

des calculs complexes pour traquer andromède

ou construire un cadran solaire

votre ordinateur les fera

L'astronomie
et, en particulier,
l'astronomie d'amateur,
est un domaine
d'application
original
des microprocesseurs.
Depuis longtemps déjà,
les grands ordinateurs
sont apparus
sous les coupes
des principaux
observatoires du monde.

Pourtant,
bien des découvertes
avaient été faites
sans eux !

Par exemple,
au siècle dernier,
l'astronome Le Verrier
avait trouvé
la planète Neptune
à l'aide d'une machine
mécanique
proche de celle
de Pascal et au prix
de centaines d'heures
de calculs fastidieux.

L'électronique
a fait disparaître
les grands
calculateurs (humains)
et ces mémoires
manuscrites
couverts d'équations
au graphisme élégant.

Elle a permis
aux astronomes
d'établir des éphémérides
plus précises
et de tester rapidement
tous les « modèles »
astronomiques
que les chercheurs
peuvent imaginer.
Elle assure, également,
le pointage et le guidage
des télescopes actuels
dont le poids
atteint parfois
plusieurs
dizaines de tonnes.

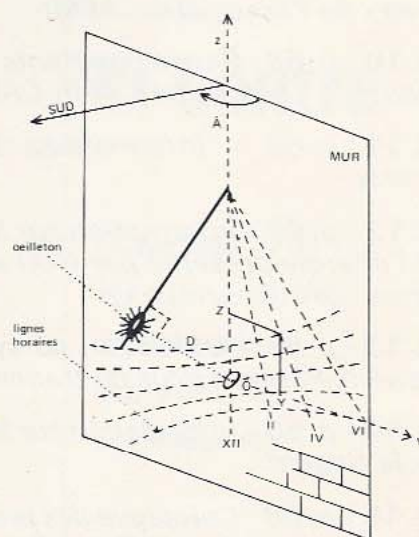
Cependant, l'informatisation des simples curieux du ciel étoilé n'est que très récente. Naguère encore, les astronomes amateurs n'effectuaient que des calculs très simples et dirigeaient, à la main, de modestes lunettes. Aujourd'hui, ils s'équipent de télescopes plus puissants et veulent souvent dépasser le stade de la contemplation. Les plus avancés (et les plus fortunés) ont acquis un ordinateur individuel.

Cet équipement remplit deux fonctions principales. D'autre part il sert à résoudre des problèmes théoriques tels que les éphémérides. D'autre part, il permet de contrôler les mouvements de l'équipement astronomique.

Un ordinateur individuel peut calculer l'orbite d'une comète et dessiner, sur une table traçante, une vue en perspective du système solaire montrant la trajectoire de cet objet. Toujours dans le domaine du calcul des trajectoires, les suites d'éclipses de Lune et de Soleil sont facilement mises en évidence.

La réalisation d'un cadran solaire nécessite des calculs rébarbatifs. Un programme approprié permettra de tracer facilement une épure d'un cadran, quel que soit le lieu d'observation et l'orientation du mur.

Pour aborder des études plus complexes, les amateurs astronomes se regroupent en associations astronomiques. Les clubs sont amenés à examiner un grand nombre de données astronomiques issues des observations de leurs adhérents. Par exemple, l'observation des étoiles en éclat consiste à évaluer, à intervalles réguliers, la « grandeur » de l'étoile variable par rapport aux étoiles voisines. Le regroupement des pointés de cen-



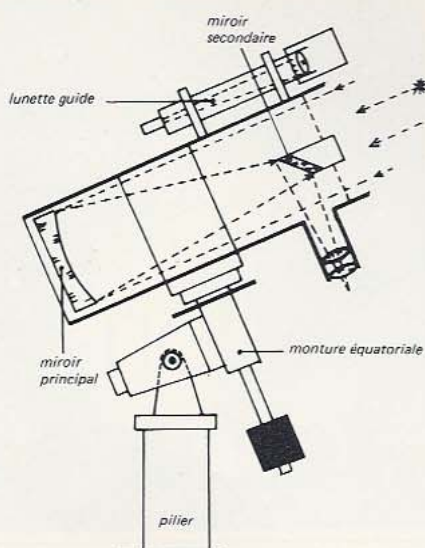
taines d'observateurs et leur traitement informatique aboutissent au tracé de courbes d'éclat très précises et à la détermination des caractères physiques de l'étoile.

Les astronomes amateurs construisent souvent eux-mêmes le télescope avec lequel ils partiront à la découverte des espaces stellaires. Un ordinateur individuel peut rendre de grands services pour ce travail. Il s'agit de réaliser une combinaison de lentilles et de miroirs donnant une image parfaite d'objets à l'infini. Les conditions à vérifier sont transcrites dans un programme.

une aide à l'observation de galaxies lointaines

Rayon par rayon, la machine déterminera le parcours d'un faisceau lumineux au travers du système optique et testera si les conditions sont remplies. Sinon une des surfaces optiques sera modifiée et l'évaluation recommencée. L'opticien astronome aura ainsi de précieuses indications qui le guideront dans la taille de son miroir astronomique.

En dehors de la conception de



l'instrument, le système informatique permet à l'observateur de mieux utiliser celui-ci. En effet, une des principales difficultés rencontrées par les amateurs est le repérage de curiosités célestes souvent invisibles à l'œil nu et même à l'œil aidé du télescope. Seules plusieurs heures de pose photographique feront apparaître, dans ce coin de ciel, une galaxie lointaine comptant des centaines de milliards d'étoiles : comment dans ce cas braquer le télescope vers l'endroit précis qu'il

faut viser ? L'asservissement du télescope à l'ordinateur transforme ce télescope en véritable périphérique.

Supposons que nous souhaitons observer la galaxie Messier 31, dans la constellation d'Andromède. Si nous utilisons le programme adéquat, il nous suffira de rentrer au clavier « M 31 ». L'ordinateur effectuera tout d'abord un calcul pour déterminer les coordonnées célestes et cet objet à partir de l'horloge interne qui fournit le temps sidéral au

```

10 REM CALCUL D'UN CADRAN SOLAIRE VERTICAL
20 REM AUTEUR D. LUCET (MICROLOGICIELS)
30 REM POUR DEFINIR UN CADRAN VERTICAL IL FAUT TROIS PARAMETRES:
40 REM - LA LATITUDE PHI DU LIEU
50 REM - L'AZIMUTH DU MUR COMPTE DANS LE SENS DES AIGUILLES D'UNE MONTRE (COMPRIS ENTRE 0 ET 180 DEGRES):A
60 REM - LA DISTANCE D DE L'OUEILLETON (OU TOUT AUTRE POINT DONT LA PROJECTION CONSTITUE L'INDICATION DU CADRAN
70 REM - DEFINISSONS UN SYSTEME D'AXES OY, OZ:
80 REM - O EST L'IMAGE DU SOLEIL DANS L'OUEILLETON A MIDI LE JOUR DE L'EQUINOXE. OY EST HORIZONTAL ET OZ VERTICAL
90 REM - NOUS ALLONS DETERMINER UN CERTAIN NOMBRE DE COUPLES (Y,Z) CORRESPONDANT AUX POINTS CONSTITUANT LES LIGNES DU CADRAN. I
L SUFFIRA DE REPORTER CES POINTS SUR UN PAPIER MILLIMETRE POUR AVOIR UNE IMAGE DU CADRAN A DESSINER.
110 REM
120 REM - A UN MOMENT DONNE LA DIRECTION DU SOLEIL EST DONNEE PAR SON ANGLE HORITAIRE H ET SA DECLINAISON DELTA
130 REM - DEUX FONCTIONS DONNENT LE POINT CORRESPONDANT SUR LE CADRAN
140 REM - NOUS ALLONS FAIRE VARIER H DE 10 EN 10 MINUTES D'ANGLE HORITAIRE POUR DIVERSES DECLINAISONS DU SOLEIL (CORRESPONDANT A DIFFE
RENTES PERIODES DE L'ANNEE).
1000 REM
1010 REM 10 MINUTES D'ANGLE HORITAIRE CORRESPONDENT A 2.5 DEGRES
1100 DATA "22 DECEMBRE",-23.43
1110 DATA "22 NOVEMBRE ET 20 JANVIER",-20.15
1120 DATA "23 OCTOBRE ET 19 FEVRIER",-11.47
1130 DATA " EQUINOXES",0
1140 DATA "23 AOUT ET 20 AVRIL",11.47
1150 DATA "23 JUILLET ET 21 MAI",20.15
1160 DATA " 22 JUIN",23.43
1200 REM TABLEAU DONNANT LA DECLINAISON DU SOLEIL POUR DIFFERENTS MOMENTS DE L'ANNEE
1249 CLS
1250 INPUT"AZIMUTH DU MUR":A
1260 INPUT"LATITUDE DU LIEU":LAT
1265 LAT=LAT*3.14159/180:A=A*3.14159/180
1266 REM CONVERSIONS DEGRES/RADIANS
1270 INPUT"DISTANCE DE L'OUEILLETON":DIS
1300 FOR I=1 TO 7
1310 READ DATE$,DELTA
1320 CLS:PRINT TAB(30)"LIGNE DU " DATE$:
1330 PRINT:PRINT
1340 FOR H=-75 TO 75 STEP 2.5
1342 PRINT "H=";H;" DEGRES...":H=H*3.14159/180
1343 YH=(-DIS+DCOS(DELTA))/SIN(A)+(COS(DELTA)*SIN(H)+COS(A)-SIN(LAT))*COS(DELTA)*COS(A)+SIN(A)+COS(LAT)*SIN(DELTA)*SIN(A))
1344 ZH=DIS*(COS(DELTA)*COS(LAT)*SIN(H)+COS(A)+SIN(DELTA)*SIN(A))/(SIN(A)*SIN(A)+COS(DELTA)*SIN(H)+COS(A)-SIN(LAT))*COS(DELTA)*C
OS(H)+SIN(A)+COS(LAT)*SIN(DELTA)*SIN(A))
1350 Y=YH-ZI=20:PRINT TAB(25)"Y=";Y;" Z=";Z
1360 NEXT H
1370 GOSUB 9100
1380 NEXT I
9100 PRINT"*";
9110 A$=INKEY$:IF A$="" THEN GOTO 9120
9120 RETURN

```

Liste du programme du cadran solaire

Le programme ci-joint permet de construire, point par point, un cadran solaire : il suffit de reporter sur une feuille de papier millimétré les coordonnées des points donnés par le programme et de les joindre par une courbe (qui est, dans le cas de l'équinoxe, une droite).

Les calculs (lignes 1343 et 1344) sont faits en double précision et les résultats sont affichés en simple précision (ligne 1350). Attention, les instructions 140 et 1343 dépassent la largeur normale d'impression, et en conséquence se continuent sur la ligne suivante.

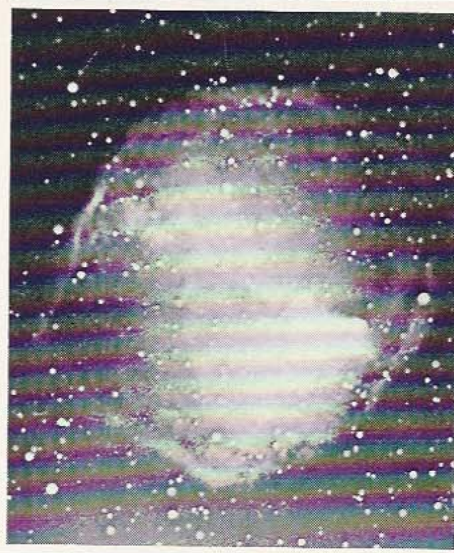
Attention : les lignes 1343 et 1344 sont difficiles à taper. Ne vous trompez pas dans les parenthèses. Si votre BASIC ne dispose pas d'un éditeur de ligne et que vous êtes donc obligé de retaper en entier toute ligne comportant une faute, vous avez sans doute intérêt à décomposer ces deux lignes de calculs en plusieurs lignes.

moment de l'observation. Ainsi, il pourra déterminer si la galaxie est visible (sinon il donnera la prochaine date de visibilité). Puis il actionnera les moteurs des axes du télescope jusqu'à la position souhaitée. M31 sera alors dans le champ de l'instrument. Pour l'y maintenir en compensant la rotation de la Terre, le moteur d'entraînement sera déclenché. On peut ainsi faire apparaître sur un écran vidéo une carte céleste montrant les environs de la galaxie. Un index correspondra au point du ciel vers lequel le télescope est dirigé.

Des applications multiples, mais complexes

Calculs d'éphémérides, analyse de résultats, optique astronomique, pointage d'un télescope... Cette liste a pour seule limite l'imagination.

Cependant le coût encore relativement élevé des ordinateurs individuels (bien qu'il ne soit plus astronomique !) ne les met pas à la portée de tous les astronomes amateurs. Les plus favorisés devront de toute façon écrire un logiciel correspondant à leur application et réali-



Dumb Bell dans le Petit Renard

ser les interfaces indispensables... à moins que, dans le domaine des programmes, un circuit d'échanges ne s'établisse !

Quoi qu'il en soit, sans équipement sophistiqué, sans télescope asservi, on peut aussi éprouver beaucoup de joie à contempler, à l'œil nu, la voûte étoilée. Et, sans ordinateur, se plaire à rechercher dans le ciel les formes fantastiques qu'y avaient vu les Anciens !

Daniel Lucet

Ephémérides

Ensemble de tables astronomiques donnant pour chaque jour de l'année la position des astres ainsi que la date et l'heure des événements astronomiques remarquables (éclipse de lune ou de soleil par exemple)

Etoile variable

Une étoile, si elle peut sembler immuable à l'échelle humaine, parcourt cependant une certaine évolution. Son diamètre peut varier considérablement (par exemple dans 5 milliards d'années nous serons à l'intérieur du soleil !) et par conséquent son éclat. Ces variations deviennent parfois très rapides à cause d'une brusque instabilité chimique au cœur de l'étoile. Elles sont alors perçues par les astronomes qui découvrent une « étoile variable ».

Galaxie visible

Pour une heure et une position données, un observateur ne peut scruter qu'une certaine partie de la voûte céleste. Pour étudier une galaxie, elle doit être au-dessus de l'horizon et la nuit doit être bien noire (la galaxie est alors théoriquement visible). Il faut aussi, hélas, que le ciel soit dégagé !

Exemple d'exécution du programme

AZIMUTH DU MUR 123.5
LATITUDE DU LIEU 48.8
DISTANCE DE L'OEILLETON 134

LIGNE DU 22 DECEMBRE

H= -75 DEGRES...	Y= 10.4903	Z= 336.233
H= -72.5 DEGRES...	Y= 10.5721	Z= 333.561
H= -70 DEGRES...	Y= 10.6658	Z= 330.917
H= -67.5 DEGRES...	Y= 10.761	Z= 328.306
H= -65 DEGRES...	Y= 10.8577	Z= 325.732
H= -62.5 DEGRES...	Y= 10.9556	Z= 323.201
H= -60 DEGRES...	Y= 11.0546	Z= 320.718
H= -57.5 DEGRES...	Y= 11.1544	Z= 318.285
H= -55 DEGRES...	Y= 11.2549	Z= 315.908
H= -52.5 DEGRES...	Y= 11.3559	Z= 313.588
H= -50 DEGRES...	Y= 11.4572	Z= 311.33
H= -47.5 DEGRES...	Y= 11.5586	Z= 309.136

H= -45 DEGRES...	Y= 11.66	Z= 307.009
H= -42.5 DEGRES...	Y= 11.761	Z= 304.95
H= -40 DEGRES...	Y= 11.8615	Z= 302.962
H= -37.5 DEGRES...	Y= 11.9614	Z= 301.046
H= -35 DEGRES...	Y= 12.0605	Z= 299.204
H= -32.5 DEGRES...	Y= 12.1585	Z= 297.437
H= -30 DEGRES...	Y= 12.2552	Z= 295.746
H= -27.5 DEGRES...	Y= 12.3506	Z= 294.132
H= -25 DEGRES...	Y= 12.4443	Z= 292.595
H= -22.5 DEGRES...	Y= 12.5363	Z= 291.136
H= -20 DEGRES...	Y= 12.6263	Z= 289.756
H= -17.5 DEGRES...	Y= 12.7142	Z= 288.455
H= -15 DEGRES...	Y= 12.7998	Z= 287.232
.....		
H= 65 DEGRES...	Y= 13.6404	Z= 287.98
H= 67.5 DEGRES...	Y= 13.5976	Z= 289.164
H= 70 DEGRES...	Y= 13.5509	Z= 290.412
H= 72.5 DEGRES...	Y= 13.5004	Z= 291.724
H= 75 DEGRES...	Y= 13.446	Z= 293.1

avez-vous les premiers numéros de

**L'ORDINATEUR
INDIVIDUEL**

Vous pouvez les obtenir en utilisant le bulletin de commande de la page 19