	146
200	359,8	359,8	359,8	359,8	359,7	359,7	359,6	359,5	166
220	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	186
240	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	206
260	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,4	226
280	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,5	1,8	246
300	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,6	1,9	266
320	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	286
340	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5	306
360	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	326

# SOLSTICE D'HIVER 2007

## 20 décembre 2007

Heure	SOLEIL	
	U.T.	D
00 <sup>h</sup>	180 42,5	\$ 23 25,2
01	195 42,1	23 25,3
02	210 41,8	23 25,3
03	225 41,5	23 25,4
04	240 41,2	23 25,4
05	255 40,9	23 25,4
06	270 40,6	\$ 23 25,5
07	285 40,3	23 25,5
08	300 40,0	23 25,5
09	315 39,7	23 25,6
10	330 39,4	23 25,6
11	345 39,1	23 25,7
12	0 38,7	\$ 23 25,7
13	15 38,4	23 25,7
14	30 38,1	23 25,8
15	45 37,8	23 25,8
16	60 37,5	23 25,8
17	75 37,2	23 25,9
18	90 36,9	\$ 23 25,9
19	105 36,6	23 25,9
20	120 36,3	23 25,9
21	135 36,0	23 26,0
22	150 35,7	23 26,0
23	165 35,3	23 26,0
24	180 35,0	\$ 23 26,0

## 21 décembre 2007

Heure	SOLEIL	
	U.T.	D
00 <sup>h</sup>	180 35,0	\$ 23 26,0
01	195 34,7	23 26,1
02	210 34,4	23 26,1
03	225 34,1	23 26,1
04	240 33,8	23 26,1
05	255 33,5	23 26,2
06	270 33,2	\$ 23 26,2
07	285 32,9	23 26,2
08	300 32,6	23 26,2
09	315 32,2	23 26,2
10	330 31,9	23 26,3
11	345 31,6	23 26,3
12	0 31,3	\$ 23 26,3
13	15 31,0	23 26,3
14	30 30,7	23 26,3
15	45 30,4	23 26,3
16	60 30,1	23 26,3
17	75 29,8	23 26,3
18	90 29,5	\$ 23 26,4
19	105 29,1	23 26,4
20	120 28,8	23 26,4
21	135 28,5	23 26,4
22	150 28,2	23 26,4
23	165 27,9	23 26,4
24	180 27,6	\$ 23 26,4

## 22 décembre 2007

Heure	SOLEIL	
	U.T.	D
00 <sup>h</sup>	180 27,6	\$ 23 26,4
01	195 27,3	23 26,4
02	210 27,0	23 26,4
03	225 26,7	23 26,4
04	240 26,4	23 26,4
05	255 26,0	23 26,4
06	270 25,7	\$ 23 26,4
07	285 25,4	23 26,4
08	300 25,1	23 26,4
09	315 24,8	23 26,4
10	330 24,5	23 26,4
11	345 24,2	23 26,4
12	0 23,9	\$ 23 26,4
13	15 23,6	23 26,4
14	30 23,3	23 26,4
15	45 22,9	23 26,4
16	60 22,6	23 26,4
17	75 22,3	23 26,4
18	90 22,0	\$ 23 26,4
19	105 21,7	23 26,3
20	120 21,4	23 26,3
21	135 21,1	23 26,3
22	150 20,8	23 26,3
23	165 20,5	23 26,3
24	180 20,2	\$ 23 26,3

# CORRECTIONS DE HAUTEUR

## SOLEIL

### PREMIÈRE CORRECTION.

HAUTEUR observée	ÉLÉVATION DE L'ŒIL												
	0 m	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m	12 m	14 m	16 m	18 m	20 m	22 m	24 m
7 00	+ 8,7	+ 6,2	+ 5,1	+ 4,3	+ 3,6	+ 3,0	+ 2,5	+ 2,0	+ 1,5	+ 1,1	+ 0,7	+ 0,3	- 0,1
20	9,0	6,5	5,4	4,6	4,0	3,4	2,8	2,3	1,9	1,4	1,0	0,6	+ 0,2
40	9,3	6,8	5,7	4,9	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,3	0,9	0,5
8 00	9,6	7,1	6,0	5,2	4,5	3,9	3,4	2,9	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
20	9,8	7,3	6,3	5,4	4,8	4,2	3,6	3,1	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1
40	10,1	7,5	6,5	5,7	5,0	4,4	3,9	3,4	2,9	2,5	2,1	1,7	1,3
9 00	+10,3	+ 7,7	+ 6,7	+ 5,9	+ 5,2	+ 4,6	+ 4,1	+ 3,6	+ 3,1	+ 2,7	+ 2,3	+ 1,9	+ 1,5
20	10,5	7,9	6,9	6,1	5,4	4,8	4,3	3,8	3,3	2,9	2,5	2,1	1,7
40	10,7	8,1	7,1	6,3	5,6	5,0	4,5	4,0	3,5	3,1	2,7	2,3	1,9
10 00	10,8	8,3	7,3	6,5	5,8	5,2	4,7	4,2	3,7	3,3	2,9	2,5	2,1
20	11,0	8,5	7,4	6,6	5,9	5,3	4,8	4,3	3,9	3,4	3,0	2,6	2,3
40	11,2	8,6	7,6	6,8	6,1	5,5	5,0	4,5	4,0	3,6	3,2	2,8	2,4
11 00	+11,3	+ 8,8	+ 7,7	+ 6,9	+ 6,3	+ 5,7	+ 5,1	+ 4,6	+ 4,2	+ 3,7	+ 3,3	+ 2,9	+ 2,6
30	11,5	9,0	7,9	7,1	6,5	5,9	5,3	4,8	4,4	3,9	3,5	3,1	2,8
12 00	11,7	9,2	8,1	7,3	6,7	6,1	5,5	5,0	4,6	4,1	3,7	3,3	3,0
30	11,9	9,4	8,3	7,5	6,8	6,2	5,7	5,2	4,8	4,3	3,9	3,5	3,2
13 00	12,0	9,5	8,5	7,7	7,0	6,4	5,9	5,4	4,9	4,5	4,1	3,7	3,3
30	12,2	9,7	8,6	7,8	7,1	6,5	6,0	5,5	5,1	4,6	4,2	3,8	3,5
14 00	+12,3	+ 9,8	+ 8,8	+ 8,0	+ 7,3	+ 6,7	+ 6,2	+ 5,7	+ 5,2	+ 4,8	+ 4,4	+ 4,0	+ 3,6
15 00	12,6	10,1	9,0	8,2	7,5	6,9	6,4	5,9	5,5	5,0	4,6	4,2	3,9
16 00	12,8	10,3	9,3	8,5	7,8	7,2	6,7	6,2	5,7	5,3	4,9	4,5	4,1
17 00	13,0	10,5	9,5	8,7	8,0	7,4	6,9	6,4	5,9	5,5	5,1	4,7	4,3
18 00	13,2	10,7	9,6	8,8	8,2	7,6	7,1	6,6	6,1	5,7	5,3	4,9	4,5
19 00	13,4	10,8	9,8	9,0	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,4	5,0	4,7
20 00	+13,5	+11,0	+ 9,9	+ 9,1	+ 8,5	+ 7,9	+ 7,4	+ 6,9	+ 6,4	+ 6,0	+ 5,6	+ 5,2	+ 4,8
22 00	13,8	11,3	10,2	9,4	8,7	8,1	7,6	7,1	6,7	6,2	5,8	5,4	5,1
24 00	14,0	11,5	10,4	9,6	8,9	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	6,0	5,7	5,3
17 00	14,2	11,7	10,6	9,8	9,1	8,5	8,0	7,5	7,1	6,6	6,2	5,9	5,5
28 00	14,3	11,8	10,8	10,0	9,3	8,7	8,2	7,7	7,2	6,8	6,4	6,0	5,6
30 00	14,5	12,0	10,9	10,1	9,4	8,8	8,3	7,8	7,4	6,9	6,5	6,2	5,8
32 00	+14,6	+12,1	+11,0	+10,2	+ 9,6	+ 9,0	+ 8,5	+ 8,0	+ 7,5	+ 7,1	+ 6,7	+ 6,3	+ 5,9
34 00	14,7	12,2	11,1	10,3	9,7	9,1	8,6	8,1	7,6	7,2	6,8	6,4	6,0
36 00	14,8	12,3	11,2	10,4	9,8	9,2	8,7	8,2	7,7	7,3	6,9	6,5	6,1
38 00	14,9	12,4	11,3	10,5	9,9	9,3	8,8	8,3	7,8	7,4	7,0	6,6	6,2
40 00	15,0	12,5	11,4	10,6	10,0	9,4	8,8	8,3	7,9	7,4	7,0	6,7	6,3
45 00	15,1	12,6	11,6	10,8	10,1	9,5	9,0	8,5	8,1	7,6	7,2	6,8	6,5
50 00	+15,3	+12,8	+11,7	+10,9	+10,3	+ 9,7	+ 9,2	+ 8,7	+ 8,2	+ 7,8	+ 7,4	+ 7,0	+ 6,6
55 00	15,4	12,9	11,9	11,1	10,4	9,8	9,3	8,8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,7
60 00	15,5	13,0	12,0	11,2	10,5	9,9	9,4	8,9	8,4	8,0	7,6	7,2	6,8
70 00	15,7	13,2	12,2	11,4	10,7	10,1	9,6	9,1	8,6	8,2	7,8	7,4	7,0
80 00	15,9	13,4	12,3	11,5	10,9	10,3	9,7	9,2	8,8	8,4	8,0	7,6	7,2
90 00	+16,0	+13,5	+12,5	+11,7	+11,0	+10,4	+ 9,9	+ 9,4	+ 8,9	+ 8,5	+ 8,1	+ 7,7	+ 7,3

### DEUXIÈME CORRECTION (Bord inférieur).

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	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

### DEUXIÈME CORRECTION (Bord supérieur).

-32,3	-32,2	-32,1	-32,0	-31,8	-31,8	-31,8	-31,8	--31,9	-32,1	-32,2	-32,3
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------

# CORRECTIONS DE HAUTEUR

## ETOILES

**TOUJOURS SOUSTRACTIVE**

HAUTEUR observée	ÉLÉVATION DE L'ŒIL									
	0 m	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m	12 m	14 m	16 m	18 m
7 00	7,4	10,0	11,0	11,8	12,5	13,1	13,7	14,2	14,6	15,1
20	7,1	9,7	10,7	11,5	12,2	12,8	13,3	13,8	14,3	14,7
40	6,8	9,4	10,4	11,2	11,9	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5
8 00	6,6	9,1	10,2	11,0	11,7	12,3	12,8	13,3	13,7	14,2
20	6,3	8,9	9,9	10,7	11,4	12,0	12,5	13,0	13,5	13,9
40	6,1	8,6	9,7	10,5	11,2	11,8	12,3	12,8	13,3	13,7
9 00	5,9	8,4	9,5	10,3	11,0	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5
20	5,7	8,2	9,3	10,1	10,8	11,4	11,9	12,4	12,8	13,3
40	5,5	8,0	9,1	9,9	10,6	11,2	11,7	12,2	12,6	13,1
10 00	5,3	7,8	8,9	9,7	10,4	11,0	11,5	12,0	12,5	12,9
20	5,2	7,7	8,7	9,5	10,2	10,8	11,3	11,8	12,3	12,7
40	5,0	7,5	8,6	9,4	10,1	10,7	11,2	11,7	12,1	12,6
11 00	4,9	7,4	8,4	9,2	9,9	10,5	11,0	11,5	12,0	12,4
30	4,7	7,2	8,2	9,0	9,7	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2
12 00	4,5	7,0	8,0	8,8	9,5	10,1	10,6	11,1	11,6	12,0
30	4,3	6,8	7,8	8,7	9,3	9,9	10,5	11,0	11,4	11,9
13 00	4,1	6,6	7,7	8,5	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2	11,7
30	4,0	6,5	7,5	8,3	9,0	9,6	10,1	10,6	11,1	11,5
14 00	3,8	6,3	7,4	8,2	8,9	9,5	10,0	10,5	10,9	11,4
15 00	3,6	6,1	7,1	7,9	8,6	9,2	9,7	10,2	10,7	11,1
16 00	3,3	5,9	6,9	7,7	8,4	9,0	9,5	10,0	10,4	10,9
17 00	3,1	5,7	6,7	7,5	8,2	8,8	9,3	9,8	10,2	10,7
18 00	3,0	5,5	6,5	7,3	8,0	8,6	9,1	9,6	10,1	10,5
19 00	2,8	5,3	6,3	7,1	7,8	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3
20 00	2,7	5,2	6,2	7,0	7,7	8,3	8,8	9,3	9,8	10,2
22 00	2,4	4,9	5,9	6,7	7,4	8,0	8,5	9,0	9,5	9,9
24 00	2,2	4,7	5,7	6,5	7,2	7,8	8,3	8,8	9,3	9,7
26 00	2,0	4,5	5,5	6,3	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5
28 00	1,8	4,3	5,4	6,2	6,8	7,4	8,0	8,5	8,9	9,3
30 00	1,7	4,2	5,2	6,0	6,7	7,3	7,8	8,3	8,8	9,2
32 00	1,5	4,0	5,1	5,9	6,6	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1
34 00	1,4	3,9	5,0	5,8	6,5	7,1	7,6	8,1	8,5	9,0
36 00	1,3	3,8	4,9	5,7	6,4	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9
38 00	1,2	3,7	4,8	5,6	6,3	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8
40 00	1,2	3,7	4,7	5,5	6,2	6,8	7,3	7,8	8,2	8,7
45 00	1,0	3,5	4,5	5,3	6,0	6,6	7,1	7,6	8,0	8,5
50 00	0,8	3,3	4,4	5,2	5,8	6,4	6,9	7,4	7,9	8,3
55 00	0,7	3,2	4,2	5,0	5,7	6,3	6,8	7,3	7,8	8,2
60 00	0,6	3,1	4,1	4,9	5,6	6,2	6,7	7,2	7,6	8,1
70 00	0,4	2,9	3,9	4,7	5,4	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9
80 00	0,2	2,7	3,7	4,5	5,2	5,8	6,3	6,8	7,2	7,7
90 00	0,0	2,5	3,5	4,3	5,0	5,6	6,1	6,6	7,1	7,5

# COORDONNEES DES ETOILES

ETOILES 2008												
N°	ASCENSION DROITE	CONSTELLATION	NOM	MAGNITUDE	ASCENSION VERSE							
					1 <sup>er</sup> janv.	1 <sup>er</sup> mars	1 <sup>er</sup> mai	1 <sup>er</sup> juill.	1 <sup>er</sup> sept.	1 <sup>er</sup> nov.	31 d'Úc.	
29	5 15 <sup>h m</sup>	β Orion	<b>Rigel</b>	+0,1	281°	15,7	15,9	16,1	16,0	15,6	15,1	14,9
30	5 26	γ Orion	<b>Bellatrix</b>	+1,6	278	36,1	36,2	36,5	36,3	35,9	35,5	35,3
31	5 27	β Taureau	<b>El Nath</b>	+1,6	278	17,5	17,6	17,9	17,7	17,3	16,8	16,5
32	5 29	β Lipvre	<b>Ihthal</b>	+2,8	277	50,7	50,9	51,1	51,1	50,7	50,2	50,0
33	5 32	δ Orion	<b>Mintaka</b>	+2,2	276	53,3	53,4	53,6	53,6	53,2	52,7	52,5
34	5 33	α Lipvre	<b>Arneb</b>	+2,6	276	43,3	43,4	43,7	43,6	43,2	42,8	42,6
35	5 36	ι Orion	<b>Hair al Saif</b>	+2,8	276	02,2	02,3	02,5	02,4	02,1	01,6	01,4
36	5 37	ε Orion	<b>Alnilam</b>	+1,7	275	50,3	50,4	50,6	50,5	50,1	49,7	49,4
37	5 41	ζ Orion	<b>Alnitak</b>	+2,0	274	42,1	42,2	42,4	42,4	42,0	41,5	41,3
38	5 40	α Colombe	<b>Phaet</b>	+2,6	275	00,4	00,6	00,9	00,9	00,5	00,1	59,8
39	5 48	κ Orion	<b>Saiph</b>	+2,1	272	57,5	57,6	57,8	57,8	57,4	57,0	56,7
40	5 56	α Orion	<b>Betelgeuse</b>	+0,5	271	05,5	05,5	05,8	05,7	05,3	04,9	04,6
41	6 00	β Cocher	<b>Menkalinan</b>	+1,9	269	57,6	57,7	58,0	58,0	57,5	56,8	56,4
42	6 00	θ Cocher		+2,6	269	55,4	55,5	55,8	55,7	55,2	54,7	54,3
43	6 23	μ Gúmeaux	<b>Tejat Post.</b>	+2,9	264	07,8	07,9	08,1	08,1	07,7	07,2	06,8
44	6 23	β Grand Chien	<b>Murzim</b>	+2,0	264	13,8	13,8	14,1	14,1	13,8	13,3	13,0
45	6 24	α Carène	<b>Canopus</b>	-0,7	263	57,5	57,7	58,2	58,4	58,0	57,4	57,1
46	6 38	γ Gúmeaux	<b>Alhena</b>	+1,9	260	26,9	26,9	27,2	27,1	26,8	26,3	26,0
47	6 46	α Grand Chien	<b>Sirius</b>	-1,5	258	37,0	37,1	37,4	37,4	37,1	36,6	36,3
48	6 50	τ Poupe		+2,9	257	27,4	27,6	28,1	28,3	28,0	27,4	27,0
49	6 59	ε Grand Chien	<b>Adara</b>	+1,5	255	15,4	15,5	15,8	15,9	15,6	15,1	14,8
50	7 09	δ Grand Chien	<b>Wezen</b>	+1,8	252	48,8	48,8	49,1	49,2	48,9	48,5	48,1
51	7 17	π Poupe		+2,7	250	38,1	38,2	38,6	38,7	38,4	37,9	37,6
52	7 24	η Grand Chien	<b>Aludra</b>	+2,5	248	53,4	53,4	53,7	53,8	53,6	53,1	52,7
53	7 28	β Petit Chien	<b>Gomeisa</b>	+2,9	248	05,8	05,7	06,0	06,0	05,7	05,3	04,9
54	7 35	α Gúmeaux	<b>Castor</b>	+2,9	246	12,8	12,7	13,0	13,0	12,7	12,2	11,7
55	7 35	α Gúmeaux	<b>Castor</b>	+2,0	246	12,8	12,7	13,0	13,0	12,7	12,2	11,7
56	7 40	α Petit Chien	<b>Procyon</b>	+0,4	245	03,7	03,7	03,9	04,0	03,7	03,3	02,9

ETOILES 2008												
N°	ASCENSION DROITE	CONSTELLATION	NOM	MAGNITUDE	DECLINAISON							
					1 <sup>er</sup> janv.	1 <sup>er</sup> mars	1 <sup>er</sup> mai	1 <sup>er</sup> juill.	1 <sup>er</sup> sept.	1 <sup>er</sup> nov.	31 d'Úc.	
29	5 15 <sup>h m</sup>	β Orion	<b>Rigel</b>	+0,1	S 8°	11,5	11,6	11,5	11,4	11,2	11,3	11,4
30	5 26	γ Orion	<b>Bellatrix</b>	+1,6	H 6	21,5	21,4	21,5	21,5	21,6	21,6	21,5
31	5 27	β Taureau	<b>El Nath</b>	+1,6	H 28	37,0	37,0	37,0	36,9	36,9	37,0	37,0
32	5 29	β Lipvre	<b>Ihthal</b>	+2,8	S 20	45,1	45,3	45,2	45,0	44,8	44,9	45,1
33	5 32	δ Orion	<b>Mintaka</b>	+2,2	S 0	17,5	17,6	17,6	17,5	17,3	17,4	17,5
34	5 33	α Lipvre	<b>Arneb</b>	+2,6	S 17	48,9	49,1	49,0	48,8	48,6	48,7	48,9
35	5 36	ι Orion	<b>Hair al Saif</b>	+2,8	S 5	54,2	54,3	54,3	54,2	54,0	54,0	54,2
36	5 37	ε Orion	<b>Alnilam</b>	+1,7	S 1	11,7	11,8	11,8	11,7	11,6	11,6	11,7
37	5 41	ζ Orion	<b>Alnitak</b>	+2,0	S 1	56,2	56,3	56,3	56,2	56,1	56,1	56,2
38	5 40	α Colombe	<b>Phaet</b>	+2,6	S 34	04,2	04,4	04,3	04,0	03,8	03,9	04,2
39	5 48	κ Orion	<b>Saiph</b>	+2,1	S 9	40,0	40,1	40,0	39,9	39,7	39,8	40,0
40	5 56	α Orion	<b>Betelgeuse</b>	+0,5	H 7	24,6	24,5	24,5	24,6	24,7	24,7	24,6
41	6 00	β Cocher	<b>Menkalinan</b>	+1,9	H 44	57,0	57,1	57,1	56,9	56,9	56,9	57,0
42	6 00	θ Cocher		+2,6	H 37	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,8	12,8
43	6 23	μ Gúmeaux	<b>Tejat Post.</b>	+2,9	H 22	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6
44	6 23	β Grand Chien	<b>Murzim</b>	+2,0	S 17	57,5	57,7	57,7	57,5	57,3	57,4	57,6
45	6 24	α Carène	<b>Canopus</b>	-0,7	S 52	41,9	42,2	42,2	41,9	41,6	41,7	42,0
46	6 38	γ Gúmeaux	<b>Alhena</b>	+1,9	H 16	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,5
47	6 46	α Grand Chien	<b>Sirius</b>	-1,5	S 16	43,6	43,7	43,7	43,6	43,4	43,4	43,7
48	6 50	τ Poupe		+2,9	S 50	37,4	37,7	37,7	37,4	37,1	37,2	37,5
49	6 59	ε Grand Chien	<b>Adara</b>	+1,5	S 28	58,9	59,1	59,2	59,0	58,7	58,8	59,0
50	7 09	δ Grand Chien	<b>Wezen</b>	+1,8	S 26	24,3	24,5	24,5	24,4	24,1	24,2	24,4
51	7 17	π Poupe		+2,7	S 37	06,6	06,9	06,9	06,7	06,5	06,5	06,8
52	7 24	η Grand Chien	<b>Aludra</b>	+2,5	S 29	19,0	19,3	19,3	19,1	18,9	18,9	19,2
53	7 28	β Petit Chien	<b>Gomeisa</b>	+2,9	H 8	16,4	16,4	16,4	16,4	16,5	16,4	16,3
54	7 35	α Gúmeaux	<b>Castor</b>	+2,9	H 31	52,3	52,3	52,4	52,3	52,2	52,1	52,1
55	7 35	α Gúmeaux	<b>Castor</b>	+2,0	H 31	52,2	52,3	52,3	52,3	52,2	52,1	52,1
56	7 40	α Petit Chien	<b>Procyon</b>	+0,4	H 5	12,3	12,2	12,2	12,3	12,3	12,3	12,1

# CORRECTION

## 1 ORTHODROMIE

position de départ			position d'arrivée			1er tronçon	
$\varphi_1 =$	48° 05,1'	N	$\varphi_2 =$	34° 52,5'	N	Durée =	24 heures
$G_1 =$	124° 35,2'	W	$G_2 =$	138° 49,7'	E	$V_f =$	15,0 nd

$G_2 - G_1 =$	-263,415°	< -180° donc il faut prendre la route par l'Ouest	<i>ENMM MARSEILLE PEMLB</i>
$g =$	96,585°		$g = G_2 - G_1 + 360°$
$m_o =$	4124,3 M		$m_o = 60 \cdot \arccos(\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos g)$
$A =$	060,988°		$A = \arccos((\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos(m_o/60)) / (\cos \varphi_1 \cdot \sin(m_o/60)))$
$V =$	299,012°	puisque $g > 0$ on obtient	$V = 360° - A$
$ \varphi_v  =$	54,253°		$ \varphi_v  = \arccos(\cos \varphi_1 \cdot \sin A)$
$\varphi_v =$	54° 15,2' N	puisque $A < 90$ on obtient	$\varphi > 0$ latitude NORD
$ G_2 - G_1  =$	36,696°		$ G_v - G_1  = \arccos(\tan \varphi_1 / \tan \varphi_v)$
$G_v =$	161° 17,0' W	puisque $g > 0$ on obtient	$G_v = G_1 + \arccos(\tan \varphi_1 / \tan \varphi_v)$

a) on cherche les coordonnées des points C et D de latitude  $\varphi_D = 50°N$  tout en franchissant la plus courte distance. Les points C et D sont donc des vertex de routes orthodromiques, la première partant de A vers l'Ouest et la seconde partant de B vers l'Est.

$$G_C = G_A + \arccos \frac{\tan \varphi_A}{\tan \varphi_C} \text{ avec un + devant l'arcosinus car de A vers C on se déplace vers l'Ouest.}$$

$$\text{Donc } G_C = +124° 35,2' + \arccos \frac{\tan +48° 05,1'}{\tan +50°}$$

Finalemnt  $G_C = 145° 24,4' W$

$$G_D = G_B - \arccos \frac{\tan \varphi_B}{\tan \varphi_D} \text{ avec un - devant l'arcosinus car de B vers D on se déplace vers l'Est.}$$

$$\text{Donc } G_D = -138° 49,7' - \arccos \frac{\tan 34° 52,5'}{\tan 50°}$$

Finalemnt  $G_D = -193° 02,3' + 360°$  soit  $G_D = 166° 57,7' W$

b) le parallèle  $\varphi_E = 40°N$  est situé entre les points D ( $\varphi_D = 50°N$ ) et B ( $\varphi_B = 34° 52,5'N$ ) donc sur la seconde route orthodromique, de vertex D.

$$G_D = G_E - \arccos \frac{\tan \varphi_E}{\tan \varphi_D} \text{ avec un - devant l'arcosinus car de E vers D on se déplace vers l'Est.}$$

$$\text{Donc } G_E = G_D + \arccos \frac{\tan \varphi_E}{\tan \varphi_D} = +166° 57,7' + \arccos \frac{\tan 40°}{\tan 50°}$$

Finalemnt  $G_E = +212° 12,3' - 360°$  soit  $G_E = 147° 47,6' E$

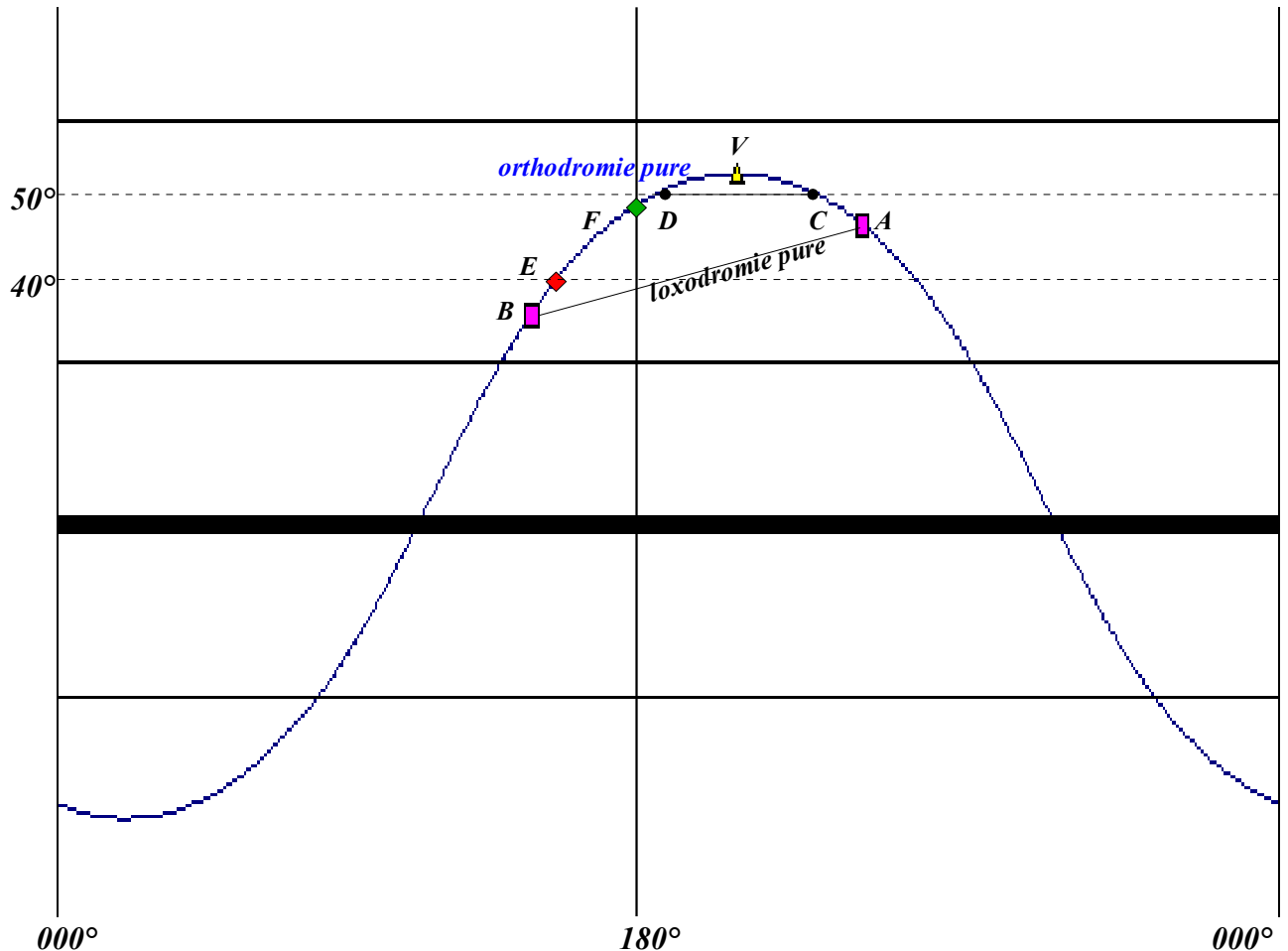
c) la ligne de changement de date est franchie au point F sur la route orthodromique partant du point B ( $G_B = 138^\circ 49,7'E$ ) et allant vers l'Est jusqu'au vertex D ( $G_D = 166^\circ 57,7'W$ ).

$$G_D = G_F - \arccos \frac{\tan \varphi_F}{\tan \varphi_D} \text{ avec un - devant l'arc cosinus car de F vers D on se déplace vers l'Est.}$$

$$\text{donc } \varphi_F = \arctan(\tan \varphi_D \cdot \cos(G_D - G_F)) = \arctan(\tan(50^\circ) \cdot \cos(+166^\circ 57,7' - 180^\circ))$$

Finaleme<sup>nt</sup>  $\varphi_F = 49^\circ 15,7' N$

d) croquis des routes orthodromique, loxodromique et mixte



e) la distance totale du parcours mixte est la somme des distances de :

- la route orthodromique de A à C :  $m_{o1}$
- la route loxodromique de C à D :  $m_l$
- la route orthodromique de D à B :  $m_{o2}$

$$m_{o1} = \arccos(\sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_C + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_C \cdot \cos(G_C - G_A)) = 824,1 M$$

$$m_l = 60 \cdot |G_C - G_D| \cdot \cos 50^\circ = 831,3 M$$

$$m_{o2} = \arccos(\sin \varphi_D \cdot \sin \varphi_B + \cos \varphi_D \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos(G_D - G_B)) = 2503,2 M$$

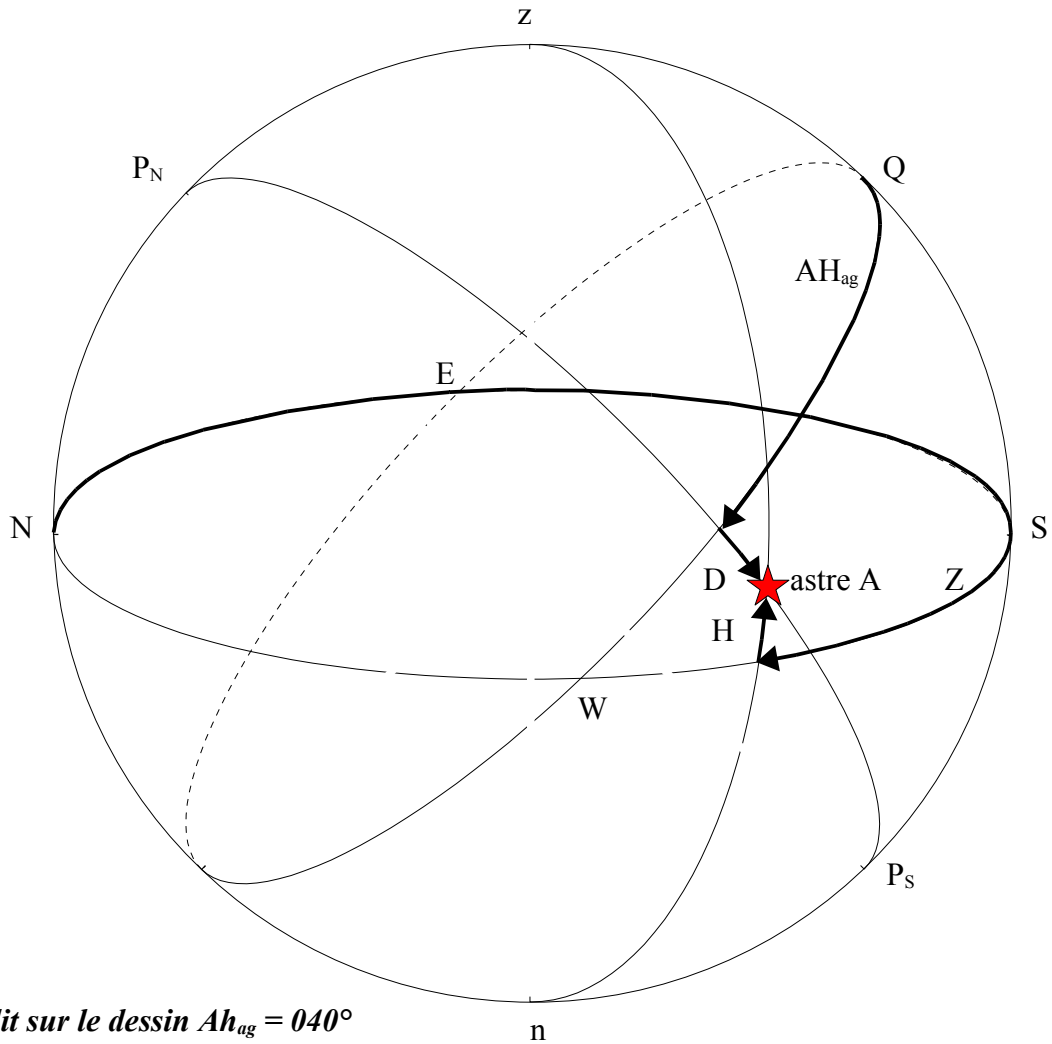
$$m_{o1} + m_l = m_{o2} = 4158,6$$

La distance totale du parcours mixte est de 4158,6 M, soit 34,3 M de plus que la route orthodromique et 230,4 M de moins que la route loxodromique.



## 2 ASTRONOMIE

a)



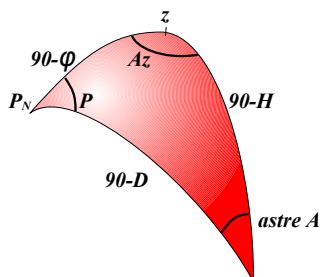
On lit sur le dessin  $Ah_{ag} = 040^\circ$

$D = S 15^\circ$

Plus précisément par le calcul,  $Ah_{ag} = 040^\circ 38'$  et  $D = S 17^\circ 38'$

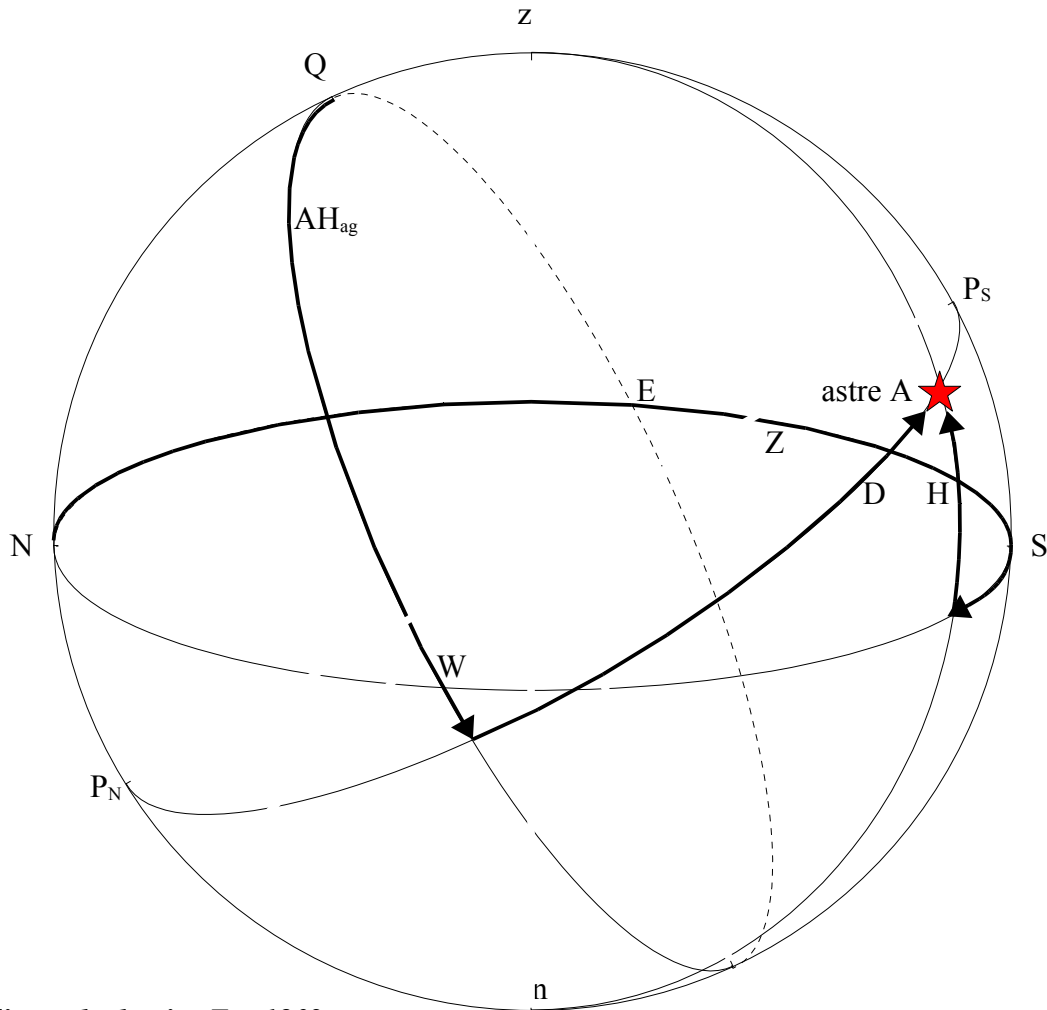
latitude estimée à cet instant	$\varphi_e =$	<b><math>48^\circ 00,0'</math></b>	<b>N</b>				
longitude estimée à cet instant	$G_e =$	<b><math>004^\circ 00,0'</math></b>	<b>W</b>				
numéro du fuseau	f =	+0					
heure de l'observation à Greenwich	$T_{cp} =$	<b>19:0:0</b>				$T_{cp} = T_{cf} + f$	
		$AH_{ao}$		D			
calcul de l'angle horaire à Greenwich et de la déclinaison	19:00:00	<b><math>044^\circ 38,0'</math></b>	<b>S</b>	<b><math>17^\circ 38,0'</math></b>			
	19:0:0	<b><math>044^\circ 38,0'</math></b>	<b>S</b>	<b><math>17^\circ 38,0'</math></b>		interpollations	
	20:00:00	<b><math>117^\circ 22,0'</math></b>	<b>S</b>	<b><math>20^\circ 22,9'</math></b>			
calcul de l'angle horaire au méridien local	$AH_{ag} =$	<b><math>040^\circ 38,0'</math></b>				$AH_{ag} = AH_{ao} - G$	
calcul de l'angle au pôle	P =	<b><math>040^\circ 38,0'</math></b>		<b>astre à l'Ouest</b>		$P = AH_{ag}$	
calcul de la hauteur estimée	$H_e =$	<b><math>015^\circ 00,0'</math></b>		$H_e = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$			
calcul de l'azimut zénithal	$A_z =$	<b><math>140,0^\circ</math></b>		$A_z = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$			
calcul de l'azimut	Z =	<b><math>220,0^\circ</math></b>		<b>astre à l'Ouest</b>		$Z = 360 - A_z$	

b)



Le triangle de position est dessiné en reproduisant le triangle sphérique de la sphère ci-dessus limité par les sommets  $P_N$ ,  $z$  et astre A.

c)

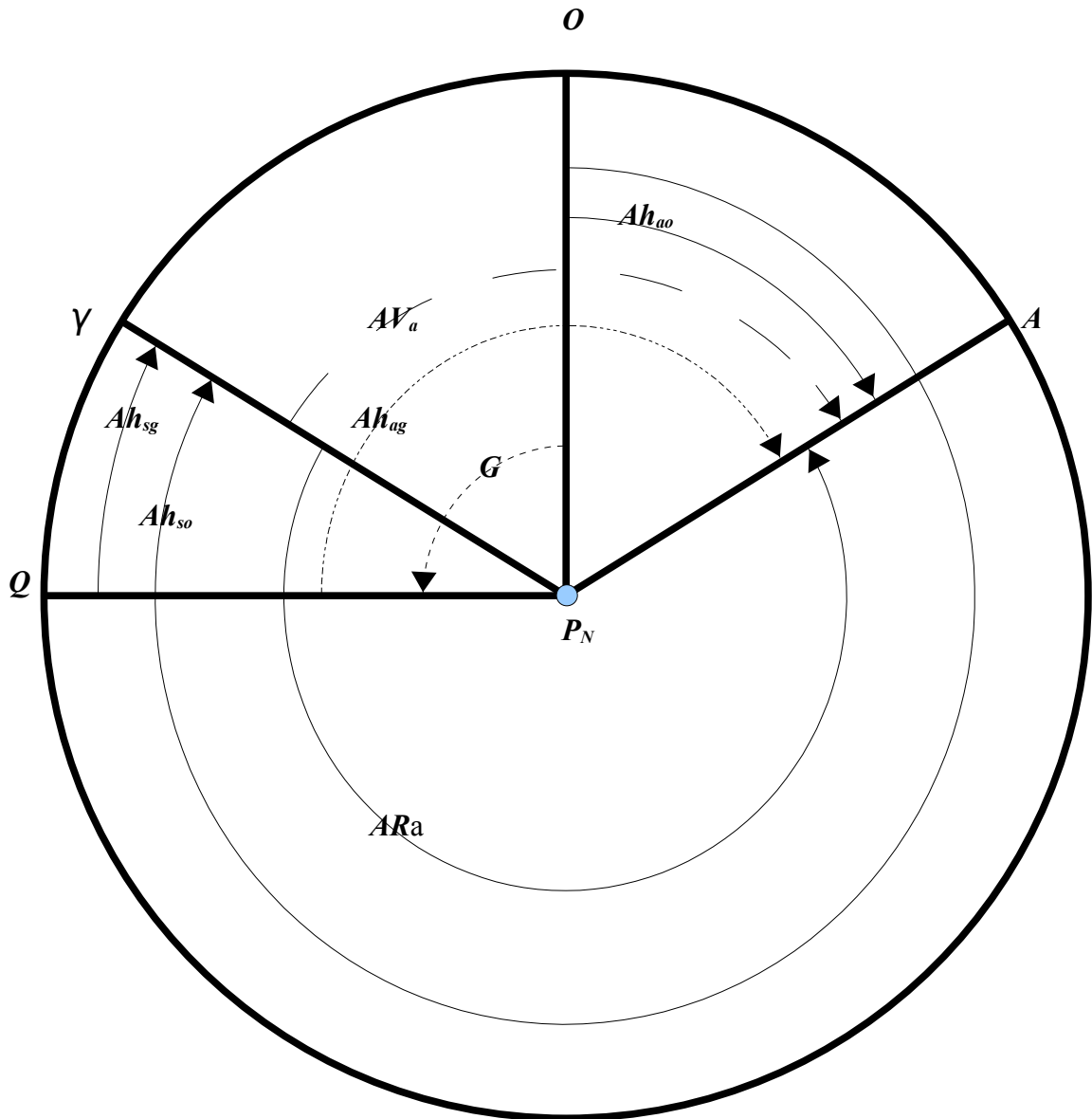


On lit sur le dessin  $Z = 190^\circ$   
 $H = 20^\circ$

Plus précisément par le calcul,  $Z = 185,2^\circ$  et  $H = 16^\circ 15,3'$

latitude estimée à cet instant	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_c = \\ G_c = \end{array} \right.$	<b>25° 00,0' S</b>				
longitude estimée à cet instant		<b>090° 00,0' E</b>				
numéro du fuseau	f =	-6				
heure de l'observation à Greenwich	$T_{ep} =$	19:0:0				$T_{ep} = T_{cl} + f$
		$AH_{ao}$		D		
calcul de l'angle horaire à Greenwich et de la déclinaison	19:00:00	<b>060° 00,0' S</b>	<b>80° 00,0'</b>			
	19:0:0	<b>060° 00,0' S</b>	<b>80° 00,0'</b>			interpollations
	20:00:00	<b>117° 22,0' S</b>	<b>20° 22,9'</b>			
calcul de l'angle horaire au méridien local	$AH_{ag} =$	<b>150° 00,0'</b>				$AH_{ag} = AH_{ao} - G$
calcul de l'angle au pôle	P =	<b>150° 00,0'</b>		<b>astre à l'Ouest</b>		$P = AH_{ag}$
calcul de la hauteur estimée	$H_c =$	<b>016° 15,3'</b>				$H_c = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$
calcul de l'azimut zénithal	$A_z =$	<b>174,8°</b>				$A_z = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$
calcul de l'azimut	Z =	<b>185,2°</b>		<b>astre à l'Ouest</b>		$Z = 360 - A_z$

d)



*Pour « superposer les 3 équateurs » :*

- *représenter le cercle de l'équateur vu du pôle Nord ;*
- *placer en haut le point O du méridien de Greenwich ;*
- *placer le point Q du méridien de l'observateur en utilisant sa longitude G ;*
- *placer le point A du méridien de l'astre en reportant l'angle horaire  $AH_{ag}$  depuis A ;*
- *placer le point  $\gamma$  du méridien sidéral faisant un angle horaire  $Ah_{so}$  depuis le point O ;*
- *placer les angles P,  $AV_a$ ,  $AR_a$ ,  $AH_{sg}$  et  $AH_{ao}$*

*En partant du point O, on tourne vers l'Ouest dans le sens des aiguilles d'une montre : c'est le sens rétrograde, utilisé pour :*

- *les longitudes Ouest ;*
- *les angles horaires  $AH_{??}$  ;*
- *l'ascension vers  $AV_a$ .*

*On calcule ensuite :*

$$P = AH_{ag} = 150^\circ$$

$$AH_{ao} = AH_{ag} + G = 150^\circ + (-090^\circ) = 060^\circ$$

$$AV_a = AH_{ao} - AH_{so} = 060^\circ - 300^\circ = 120^\circ$$

$$AR_a = 360^\circ - AV_a = 240^\circ$$

$$AH_{sg} = Ah_{so} - G = 300^\circ - (-090^\circ) = 390^\circ - 360^\circ = 030^\circ$$

e) La première droite de hauteur, à 08h00  $T_{cf}$  est donnée à titre d'entraînement mais son calcul complet n'est pas demandé. En voici sa correction détaillée.

## Droite de hauteur sur le Soleil, la Lune ou les Planètes

excentricité	$\varepsilon =$	<b>-01,8'</b>	hauteur observée	$H_o = H_i + \varepsilon + c$	$H_o = 29^\circ 57,7'$
collimation	$c =$	<b>-00,5'</b>			
1 <sup>ère</sup> correction	corr1 =	<b>09,1'</b>	hauteur vraie	$H_v = H_o + \text{corr1} + \text{corr2}$	$H_v = 29^\circ 34,5'$
2 <sup>ème</sup> correction	corr2 =	<b>-32,3'</b>			
hauteur instrumentale	$H_i =$	<b>30° 00,0'</b>			
heure de l'observation dans le fuseau local	$T_{cf} =$	<b>08:00:00</b>			
latitude estimée à cet instant	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_e = \\ G_e = \end{array} \right.$	<b>48° 58,4' S</b>			
longitude estimée à cet instant		<b>170° 25,9' W</b>			
numéro du fuseau	$f =$	<b>+11</b>			
heure de l'observation à Greenwich	$T_{cp} =$	<b>19:0:0</b>		$T_{cp} = T_{cf} + f$	
		<b>AH<sub>ao</sub></b>	<b>D</b>		
calcul de l'angle horaire à Greenwich et de la déclinaison	19:00:00	<b>102° 24,7' S</b>	<b>20° 33,0'</b>		
	19:0:0	<b>102° 24,7' S</b>	<b>20° 33,0'</b>	→ interpolations	
	20:00:00	<b>117° 22,0' S</b>	<b>20° 22,9'</b>		
calcul de l'angle horaire au méridien local	$AH_{ag} =$	<b>291° 58,8'</b>		$AH_{ag} = AH_{ao} - G$	
calcul de l'angle au pôle	$P =$	<b>068° 01,2'</b>	<b>astre à l'Est</b>	$P = 360 - AH_{ag}$	
calcul de la hauteur estimée	$H_e =$	<b>029° 39,6'</b>		$H_e = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$	
calcul de l'azimut zénithal	$A_z =$	<b>087,8°</b>		$Az = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$	
calcul de l'azimut	$Z =$	<b>087,8°</b>	<b>astre à l'Est</b>	$Z = Az$	
calcul de l'intercepte	$i =$	<b>-5,1'</b>		$i = H_v - H_e$	
coordonnées du point déterminatif	$\varphi_D =$	<b>48° 58,6' S</b>			
	$G_D =$	<b>170° 33,7' W</b>			

ENMM MARSEILLE PEMLB

## Calcul de l'heure de la méridienne

heure du point estimé dans le fuseau local	$T_{cf} =$	<b>08:00:00</b>			
latitude estimée à cet instant	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_e = \\ G_e = \end{array} \right.$	<b>48° 58,4' S</b>			
longitude estimée à cet instant		<b>170° 25,9' W</b>			
route fond	$R_f =$	<b>111,0°</b>			
vitesse fond	$V_f =$	<b>19,0 nd</b>			
numéro du fuseau	$f =$	<b>+11</b>			
heure du point estimé à Greenwich	$T_{cp} =$	<b>19:0:0</b>		$T_{cp} = T_{cf} + f$	
		<b>AH<sub>vo</sub></b>			
calcul de l'angle horaire à Greenwich	19:00:00	<b>102° 24,7'</b>			
	19:0:0	<b>102° 24,7'</b>		→ interpolations	
	20:00:00	<b>117° 24,5'</b>			
calcul de l'angle horaire au méridien local	$AH_{vg} =$	<b>291° 58,8'</b>		$AH_{vg} = AH_{ao} - G$	
calcul de l'angle au pôle	$P =$	<b>068° 01,2'</b>	<b>astre à l'Est</b>	$P = 360 - AH_{ag}$	
vitesse angulaire du soleil	$\gamma_V =$	<b>14,997 °/heure</b>		$\gamma_V = (AH_{vo} \text{ à } 20:00:00) - (AH_{vo} \text{ à } 19:00:00)$	
vitesse angulaire du navire	$\gamma_N =$	<b>-0,450 °/heure</b>		$\gamma_N = (-V_f \cdot \sin R_f) / (60 \cdot \cos \varphi)$	
vitesse angulaire de rapprochement	$\gamma =$	<b>15,447 °/heure</b>		$\gamma = \gamma_V - \gamma_N$	
heure de la méridienne dans le fuseau local	$T_{mer} =$	<b>12:24:12</b>	$T_{cf}$	$T_{mer} = T_{cf} + P / \gamma$	

ENMM MARSEILLE PEMLB

calcul de loxodromie entre 08h00  $T_{cf}$  et l'heure de la méridienne

saisie des informations

<b>position de départ</b>	
$\varphi_A =$	48° 58,4' S
$G_A =$	170° 25,9' W
<b>éléments de l'estime</b>	
$R_S =$	111,0°
$V_S =$	19,0 nd
$R_C =$	045,0°
$V_C =$	0,0 nd
<b>Durée =</b>	04:24:12

méthode approchée

R	m	$\varphi, l$	$\varphi_m$	G, g
		-48,973°		170,432°
111,0°	83,66	-00,500°		-01,993°
			-49,223°	
045,0°	0	00,000°		00,000°
		-49,473°		168,438°
<b>position d'arrivée</b>				
$\varphi_B =$		49° 28,4' S		
$G_B =$		168° 26,3' W		

méthode exacte

R	m	$\varphi, l$	$\Lambda, \lambda$	G, g
		-48,973°	-56,327°	170,432°
111,0°	83,66	-00,500°	-00,765°	-01,993°
		-49,473°	-57,093°	
045,0°	0	00,000°	00,000°	00,000°
		-49,473°	-57,093°	168,438°
<b>position d'arrivée</b>				
$\varphi_B =$		49° 28,4' S		
$G_B =$		168° 26,3' W		

Calcul de la latitude méridienne

- excentricité  $\varepsilon =$
- collimation  $c =$
- 1<sup>ère</sup> correction  $corr1 =$
- 2<sup>ème</sup> correction  $corr2 =$
- hauteur instrumentale  $H_i =$
- heure de l'observation dans le fuseau local  $T_{cf} =$
- latitude estimée à cet instant  $\varphi_e =$
- numéro du fuseau  $f =$

$\varepsilon =$	-03,1'
$c =$	-00,5'
$corr1 =$	09,7'
$corr2 =$	00,3'
$H_i =$	60° 47,3'
$T_{cf} =$	12:24:12
$\varphi_e =$	49° 28,4' S
$f =$	11

hauteur observée  $H_o = H_i + \varepsilon + c$

$H_o = 60° 43,7'$

hauteur vraie  $H_v = H_o + corr1 + corr2$

$H_v = 60° 53,7'$

- heure de l'observation à Greenwich  $T_{cp} =$

$T_{cp} = 23:24:12$   $T_{cp} = T_{cf} + f$

- calcul de la déclinaison

	D	
23:00:00	S	20° 31,0'
23:24:12	S	20° 30,8'
24:00:00	S	20° 30,5'

→ interpolations

- calcul de la distance zénithale

$N_v = -029° 06,3'$   $N_v = \pm (90° - H_v)$

astre au Nord

signe -

$\varphi_{mérienne} = 049° 37,1' S$   $\varphi_{mérienne} = N_v + D$

- calcul de la latitude méridienne

calcul de loxodromie entre 08h00 et 20h20  $T_{cf}$

saisie des informations

<b>position de départ</b>	
$\varphi_A =$	48° 58,4' S
$G_A =$	170° 25,9' W
<b>éléments de l'estime</b>	
$R_S =$	111,0°
$V_S =$	19,0 nd
$R_C =$	045,0°
$V_C =$	0,0 nd
<b>Durée =</b>	12:20:00

méthode approchée

R	m	$\varphi, l$	$\varphi_m$	G, g
		-48,973°		170,432°
111,0°	234,33	-01,400°		-05,634°
			-49,673°	
045,0°	0	00,000°		00,000°
				164,797°
<b>position d'arrivée</b>				
		$\varphi_B =$	50° 22,4' S	
		$G_B =$	164° 47,8' W	

méthode exacte

R	m	$\varphi, l$	$\Lambda, \lambda$	G, g
		-48,973°	-56,327°	170,432°
111,0°	234,33	-01,400°	-02,163°	-05,635°
			-50,373°	
045,0°	0	00,000°	00,000°	00,000°
				164,797°
<b>position d'arrivée</b>				
		$\varphi_B =$	50° 22,4' S	
		$G_B =$	164° 47,8' W	

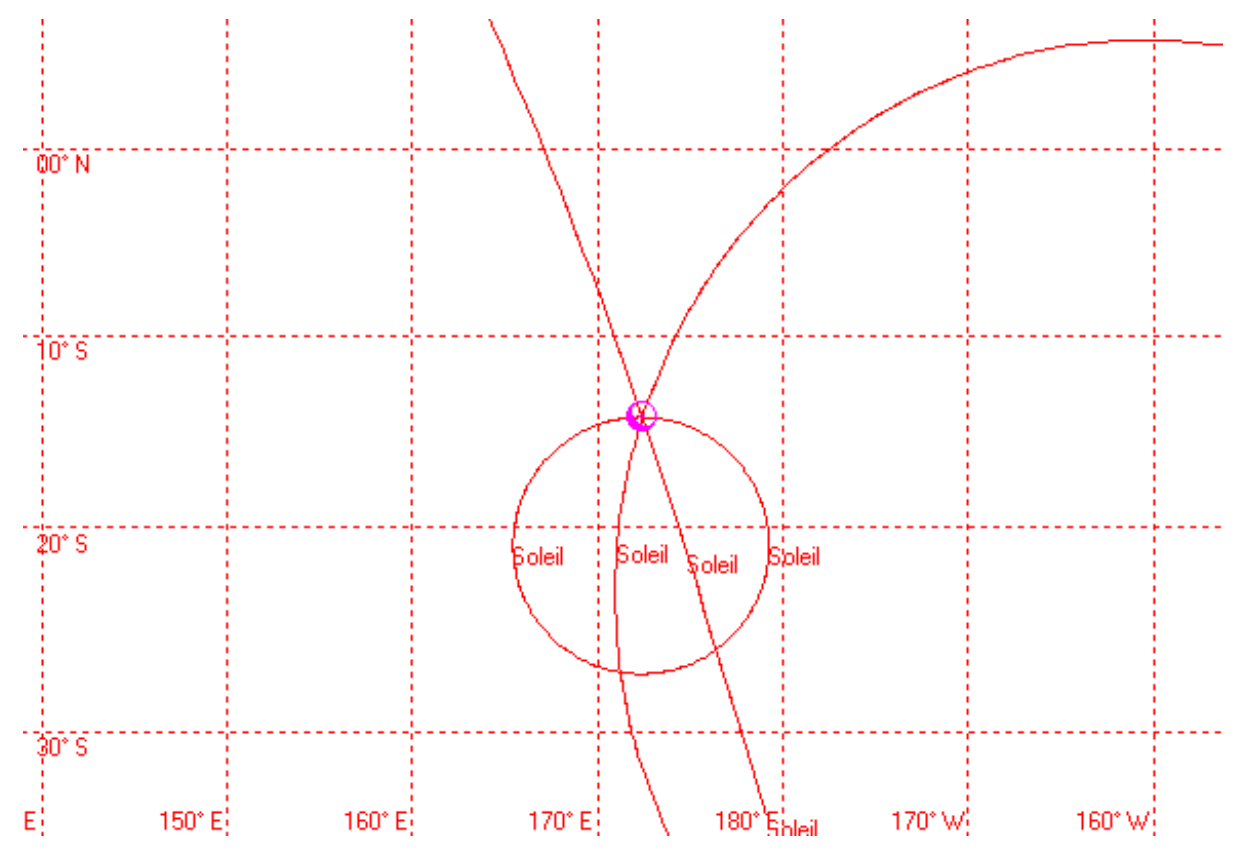
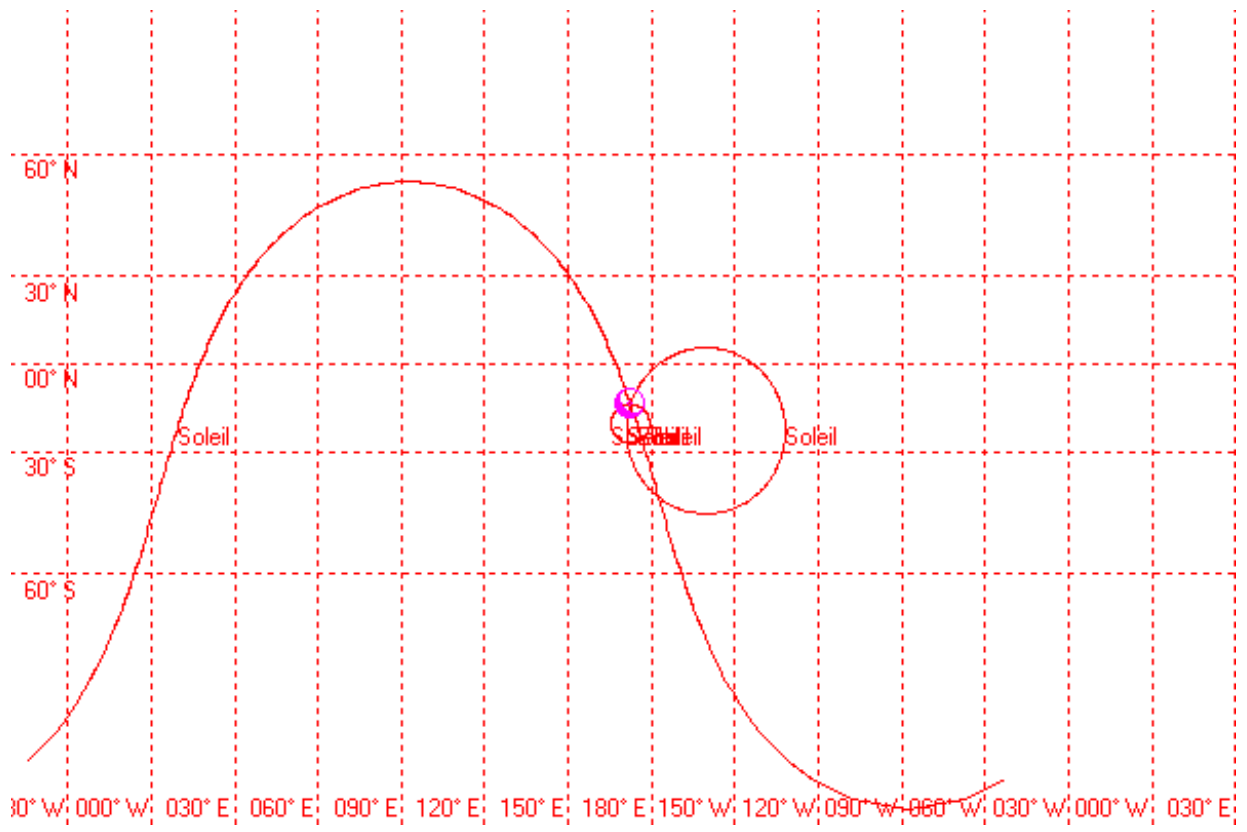
calcul de la droite de hauteur de 20h20  $T_{cf}$  sur l'étoile de Procyon

**Droite de hauteur sur une étoile**

excentricité	$\varepsilon =$	-01,1'		
collimation	$c =$	-00,5'		
1 <sup>ère</sup> correction	$corr1 =$	-08,6'		
hauteur instrumentale	$H_i =$	19° 03,7'		hauteur observée $H_o = H_i + \varepsilon + c$
heure de l'observation dans le fuseau local	$T_{cf} =$	20:20:00		$H_o =$ 19° 02,1'
latitude estimée à cet instant	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_e = \\ G_e = \end{array} \right.$	50° 22,4' S		hauteur vraie $H_v = H_o + corr1$
longitude estimée à cet instant		164° 47,8' W		$H_v =$ 18° 53,5'
numéro du fuseau	$f =$	+11		
heure de l'observation à Greenwich	$T_{cp} =$	7:20:0		$T_{cp} = T_{cf} + f$
	7:00:00	223° 03,7'		
calcul de l'angle horaire sidéral à Greenwich	$A_{hs0} =$	7:20:0	228° 04,3'	interpollations
	8:00:00	238° 06,1'		
déclinaison de l'étoile	$D =$	N 05° 12,3'		
ascension droite de l'étoile	$AV_a =$	245° 03,7'		
calcul de l'angle horaire sidéral	$AH_{sg} =$	063° 16,5'		$AH_{sg} = AH_{so} - G$
calcul de l'angle horaire de l'étoile	$AH_{ag} =$	308° 20,2'		$AH_{ag} = AH_{sg} + AV_a$
calcul de l'angle au pôle	$P =$	051° 39,8'		astre à l'Est $P = 360 - AH_{ag}$
calcul de la hauteur estimée	$H_e =$	018° 54,7'		$H_e = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$
calcul de l'azimut zénithal	$A_z =$	055,7°		astre à l'Est $A_z = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$
calcul de l'azimut	$Z =$	055,7°		$Z = A_z$
calcul de l'intercepte	$i =$	-1,2'		$i = H_v - H_e$
coordonnées du point déterminatif	$\varphi_D =$	50° 23,1' S		
	$G_D =$	164° 49,3' W		

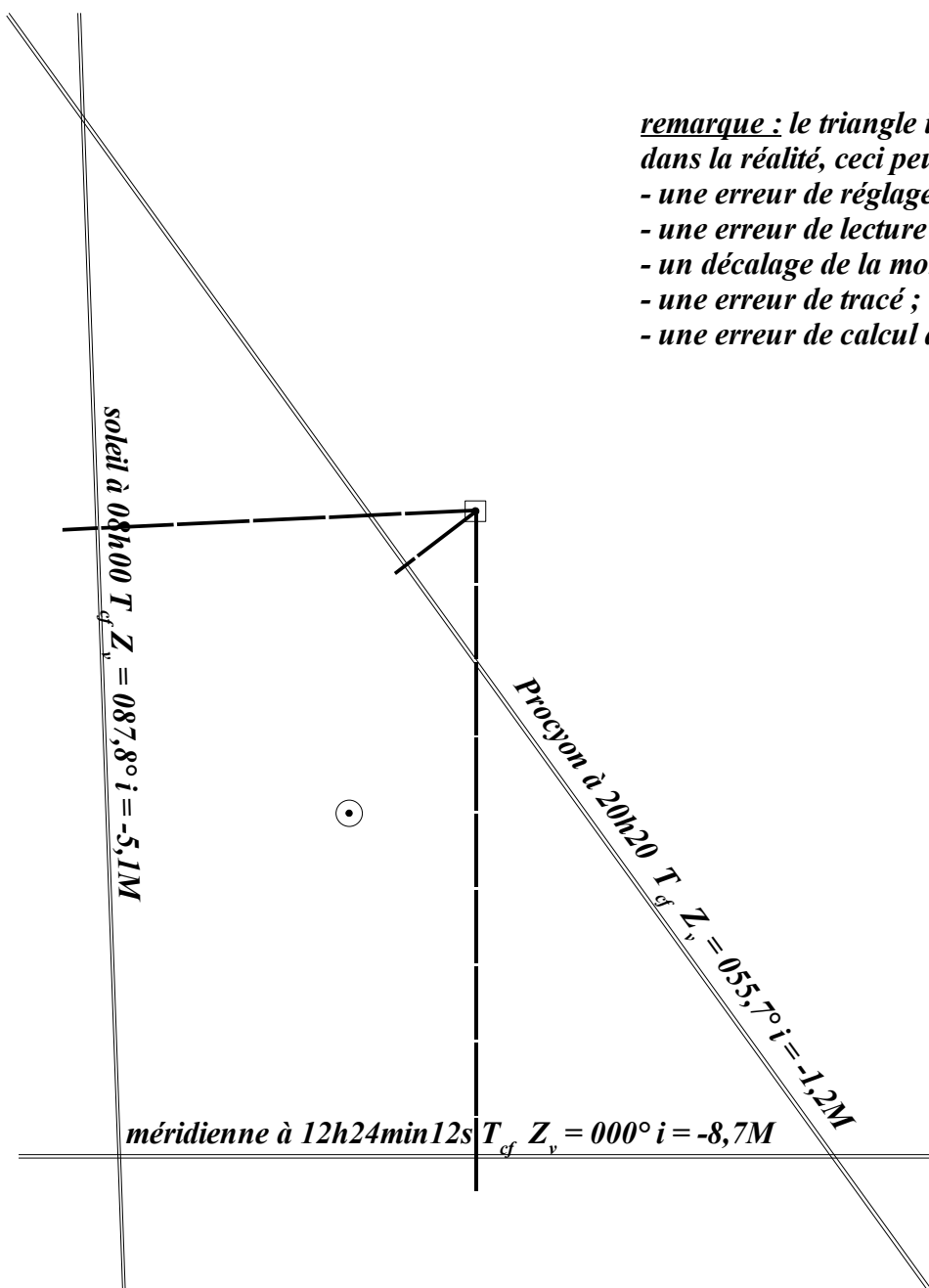
ENMM MARSEILLE PEMLB

*voici le tracé des courbes de hauteur à l'échelle mondiale puis à une échelle plus faible*



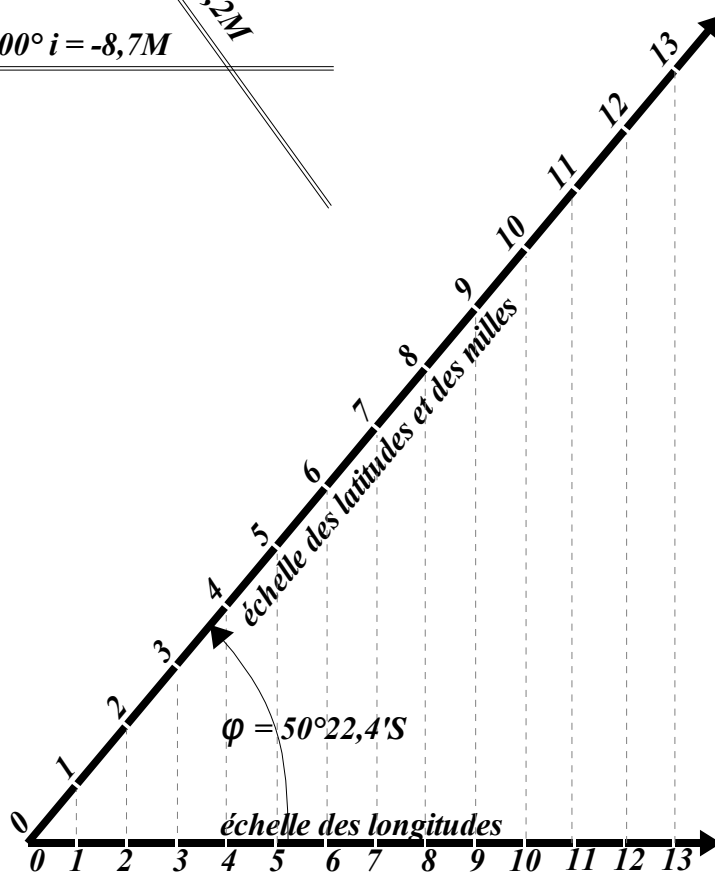
*tracé de l'échelle locale et des droites de hauteur autour du point estimé de 17h00 T<sub>cf</sub>*

- remarque : le triangle ici est un peu grand dans la réalité, ceci peut être dû à :*
- une erreur de réglage du sextant (miroirs, collimation) ;
  - une erreur de lecture lors d'une observation ;
  - un décalage de la montre utilisée ;
  - une erreur de tracé ;
  - une erreur de calcul de  $Z_v$  ou  $i$ .



Enfin, le point astronomique à 20h20  $T_{cf}$  a pour coordonnées :

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 50^\circ 25' S \\ G = 164^\circ 49,5' W \end{array} \right.$$





f) l'heure de coucher n'est pas donnée le 18 janvier 2008,  
il faut donc interpoler entre la veille et le lendemain :

au coucher à  $\varphi = 50^{\circ}20'S$  et  $G = 000^{\circ}W$  le 17/01/08 20h05min30s  $T_{co}$   $Z_v = 234,8^{\circ}$   
au coucher à  $\varphi = 50^{\circ}20'S$  et  $G = 000^{\circ}W$  le 19/01/08 20h03min30s  $T_{co}$   $Z_v = 235,7^{\circ}$   
donc en faisant la moyenne sur l'heure et sur l'azimut, on obtient  
au coucher à  $\varphi = 50^{\circ}20'S$  et  $G = 000^{\circ}W$  le 18/01/08 20h04min30s  $T_{co}$   $Z_v = 235,2^{\circ}$

Pour tenir compte de la longitude, on convertit  $G$  en heures et minutes :

$164^{\circ}10'W / 15^{\circ/h} = + 10h56min40s$

au coucher à  $\varphi = 50^{\circ}20'S$  et  $G = 164^{\circ}10'W$  le 18/01/08 :

$20h04min30s + 10h56min40s = 31h01min10s T_{co}$  soit le 19/01/08 à 07h01min10s  $T_{co}$

Enfin on exprime l'heure dans le fuseau du lieu  $T_{cf}$  : pour  $G = 164^{\circ}10'W$  on a  $f = + 11$

au coucher à  $\varphi = 50^{\circ}20'S$  et  $G = 164^{\circ}10'W$  le 18/01/08 31h01min10s - (+11) = 20h01min10s  $T_{cf}$

Finalement, le 18 janvier 2008, vu de la position

le soleil se couche à 20h01min10s  $T_{cf}$  dans l'azimut  $Z_v = 235,2^{\circ}$

$$\begin{cases} \varphi_F = 50^{\circ}20' S \\ G_F = 164^{\circ}10' W \end{cases}$$

g) pour  $G = 164^{\circ}47,8' W$  on a  $f = +11$

le 18 janvier 2007, 20h20  $T_{cf}$  + (+11) = 31h20  $T_{co}$  soit le 19 janvier 2008 à 07h20  $T_{co}$

Dans les éphémérides, on lit et on interpole pour cette heure-là l'angle horaire sidéral à Greenwich :  $AH_{so} = 228^{\circ}04,5'$

En corrigeant avec la longitude de l'observateur, on obtient l'angle horaire sidéral local

$AH_{sg} = AH_{so} - G = 228^{\circ}04,5' - (+164^{\circ}47,8') = 063^{\circ}16,7' = 063,28^{\circ}$

Avec cet angle horaire horaire sidéral local, on lit dans les tables A, B et C :

$A = -39,1'$

$B = +0,1'$

$C = 0'$

Alors  $\varphi = H_v + A + B + C = (H_i + \varepsilon + c + corr) + A + B + C$

$\varphi = (51^{\circ} + (-1,1') + (-0,5') + (-6,6')) + (-39,1') + 0,1' + 0' = 50^{\circ}12,8'$

Puisque l'on voit l'étoile polaire, on est forcément situé dans l'hémisphère Nord.

Finalement  $\varphi = 50^{\circ}12,8' N$

h) Pour la même date, heure et longitude que la question précédente,

l'angle horaire sidéral local reste  $AH_{sg} = 063^{\circ}16,7'$

Avec  $AH_{sg} = 063^{\circ}16,7'$  et  $\varphi = 50^{\circ}20'N$ , on lit dans le tableau de l'azimut de l'étoile polaire

$Z_v = 359,4^{\circ}$

d'où le calcul de la variation  $W = Z_v - Z_c = 359,4^{\circ} - 351^{\circ}$

Finalement  $W = +8,4^{\circ} = 8,4^{\circ}E$

i) l'instant du solstice d'hiver correspond à la déclinaison Sud maximale du soleil.

on cherche donc dans les éphémérides la date et l'heure de ce maximum :

la valeur  $D = S 23^{\circ}26,4'$  est atteinte du 21/12/07 à 18h00  $T_{co}$  au 22/12/07 à 18h00  $T_{co}$  inclus

le milieu de cette période est situé le 22/12/07 à 06h00  $T_{co}$

Enfin on exprime l'heure dans le fuseau du lieu  $T_{cf}$  : pour  $G = 159^{\circ}19'E$  on a  $f = -11$

$T_{cf} = T_{co} - f = 06h00 - (-11) = 17h00 T_{cf}$

Finalement, pour un observateur situé à la longitude  $G = 159^{\circ}19'E$  le solstice d'hiver s'est produit

le 21/12/2007 à 17h00  $T_{cf}$

remarque : la date de Noël a été fixée au solstice d'hiver, symbole des jours qui rallongent, du retour de la lumière et de la sortie des ténèbres. En effet l'Eglise y a vu le symbole du mal vaincu par l'enfant Jésus. Mais au premier siècle lorsque cette date a été choisie, le calendrier julien (de Jules César) était décalé de 4 jours sur le calendrier « vrai » basé sur la position du soleil. Ce décalage a continué de s'amplifier jusqu'à l'adoption du calendrier grégorien (du pape Grégoire III) : en 1582, le lendemain du jeudi 4/10 fut le vendredi 15/10. Mais Noël est resté le 25/12...