

LA CALCULETTE DE

LE PASSAGE DES ASTRES AU ZÉNITH

► Ne vous êtes-vous jamais demandé à quel moment ou depuis quel endroit de la Terre, telle étoile ou planète se trouverait au zénith ? Et, par conséquent, pour quels astres cela était possible, depuis un lieu donné ? Il est bien évident que l'étoile Polaire, par exemple, quasiment immobile dans le ciel, ne se trouvera jamais à la vertical dans le ciel, à moins que vous soyez situés à l'emplacement même du pôle nord.

Pourtant, de telles questions, et les réponses qui pourront leur être apportées, sont d'un intérêt certain pour quiconque se penche sur les astres — si l'image n'est pas ici trop forte. En effet, la possibilité de déterminer quels astres peuvent se trouver au zénith d'un lieu donné (et quand) est importante pour ceux qui souhaitent effectuer des observations ou des photographies dans les meilleures conditions.

C'est là en effet que la réfraction et l'absorption atmosphérique sont minimales, voire nulles en fait.

D'une façon générale, il faut savoir qu'un astre se trouve à la verticale quand sa déclinaison est égale à la latitude du lieu d'observation et son ascension droite au temps sidéral local (ce dernier étant à la fois fonction de la longitude de l'observateur, de l'instant considéré et de la date). Ainsi peut-on relier le passage d'un astre au zénith aux coordonnées géographiques (longitude, latitude) et au temps (mois, jour, heure).

Le programme qui suit comporte donc plusieurs clés :

1. Il permet de déterminer les coordonnées terrestres du lieu depuis lequel un astre donné (identifié par ses coordonnées équatoriales) pourra être vu, la date et l'heure de l'observation étant fixées.

2. Ensuite pour un lieu donné (longitude et latitude fixées), il permet :

A. de déterminer les coordonnées de l'astre passant au zénith, à l'instant choisi ;

B. de déterminer l'instant du passage au zénith si l'on fixe la date et les coordonnées équatoriales de l'astre ;

C. de déterminer le jour de l'année pour lequel il y a passage au zénith d'un astre dont on fixe

l'heure d'observation et les coordonnées célestes.

Notons que pour ces 3 calculs A, B et C, la déclinaison de l'astre considéré est imposée par la latitude de l'observateur, et vice-versa. Ainsi, par exemple, un astre ayant +20° de déclinaison ne pourra jamais être vu au zénith à Paris (49° de latitude).

Formulation

Clé 1 :

Chercher les longitudes (L) et latitude (φ) terrestres — sont donnés l'ascension droite (α), la déclinaison de l'astre (δ) et l'instant de l'observation [date (N) et heure (H) en TU], N correspondant au nombre de jours écoulés depuis le "0" janvier de l'année en cours.

$$\varphi = \delta$$

$$L = \alpha - 98.971 - 0.98563 N - 15.0405 H$$

(A noter que α est à convertir préalablement en degrés, α° étant égal à $\alpha^h \times 15$.)

Clé 2 A :

Chercher l'ascension droite (α) et la déclinaison (δ) — sont donnés : L et φ ; N et H.

$$\delta = \varphi$$

$$\alpha = L + 98.9715 + 0.98563 N + 15.0405 H$$

$$\alpha^h = \alpha^\circ / 15$$

Clé 2 B :

Chercher l'heure d'observation (H) — sont donnés : N, α et δ et L et φ .

$$H = \frac{\alpha^\circ - L - 98.9715 - 0.985635 N}{15.0405}$$

Clé 2 C :

Chercher la date (N) ou, plus exactement, le rang du jour dans l'année — sont donnés : H, α et δ et L et φ .

$$N = \frac{\alpha^\circ - L - 98.9715 - 15.0405 H}{0.985635}$$

Applications

1. Depuis quel lieu la Lune se trouvait-elle au zénith le 3 octobre 1982 à 1 h TU alors qu'elle était pleine (coordonnées : $\alpha = 6.2$ h ; $\delta = +23.4^\circ$).

$$\varphi = +23.4^\circ$$

$$L = 93 - 272.03 - 15.04 - 98.97 = -293.05^\circ$$

soit, en se ramenant entre 0 et 360°, 66.95°.

Pour 23° de latitude et 67° de longitude environ, nous nous trouvons aux environs de Karachi, au Pakistan.

2A. Quel astre se trouvera au zénith de Madrid (41° N, 4° W) le 1^{er} février 1983 à 22 h TU (N = 32)? A noter qu'il faudra utiliser L exprimé en longitude est, soit 360 - 4 = 356°.

$$\delta = +41^\circ$$

$$\alpha = 356 + 98.9715 + 31.54 + 330.891 = 817.403$$

soit, en se ramenant entre 0 et 360°, 97.4°; ou encore, exprimé en heures, $\alpha = 97.4/15 = 6.5$ h = 6 h 30 mn.

C'est l'amas ouvert NGC 2281, dans la constellation du Cocher, qui possède ces coordonnées. Et un coup d'œil sur une carte céleste mobile confirme en effet que pour une latitude moyenne, c'est bien la constellation du Cocher qui se trouve au zénith à ce jour et cette heure-là.

2B. A quelle heure pouvait-on photographier Pluton au zénith le 16 octobre 1982 depuis Kourou, en Guyane française (coordonnées de Pluton : $\alpha = 14.05$ h ; $\delta = +5.1$)? Kourou, par 5.2° de latitude, est susceptible d'avoir Pluton au zénith.

Longitude = 52.7° W, soit 307.3° E (N = 289)

$$H = \frac{210.75 - 307.3 - 98.97 - (0.985635 \times 289)}{15.0405}$$

H = -31.938 à ramener entre 0 et 24 h

$$H = -31.938 + 48 = 16.06 = 16$$
 h 04 TU (environ 13 h locales).

C'est donc en plein jour qu'à cette date Pluton se trouvait au zénith dans le ciel de Guyane.

2C. Pour quelle date l'étoile Deneb (la plus brillante de la constellation du Cygne) se trouve-t-elle au zénith de la ville de Grenoble ($\varphi = 45^\circ$; L = 5.7° E)? Les coordonnées de Deneb étant $\alpha = 20.7$ h et $\delta = 45^\circ$, on remarquera

qu'il y a compatibilité entre φ et δ . Deneb peut donc se trouver au zénith de Grenoble.

Heure envisagée : 0 h TU

$$\alpha^\circ = 15 \times 20.7 = 310.5$$

$$N = \frac{310.5 - 5.7 - 98.9715 - 0}{0.9856} = 208.8$$

Le 208^e jour de l'année est donc le 28 juillet. Et une carte mobile du ciel confirme en effet que la constellation du Cygne est bien au zénith en France, à 0 h de ce jour.

SOLUTION DU NUMÉRO PRÉCÉDENT

« Situer sur une carte céleste un astre observé en coordonnées horizontales »

Programme pour HP-34C

001	LBL A	RCL 4
	STO 4	1
	R↓	5
	→H	+
	STO 3	+
	R↓	2
	STO 2	4
	R↓	+
	STO 1	FRAC
010	R/S	050 2
	STO 7	4
	R↓	×
	STO 6	STO 0
	R↓	RCL 6
	STO 5	DEG
	R/S	sin
	LBL B	RCL 5
	RCL 1	sin
	RCL 2	×
020	.	060 RCL 6
	0	cos
	6	RCL 5
	5	cos
	7	RCL 7
	0	cos
	9	×
	×	×
	+	+
	RCL 3	sin ⁻¹
030	1	070 STO 8
	.	sin
	0	RCL 5
	2	sin
	2	CHS
	7	×
	3	RCL 6
	3	sin
	×	+
040	+	080 RCL 8
		cos

LA CALCULETTE DE L'ASTRONOME

(suite)

÷		÷	
RCL 5		STO -0	
cos	090	RCL 0	
÷		→ H.MS	
cos ⁻¹		RCL 8	
1	093	RTN	
5			

Mode d'emploi

- Introduire dans l'ordre et en les séparant par des ENTER : k, N, H, L, puis faire A.

- Entrer de même φ, h et Az, puis faire R/S.

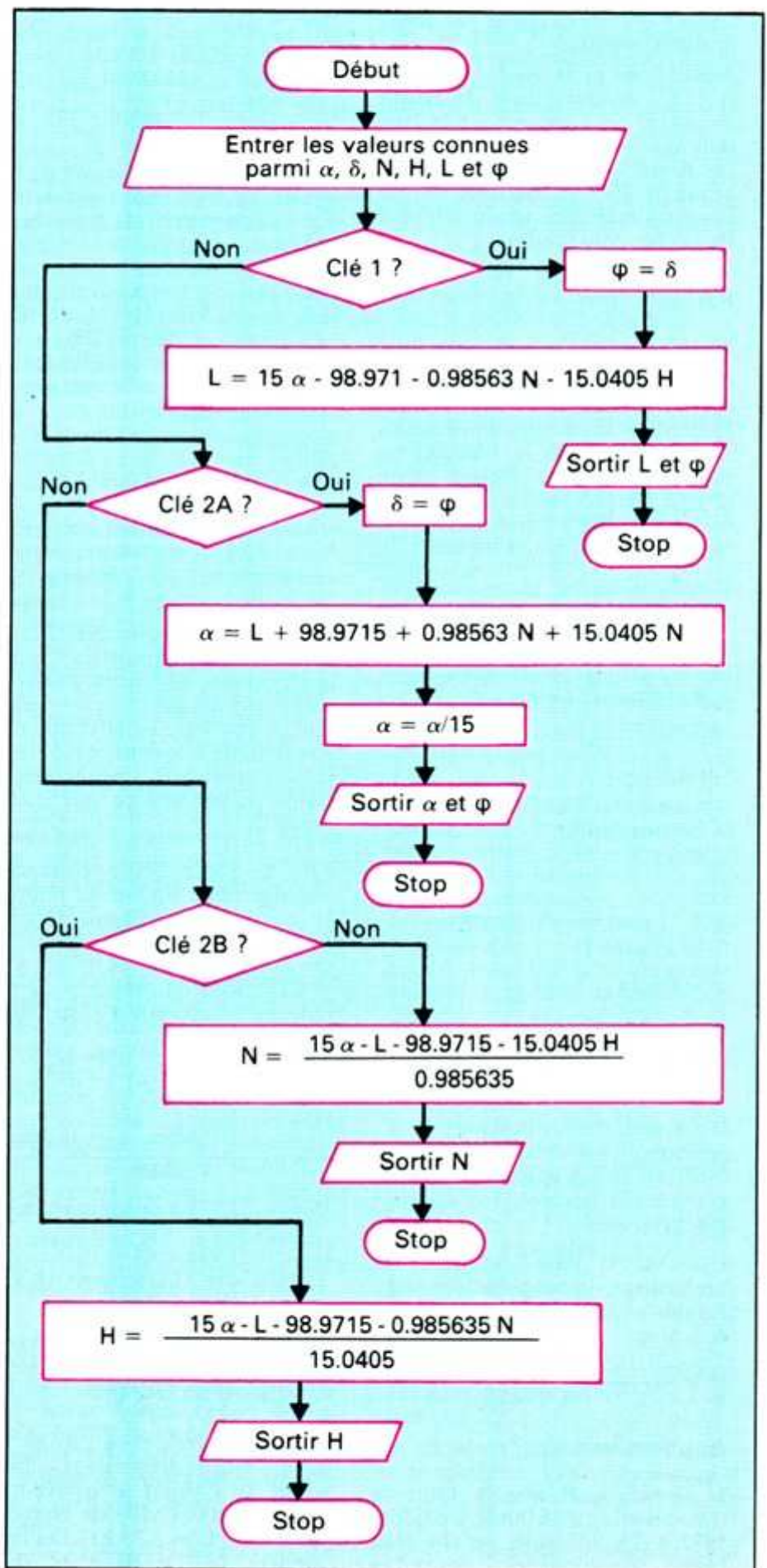
- Démarrer le calcul en appuyant sur B. On obtiendra alors δ et, après x⇒y, α.

- Les valeurs k, N, H, L, φ, h et Az sont rangées dans l'ordre dans les mémoires 1 à 7. On peut donc refaire le calcul (en faisant B) en ne modifiant que la valeur nécessaire.

- H et α sont exprimés en heures et minutes.

Programme pour TI-58, 59

000	LBL A	STO 16
	D.MS	R/S
	STO 13	050
	x⇒t	LBL E
	+	RCL 11
	.	+
	2	.
	2	0
		6
		5
010	=	7
	PGM 20	0
	B	060
	1	9
	0	x
	0	RCL 12
	.	+
	2	RCL 13
	2	x
	2	1
020	PGM 20	070
	A	0
	PGM 20	0
	C	2
	STO 12	2
	R/S	2
	LBL B	7
031	STO 11	3
	R/S	3
	LBL C	+
	STO 15	RCL 14
	x⇒t	081
	STO 14	÷
041	R/S	5
	LBL D	=
	STO 17	÷
	x⇒t	2



Organigramme

	4		x
	=		RCL 15
	INV INT		sin
091	x		+/-
	2		+
	4		RCL 16
	=	131	sin
	STO 10		=
	RCL 15		÷
	DEG		RCL 15
100	sin		cos
	x		+
	RCL 16		RCL 18
	sin	140	cos
	+		=
	RCL 16		INV cos
	cos		÷
	x		1
110	RCL 15		5
	cos		+/-
	x		+
	RCL 17		RCL 10
	cos	151	=
	=		INV D.MS
	INV sin		x \rightleftharpoons t
120	STO 18		RCL 18
	sin	157	R/S

Mode d'emploi

- Écrire la date sous la forme MM JJ, ensuite faire $x\rightleftharpoons t$, entrer H et enfin appuyer sur A.
- Entrer k en B.
- Écrire L en $x\rightleftharpoons t$, taper ϕ et faire C.
- Entrer de même h et Az en D.
- Démarrer le calcul en E : on obtiendra δ et, après $x\rightleftharpoons t$, α .
- Les données restant en mémoire, il suffit de modifier celles qui sont nécessaires avant d'effectuer un nouveau calcul (en E).
- H et α sont exprimés en heures et minutes.

Remarques

- Dans les TI, le nombre de jours N se calcule grâce au programme n° 20 du module de base, en rajoutant l'année 2200 après la date.

Ainsi il se produira une erreur d'un jour si l'année est bissextile (car 2200 ne l'est pas).

- Dans l'application, la vraie valeur de α est de 10h 14 mn.