



# Comment se repérer sur le soleil

Le soleil est un très bon point de repère. En mer, par beau temps, on peut lui demander où l'on se trouve. Comme les calculs sont tout de même assez lourds, on apprécie l'informatique de poche : voici deux programmes pour TI 59 et FX-702 P.

■ Pendant très longtemps, la navigation astronomique fut le seul moyen connu de naviguer hors de la vue des côtes. Malheureusement, ce procédé souffrait de trois handicaps aux conséquences parfois désastreuses.

Pour bien faire en effet, il aurait fallu disposer d'un instrument permettant de mesurer les angles avec précision, de savoir l'heure exacte, et d'avoir la patience de se livrer à des calculs relativement compliqués.

La première difficulté fut levée au XIX<sup>e</sup> siècle avec la fabrication de sextants de bonne qualité. En ce qui

concerne l'exactitude de l'heure, il fallut attendre la diffusion des signaux horaires (et donc la radio). Restaient les calculs.

Longs, fastidieux et "bourrés" de pièges, ils restèrent longtemps l'un des principaux écueils des examens aux divers brevets de navigateur au long cours... Et puis l'électronique est arrivée. Il est maintenant possible de faire le point astronomique sans presque rien y connaître ! Un sextant, une montre à quartz et une calculatrice programmable constituent l'ensemble du matériel requis.

————— Le tracé —————  
 ————— de la droite —————  
 ————— de hauteur —————

Le principe est assez simple : dans un premier temps, par un point quelconque librement choisi sous condition d'être à moins de 20 ou 30 milles du navire, on trace une droite dans la direction observée du soleil. Cette droite fait avec le nord géographique un angle Z appelé azimut. Sur cette droite, à partir du point P retenu, on porte une longueur nommée intercept (et calculée par le programme) qui fournit le point H. L'intercept est donc la longueur PH.

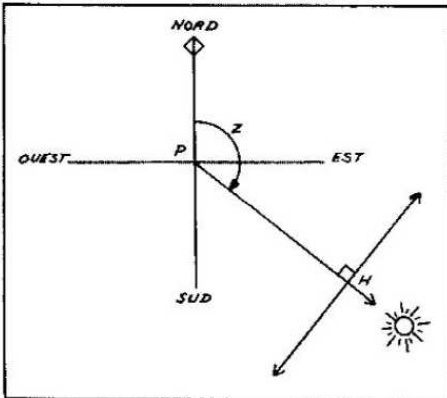
Par H, on trace une perpendiculaire à l'azimut (voir fig. 1). Le navire est situé quelque part sur cette perpendiculaire que l'on appelle la droite de hauteur.

Un peu plus tard, trois quarts d'heure si les mesures sont effectuées au milieu de la journée, une bonne heure dans le courant de la matinée ou de l'après-midi, on se livre à une seconde série d'observations, et l'on obtient ainsi une nouvelle droite de hauteur.

Si le navire n'a pas bougé dans l'intervalle, il se trouve à l'intersection des deux droites de hauteur. C'est le cas le plus simple : au mouillage, vous pourrez ainsi vérifier que vous obtenez bien, en vous repérant sur le soleil, la "position" du port où vous vous trouvez...



# Comment se repérer sur le soleil



**Fig. 1 :**  
perpendiculaire à  
l'intercept PH, la droite  
de hauteur

Le plus souvent cependant, le navire s'est déplacé entre les deux observations, et il faut alors impérativement ramener la première droite de hauteur "à l'heure de la seconde". Il suffit pour cela de faire glisser la première droite parallèlement à elle-même, dans la direction de la route suivie et sur une distance égale au parcours effectué. Il est évidemment très important de déterminer cette distance aussi précisément que possible.

Par convention, sur une carte, on représentera une droite de hauteur en inscrivant une petite flèche à chacune de ses extrémités. Si la droite a été déplacée par translation, on tracera une double flèche à ses extrémités (fig. 2).

Comment  
procéder ?

On a fait en sorte que les opérations à effectuer soient aussi simples que possible. On commence par mesurer la hauteur du bord inférieur du soleil par rapport à l'horizon en notant l'heure exacte à laquelle cette observation est faite (heures, minutes et secondes en Temps Universel). Afin d'éliminer les erreurs fortuites, on procède à cinq ou six relevés successifs en consignait par écrit, à chaque fois, la hauteur du

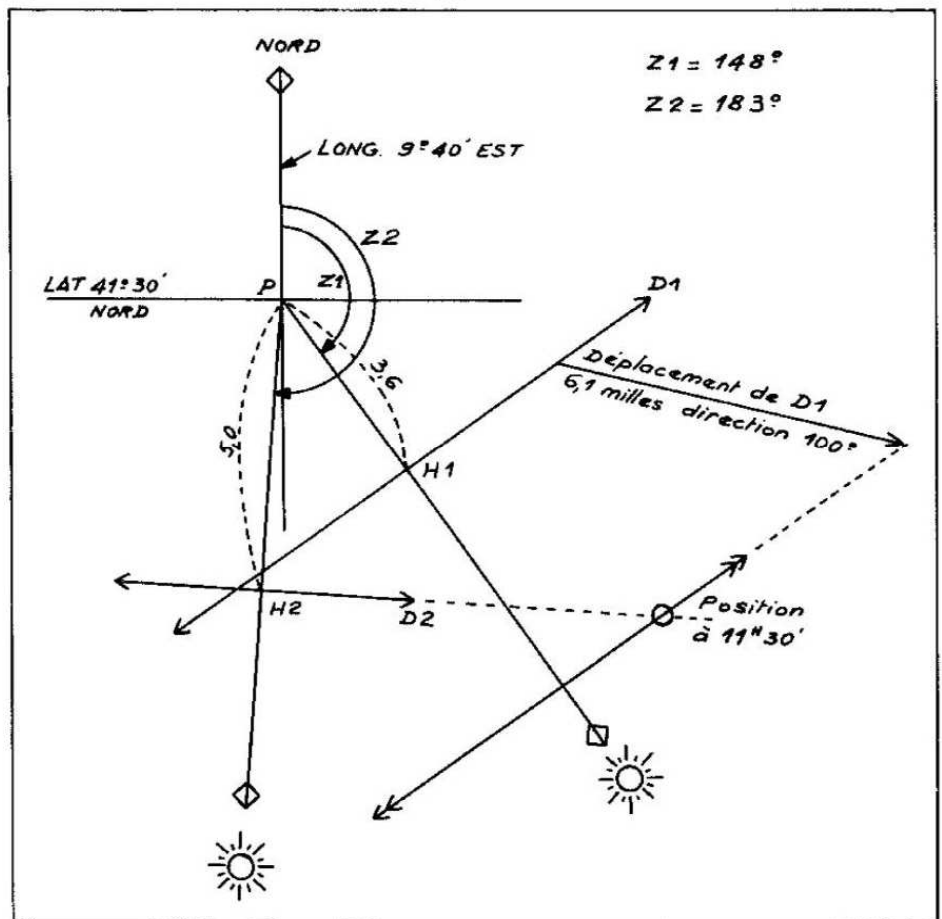


**Fig. 2 :**  
les intercepts positifs se portent vers l'astre, les intercepts négatifs en sens inverse de l'astre.

soleil et l'heure correspondante.

On introduit ensuite dans la machine :

- la série des heures ;
- la série des hauteurs observées ;



- la correction instrumentale (s'il y a lieu) ;
- la date ;
- la longitude puis la latitude du point à partir duquel on désire faire le tracé sur la carte.

Une fois que ces données sont fournies à l'ordinateur de poche, il donne en réponse l'intercept et l'azimut. Il ne reste plus qu'à les reporter sur la carte. L'utilisateur n'a donc aucun calcul à effectuer. Si la mer est praticable, il peut obtenir sans difficulté une précision d'un à deux milles.

### — Un bon exemple — — concret —

Imaginons que nous sommes en vacances, en mer, le 15 août 1982. Le "loch" indique 125,4 milles, la correction du sextant est nulle et notre route est 100° : nous nous dirigeons vers les Iles Pontines. Le

temps est magnifique et nous décidons de rechercher à partir du soleil quelle est notre position. Première série d'observations :

- 10 h 21 mn 10 sec — 59° 06'
- 10 h 21 mn 50 sec — 59° 09'
- 10 h 22 mn 10 sec — 59° 07'
- 10 h 22 mn 42 sec — 59° 10'

Après une heure et quelque, nous recommençons :

- 11 h 29 mn 18 sec — 62° 26'
- 11 h 29 mn 44 sec — 62° 25'
- 11 h 30 mn 20 sec — 62° 27'
- 11 h 30 mn 38 sec — 62° 26'

Pour cette seconde série d'observations, la correction du sextant (évidemment) est toujours nulle, et le "loch" indique 131,5 milles. Nous choisissons sur la carte un point situé à une vingtaine ou à une trentaine de milles de notre position. Il y en a un tout tracé sur la carte, c'est l'intersection du méridien 9° 40' Est et du parallèle 41° 30' Nord.

Pour la première droite de hauteur (D1), le micropoche nous indique un intercept de 3,6 milles et un azimut Z1 de 148,5°. Pour la seconde droite (D2), l'intercept est de 5 milles et l'azimut Z2 de 182,2°. La translation de D1 nous donne D'1 déplacée par rapport à D1 de 131,5 — 125,4 = 6,1 milles dans la direction de notre route : 100°. (Pour déplacer une droite de hauteur, on déplace l'un quelconque de ses points et l'on trace la parallèle).

Avec la TI 59, le plus gros du travail consiste en fait à entrer le programme au clavier. Une fois que ce sera chose faite, on n'oubliera surtout pas de sauver le tout sur cartes magnétiques ! La partition requise pour la mémoire est 3 2nd Op 17, soit 720 pas et 30 mémoires.

On initialise d'abord avec une pression sur 2nd A', avant d'introduire en A la série des heures d'observation (format requis :

Point astronomique : Soleil (programme pour TI 59) Auteur Lucien Strebler Copyright l'Ordinateur de poche et l'auteur					070	00	0	110	01	1	150	28	28	190	95	=	
000	76	LBL	035	42	STD	071	00	0	111	08	8	151	55	+	191	42	STD
001	17	B'	036	07	07	072	00	0	112	09	9	152	04	4	192	01	01
002	42	STD	037	58	FIX	073	01	1	113	09	9	153	54	)	193	53	(
003	12	12	038	00	00	074	03	3	114	93	.	154	59	INT	194	43	RCL
004	75	-	039	91	R/S	075	65	x	115	05	5	155	95	=	195	10	10
005	03	3	040	76	LBL	076	53	(	116	54	)	156	42	STD	196	55	+
006	93	.	041	18	C'	077	43	RCL	117	95	=	157	29	29	197	04	4
007	05	5	042	22	INV	078	10	10	118	42	STD	158	01	1	198	54	)
008	95	=	043	58	FIX	079	75	-	119	26	26	159	32	X/T	199	59	INT
009	65	x	044	88	DMS	080	01	1	120	02	2	160	43	RCL	200	32	X/T
010	03	3	045	42	STD	081	09	9	121	93	.	161	12	12	201	43	RCL
011	00	0	046	11	11	082	00	0	122	03	3	162	67	EQ	202	10	10
012	95	=	047	91	R/S	083	00	0	123	01	1	163	04	04	203	55	+
013	38	SIN	048	76	LBL	084	54	)	124	04	4	164	25	25	204	04	4
014	65	x	049	13	C	085	95	=	125	02	2	165	02	2	205	95	=
015	93	.	050	22	INV	086	42	STD	126	04	4	166	32	X/T	206	67	EQ
016	02	2	051	58	FIX	087	25	25	127	03	3	167	43	RCL	207	04	04
017	07	7	052	88	DMS	088	02	2	128	85	+	168	12	12	208	34	34
018	05	5	053	42	STD	089	08	8	129	53	(	169	67	EQ	209	43	RCL
019	95	=	054	09	09	090	01	1	130	43	RCL	170	04	04	210	01	01
020	42	STD	055	91	R/S	091	93	.	131	10	10	171	29	29	211	85	+
021	24	24	056	76	LBL	092	02	2	132	75	-	172	53	(	212	43	RCL
022	65	x	057	10	E'	093	02	2	133	01	1	173	53	(	213	07	07
023	02	2	058	42	STD	094	00	0	134	09	9	174	03	3	214	85	+
024	95	=	059	10	10	095	08	8	135	00	0	175	00	0	215	43	RCL
025	94	+/-	060	02	2	096	03	3	136	01	1	176	93	.	216	14	14
026	85	+	061	03	3	097	85	+	137	54	)	177	06	6	217	95	=
027	03	3	062	93	.	098	93	.	138	42	STD	178	65	x	218	42	STD
028	02	2	063	04	4	099	00	0	139	28	28	179	43	RCL	219	15	15
029	95	=	064	05	5	100	01	1	140	65	x	180	12	12	220	75	-
030	58	FIX	065	02	2	101	07	7	141	93	.	181	54	)	221	43	RCL
031	01	01	066	02	2	102	01	1	142	02	2	182	85	+	222	29	29
032	91	R/S	067	09	9	103	09	9	143	05	5	183	93	.	223	95	=
033	76	LBL	068	75	-	104	09	9	144	09	9	184	06	6	224	65	x
034	12	B	069	93	.	105	65	x	145	06	6	185	54	)	225	93	.
						106	53	(	146	04	4	186	59	INT	226	09	9
						107	43	RCL	147	75	-	187	75	-	227	08	8
						108	10	10	148	53	(	188	03	3	228	05	5
						109	75	-	149	43	RCL	189	03	3	229	06	6



230	95	=	297	16	16	364	85	+	431	61	GTO	534	19	D*	601	65	*
231	42	STD	298	75	-	365	01	1	432	02	02	535	22	INV	602	71	SBR
232	27	27	299	43	RCL	366	02	2	433	11	11	536	58	FIX	603	98	ADV
233	85	+	300	26	26	367	95	=	434	01	1	537	55	+	604	39	CDS
234	43	RCL	301	75	-	368	42	STD	435	85	+	538	06	6	605	54	)
235	26	26	302	43	RCL	369	13	13	436	43	RCL	539	00	0	606	22	INV
236	85	+	303	27	27	370	43	RCL	437	01	01	540	95	=	607	38	SIN
237	43	RCL	304	75	-	371	10	10	438	61	GTO	541	44	SUM	608	42	STD
238	27	27	305	53	(	372	58	FIX	439	02	02	542	19	19	609	02	02
239	38	SIN	306	43	RCL	373	00	00	440	11	11	543	43	RCL	610	92	RTN
240	65	*	307	25	25	374	91	R/S				544	19	19	611	76	LBL
241	01	1	308	55	+	375	76	LBL				545	22	INV	612	87	IFF
242	93	.	309	02	2	376	98	ADV				546	88	DMS	613	71	SBR
243	09	9	310	54	)	377	53	(	480	76	LBL	547	58	FIX	614	98	ADV
244	01	1	311	30	TAN	378	43	RCL	481	11	A	548	04	04	615	38	SIN
245	03	3	312	33	X²	379	13	13	482	22	INV	549	91	R/S	616	65	*
246	06	6	313	65	*	380	85	+	483	58	FIX	550	76	LBL	617	43	RCL
247	07	7	314	53	(	381	43	RCL	484	88	DMS	551	15	E	618	17	17
248	01	1	315	43	RCL	382	09	09	485	44	SUM	552	87	IFF	619	39	CDS
249	85	+	316	16	16	383	54	)	486	22	22	553	01	01	620	55	+
250	53	(	317	65	*	384	92	RTN	487	01	1	554	87	IFF	621	71	SBR
251	02	2	318	02	2	385	76	LBL	488	44	SUM	555	01	1	622	89	π
252	65	*	319	54	)	386	90	LST	489	21	21	556	03	3	623	39	CDS
253	43	RCL	320	38	SIN	387	29	CP	490	43	RCL	557	93	.	624	95	=
254	27	27	321	65	*	388	77	GE	491	22	22	558	04	4	625	22	INV
255	54	)	322	01	1	389	67	EQ	492	55	+	559	75	-	626	38	SIN
256	38	SIN	323	08	8	390	43	RCL	493	43	RCL	560	43	RCL	627	58	FIX
257	65	*	324	00	0	391	06	06	494	21	21	561	24	24	628	01	01
258	93	.	325	55	+	392	77	GE	495	55	+	562	75	-	629	42	STD
259	00	0	326	89	π	393	68	NOP	496	42	STD	563	43	RCL	630	06	06
260	01	1	327	85	+	394	94	+/-	497	20	20	564	19	19	631	43	RCL
261	09	9	328	09	9	395	91	R/S	498	02	2	565	30	TAN	632	17	17
262	09	9	329	00	0	396	76	LBL	499	04	4	566	35	1/X	633	30	TAN
263	07	7	330	55	+	397	68	NOP	500	95	=	567	85	+	634	65	*
264	04	4	331	89	π	398	85	+	501	42	STD	568	06	6	635	43	RCL
265	85	+	332	65	*	399	01	1	502	14	14	569	00	0	636	11	11
266	53	(	333	53	(	400	08	8	503	43	RCL	570	65	*	637	39	CDS
267	03	3	334	43	RCL	401	00	0	504	20	20	571	53	(	638	75	-
268	65	*	335	25	25	402	95	=	505	22	INV	572	43	RCL	639	43	RCL
269	43	RCL	336	55	+	403	91	R/S	506	88	DMS	573	19	19	640	11	11
270	27	27	337	02	2	404	76	LBL	507	58	FIX	574	75	-	641	38	SIN
271	54	)	338	54	)	405	67	EQ	508	04	04	575	71	SBR	642	65	*
272	38	SIN	339	30	TAN	406	43	RCL	509	91	R/S	576	89	π	643	71	SBR
273	65	*	340	33	X²	407	06	06	510	76	LBL	577	95	=	644	98	ADV
274	93	.	341	33	X²	408	77	GE	511	14	D	578	58	FIX	645	39	CDS
275	00	0	342	65	*	409	69	DP	512	22	INV	579	01	01	646	95	=
276	00	0	343	53	(	410	85	+	513	58	FIX	580	86	STF	647	55	+
277	00	0	344	43	RCL	411	01	1	514	88	DMS	581	01	01	648	71	SBR
278	02	2	345	16	16	412	08	8	515	44	SUM	582	91	R/S	649	98	ADV
279	08	8	346	65	*	413	00	0	516	18	18	583	76	LBL	650	38	SIN
280	09	9	347	04	4	414	95	=	517	01	1	584	89	π	651	95	=
281	00	0	348	54	)	415	91	R/S	518	44	SUM	585	53	(	652	22	INV
282	07	7	349	38	SIN	416	76	LBL	519	23	23	586	43	RCL	653	86	STF
283	95	=	350	95	=	417	69	DP	520	43	RCL	587	17	17	654	01	01
284	42	STD	351	42	STD	418	94	+/-	521	18	18	588	38	SIN	655	71	SBR
285	16	16	352	00	00	419	85	+	522	55	+	589	65	*	656	90	LST
286	38	SIN	353	94	+/-	420	03	3	523	43	RCL	590	43	RCL	657	76	LBL
287	65	*	354	85	+	421	06	6	524	23	23	591	11	11	658	16	A*
288	43	RCL	355	01	1	422	00	0	525	95	=	592	38	SIN	659	25	CLR
289	25	25	356	05	5	423	95	=	526	42	STD	593	85	+	660	29	CP
290	38	SIN	357	65	*	424	91	R/S	527	19	19	594	43	RCL	661	47	CMS
291	95	=	358	53	(	425	00	0	528	22	INV	595	17	17	662	22	INV
292	22	INV	359	43	RCL	426	61	GTO	529	88	DMS	596	39	CDS	663	86	STF
293	38	SIN	360	14	14	427	02	02	530	58	FIX	597	65	*	664	01	01
294	42	STD	361	65	*	428	11	11	531	04	04	598	43	RCL	665	22	INV
295	17	17	362	02	2	429	03	3	532	91	R/S	599	11	11	666	58	FIX
296	43	RCL	363	04	4	430	01	1	533	76	LBL	600	39	CDS	667	91	R/S

Les pas 441 à 479  
sont inoccupés.

### Point astronomique : Soleil

(programme pour FX-702 P)

Auteur Lucien Strebler

Copyright l'Ordinateur de poche et l'auteur

```
10 VAC:PRT "PT. A"
STRO"
20 INP "H.TU",H:I
F H=0 THEN 40
30 N=H:GSS 400:H=N
:K=X+1:I=I+H:GO
TO 20
40 INP "HI",K:IF K
=0 THEN 60
50 N=K:GSS 400:K=N
:P=P+K:GOTO 40
60 INP "E",C,"J",D
,"M",N,"AN",R:"
LAT",L:N=L:GSS
400:L=N
65 INP "LONG",G:N=
G:GSS 400:G=N
70 R=281.22083+.01
7199*(R-1899.5)
:J=I/X:Q=P/X
80 O=23.45229-.000
13*(R-1900):B=I
NT ((30.6*N)+.E
)-33
90 IF INT (R/4)=R/
4:B=B+1
91 IF N=1:B=0
92 IF N=2:B=31
100 T=B+D+J/24
110 U=2.314243+(R-1
901)*.25964-INT
((R-1901)/4)
120 W=.9856*(T-U)
130 F=R+W+1.913671*
SIN W+.819974*G
IN (2*W)
140 V=.00028907*SIN
(3*W)+F:S=ASN
(SIN O+SIN V)
150 Y=(J+12)*15-V+R
+W*TAN (O/2)+2*
SIN (2*V)*190/X
155 IF V>360:V=V-36
0
160 H=Y-TAN (O/2)+4
*SIN (4*V)*90/X
170 E=13.4-.275*SIN
(30*(M-3.5))-T
AN (O+C/60)+1
180 K=ASN (SIN S*SI
N L+COS S*COS L
*COS (H+G)):O=E
+60*(O+C/60-K)
190 N=ASN (COS S/CO
S K*SIN (H+G))
200 X=(TAN S*COS L-
SIN L+COS (H+G)
)/SIN (H+G)
210 IF K<0:IF N<0:N
=-N:GOTO 250
220 IF K<0:N=180+N:
GOTO 250
230 IF N<0:N=180+N:
GOTO 250
240 N=360-N
250 SET F1:PRT "INT
=":D:CSR 11:"Z="
:N
260 PRT "H.TU.MOY="
:;DMS J
400 Z=SGN N:N=ABS N
:E=FRAC N*100:H
=INT N+INT E/60
+FRAC E/36
410 N=N*Z:RET
```

**Précision importante :** Enfin, il faut savoir que la longitude est comptée positivement vers l'Est, contrairement à l'usage international. Pour rétablir une notation standard, il suffit de remplacer + par - au pas 380.

— Et maintenant —  
— sur le Casio —

Sur le FX-702 P, les choses se passent plus simplement mais ça ne dispense pas, bien sûr, d'entrer le programme ! Il faut également répondre aux questions posées par la machine. Mais le programme — il est vrai — pose ces questions : il commence par demander la série des heures d'observations en affichant "H.TU ?" (heure en Temps Universel). On lui répond en introduisant l'heure sous forme HH.MMSS. L'ordinateur repose la même question indéfiniment : quand votre série d'observations est terminée, il faut lui répondre avec un zéro pour passer à la séquence suivante.

Le programme demande alors de façon répétitive la série des hauteurs observées en affichant "HI ?", et il faut lui répondre en utilisant le format DD.MMSS. Lorsque la dernière hauteur est introduite, on répond par zéro. La machine demande alors l'erreur instrumentale (E ?), le jour (J ?), le mois (M ?), l'année (AN ?), la latitude (LAT ?), et enfin la longitude (LONG ?).

Toutes ces réponses étant données, le 702 P donne alors en un seul affichage l'intercept et l'azimut. Une pression sur la touche CONT permet d'obtenir l'heure moyenne d'observation, autrement dit l'heure de la droite de hauteur.

A remarquer que toutes les mesures angulaires doivent être introduites sous la forme DD.MMSS à l'exception de l'erreur instrumentale (minutes et dixièmes). De la même façon que pour le programme de TI 59, la longitude est comptée positivement vers l'Est contrairement à l'usage international. Si l'on désire respecter la notation standard, il faudra remplacer H + G par H - G aux lignes 180, 190 et 200.

S'agissant maintenant de vous exercer à faire le point sur le Soleil, je ne vois qu'une chose à vous souhaiter, en plus du bon vent, c'est un ciel sans nuages.

□ Lucien Strebler

HH.MMSS). On introduit ensuite la date — quantième du mois — en B, puis le mois en 2nd B', et la machine affiche le diamètre du soleil.

La longitude et la latitude du point choisi sur la carte sont entrées respectivement en C et 2nd C' ; dans les deux cas, la machine les retourne à l'affichage sous forme décimale. On introduit alors la série des hauteurs observées en D et l'affichage indique la hauteur moyenne sexagésimale. L'erreur instrumentale doit être introduite de D' sous forme de minutes et de dixièmes : la machine indique alors la hauteur moyenne corrigée en degrés, minutes et secondes. En

dernier lieu, il faut indiquer l'année en 2nd E' (4 chiffres).

En pressant alors une fois sur E, on obtient l'affichage de l'intercept. Une deuxième pression sur E conduit à l'affichage de l'azimut.

Cela dit, après l'initialisation (2nd A'), les entrées peuvent se faire dans le "désordre" si l'on respecte les deux restrictions suivantes :

— toutes les hauteurs doivent avoir été introduites *avant* l'entrée de l'erreur instrumentale ;

— le millésime, exprimé par un nombre de quatre chiffres, doit impérativement être indiqué en dernier, et l'on ne peut demander les résultats qu'après qu'il soit réapparu à l'affichage.

Par ailleurs, il faut savoir que le diamètre du soleil n'est indiqué que pour permettre d'étalonner le sextant, si besoin est. En comparant cette valeur avec celle que fournit le sextant, on pourra en déduire la correction qu'il faut éventuellement lui appliquer. En fait, le programme calcule lui-même le diamètre du soleil pour effectuer ses calculs.

Tous les angles doivent être entrés sous le format DD.MMSS à la seule exception de l'erreur instrumentale qui doit être exprimée en minutes et en dixièmes.

### A vos risques et périls

Comme pour tous les logiciels susceptibles d'être appliqués à des situations sérieuses, les programmes présentés ici devront être entièrement testés avant d'être utilisés autrement que dans le cadre d'une simulation. Le lecteur vérifiera donc que les résultats fournis par ces programmes sont toujours exacts avant de les employer pour piloter une embarcation réelle.

□ NDLR