

INTERROGATION DE NAVIGATION

à remettre au CDI le vendredi 19 janvier 2007 avant 16h30	Cours : <i>orthodromie</i> <i>astronomie</i>	20
DUREE <i>1 semaine</i>	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	

1

ORTHODROMIE

Vous êtes au Sud-Ouest de l'Australie au point A et vous souhaitez vous rendre en Amérique centrale au point B :

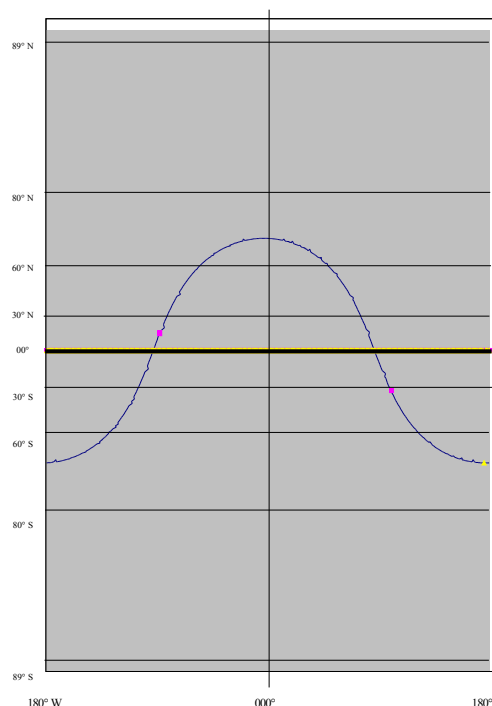
8

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_A = 35^\circ 20' S \\ G_A = 100^\circ 12' E \end{array} \right. \qquad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_B = 13^\circ 19' N \\ G_B = 088^\circ 48' W \end{array} \right.$$

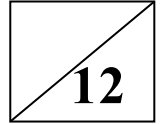
La route orthodromique fait gagner 415 M sur la route loxodromique (qui survole le continent australien !) mais descend près du continent Antarctique : la latitude du vertex V est $\varphi_v = 71^\circ 49,7' S$.

Vous décidez donc de ne pas descendre plus au Sud que le 60ème parallèle en suivant un parcours mixte :

- *une route orthodromique de A jusqu'à 60°S ;*
- *puis le parallèle de latitude 60°S ;*
- *enfin une route orthodromique de 60°S à B.*



- a) calculer la longitude des points extrêmes C et D de la route longeant le parallèle 60°S
- b) calculer la longitude du point E où votre route franchit l'équateur
- 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.



- a) dessiner une sphère locale pour la position puis placer l'astre situé aux coordonnées suivantes et en déduire ses coordonnées équatoriales : Ah_{ag} et D
- $$\begin{cases} \varphi_A = 35^\circ N \\ G_A = 125^\circ E \end{cases} \quad \begin{cases} H = 50^\circ \\ Z_v = 155^\circ \end{cases}$$
- b) dessiner une sphère locale pour la position puis placer l'astre situé aux coordonnées suivantes et en déduire ses coordonnées horizontales : H et Z_v .
- $$\begin{cases} \varphi_B = 40^\circ S \\ G_B = 040^\circ W \end{cases} \quad \begin{cases} AH_{ag} = 300^\circ \\ D = N 15^\circ \end{cases}$$
- c) le 15 janvier 2007 à 10h00 T_{cf} un point estimé vous place à la position
- $$\begin{cases} \varphi_1 = 15^\circ S \\ G_1 = 170^\circ E \end{cases}$$

A cette heure-là, vous observez le bord inférieur du soleil à la hauteur $H_i = 63^\circ 18'$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = 1,5'$
collimation	$c = -0,3'$
hauteur de l'oeil	25 mètres

Les calculs vous donnent $Z_v = 108^\circ$ et $i = +3,7 M$.

Votre navire suit une route-fond $R_f = 075^\circ$ à la vitesse-fond $V_f = 20$ nds.

Quelle est l'heure de la méridienne ?

A l'instant de la méridienne, vous observez le bord inférieur du soleil à la hauteur $H_i = 83^\circ 25'$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = 0,5'$	positon estimée à l'instant de l'observation
collimation	$c = -0,3'$	
hauteur de l'oeil	25 mètres	

Calculer la latitude méridienne.

$$\begin{cases} \varphi_2 = 14^\circ 50,9' S \\ G_2 = 170^\circ 35,3' E \end{cases}$$

A 17h00 T_{cf} vous observez une dernière fois le bord inférieur du soleil à la hauteur $H_i = 14^\circ 05'$

les corrections sont les suivantes :

excentricité	$\varepsilon = 1,5'$	positon estimée à l'instant de l'observation
collimation	$c = -0,3'$	
hauteur de l'oeil	25 mètres	

Calculer l'azimut et l'intercepte à 17h00 T_{cf} ?

$$\begin{cases} \varphi_3 = 14^\circ 23,8' S \\ G_3 = 172^\circ 19,8' E \end{cases}$$

Tracer un canevas à l'échelle locale et placer le point estimé de 17h00 T_{cf} ainsi que les droites de hauteur précédentes puis lire le point astronomique de 17h00 T_{cf} .

- d) calculer l'heure et l'azimut et l'azimut du soleil à son coucher
le 15 janvier 2007 pour un observateur situé à la position
- $$\begin{cases} \varphi_5 = 48^\circ S \\ G_5 = 163^\circ E \end{cases}$$
- e) calculer votre latitude sachant que vous observez l'étoile polaire à la hauteur $H_v = 42^\circ 37,8'$
le 15 janvier 2007 à la longitude $G = 013^\circ 13,8' W$ à 13h13 T_{cf}
- f) calculer la variation du compas sachant que vous observez l'étoile polaire dans l'azimut $Z_v = 005^\circ$ le 15 janvier 2007 à 13h13 T_{cf} depuis la position suivante
- $$\begin{cases} \varphi_6 = 47^\circ N \\ G_6 = 013^\circ 13,8' E \end{cases}$$
- g) calculer la date et l'heure T_{cf} du début du printemps en 2007 pour un observateur à la position suivante
(cette question est subsidiaire et donnera un 21^{ème} point)
- $$\begin{cases} \varphi_7 = 37^\circ N \\ G_7 = 025^\circ W \end{cases}$$

EPHEMERIDES DU LUNDI 15 JANVIER 2007 (SUITE)

Heure U.T.	Point Vernal AHso	VENUS		MARS		JUPITER		SATURNE		Heure U.T.
		AHao	D	AHao	D	AHao	D	AHao	D	
00	114 04,1	157 32,9	S 18 14,0	205 34,8	S 23 53,3	224 34,3	S 21 24,1	327 39,7	II 14 48,6	00
01	129 06,6	172 32,2	18 13,1	220 35,3	23 53,3	239 36,3	21 24,2	342 42,4	14 48,7	01
02	144 09,0	187 31,5	18 12,2	235 35,8	23 53,4	254 38,2	21 24,3	357 45,0	14 48,8	02
03	159 11,5	202 30,8	18 11,3	250 36,2	23 53,4	269 40,2	21 24,3	12 47,6	14 48,8	03
04	174 14,0	217 30,2	18 10,4	265 36,7	23 53,4	284 42,1	21 24,4	27 50,2	14 48,9	04
05	189 16,4	232 29,5	18 09,5	280 37,1	23 53,5	299 44,1	21 24,5	42 52,8	14 48,9	05
06	204 18,9	247 28,8	S 18 08,6	295 37,6	S 23 53,5	314 46,0	S 21 24,5	57 55,5	II 14 49,0	06
07	219 21,4	262 28,1	18 07,8	310 38,1	23 53,6	329 48,0	21 24,6	72 58,1	14 49,1	07
08	234 23,8	277 27,4	18 06,9	325 38,5	23 53,6	344 50,0	21 24,7	88 00,7	14 49,1	08
09	249 26,3	292 26,7	18 06,0	340 39,0	23 53,7	359 51,9	21 24,7	103 03,3	14 49,2	09
10	264 28,8	307 26,0	18 05,1	355 39,4	23 53,7	14 53,9	21 24,8	118 06,0	14 49,2	10
11	279 31,2	322 25,3	18 04,2	10 39,9	23 53,8	29 55,8	21 24,9	133 08,6	14 49,3	11
12	294 33,7	337 24,7	S 18 03,3	25 40,3	S 23 53,8	44 57,8	S 21 24,9	148 11,2	II 14 49,4	12
13	309 36,1	352 24,0	18 02,4	40 40,8	23 53,8	59 59,8	21 25,0	163 13,8	14 49,4	13
14	324 38,6	7 23,3	18 01,5	55 41,3	23 53,9	75 01,7	21 25,1	178 16,4	14 49,5	14
15	339 41,1	22 22,6	18 00,6	70 41,7	23 53,9	90 03,7	21 25,1	193 19,1	14 49,6	15
16	354 43,5	37 21,9	17 59,7	85 42,2	23 54,0	105 05,6	21 25,2	208 21,7	14 49,6	16
17	9 46,0	52 21,2	17 58,8	100 42,6	23 54,0	120 07,6	21 25,3	223 24,3	14 49,7	17
18	24 48,5	67 20,6	S 17 57,9	115 43,1	S 23 54,0	135 09,6	S 21 25,3	238 26,9	II 14 49,7	18
19	39 50,9	82 19,9	17 57,0	130 43,6	23 54,1	150 11,5	21 25,4	253 29,6	14 49,8	19
20	54 53,4	97 19,2	17 56,1	145 44,0	23 54,1	165 13,5	21 25,5	268 32,2	14 49,9	20
21	69 55,9	112 18,5	17 55,2	160 44,5	23 54,2	180 15,4	21 25,5	283 34,8	14 49,9	21
22	84 58,3	127 17,8	17 54,3	175 44,9	23 54,2	195 17,4	21 25,6	298 37,4	14 50,0	22
23	100 00,8	142 17,1	17 53,4	190 45,4	23 54,2	210 19,4	21 25,7	313 40,1	14 50,0	23
24	115 03,3	157 16,5	S 17 52,5	205 45,8	S 23 54,3	225 21,3	S 21 25,7	328 42,7	II 14 50,1	24
		v=-0,7	d=0,9	v=+0,5	d=0,0	v=+2,0	d=0,1	v=+2,6	d=0,1	
		maq=-3,7	π=0,1	maq=+1,6	π=0,1	maq=-1,3	π=0,0	maq=+0,3	π=0,0	

EPHEMERIDES DU MARDI 16 JANVIER 2007

Heure U.T.	SOLEIL		LUNE					Coucher du Soleil			LATI- TUDE
	AHvo	D	AHao	v	D	d	π	Z	Coucher	Fin du crépus.	
00	177 37,8	S 21 03,0	221 03,0	7,2	S 27 45,9	3,6	56,5	-	S.S.H.	15 04	70 H
01	192 37,6	21 02,5	235 29,1	7,1	27 49,5	3,4	56,5	203	13 50	15 28	68
02	207 37,4	21 02,0	249 55,2	7,0	27 52,9	3,3	56,6	212	14 29	15 47	66
03	222 37,2	21 01,6	264 21,2	6,9	27 56,1	3,1	56,6	218	14 56	16 02	64
04	237 37,0	21 01,1	278 47,1	6,8	27 59,2	2,9	56,6	223	15 17	16 15	62 H
05	252 36,8	21 00,6	293 13,0	6,8	28 02,2	2,8	56,7				
06	267 36,5	S 21 00,2	307 38,7	6,7	S 28 05,0	2,6	56,7	226	15 33	16 26	60 H
07	282 36,3	20 59,7	322 04,4	6,6	28 07,6	2,5	56,7	229	15 47	16 35	58
08	297 36,1	20 59,2	336 30,1	6,6	28 10,0	2,3	56,7	232	15 59	16 44	56
09	312 35,9	20 58,8	350 55,6	6,5	28 12,3	2,1	56,8	234	16 10	16 51	54
10	327 35,7	20 58,3	5 21,1	6,4	28 14,5	2,0	56,8	236	16 19	16 58	52 H
11	342 35,5	20 57,8	19 46,5	6,3	28 16,4	1,8	56,8				
12	357 35,2	S 20 57,3	34 11,8	6,3	S 28 18,2	1,6	56,9	237	16 28	17 05	50 H
13	12 35,0	20 56,9	48 37,1	6,2	28 19,9	1,5	56,9	241	16 45	17 18	45
14	27 34,8	20 56,4	63 02,4	6,2	28 21,3	1,3	56,9	243	17 00	17 30	40
15	42 34,6	20 55,9	77 27,5	6,1	28 22,6	1,1	57,0	245	17 12	17 40	35
16	57 34,4	20 55,4	91 52,6	6,0	28 23,8	1,0	57,0	246	17 23	17 49	30 H
17	72 34,2	20 54,9	106 17,7	6,0	28 24,7	0,8	57,0				
18	87 34,0	S 20 54,5	120 42,7	5,9	S 28 25,5	0,6	57,1	248	17 42	18 05	20 H
19	102 33,7	20 54,0	135 07,6	5,9	28 26,1	0,5	57,1	249	17 58	18 21	10 H
20	117 33,5	20 53,5	149 32,5	5,8	28 26,6	0,3	57,1	249	18 13	18 36	0
21	132 33,3	20 53,0	163 57,3	5,8	28 26,9	0,1	57,2	249	18 29	18 52	10 S
22	147 33,1	20 52,5	178 22,1	5,7	28 27,0	0,1	57,2	247	18 46	19 10	20 S
23	162 32,9	20 52,1	192 46,9	5,7	28 26,9	0,2	57,2				
24	177 32,7	S 20 51,6	207 11,6	5,7	S 28 26,7	0,4	57,3	245	19 05	19 32	30 S
								244	19 16	19 45	35
								241	19 30	20 01	40
								239	19 45	20 21	45
								235	20 04	20 46	50 S
								233	20 14	20 58	52 S
								231	20 24	21 13	54
								229	20 36	21 30	56 S
		1/2 Diam.=16,3	d=0,5	1/2 Diam.=15,5	Age=26,4 j	DQ					

LATITUDE PAR L'ETOILE POLAIRE – 2007 (DEBUT)

Table A. - Première correction Ó la hauteur

Argument : Angle horaire sidÚral local : AHsg																				
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
0,0	-32,2	-36,4	-39,5	-41,4	-42,1	-41,4	-39,5	-36,4	-32,2	-27,1	-21,1	-14,4	- 7,3	+ 0,0	+ 7,3	+14,4	+21,0	+27,0	+32,2	0,0
0,5	-32,4	-36,6	-39,6	-41,5	-42,1	-41,4	-39,4	-36,3	-32,0	-26,8	-20,7	-14,1	- 7,0	+ 0,3	+ 7,6	+14,7	+21,3	+27,3	+32,4	0,5
1,0	-32,7	-36,8	-39,8	-41,5	-42,1	-41,3	-39,3	-36,1	-31,8	-26,5	-20,4	-13,7	- 6,6	+ 0,7	+ 8,0	+15,1	+21,6	+27,6	+32,7	1,0
1,5	-32,9	-37,0	-39,9	-41,6	-42,1	-41,2	-39,2	-35,9	-31,5	-26,2	-20,1	-13,4	- 6,2	+ 1,1	+ 8,4	+15,4	+22,0	+27,9	+32,9	1,5
2,0	-33,1	-37,1	-40,0	-41,7	-42,0	-41,2	-39,0	-35,7	-31,3	-25,9	-19,8	-13,0	- 5,9	+ 1,4	+ 8,7	+15,7	+22,3	+28,1	+33,1	2,0
2,5	-33,4	-37,3	-40,1	-41,7	-42,0	-41,1	-38,9	-35,5	-31,0	-25,6	-19,5	-12,7	- 5,5	+ 1,8	+ 9,1	+16,1	+22,6	+28,4	+33,4	2,5
3,0	-33,6	-37,5	-40,2	-41,8	-42,0	-41,0	-38,7	-35,3	-30,8	-25,3	-19,1	-12,3	- 5,2	+ 2,2	+ 9,4	+16,4	+22,9	+28,7	+33,6	3,0
3,5	-33,8	-37,6	-40,3	-41,8	-42,0	-40,9	-38,6	-35,1	-30,5	-25,0	-18,8	-12,0	- 4,8	+ 2,5	+ 9,8	+16,7	+23,2	+28,9	+33,8	3,5
4,0	-34,0	-37,8	-40,4	-41,8	-42,0	-40,8	-38,4	-34,9	-30,3	-24,8	-18,5	-11,6	- 4,4	+ 2,9	+10,2	+17,1	+23,5	+29,2	+34,0	4,0
4,5	-34,2	-38,0	-40,5	-41,9	-41,9	-40,7	-38,3	-34,7	-30,0	-24,5	-18,1	-11,3	- 4,1	+ 3,3	+10,5	+17,4	+23,8	+29,5	+34,2	4,5
5,0	-34,4	-38,1	-40,6	-41,9	-41,9	-40,6	-38,1	-34,5	-29,8	-24,2	-17,8	-10,9	- 3,7	+ 3,6	+10,9	+17,8	+24,1	+29,7	+34,4	5,0
5,5	-34,7	-38,3	-40,7	-41,9	-41,9	-40,5	-38,0	-34,3	-29,5	-23,9	-17,5	-10,6	- 3,3	+ 4,0	+11,2	+18,1	+24,4	+30,0	+34,7	5,5
6,0	-34,9	-38,4	-40,8	-42,0	-41,8	-40,5	-37,8	-34,1	-29,2	-23,6	-17,1	-10,2	- 3,0	+ 4,4	+11,6	+18,4	+24,7	+30,2	+34,9	6,0
6,5	-35,1	-38,6	-40,9	-42,0	-41,8	-40,3	-37,7	-33,8	-29,0	-23,2	-16,8	- 9,8	- 2,6	+ 4,7	+11,9	+18,7	+25,0	+30,5	+35,1	6,5
7,0	-35,3	-38,7	-41,0	-42,0	-41,8	-40,2	-37,5	-33,6	-28,7	-22,9	-16,5	- 9,5	- 2,2	+ 5,1	+12,3	+19,1	+25,3	+30,7	+35,3	7,0
7,5	-35,5	-38,9	-41,1	-42,0	-41,7	-40,1	-37,3	-33,4	-28,4	-22,6	-16,1	- 9,1	- 1,9	+ 5,5	+12,6	+19,4	+25,6	+31,0	+35,5	7,5
8,0	-35,7	-39,0	-41,1	-42,0	-41,7	-40,0	-37,2	-33,2	-28,2	-22,3	-15,8	- 8,8	- 1,5	+ 5,8	+13,0	+19,7	+25,9	+31,2	+35,7	8,0
8,5	-35,9	-39,1	-41,2	-42,1	-41,6	-39,9	-37,0	-32,9	-27,9	-22,0	-15,4	- 8,4	- 1,1	+ 6,2	+13,3	+20,0	+26,2	+31,5	+35,9	8,5
9,0	-36,0	-39,3	-41,3	-42,1	-41,6	-39,8	-36,8	-32,7	-27,6	-21,7	-15,1	- 8,1	- 0,8	+ 6,6	+13,7	+20,4	+26,5	+31,7	+36,0	9,0
9,5	-36,2	-39,4	-41,4	-42,1	-41,5	-39,7	-36,6	-32,5	-27,3	-21,4	-14,8	- 7,7	- 0,4	+ 6,9	+14,0	+20,7	+26,7	+32,0	+36,2	9,5
10,0	-36,4	-39,5	-41,4	-42,1	-41,4	-39,5	-36,4	-32,2	-27,1	-21,1	-14,4	- 7,3	+ 0,0	+ 7,3	+14,4	+21,0	+27,0	+32,2	+36,4	10,0

Argument : Angle horaire sidÚral local : AHsg																				
	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	
0,0	+32,2	+36,4	+39,5	+41,4	+42,1	+41,4	+39,5	+36,4	+32,2	+27,1	+21,1	+14,4	+ 7,3	+ 0,0	- 7,3	-14,4	-21,0	-27,0	-32,2	0,0
0,5	+32,4	+36,6	+39,6	+41,5	+42,1	+41,4	+39,4	+36,3	+32,0	+26,8	+20,7	+14,1	+ 7,0	- 0,3	- 7,6	-14,7	-21,3	-27,3	-32,4	0,5
1,0	+32,7	+36,8	+39,8	+41,5	+42,1	+41,3	+39,3	+36,1	+31,8	+26,5	+20,4	+13,7	+ 6,6	- 0,7	- 8,0	-15,1	-21,6	-27,6	-32,7	1,0
1,5	+32,9	+37,0	+39,9	+41,6	+42,1	+41,2	+39,2	+35,9	+31,5	+26,2	+20,1	+13,4	+ 6,2	- 1,1	- 8,4	-15,4	-22,0	-27,9	-32,9	1,5
2,0	+33,1	+37,1	+40,0	+41,7	+42,0	+41,2	+39,0	+35,7	+31,3	+25,9	+19,8	+13,0	+ 5,9	- 1,4	- 8,7	-15,7	-22,3	-28,1	-33,1	2,0
2,5	+33,4	+37,3	+40,1	+41,7	+42,0	+41,1	+38,9	+35,5	+31,0	+25,6	+19,5	+12,7	+ 5,5	- 1,8	- 9,1	-16,1	-22,6	-28,4	-33,4	2,5
3,0	+33,6	+37,5	+40,2	+41,8	+42,0	+41,0	+38,7	+35,3	+30,8	+25,3	+19,1	+12,3	+ 5,2	- 2,2	- 9,4	-16,4	-22,9	-28,7	-33,6	3,0
3,5	+33,8	+37,6	+40,3	+41,8	+42,0	+40,9	+38,6	+35,1	+30,5	+25,0	+18,8	+12,0	+ 4,8	- 2,5	- 9,8	-16,7	-23,2	-28,9	-33,8	3,5
4,0	+34,0	+37,8	+40,4	+41,8	+42,0	+40,8	+38,4	+34,9	+30,3	+24,8	+18,5	+11,6	+ 4,4	- 2,9	-10,2	-17,1	-23,5	-29,2	-34,0	4,0
4,5	+34,2	+38,0	+40,5	+41,9	+41,9	+40,7	+38,3	+34,7	+30,0	+24,5	+18,1	+11,3	+ 4,1	- 3,3	-10,5	-17,4	-23,8	-29,5	-34,2	4,5
5,0	+34,4	+38,1	+40,6	+41,9	+41,9	+40,6	+38,1	+34,5	+29,8	+24,2	+17,8	+10,9	+ 3,7	- 3,6	-10,9	-17,8	-24,1	-29,7	-34,4	5,0
5,5	+34,7	+38,3	+40,7	+41,9	+41,9	+40,5	+38,0	+34,3	+29,5	+23,9	+17,5	+10,6	+ 3,3	- 4,0	-11,2	-18,1	-24,4	-30,0	-34,7	5,5
6,0	+34,9	+38,4	+40,8	+42,0	+41,8	+40,5	+37,8	+34,1	+29,2	+23,6	+17,1	+10,2	+ 3,0	- 4,4	-11,6	-18,4	-24,7	-30,2	-34,9	6,0
6,5	+35,1	+38,6	+40,9	+42,0	+41,8	+40,3	+37,7	+33,8	+29,0	+23,2	+16,8	+ 9,8	+ 2,6	- 4,7	-11,9	-18,7	-25,0	-30,5	-35,1	6,5
7,0	+35,3	+38,7	+41,0	+42,0	+41,8	+40,2	+37,5	+33,6	+28,7	+22,9	+16,5	+ 9,5	+ 2,2	- 5,1	-12,3	-19,1	-25,3	-30,7	-35,3	7,0
7,5	+35,5	+38,9	+41,1	+42,0	+41,7	+40,1	+37,3	+33,4	+28,4	+22,6	+16,1	+ 9,1	+ 1,9	- 5,5	-12,6	-19,4	-25,6	-31,0	-35,5	7,5
8,0	+35,7	+39,0	+41,1	+42,0	+41,7	+40,0	+37,2	+33,2	+28,2	+22,3	+15,8	+ 8,8	+ 1,5	- 5,8	-13,0	-19,7	-25,9	-31,2	-35,7	8,0
8,5	+35,9	+39,1	+41,2	+42,1	+41,6	+39,9	+37,0	+32,9	+27,9	+22,0	+15,4	+ 8,4	+ 1,1	- 6,2	-13,3	-20,0	-26,2	-31,5	-35,9	8,5
9,0	+36,0	+39,3	+41,3	+42,1	+41,6	+39,8	+36,8	+32,7	+27,6	+21,7	+15,1	+ 8,1	+ 0,8	- 6,6	-13,7	-20,4	-26,5	-31,7	-36,0	9,0
9,5	+36,2	+39,4	+41,4	+42,1	+41,5	+39,7	+36,6	+32,5	+27,3	+21,4	+14,8	+ 7,7	+ 0,4	- 6,9	-14,0	-20,7	-26,7	-32,0	-36,2	9,5
10,0	+36,4	+39,5	+41,4	+42,1	+41,4	+39,5	+36,4	+32,2	+27,1	+21,1	+14,4	+ 7,3	+ 0,0	- 7,3	-14,4	-21,0	-27,0	-32,2	-36,4	10,0

LATITUDE PAR L'ETOILE POLAIRE – 2007 (SUITE)

Table B. - Deuxième correction Ó la hauteur

DATE	Argument : Angle horaire sidÚral local : AHsg									DATE
	0	45	90	135	180	225	270	315	360	
1 janvier	+0,1	+0,1	+0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	+0,1	+0,1	1 janvier
1 février	+0,1	+0,2	+0,2	+0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	+0,1	1 février
1 mars	+0,0	+0,2	+0,3	+0,2	+0,0	-0,2	-0,3	-0,2	+0,0	1 mars
1 avril	-0,2	+0,1	+0,3	+0,4	+0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,2	1 avril
1 mai	-0,3	-0,1	+0,2	+0,4	+0,3	+0,1	-0,2	-0,4	-0,3	1 mai
1 juin	-0,4	-0,2	+0,1	+0,3	+0,4	+0,2	-0,1	-0,3	-0,4	1 juin
1 juillet	-0,4	-0,3	-0,1	+0,2	+0,4	+0,3	+0,1	-0,2	-0,4	1 juillet
1 août	-0,2	-0,3	-0,2	+0,0	+0,2	+0,3	+0,2	+0,0	-0,2	1 août
1 septembre	-0,1	-0,3	-0,3	-0,1	+0,1	+0,3	+0,3	+0,1	-0,1	1 septembre
1 octobre	+0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,1	+0,1	+0,3	+0,3	+0,1	1 octobre
1 novembre	+0,3	+0,0	-0,3	-0,4	-0,3	+0,0	+0,3	+0,4	+0,3	1 novembre
1 décembre	+0,4	+0,2	-0,1	-0,4	-0,4	-0,2	+0,1	+0,4	+0,4	1 décembre
31 décembre	+0,5	+0,4	+0,0	-0,3	-0,5	-0,4	+0,0	+0,3	+0,5	31 décembre

Table C. - Troisième correction Ó la hauteur

HAUTEUR vraie	Argument : Angle horaire sidÚral 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	+0,1	+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	+0,4	+0,4	+0,2	60
70	+0,3	+0,0	+0,1	+0,4	+0,7	+0,6	+0,3	70
80	+0,6	+0,0	+0,2	+0,9	+1,4	+1,3	+0,6	80

Azimut de l'Etoile Polaire

AHsg	Argument : Latitude Nord									AHsg
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3	2,6	0
20	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1,4	20
40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40
60	359,8	359,8	359,7	359,7	359,7	359,6	359,5	359,3	358,6	60
80	359,5	359,5	359,5	359,5	359,4	359,3	359,1	358,7	357,4	80
100	359,4	359,4	359,4	359,3	359,2	359,1	358,8	358,2	356,5	100
120	359,3	359,3	359,3	359,2	359,1	358,9	358,6	358,0	356,0	120
140	359,3	359,3	359,3	359,2	359,1	358,9	358,6	358,0	356,0	140
160	359,4	359,4	359,4	359,3	359,2	359,1	358,8	358,2	356,5	160
180	359,5	359,5	359,5	359,5	359,4	359,3	359,1	358,7	357,4	180
200	359,8	359,8	359,7	359,7	359,7	359,6	359,5	359,3	358,6	200
220	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	220
240	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1,4	240
260	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3	2,6	260
280	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,8	3,5	280
300	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	2,0	4,0	300
320	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,4	2,0	4,0	320
340	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,8	3,5	340
360	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,3	2,6	360

EPHEMERIDES DU

MARDI 20 MARS 2007

MERCREDI 21 MARS 2007

Heure	SOLEIL	
U.T.	AHvo	D
00	178 04,0	S 0 23,9
01	193 04,2	0 22,9
02	208 04,4	0 21,9
03	223 04,6	0 20,9
04	238 04,8	0 19,9
05	253 04,9	0 18,9
06	268 05,1	S 0 17,9
07	283 05,3	0 16,9
08	298 05,5	0 15,9
09	313 05,7	0 15,0
10	328 05,9	0 14,0
11	343 06,0	0 13,0
12	358 06,2	S 0 12,0
13	13 06,4	0 11,0
14	28 06,6	0 10,0
15	43 06,8	0 09,0
16	58 07,0	0 08,0
17	73 07,1	0 07,0
18	88 07,3	S 0 06,1
19	103 07,5	0 05,1
20	118 07,7	0 04,1
21	133 07,9	0 03,1
22	148 08,1	0 02,1
23	163 08,3	0 01,1
24	178 08,4	S 0 00,1

Heure	SOLEIL	
U.T.	AHvo	D
00	178 08,4	S 0 00,1
01	193 08,6	II 0 00,9
02	208 08,8	0 01,9
03	223 09,0	0 02,8
04	238 09,2	0 03,8
05	253 09,4	0 04,8
06	268 09,5	II 0 05,8
07	283 09,7	0 06,8
08	298 09,9	0 07,8
09	313 10,1	0 08,8
10	328 10,3	0 09,8
11	343 10,5	0 10,7
12	358 10,7	II 0 11,7
13	13 10,8	0 12,7
14	28 11,0	0 13,7
15	43 11,2	0 14,7
16	58 11,4	0 15,7
17	73 11,6	0 16,7
18	88 11,8	II 0 17,7
19	103 11,9	0 18,6
20	118 12,1	0 19,6
21	133 12,3	0 20,6
22	148 12,5	0 21,6
23	163 12,7	0 22,6
24	178 12,9	II 0 23,6

CORRECTIONS DE HAUTEUR

CORRECTION DES HAUTEURS OBSERVEES DU SOLEIL.

(- r)Ufraction moyenne - d)Upression + parallaxe + demi-diamètre)

BORD INFERIEUR, PREMIERE CORRECTION.

Hauteur Observée	ELEVATION DE L'OEIL											
	24 m	26 m	28 m	30 m	32 m	34 m	36 m	38 m	40 m	42 m	44 m	46 m
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												

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

CORRECTION

1 ORTHODROMIE

saisie des informations

<i>position de départ</i>	<i>position d'arrivée</i>	<i>1er tronçon</i>
$\varphi_1 = 35^\circ 20,0' S$	$\varphi_2 = 13^\circ 19,0' N$	<i>Durée</i> = 24 heures
$G_1 = 100^\circ 12,0' E$	$G_2 = 088^\circ 48,0' W$	$V_f = 20,0 nd$

$G_2 - G_1 = 189,000^\circ$	>180° donc il faut prendre la route par l'Est	<u>ENMM MARSEILLE</u> <u>PEMLB</u>
$g = -171,000^\circ$		$g = 360^\circ - (G_2 - G_1)$
$m_o = 9392,1 M$		$m_o = 60 \cdot \arccos(\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos g)$
$A = 157,524^\circ$		$A = \arccos((\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos(m_o/60)) / (\cos \varphi_1 \cdot \sin(m_o/60)))$
$V = 157,524^\circ$	puisque $g < 0$ on obtient	$V = A$
$\varphi_v = 71,828^\circ$		$\varphi_v = \arccos(\cos \varphi_1 \cdot \sin A)$
$\varphi_v = 71^\circ 49,7' S$	puisque $A > 90$ on obtient	$\varphi < 0$ latitude SUD
$G_v - G_1 = 76,544^\circ$		$G_v - G_1 = \arccos(\tan \varphi_1 / \tan \varphi_v)$
$G_v = 176^\circ 44,6' E$	puisque $g < 0$ on obtient	$G_v = G_1 - \arccos(\tan \varphi_1 / \tan \varphi_v)$
$\alpha = -1,084^\circ$	correction de Givry	$\alpha = (durée \cdot V_f) / 120 \cdot \sin V \cdot \tan \varphi_1$
$R_{f \text{ loxo}} = 156,4^\circ$	pour le 1er tronçon	$R_{f \text{ loxo}} = V + \alpha$
$R_{f \text{ quart loxo}} = 073,3^\circ$	pour une route loxo de 1 vers 2	$R_{f \text{ quart loxo}} = \arctan(g / \lambda)$
$m_{\text{loxo}} = 10167,4 M$		$m_{\text{loxo}} = 60 \cdot l / \cos R_{f \text{ quart loxo}}$
$gain_{\text{ortho/loxo}} = 414,5 M$		

a) $G_v = G_1 \pm \arccos\left(\frac{\tan(\varphi_1)}{\tan(\varphi_v)}\right)$ donc $G_C = -100^\circ 12' - \arccos\left(\frac{\tan(-35^\circ 20')}{\tan(-60^\circ)}\right)$ avec un signe - devant

l'arc-cosinus car de A vers B le parcours le plus court est vers l'Est.

Finalem^{ent} $G_C = 166^\circ 02,4' E$

De même $G_D = 088^\circ 48' + \arccos\left(\frac{\tan(13^\circ 19')}{\tan(-60^\circ)}\right)$ avec un signe + devant l'arc-cosinus car de B vers

A le parcours le plus court est vers l'Ouest.

Finalem^{ent} $G_D = +186^\circ 39,3'$ soit $G_D = 173^\circ 20,7' E$

c) l'équateur ($\varphi_E = 00^\circ N = 00^\circ S$) est situé entre les points D ($\varphi_D = 60^\circ S$) et B ($\varphi_B = 13^\circ 19' N$) donc sur la seconde route orthodromique, de vertex D.

D'après la formule $G_V = G_I \pm \arccos\left(\frac{\tan(\varphi_I)}{\tan(\varphi_V)}\right)$ on obtient $G_E = G_D - \pm \arccos\left(\frac{\tan(\varphi_E)}{\tan(\varphi_D)}\right)$ où \pm est remplacé par + car de D vers le point de franchissement de l'équateur on fait route vers l'Ouest.

Alors $G_E = -173^\circ 20,7' - \arccos\left(\frac{\tan(00^\circ)}{\tan(-60^\circ)}\right)$

soit $G_E = -173^\circ 20,7' - 90^\circ$: on retrouve le résultat liant la longitude des vertex et des noeuds : ils sont séparés de 90° de longitude vers l'Est ou l'Ouest.

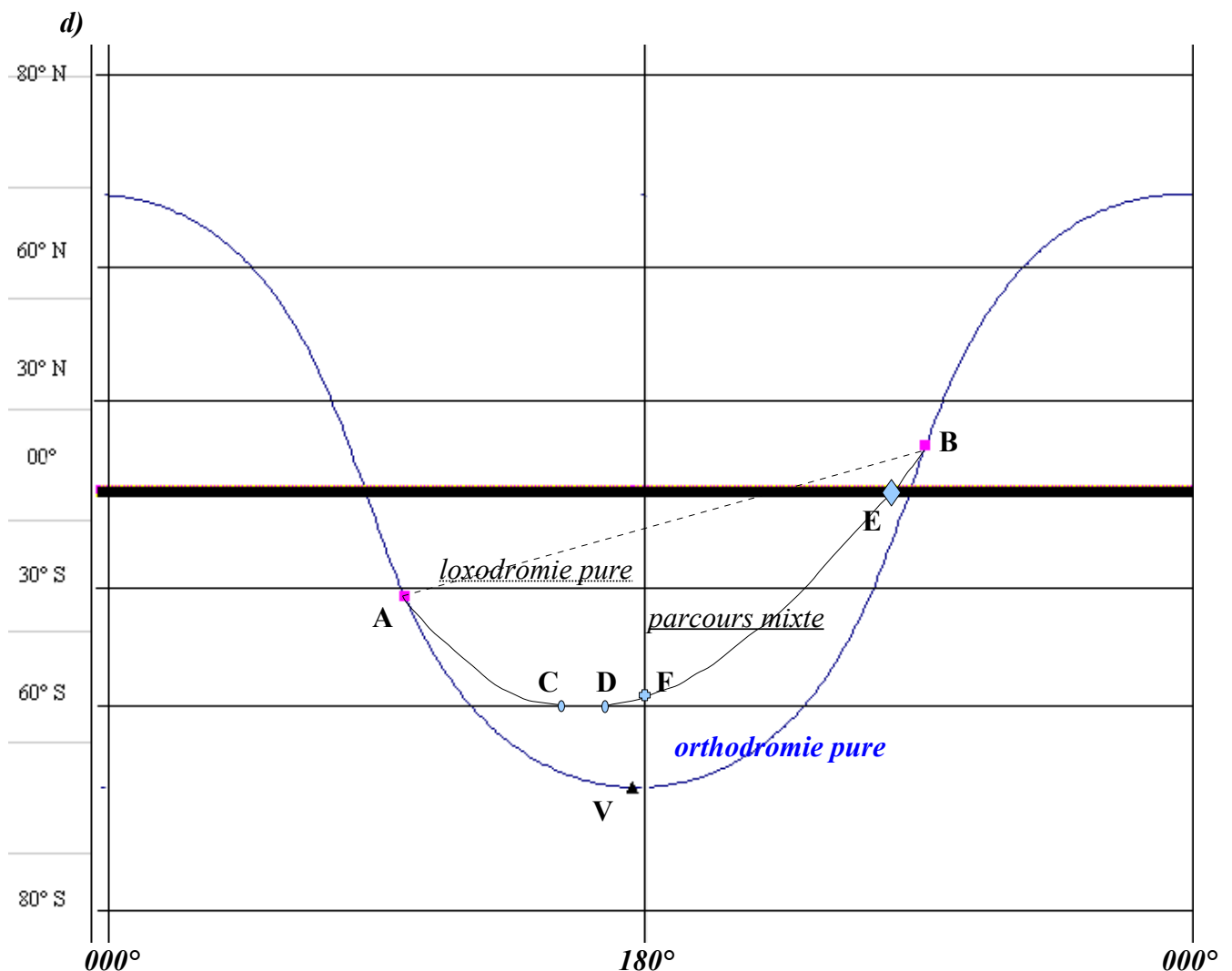
Enfinement $G_E = -263^\circ 20,7'$ soit $G_E = 096^\circ 39,3' W$

c) $G_V = G_I \pm \arccos\left(\frac{\tan(\varphi_I)}{\tan(\varphi_V)}\right)$ donc $\varphi_I = \arctan(\tan(\varphi_V) \cdot \cos(G_V - G_I))$

la ligne de changement de date ($G_F = 180^\circ W = 180^\circ E$) est située entre les points D ($G_D = 173^\circ 20,7'E$) et B ($G_B = 88^\circ 48'W$) donc sur la seconde route orthodromique, de vertex D.

alors $\varphi_F = \arctan(\tan(\varphi_D) \cdot \cos(G_D - G_F)) = \arctan(\tan(-60^\circ) \cdot \cos(-173^\circ 20,7' - 180^\circ))$

Enfinement $\varphi_F = 59^\circ 49,9' S$



2 ASTRONOMIE

a)

latitude estimée à cet instant

longitude estimée à cet instant

numéro du fuseau

heure de l'observation à Greenwich

calcul de l'angle horaire à Greenwich
et de la déclinaison

calcul de l'angle horaire au méridien local

calcul de l'angle au pôle

calcul de la hauteur estimée

calcul de l'azimut zénithal

calcul de l'azimut

$\varphi_e =$	35° 00',0	N		
$G_e =$	125° 00',0	E		
$f =$	-8			
$T_{cp} =$	9:0:0			$T_{cp} = T_{cf} + f$
	AH_{ao}		D	
9:00	220° 00',0	S	02° 00',0	
9:0:0	220° 00',0	S	02° 00',0	→ interpolations
10:00	220° 00',0	S	02° 00',0	
$AH_{ag} =$	345° 00',0			$AH_{ag} = AH_{ao} - G$
$P =$	015° 00',0		astre à l'Est	$P = 360 - AH_{ag}$
$H_e =$	050° 25',2			→ $H_e = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$
$A_z =$	156,0°			→ $Az = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$
$Z =$	156,0°		astre à l'Est	$Z = Az$

b)

latitude estimée à cet instant

longitude estimée à cet instant

numéro du fuseau

heure de l'observation à Greenwich

calcul de l'angle horaire à Greenwich
et de la déclinaison

calcul de l'angle horaire au méridien local

calcul de l'angle au pôle

calcul de la hauteur estimée

calcul de l'azimut zénithal

calcul de l'azimut

$\varphi_e =$	40° 00',0 S	18,0°	67',5	67',9	68',1
$G_e =$	040° 00',0 W	$H_o + corr1 =$ 00,00°	71',1	$corr2 =$ 71',5	71',7
$f =$	+3	20,0°	67',1	67',5	67',7
$T_{cp} =$	20:0:0	$T_{cp} = T_{cf} + f$			
	AH_{ao}	D			
20:00	340° 00',0 N	15° 00',0			
20:0:0	340° 00',0 N	15° 00',0	→ interpolations		
21:00	340° 00',0 N	15° 00',0			
$AH_{ag} =$	300° 00',0	$AH_{ag} = AH_{ao} - G$			
$P =$	060° 00',0	astre à l'Est			$P = 360 - AH_{ag}$
$H_e =$	011° 44',9	$H_e = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$			
$A_z =$	058,7°	$Az = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$			
$Z =$	058,7°	astre à l'Est			$Z = Az$

c) La première droite de hauteur, à 10h00 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	$\epsilon =$	01',5	hauteur observée	$H_o = H_i + \epsilon + c$		
collimation	$c =$	-00',3	$H_o =$	63° 19',2		
1 ^{ère} correction	$corr1 =$	06',7	hauteur vraie	$H_v = H_o + corr1 + corr2$		
2 ^{ème} correction	$corr2 =$	00',3	$H_v =$	63° 26',2		
hauteur instrumentale	$H_i =$	63° 18',0	2 ^{ème} correction pour la Lune π			
heure de l'observation dans le fuseau local	$T_{cf} =$	10:00:00		57',5	57',8	58',0
latitude estimée à cet instant	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_e = \\ G_e = \end{array} \right.$	15° 00',0 S	18,0°	67',5	67',9	68',1
longitude estimée à cet instant		170° 00',0 E	$H_o + corr1 =$	63,43°	$corr2 =$	58',8
numéro du fuseau	$f =$	-11	20,0°	67',1	67',5	67',7
heure de l'observation à Greenwich	$T_{cp} =$	23:0:0 la veille	$T_{cp} = T_{cf} + f$			
calcul de l'angle horaire à Greenwich et de la déclinaison	AH_{ao}		D			
	23:00	162° 43',4 S	21° 14',4			
	23:0:0	162° 43',4 S	21° 14',4	interpollations		
	24:00	177° 43',2 S	21° 14',0			
calcul de l'angle horaire au méridien local	$AH_{ag} =$	332° 43',4	$AH_{ag} = AH_{ao} - G$			
calcul de l'angle au pôle	$P =$	027° 16',6	astre à l'Est $P = 360 - AH_{ag}$			
calcul de la hauteur estimée	$H_e =$	063° 22',5	$H_e = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin D + \cos \varphi \cdot \cos D \cdot \cos P)$			
calcul de l'azimut zénithal	$A_z =$	107,6°	$Az = \arctan(\sin P / (\cos \varphi \cdot \tan D - \sin \varphi \cdot \cos P))$			
calcul de l'azimut	$Z =$	107,6°	astre à l'Est			$Z = Az$
calcul de l'intercepte	$i =$	3',7	$i = H_v - H_e$			
coordonnées du point déterminatif	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_D = \\ G_D = \end{array} \right.$	15° 01',1 S	ENMM MARSEILLE PEMPLB			
		170° 03',6 E				

Calcul de l'heure de la méridienne

heure du point estimé dans le fuseau local	$T_{cf} =$	10:00:00	
latitude estimée à cet instant	$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_e = \\ G_e = \end{array} \right.$	15° 00',0 S	
longitude estimée à cet instant		170° 00',0 E	
route fond	$R_f =$	075,0°	ENMM MARSEILLE PEMPLB
vitesse fond	$V_f =$	20,0 nd	
numéro du fuseau	$f =$	-11	
heure du point estimé à Greenwich	$T_{cp} =$	23:0:0 la veille	$T_{cp} = T_{cf} + f$
calcul de l'angle horaire à Greenwich	AH_{vo}		
	23:00	162° 43',4	
	23:0:0	162° 43',4	interpollations
24:00	177° 43',2		
calcul de l'angle horaire au méridien local	$AH_{vg} =$	332° 43',4	$AH_{ag} = AH_{ao} - G$
calcul de l'angle au pôle	$P =$	027° 16',6	astre à l'Est $P = 360 - AH_{ag}$
vitesse angulaire du soleil	$\gamma_v =$	14,997 °/heure	$\gamma_v = (AH_{vo} \text{ à } 24:00) - (AH_{vo} \text{ à } 23:00)$
vitesse angulaire du navire	$\gamma_N =$	-0,333 °/heure	$\gamma_N = (-V_f \cdot \sin R_f) / (60 \cdot \cos \varphi)$
vitesse angulaire de rapprochement	$\gamma =$	15,330 °/heure	$\gamma = \gamma_v - \gamma_N$
heure de la méridienne dans le fuseau local	$T_{mer} =$	11:46:45 T_{cf}	$T_{mer} = T_{cf} + P / \gamma$

calcul de loxodromie entre 10h00 T_{cf} et l'heure de la méridienne

saisie des informations

position de départ		
$\varphi_A =$	15° 00,0'	S
$G_A =$	170° 00,0'	E
éléments de l'estime		
$R_S =$	075,0°	
$V_S =$	20,0 nd	
$R_C =$	000,0°	
$V_C =$	0,0 nd	
Durée =	1,46 heures, minutes	

méthode approchée

R	m	φ, l	φ_m	G, g
		-15,000°		-170,000°
075,0°	35,33333	00,152°		-00,589°
			-14,924°	
000,0°	0	00,000°		00,000°
		-14,848°		-170,589°
position d'arrivée				
		$\varphi_B =$	14° 50,9'	S
		$G_B =$	170° 35,3'	E

méthode exacte

R	m	φ, l	Λ, λ	G, g
		-15,000°	-15,174°	-170,000°
075,0°	35,33333	00,152°	00,158°	-00,589°
		-14,848°	-15,017°	
000,0°	0	00,000°	00,000°	00,000°
		-14,848°	-15,017°	-170,589°
position d'arrivée				
		$\varphi_B =$	14° 50,9'	S
		$G_B =$	170° 35,3'	E

Calcul de la latitude méridienne

- excentricité
- collimation
- 1^{ère} correction
- 2^{ème} correction
- hauteur instrumentale
- heure de l'observation dans le fuseau local
- latitude estimée à cet instant
- numéro du fuseau
- heure de l'observation à Greenwich
- calcul de la déclinaison
- calcul de la distance zénithale
- calcul de la latitude méridienne

$\varepsilon =$	00',5	hauteur observée	$H_o = H_i + \varepsilon + c$		
$c =$	-00',3		$H_o = 83^\circ 25',2$		
corr1 =	07',0	hauteur vraie	$H_v = H_o + corr1 + corr2$		
corr2 =	00',3		$H_v = 83^\circ 32',5$		
$H_i =$	83° 25',0	2 ^{ème} correction pour la Lune	π		
$T_{cf} =$	11:46:45		57',5	57',8	58',0
$\varphi_e =$	14° 50',9 S		18,0°	67',5	67',9
$f =$	-11		$H_o + corr1 = 83,54^\circ$	54',4	corr2 = 54',8
			20,0°	67',1	67',5
$T_{cp} =$	0:46:45				67',7
	D		$T_{cp} = T_{cf} + f$		
0:00	S 21° 14',0				
0:46:45	S 21° 13',6	interpollations			
1:00	S 21° 13',5				
$N_v =$	006° 27',5		$N_v = \pm (90^\circ - H_v)$		
		astre au Sud	signe +		
$\varphi_{m\acute{e}ridienne} =$	014° 46',1 S		$\varphi_{m\acute{e}ridienne} = N_v + D$		

calcul de loxodromie entre l'heure de la méridienne et 17h00 T_{cf}

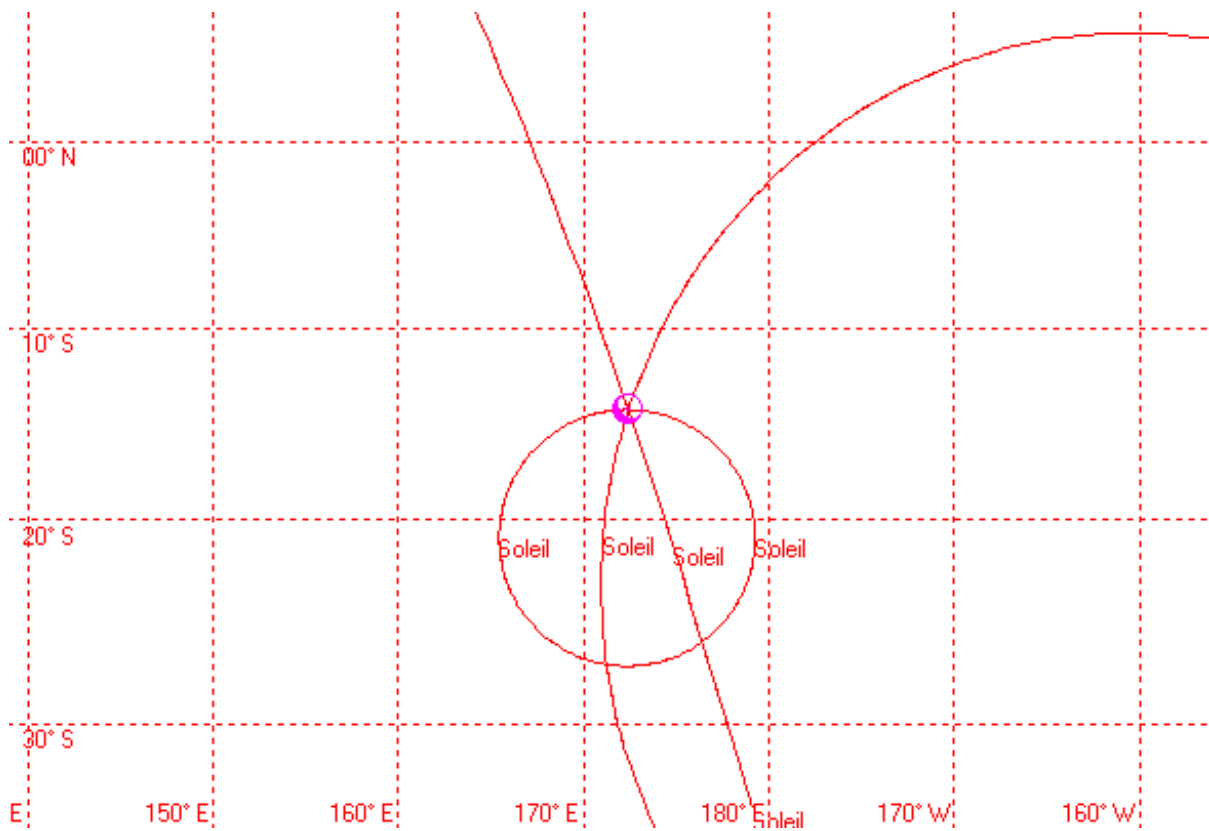
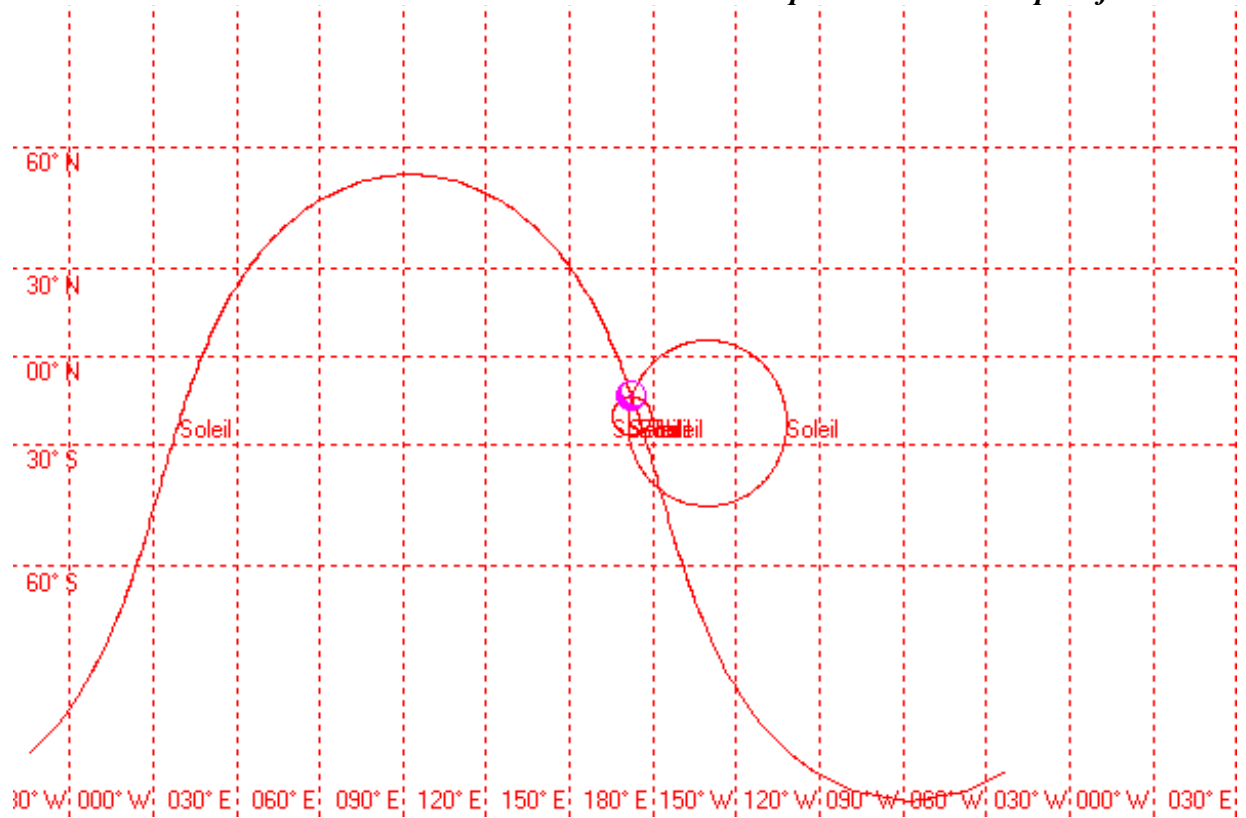
saisie des informations			méthode approchée					méthode exacte				
position de départ			R	m	φ , l	φ_m	G , g	R	m	φ , l	Λ, λ	G , g
φ _A =	15° 00,0'	S			-15,000°				-15,000°	-15,174°	-170,000°	
G _A =	170° 00,0'	E	075,0°	140	00,604°		075,0°	140	00,604°	00,624°	-02,330°	
éléments de l'estime						-14,698°			-14,396°	-14,550°		
R _S =	075,0°		000,0°	0	00,000°		000,0°	0	00,000°	00,000°	00,000°	
V _S =	20,0 nd				-14,396°				-14,396°	-14,550°	-172,330°	
R _C =	000,0°		position d'arrivée					position d'arrivée				
V _C =	0,0 nd		φ _B =	14° 23,8'	S		φ _B =	14° 23,8'	S			
Durée =	7 heures, minutes		G _B =	172° 19,8'	E		G _B =	172° 19,8'	E			

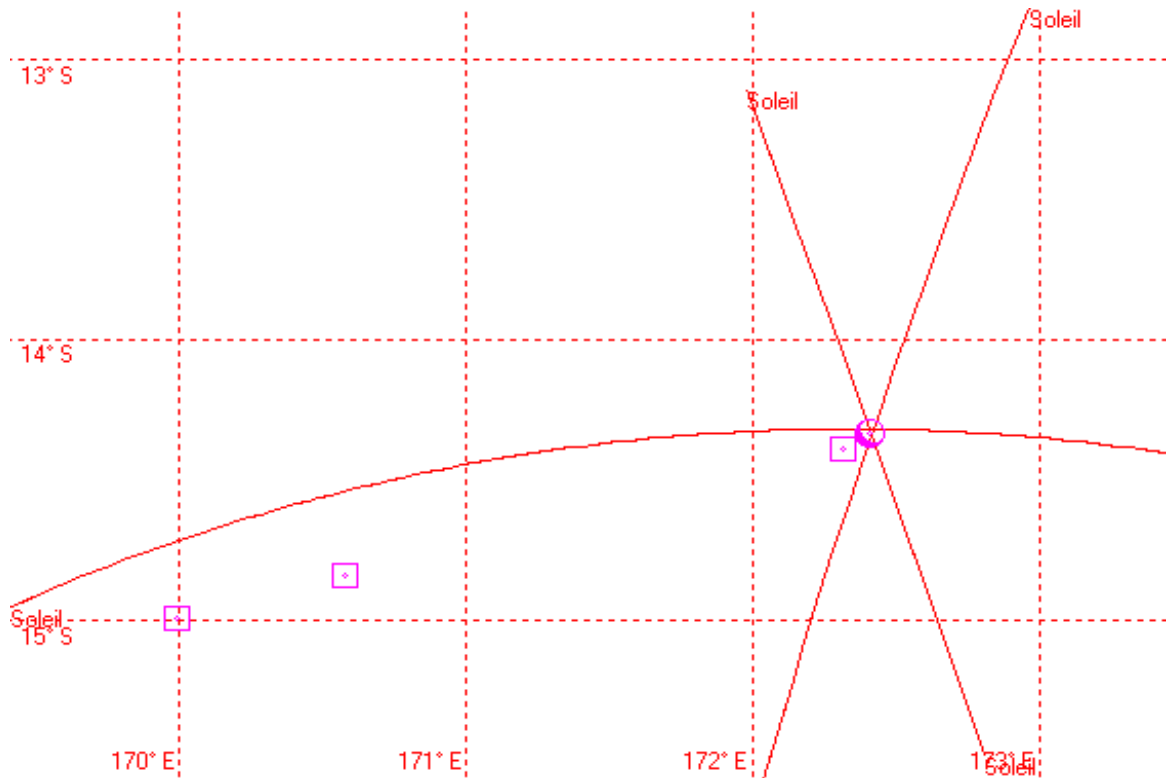
calcul de la droite de hauteur de 17h00 T_{cf}

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

excentricité	ε =	01',5	hauteur observée	H _o = H _i + ε + c																						
collimation	c =	-00',3	H _o =	14° 06',2																						
1 ^{ère} correction	corr1 =	03',5	hauteur vraie	H _v = H _o + corr1 + corr2																						
2 ^{ème} correction	corr2 =	00',3	H _v =	14° 10',0																						
hauteur instrumentale	H _i =	14° 05',0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2^{ème} correction pour la Lune</th> <th colspan="3">π</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>57',5</td> <td>57',8</td> <td>58',0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>18,0°</td> <td>67',5</td> <td>67',9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>67',5</td> <td>68',3</td> <td>68',9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>67',1</td> <td>67',5</td> <td>67',7</td> </tr> </tbody> </table>				2 ^{ème} correction pour la Lune	π				57',5	57',8	58',0		18,0°	67',5	67',9		67',5	68',3	68',9		67',1	67',5	67',7
2 ^{ème} correction pour la Lune	π																									
	57',5	57',8	58',0																							
	18,0°	67',5	67',9																							
	67',5	68',3	68',9																							
	67',1	67',5	67',7																							
heure de l'observation dans le fuseau local	T _{cf} =	17:00:00																								
latitude estimée à cet instant	φ _e =	14° 23',8 S																								
longitude estimée à cet instant		G _e =	172° 19',8 E	H _o + corr1 =	14,16°	corr2 =	68',6																			
numéro du fuseau	f =	-11																								
heure de l'observation à Greenwich	T _{cp} =	6:0:0				T _{cp} = T _{cf} + f																				
	AH _{ao}		D																							
	6:00	267° 41',8 S	21° 11',3																							
calcul de l'angle horaire à Greenwich et de la déclinaison	6:0:0	267° 41',8 S	21° 11',3			interpollations																				
	7:00	282° 41',6 S	21° 10',8																							
calcul de l'angle horaire au méridien local	AH _{ag} =	080° 01',6				AH _{ag} = AH _{ao} - G																				
calcul de l'angle au pôle	P =	080° 01',6	astre à l'Ouest			P = AH _{ag}																				
calcul de la hauteur estimée	H _e =	014° 15',4				H _e = arcsin(sin φ . sin D + cos φ . cos D . cos P)																				
calcul de l'azimut zénithal	A _z =	108,6°				Az = arctan(sin P / (cos φ . tan D - sin φ . cos P))																				
calcul de l'azimut	Z =	251,4°	astre à l'Ouest			Z = 360 - Az																				
calcul de l'intercepte	i =	-5',4				i = H _v - H _e																				
coordonnées du point déterminatif	φ _D =	14° 22',1 S	ENMM MARSEILLE PEMPLB																							
		G _D =					172° 25',1 E																			

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_{cf}
Enfinement, le point astronomique à 17h00 T_{cf} est

$$\begin{cases} \varphi_{\odot} = 14^{\circ} 20,2' S \\ G_{\odot} = 170^{\circ} 24,8' E \end{cases}$$

d) l'heure de coucher n'est pas donnée le 15 janvier 2007, il faut donc interpoler entre la veille et le lendemain :

au coucher à $\varphi = 48^\circ S$ et $G = 000^\circ W$ le 14/01/07 19h58min00s T_{co} $Z_v = 235,6^\circ$

au coucher à $\varphi = 48^\circ S$ et $G = 000^\circ W$ le 16/01/07 19h56min24s T_{co} $Z_v = 236,6^\circ$

donc en faisant la moyenne sur l'heure et sur l'azimut, on obtient

au coucher à $\varphi = 48^\circ S$ et $G = 000^\circ W$ le 15/01/07 19h57min12s T_{co} $Z_v = 236,1^\circ$

Pour tenir compte de la longitude, on convertit G en heures et minutes : $163^\circ E / 15^\circ/h = -10h52min$

au coucher à $\varphi = 48^\circ S$ et $G = 163^\circ E$ le 15/01/07 19h57min12s + (-10h52min) = 9h05min12s T_{co}

Enfin on exprime l'heure dans le fuseau du lieu T_{cf} : pour $G = 163^\circ E$ on a $f = -11$

au coucher à $\varphi = 48^\circ S$ et $G = 163^\circ E$ le 15/01/07 19h57min12s - (-11) = 20h05min12s T_{cf}

Enfinement, le 15 janvier 2007, vu de la position

le soleil se couche à 20h05min12s T_{cf} dans l'azimut $Z_v = 236,1^\circ$

$$\begin{cases} \varphi_s = 48^\circ S \\ G_s = 163^\circ E \end{cases}$$

e) pour $G = 013^\circ 13,8' W$ on a $f = +1$

le 15 janvier 2007, 13h13 T_{cf} + (+1) = 14h13 T_{co}

Dans les éphémérides, on lit et on interpole pour cette heure-là l'angle horaire sidéral à Greenwich : $AH_{so} = 327^\circ 54,1'$

En corrigeant avec la longitude de l'observateur, on obtient l'angle horaire sidéral local $AH_{sg} = AH_{so} - G = 327^\circ 54,1' - 013^\circ 13,8' = 314^\circ 40,3'$

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

$A = -3,4'$

$B = 0'$

$C = +0,2'$

Alors $\varphi = H_v + A + B + C = 42^\circ 37,8' + (-3,4') + 0' + 0,2' = 42^\circ 34,6'$

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

Enfinement $\varphi = 42^\circ 34,6' N$

f) Pour la même date, heure et longitude que la question précédente, l'angle horaire sidéral local reste $AH_{sg} = 314^\circ 40,3'$.

Avec $AH_{sg} = 314^\circ 40,3'$ et $\varphi = 47^\circ N$, on lit dans le tableau de l'azimut de l'étoile polaire $Z_v = 001,0^\circ$ d'où le calcul de la variation $W = Z_v - Z_c = 001^\circ - 005^\circ$

Enfinement $W = -4^\circ$

g) le changement de saison hiver / printemps correspond au passage du soleil dans le plan équatorial : à cet instant-là, le centre de la terre et celui du soleil sont alignés avec le point vernal γ . Donc la déclinaison du soleil est $D = N 00^\circ$.

Cherchons à la date de l'équinoxe de printemps dans les éphémérides l'heure à laquelle la déclinaison du soleil s'annule :

le 21 mars 2007 à 00h00 T_{co} $D = S 0^\circ 00,1'$

le 21 mars 2007 à 01h00 T_{co} $D = N 0^\circ 00,9'$

Par interpolation, on obtient $D = N 00^\circ$ à 00h06 T_{co}

pour $G = 025^\circ W$ on a $f = +2$

$T_{cf} = T_{co} - f = 00h06 - (+2) = 22h06$ le 20 mars 2007

Enfinement, pour un observateur situé à la position

l'instant de début du printemps 2007 sera le 20 mars 2007 à 22h06 T_{cf} .

$$\begin{cases} \varphi_s = 37^\circ N \\ G_s = 025^\circ W \end{cases}$$