

## CALCULETTE DE

### DÉTERMINER LES HEURES OÙ QUE VOUS SOYEZ

► Les éphémérides astronomiques, ou plus simplement le calendrier des Postes (et certains autres parfois), nous donnent toujours les instants de lever et coucher du Soleil calculés pour Paris. C'est peut-être logique d'un certain point de vue, mais fort gênant pour tous ceux qui n'habitent pas la capitale, bien qu'il faille reconnaître qu'il serait difficile de publier ces tables pour chaque ville de France : même en ne considérant que celles de plus de 100 000 habitants, il en faudrait déjà 60, et l'on ne satisferait encore que 43 % de la population !

Pour tous ceux qui connaissent parfaitement leurs coordonnées géographiques, nous proposons donc un programme relativement simple qui ne calcule pas directement l'heure du lever et du coucher du Soleil, mais donne la correction à apporter aux instants calculés pour Paris. Cette méthode, bien que reposant sur une formule de correction approximative, donne l'heure corrigée à la minute près, ce qui est une précision suffisante dans la quasi-totalité des cas. C'est pourquoi nous ne tenons pas compte notamment de l'effet de réfraction.

La formule proposée est applicable entre 42 et 54° de latitude, ce qui est satisfaisant pour la France et quelques pays voisins : le parallèle 42 suit en effet la "ligne" Porto-Barcelone-Rome, et le parallèle 54 joint Belfast à Hambourg. Entre ces deux "lignes", le programme ci-dessous sera donc utilisable sans aucun problème.

Pour ce calcul nous aurons à entrer :

- la date considérée, sous forme du nombre de jours écoulés depuis le "0" janvier de l'année en cours ;
  - le millésime de l'année considérée (en inscrivant, par exemple, 83 pour 1983), afin de réajuster la valeur de la longitude écliptique du Soleil, donnée pour 1980 (cette valeur intervient dans le calcul de la déclinaison de l'astre) ;
  - la latitude, exprimée en degrés et fraction de degrés ;
  - la longitude, exprimée pareillement, mais avec un signe positif dans le cas où elle est à l'ouest, négatif dans celui où elle est à l'est) ;
  - la clé (notée Z), qui aura la valeur - 1 si l'on recherche le lever, et + 1 pour le coucher.
- Ce programme, utilisé de façon répétitive, pourra aussi vous per-

## DE LEVER ET COUCHER DU SOLEIL

mettre de tracer un diagramme des écarts entre les instants de Paris et ceux d'un lieu quelconque, suivant la période de l'année et la déclinaison du Soleil. Par ailleurs, il est utilisable pour d'autres astres que le Soleil, à condition que la déclinaison soit comprise entre + 30 et - 30°.

### Formulation

#### 1. Calcul de la longitude écliptique du Soleil.

$$Ls = (282.59651 + 0.01722 A) + N + 1.9167 \sin N$$

Avec :

$$\Lambda = M - 80$$

M : millésime de l'année considérée car la longitude écliptique du Soleil était de 282.59651° au 1<sup>er</sup> janvier 1980

$$N = (360/365) (n - 3) = 0.98563 (n - 3)$$

"n" étant le nombre de jours écoulés depuis le "0" janvier de l'année en cours.

#### 2. Calcul de la déclinaison du Soleil.

$$\delta = \text{Arc sin} (\sin Ls \sin i)$$

$$= \text{Arc sin} (0.39781 \sin Ls)$$

puisque  $i = 23^\circ 26'$  (obliquité de l'écliptique)

$$\text{et } \sin i = 0.39781$$

#### 3. Calcul de l'écart en latitude.

$$\Delta \varphi = \varphi - 48.9$$

Compte tenu du fait que nous ne pouvons obtenir une précision finale meilleure que  $\pm 0,5$  mn, il n'est pas nécessaire de donner la latitude à mieux que 0,1° près (ce qui représente environ 10 km sur le terrain).

#### 4. Calcul de l'écart en longitude.

$$\Delta L = 4 (L + 2.25)$$

L est positif pour une longitude ouest, négatif pour une longitude est.

Le coefficient 4 permet la conversion de degrés en minutes de temps.

La valeur 2.25 correspond à la longitude de Paris, qui vaut en fait - 2.25 (puisque Paris est à l'est du méridien origine de Greenwich) ; mais comme il faut retrancher cette valeur : - (- 2.25), on a finalement + 2.25.

#### 5. Correction à apporter aux instants calculés pour Paris.

$$C = \Delta L + 5.2 Z \frac{\Delta \varphi}{1 - 0.03 (\Delta \varphi)}$$

( $\text{tg} (1.8 \delta + 0.73)$ )

Rappel : Z est un coefficient qui vaut - 1 pour le lever et + 1 pour le coucher.

### Application

Quels sont les instants de lever et coucher du Soleil à Ajaccio ( $\varphi = 41.9^\circ$ ;  $L = - 8.7^\circ$ ) le 1<sup>er</sup> mars 1983 ?

#### 1. Longitude écliptique du Soleil :

$$\Lambda = 83 - 80 = 3$$

$$n = 60$$

$$N = 0.98563 (60 - 3) = 56.18091$$

$$Ls = 282.64817 + 56.18091$$

$$+ 1.9167 \sin (56.1809)$$

$$= 340.42147$$

#### 2. Déclinaison du Soleil :

$$\delta = \text{Arc sin} (- .3351 \times 0.39781)$$

$$= \text{Arc sin} (- 0.13331) = - 7.66^\circ$$

#### 3. Écart en latitude.

$$\Delta \varphi = 41.9 - 48.9 = - 7.0^\circ$$

#### 4. Écart en longitude.

$$\Delta L = 4 (- 8.7 + 2.25) = - 25.8 \text{ mn}$$

#### 5. Correction.

$$C = (- 25.8) (- 5.2) \frac{- 7.0}{1 - 0.03 (- 7.0)}$$

$$[\text{tg} (1.8) (- 7.66) + 0.73]$$

$$C = (- 25.8) (- 5.2) (- 5.765) (- 0.232)$$

$$= - 32.9 = - 33 \text{ mn pour le lever}$$

$$C = (- 25.8) (+ 5.2) (- 5.765) (- 0.232)$$

$$= - 19 \text{ mn pour le coucher}$$

La dissymétrie de ces deux valeurs correspond à l'équation du temps, que nous n'avons pas à calculer ici puisqu'elle est déjà incluse dans les valeurs calculées pour Paris. Pour le 1<sup>er</sup> mars nous avons, à Paris : lever du Soleil à 6 h 35 ; coucher 17 h 32. Donc pour Ajaccio, nous avons :

$$\text{lever : } 6 \text{ h } 35 - 0 \text{ h } 33 = 6 \text{ h } 02 ;$$

$$\text{coucher : } 17 \text{ h } 32 - 0 \text{ h } 19 = 17 \text{ h } 13 ;$$

Ces instants sont bien entendu donnés en TU (temps universel). Au 1<sup>er</sup> mars, il fallait ajouter 1 h pour obtenir l'heure légale, soit 7 h 02 et 18 h 13 respectivement.

### Indications

Les machines peuvent donner en un seul calcul les deux corrections (lever et coucher), si on remarque que  $C = \Delta L \pm F$  avec :

$$F = \frac{5.2 \Delta \varphi}{1 - 0.03 \Delta \varphi} \times \text{tg} (1.8 \delta + 0.73)$$

Dans l'organigramme, CL et CC désignent respectivement la correction pour le lever et le coucher du soleil.

Remarquer enfin que  $4 (L + 2.25) = 4L + 9$ .

### SOLUTION

#### DU NUMÉRO PRÉCÉDENT

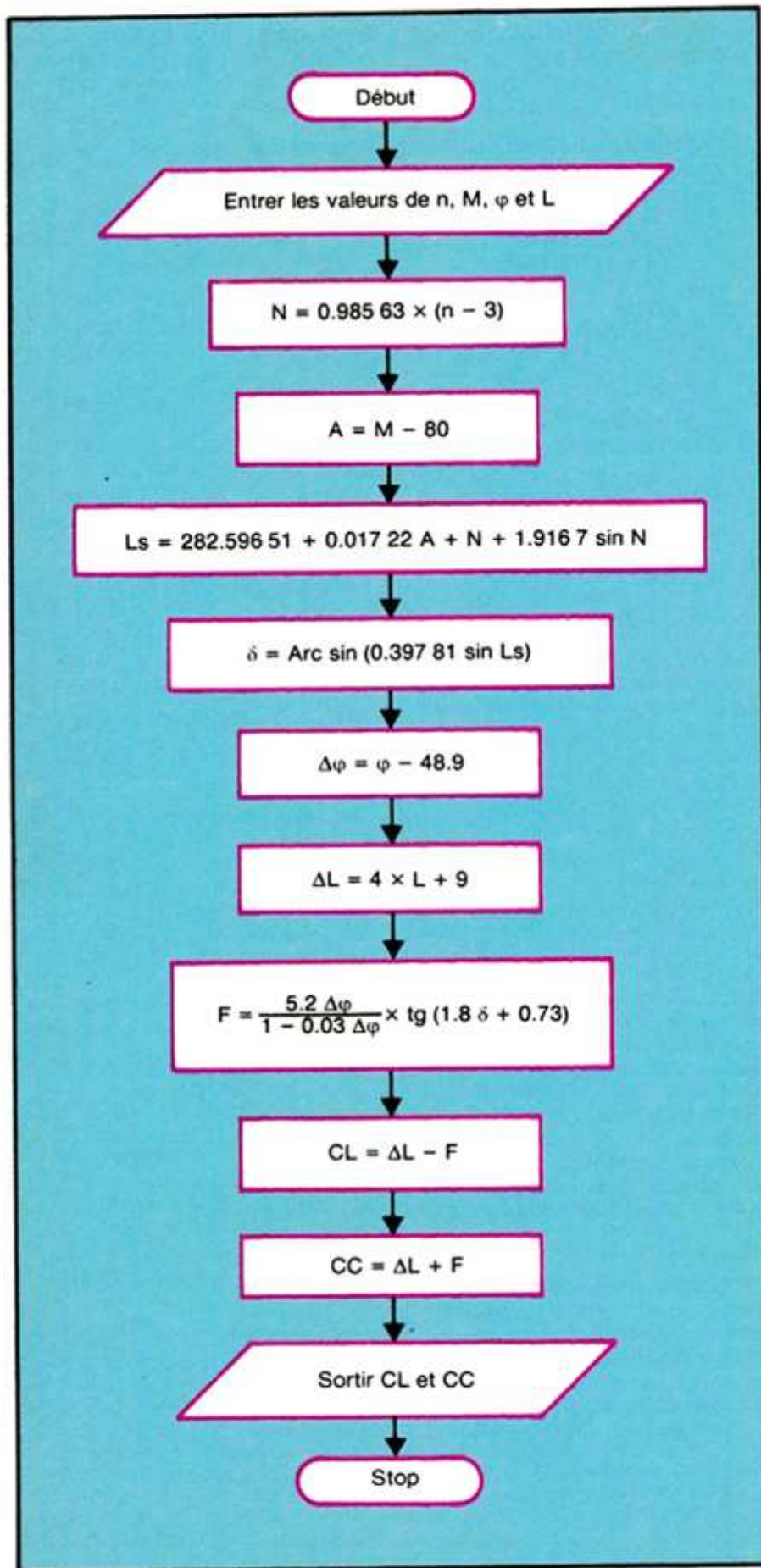
(« Comment déterminer à tout moment la distance de la Lune avec précision »)

#### Programme pour HP-34C

001 DEG	060 RCL 0
STO 0	.
.	1
9	1
8	1
5	3
6	7
3	x
x	-
010 3	1
.	070 4
4	5
6	.
8	9
9	6
-	0
ENTER	1
STO 1	-
sin	STO 3
020 1	+
.	080 CHS
0	sin
1	1
6	.
x	2
+	7
2	4
8	x
2	RCL 3
030 .	+
5	090 RCL 1
1	sin
0	.
4	1
+	8
RCL 0	6
1	x
3	+
.	RCL 1
040 1	sin
7	100 .
6	3
3	7
4	x
x	-
1	RCL 3
2	sin
4	6
.	.
050 8	2
7	110 8
5	9
6	x
+	+
STO 2	cos
-	.
2	0
x	5
RCL 2	4

# CALCULETTE DE L'ASTRONOME

(suite)



Organigramme

9	ENTER
120 ×	1/x
1	3
+	4
1/x	7
3	6
8	×
3	tan <sup>-1</sup>
2	6
4	140 0
1	×
130 ×	142 RTN

### Mode d'emploi

Taper le nombre de jours entre le "0" janvier 1975 (c'est-à-dire le 31 décembre 1974) et la date souhaitée, puis faire A. Apparaîtra alors la valeur de "d" en minutes. Faire enfin  $x \rightleftharpoons y$  pour avoir D.

### Programme pour TI-58 et TI-59

000	LBL A	0
	DEG	4
	PGM 20	050 =
	A	x $\rightleftharpoons$ 1
	7	RCL 04
	2	×
	1	1
	3	3
010	5	·
	3	1
	INV SUM 04	7
	RCL 04	060 6
	×	3
	·	4
	9	+
020	8	1
	5	2
	6	4
	3	·
	-	8
	3	7
	·	070 5
	4	6
	6	-
	8	STO 01
030	9	RCL 04
	+	×
	STO 00	·
	sin	1
	×	080 1
	1	1
	·	3
	0	7
	1	-
040	6	1
	+	4
	2	5
	8	·
	2	9
	·	090 6
	5	0
	1	1

	=	3
	STO 02	7
	+/-	140 x
	+	RCL 00
	2	sin
	x	=
100	(	cos
	RCL 01	x
	-	.
	x = t	0
	)	5
	=	150 4
	sin	9
	x	+
	1	1
110	.	=
	2	÷
	7	3
	4	8
	+	3
	RCL 02	2
	+	160 4
	.	1
	1	x
120	8	1/x
	6	STO 03
	x	3
	RCL 00	4
	sin	7
	+	6
	6	170 =
	.	INV tan
	2	x
130	8	6
	9	0
	x	=
	RCL 02	x = t
	sin	RCL 03
	-	180 R/S
	.	

### Mode d'emploi

Entrer la date sous la forme habituelle MMJJ.AAAA en A, et la machine sortira la valeur de D en km. Faire ensuite x = t pour avoir "d" (en minutes). Les 15 premiers pas du programme calculent le nombre de jours entre le "0" janvier 1975 et la date demandée.

### Erratum

Dans notre précédente rubrique (Science & Vie n° 790, juin 1983, « Comment déterminer à tout moment la distance de la Lune avec précision »), une coquille s'est glissée dans le onzième rectangle de l'organigramme. Pour cette fraction, il faut donc lire :

$$D = 1 + \frac{383.241}{0.054 \cos (Mc + Ec)}.$$

Pierre KOHLER  
 Programmation Daniel FERRO □