

PERTURBATIONS DANS LES COURBES DE LUMIÈRE DE U CEPHEI ET CALCUL DES ÉLÉMENTS

P. BROGLIA et P. CONCONI

Osservatorio Astronomico de Milano-Merate, 22055 Merate (Como), Italia

Reçu le 22 mars 1979, révisé le 24 juillet 1979

Summary. — Three-colour observations of U Cephei were obtained during a period when the system was comparatively undisturbed. Solutions are calculated both using a similar-ellipsoid and a Roche geometry. It is shown that the rate of change of intensity during the phases of total eclipse varies rapidly and that it is correlated with the more conspicuous light oscillations which occur in the deep part of the partial eclipse, between the phases -20° and -6° .

Key words : Eclipsing binaries — Photometry.

1. Courbes de lumière. — U Cephei est un système à éclipses bien connu en raison de ses particularités ; néanmoins, bien qu'il ait été souvent observé depuis longtemps, suivant le Catalogue de Kopal et Shapley (1956) la meilleure courbe de lumière à l'époque de nos observations était encore celle que R. S. Dugan avait obtenue en 1920 au moyen d'un photomètre à polarisation. Pour cette raison et en raison de l'intérêt intrinsèque du système, nous avons jugé utile de l'observer et dans cette note nous présentons les observations obtenues dans l'intervalle 1957.59-1957.95.

Environ 77 pour cent des mesures ont été faites à l'Observatoire du Pic du Midi avec le télescope Gentili (60 cm) ; le reste, à partir du J.J. 2436135., à l'Observatoire de Merate avec le télescope Zeiss (102 cm). Pour toutes les mesures nous avons utilisé des photomultiplicateurs Lallemand de même sensibilité spectrale et des filtres identiques, c'est-à-dire UG 2 (1 mm), BG 12 (1 mm) + GG 13 (4 mm) et OG 4 (1 mm). Les filtres ultraviolet et jaune sont les mêmes que dans le système *UBV*, tandis que la longueur d'onde efficace du filtre bleu (\bar{B}) est déplacée vers le rouge de 100 Å par rapport au filtre *B*.

Nous avons choisi comme étoile de comparaison principale $b = \text{BD} + 81^\circ 29'$ laquelle a été comparée chaque nuit avec $a = \text{BD} + 81^\circ 26'$, sauf dans le filtre *U* où a est très faible. Les 109 valeurs obtenues pour les $\Delta m = m_b - m_a$ sont différentes pour les deux séries de mesures. On a trouvé respectivement pour \bar{B} et V les moyennes : $-1^m 602 \pm 0,002$ e.m. et $-1^m 971 \pm 0,002$ au Pic du Midi et $-1^m 672 \pm 0,005$ et $-2^m 060 \pm 0,005$ à Merate ; l'écart moyen d'une mesure est dans chaque groupe $\pm 0^m 012$, c'est-à-dire que l'éclat relatif des deux comparaisons est resté constant dans chacun des deux groupes de mesures. Même les courbes de lumière montrent entre les deux groupes des décalages semblables aux

variations des $\Delta m = m_b - m_a$. Puisqu'il n'est pas probable que l'éclat de a par rapport à b , constant au cours des deux séries de mesures, ait changé entre ces deux séries, on doit penser à un effet instrumental dû aux différents ensembles miroirs plus photomultiplicateurs utilisés dans les deux observatoires. Dans le but d'obtenir des informations lorsque U Cephei est dans un état de calme relatif, nous avons calculé des courbes moyennes complètes en évaluant les corrections nécessaires pour combiner entre elles les deux séries de mesures. Dans ce but nous avons évalué, pour chaque couleur et pour des phases égales, le décalage entre les mesures des deux groupes obtenues en dehors du Min I. Les valeurs calculées sont $+0^m 080$, $+0^m 060$ et $-0^m 016$ respectivement pour V , \bar{B} et *U*.

La réduction de mesures à un système instrumental différent peut introduire des erreurs, surtout si les couleurs changent notablement comme au cours du Min I de U Cephei. L'influence la plus remarquable devrait apparaître au plus profond du Min I, car dans la phase de totalité la différence de couleur est plus forte par rapport aux mesures utilisées dans le calcul des corrections. En ajoutant aux mesures du minimum n° 5 de la figure 1 les corrections susmentionnées, on obtient des profondeurs semblables à celles obtenues au Pic du Midi (minima n° 1-4), compte tenu de l'influence de l'activité photométrique présente dans le système sur la forme et la profondeur du Min I, dont nous parlerons plus en détail ci-après. Nous remarquons toutefois que dans le calcul des éléments on a utilisé séparément les deux groupes de mesures, bien que chacun d'eux couvre partiellement la courbe de lumière, pour avoir des observations rigoureusement homogènes d'un point de vue instrumental.

Les tableaux III, IV et V donnent les mesures individuelles non corrigées pour les effets susmentionnés, au

total 2 000 environ. Les observations en U et en \bar{B} ont été corrigées de l'extinction différentielle compte tenu de la forte variation de couleur qui existe entre le minimum principal et le minimum secondaire, au moyen des coefficients d'extinction déterminés pendant chaque nuit.

On a calculé les dates suivantes de minimum, dont les incertitudes ont été estimées à une minute et à demi-minute près respectivement :

$$\text{Min I} = \text{J.J. hélioc. } 2436097,635 \\ 36137,5222$$

U Cephei est bien connu pour les fluctuations de sa période. Les observations présentées dans cette note sont comprises dans environ 55 révolutions orbitales. On constate toutefois que le long d'un intervalle de quelques centaines de révolutions encadrant nos mesures la période peut être considérée comme constante de sorte qu'une éphéméride linéaire est suffisante. Avec la valeur de P calculée pour cet intervalle, on a obtenu les phases comptées à partir du Min I :

$$\text{Phase hélioc.} = (\text{J.J. hélioc.} - 2436000,4066)P^{-1} \\ \text{avec } P^{-1} = 0,40112133.$$

Nous avons ensuite tiré des points moyens en composant les deux groupes d'observations, après avoir ajouté aux mesures effectuées à Merate les corrections susmentionnées.

D'après trois rattachements à une dizaine d'étoiles standard UBV on a obtenu pour l'étoile de comparaison b :

$$V = 8^m535 \quad B-V = + 0^m65 \quad U-B = + 0^m20$$

b est pourtant une étoile de type G2V. Avec ces valeurs nous déduisons les caractéristiques suivantes pour U Cephei :

	Max	Min I	Max	Min II
V	6 ^m 85	9 ^m 06	6 ^m 84	6 ^m 93
\bar{B}	6. 89	9. 88	6. 89	6. 94
U	6. 55	10. 36	6. 56	6. 59

Les magnitudes au minimum principal, où l'éclat ne demeure pas constant, sont les moyennes des mesures faites au cours de la phase de totalité. Par conversion du système instrumental au système UBV on obtient au Min II : $B-V = 0^m075$ et $U-B = - 0^m325$ et au Min I : $B-V = + 0^m85$ et $U-B = + 0^m465$. Ces valeurs indiquent que les composantes du système sont une étoile B8V et une G8IV, en bon accord avec les classifications spectroscopiques (Roman, 1956 ; Batten, 1974 ; Naftilan, 1975).

2. Asymétries et fluctuations des courbes de lumière. — Si l'on superpose les deux branches des courbes de lumière moyennes, lesquelles ont été publiées par Batten (1974, p. 264), par renversement autour de la phase centrale du Min I, on note une asymétrie importante près des contacts extérieurs $\vartheta'_{1,2}$, étendue le long d'un intervalle de 35° environ. L'asymétrie atteint la valeur de 0^m10 pour le visuel et est un petit peu plus sensible dans \bar{B} et U . La variable est moins brillante au début de l'éclipse principale, comme dans beaucoup de systèmes semi-détachés qui ont des asymétries dans leurs courbes de lumière. Le matériel circumstellaire a donc un effet absorbant plus fort sur

l'hémisphère de l'étoile B opposé au sens du mouvement orbital que sur l'hémisphère avant.

Le minimum secondaire est aussi perturbé. Sa durée est sensiblement inférieure à celle du Min I. Si l'on suppose que la phase centrale est à 180° , on voit que la branche ascendante a une durée égale à la valeur correspondante dans l'éclipse principale, tandis que le matériel circumstellaire déforme fortement la branche descendante de telle façon que, à cause de la faible profondeur du Min II, sa durée semble sensiblement plus courte.

Hors des éclipses, les perturbations sont représentables par les termes en $\sin n\vartheta$ de l'analyse de Fourier. La comparaison avec les coefficients de Fourier calculés par d'autres auteurs montre que des asymétries sont toujours présentes dans les courbes de lumière, bien qu'elles varient dans le temps. En particulier, l'asymétrie près des phases $\vartheta'_{1,2}$ a un caractère persistant et elle est bien visible dans presque toutes les courbes de lumière de U Cephei.

Un examen plus détaillé montre qu'il existe de plus une activité photométrique à courte durée. Nous avons observé quelquefois les instants entourant le premier contact extérieur. On voit que le matériel circumstellaire qui se projette sur l'étoile B présente dans l'intervalle de quelques jours des variations systématiques de l'ordre de quelques centièmes de magnitude, plus fortes en ultraviolet.

Une activité plus sensible est présente dans les phases plus avancées de l'éclipse partielle. A cause de la forte variation d'éclat dans le Min I, l'effet peut être mis en évidence par le seul examen des écarts des mesures individuelles par rapport aux courbes de lumière théoriques, comme nous le verrons plus en détail par la suite.

Il est intéressant, en particulier, d'examiner la luminosité du système au cours de la phase de totalité. Puisque l'éclat devrait y demeurer constant il est plus facile d'y découvrir des anomalies et de faire des comparaisons avec les mesures obtenues par d'autres observateurs. Les courbes moyennes montrent que l'éclat croît à partir du premier contact intérieur et que la variation au cours de la phase de totalité est plus sensible en bleu et en jaune (0^m05) qu'en ultraviolet. L'effet est dû en partie à la distribution non uniforme des mesures des différents groupes. Lorsque se produisent des sursauts dans le système (Plavec et Polidan, 1975 ; Batten *et al.*, 1975 ; Olson, 1976), la luminosité au cours de la phase de totalité présente des variations beaucoup plus importantes, dont l'intensité est fonction aussi de la bande spectrale d'observation. La durée de la totalité, de même, peut être remarquablement réduite par rapport à la valeur de 130 minutes environ, typique des périodes calmes, et une courbure sensible peut apparaître avec une plus faible luminosité dans la phase centrale. Dans la figure 1 sont représentées les mesures individuelles que l'on a obtenu au cours de la phase de totalité. Pendant chaque nuit la variation de la luminosité est pratiquement linéaire, à la précision des mesures près, mais le signe de la pente varie en quelques jours. De plus, même l'éclat moyen au Min I est variable et d'une valeur différente d'une couleur à l'autre.

On voit donc que même lorsque le système est relativement peu perturbé le matériel circumstellaire montre une activité photométrique rapide, plus remarquable dans l'ultraviolet.

3. **Calcul des éléments.** — La présence de complications photométriques dans les courbes de lumière, même pendant les périodes de relative tranquillité du système, limite la précision que l'on peut obtenir dans le calcul des éléments. De plus, le fait que les asymétries présentent des changements mineurs dans l'intervalle de quelques jours empêche en effet de se rapporter à une courbe de lumière instantanée et par conséquent rend douteuse la correction des perturbations.

Dans le but de réduire les effets dus à la variation des perturbations et de considérer des mesures rigoureusement homogènes d'un point de vue instrumental, nous avons considéré séparément les observations obtenues au Pic du Midi et à Merate. Ces deux groupes de mesures sont compris dans des intervalles de courte durée, respectivement 17 et 23 révolutions orbitales. Chacun d'eux ne couvre que partiellement la courbe de lumière, mais suffisamment pour permettre le calcul des éléments. On a calculé les solutions pour chacun des deux groupes, dans l'hypothèse où les étoiles seraient des ellipsoïdes semblables, ce qui entraîne des calculs rapides, et dans celle où le système aurait une géométrie de Roche, ce qui est plus conforme à la réalité.

Dans le premier cas, nous avons employé la méthode des corrections différentielles (Irwin, 1947) en utilisant les observations individuelles. Suivant Grygar *et al.* (1972) nous avons fixé les valeurs des coefficients d'assombrissement vers le bord : $x_1 = 0,4, 0,5, 0,4$ et $x_2 = 0,7, 0,9, 0,9$ respectivement pour V, \bar{B}, U , et on a corrigé les éléments i, L_1, r_g, r_s . Nous avons fait plusieurs essais de rectification en raison des difficultés signalées précédemment. En effet l'analyse de Fourier des mesures du premier groupe montre la présence des termes A_n et B_n jusqu'à $n = 3$, tandis que l'analyse des observations de Merate donne seulement les termes A_0, A_1 et A_2 . La distribution en phase des mesures en dehors des éclipses est différente pour les deux groupes, ce qui explique en partie cette diversité. De plus, la présence dans la rectification des termes en $\sin n\vartheta$, lesquels représentent principalement la perturbation près de ϑ' , introduit des asymétries dans la partie centrale de l'éclipse principale, de sorte que l'on a jugé convenable de les négliger.

Les solutions que l'on a retenues comme les plus correctes sont données dans le tableau I. L'accord entre les solutions U, \bar{B}, V , pour chaque groupe est meilleur que l'accord entre les solutions des deux saisons. Les différences sont imputables à la différence de distribution des mesures des deux groupes le long de la courbe de lumière, donc aux différents effets perturbateurs relevables et à leurs corrections imparfaites. L'incertitude des éléments peut être estimée, mieux que par les erreurs moyennes obtenues par la méthode des moindres carrés, par comparaison des valeurs des éléments obtenus dans les deux solutions.

Le calcul des éléments selon le modèle de Roche a été fait au moyen des programmes développés par Wilson et Devinney (1971). Notre intérêt portait surtout sur les dimensions de la sous-géante et sur les températures des composantes. Pour le rapport des masses, nous avons retenu la valeur $q = 0,67 \pm 0,07$ obtenue par Batten (1974). Quelques essais préliminaires ont permis de fixer les limites pour les quantités Ω_1, Ω_2 et i , dans le but d'obte-

nir les valeurs observées pour les contacts ϑ' et ϑ'' . Les types spectraux tirés des indices de couleur donnent des valeurs pour les températures que l'on espérait améliorer par calcul des solutions et particulièrement par représentation des profondeurs des minima. En plus des températures, plusieurs paramètres déterminent la distribution de luminosité sur les composantes. Parmi ceux-ci Ω_1, Ω_2 et g_2 se sont révélés importants. En effet, avec les valeurs des températures tirées des indices de couleur, g_2 doit être inférieur à 0,5. Ensuite nous avons supposé $g_2 = 0,32$ en accord avec la prédiction de Lucy (1968) pour les étoiles avec enveloppe convective. Pour les paramètres qui montrent une influence plus petite nous avons fixé les valeurs : $g_1 = 1$ et $A_1 = 1$. Enfin pour x_1 et x_2 nous avons choisi les valeurs utilisées dans les calculs au moyen de la méthode de Irwin.

Puis nous avons essayé de calculer les corrections différentielles aux éléments $T_1, i, \Omega_1, \Omega_2, A_2$, mais nous avons trouvé qu'il existe une forte corrélation entre T_1 et les autres paramètres, ce qui empêche en effet leur détermination. D'après les types spectraux et les températures données par Allen (1973) nous avons enfin posé : $T_1 = 11\,600$ K, $T_2 = 5\,000$ K et calculé les corrections aux éléments i, Ω_1, Ω_2 et A_2 . Dans la solution U (Pic du Midi), A_2 croît au-dessus de l'unité mais nous avons cependant supposé $A_2 = 1$. Les corrections différentielles ont été calculées en accord avec le mode 2 de Wilson en utilisant les observations individuelles, avec une grille de 23×23 éléments. Les itérations ont été répétées jusqu'à obtenir des corrections comparables aux erreurs correspondantes. Les résultats sont donnés dans le tableau II et les résidus sont représentés dans les figures 2 et 3.

4. **Discussion.** — Pendant ces dernières années, U Cephei a été observé fréquemment, surtout à l'occasion de la remarquable activité qui s'est produite dans le système après 1974. L'intérêt de nos mesures réside dans le fait que, à l'époque, U Cephei était dans un état de relative tranquillité. La variation presque linéaire de la lumière dans la phase de totalité, l'absence d'un excès ultraviolet dans cet intervalle (Batten *et al.*, 1975), la durée de l'éclipse totale, la stabilité relative de la courbe de lumière en dehors des éclipses, par rapport, par exemple, aux mesures d'Olson (1978), la période constante à l'époque de nos observations, tous ces faits indiquent une faible activité dans U Cephei. En raison de cette situation favorable, nous avons l'espoir d'obtenir des éléments peu affectés par les perturbations. La comparaison des solutions données dans les tableaux I et II précise les limites atteintes. La petite différence entre les solutions calculées pour les deux saisons provient du fait que les deux groupes ont une distribution en phase différente (en particulier, les mesures obtenues au Pic du Midi ne couvrent pas la branche montante du Min I), et du fait que les distorsions permanentes ou de longue durée influencent d'une façon différente les diverses parties de la courbe de lumière. De plus, les perturbations changent aussi quelque peu entre les deux saisons. Les solutions obtenues d'après une géométrie de Roche s'accordent mieux entre elles que les solutions calculées selon le modèle de Russell en raison de la nature semi-détachée du système (Fig. 4).

La comparaison avec les solutions obtenues précédemment montre un bon accord avec les valeurs calculées par

Hall et Walter (1974) d'après trois courbes photoélectriques obtenues à des époques différentes. Les éléments géométriques ($i = 83^{\circ}14$ $b_B = 0,1665$ $b_G = 0,3340$) sont égaux, aux erreurs moyennes près, aux valeurs données dans les tableaux I et II. La concordance entre de nombreuses solutions, obtenues au moyen des méthodes différentes à partir de courbes de lumière observées dans des longueurs d'onde différentes et contaminées par les perturbations d'une façon différente, nous amènent à considérer que les éléments calculés sont très proches de la réalité.

La figure 2 montre que l'éclipse principale est la partie la plus perturbée, tandis que au cours de l'éclipse secondaire l'activité photométrique est plus modeste. Une analyse plus détaillée de la morphologie des perturbations est possible par l'examen des résidus des mesures couvrant la branche descendante du Min I, laquelle a été observée plusieurs fois. La figure 3 montre que dans toutes les nuits existent des fluctuations systématiques entre les phases -20° et -6° . Dans cet intervalle, la valeur moyenne des résidus diffère d'une nuit à l'autre, de façon que si l'on calcule des points normaux il y a une compensation sensible et l'effet n'apparaît pas dans les courbes de lumière moyennes, en raison aussi de la forte variation d'éclat due à l'éclipse.

Les oscillations dans les révolutions successives ont toutefois une structure semblable et une amplitude du même ordre dans chaque couleur, c'est-à-dire environ $0^{\text{m}}09$ en V , $0^{\text{m}}10$ en B et $0^{\text{m}}16$ en U (maximum-maximum). Tous les

maxima et les minima sont pratiquement en phase et ils sont éloignés entre eux de près de 5° . Entre -20° et -6° on observe vraisemblablement la région du jet de matière, lequel est dirigé, d'après les observations spectroscopiques (Batten, 1974, p. 265), vers l'étoile B. Dès que la phase de totalité va commencer, le centre d'activité est éclipsé et seule la matière circumstellaire qui se projette sur l'étoile G est visible. Les variations au cours de la phase de totalité correspondent justement aux fluctuations qui précèdent la phase, et leur changement rapide (Figs. 1 et 2) indique que, à l'oscillation avec une période de douze années mise en évidence par Hall et Walter (1974), est superposée une fluctuation à plus courte durée et de même amplitude. Ce fait apporte pourtant des limitations à la validité du modèle proposé pour expliquer les variations de pente dans la phase de totalité (Walter, 1975). La morphologie des fluctuations visibles entre -20° et -6° montre que l'on observe ici la région où a lieu, par rapides sursauts, l'injection dans le disque circumstellaire de la matière issue de l'étoile G vers la B, en accord avec le modèle de Batten (1974). La dynamique de sa distribution dans le disque qui entoure surtout l'étoile B est mise en évidence par la variabilité rapide de la lumière dans la phase centrale du minimum principal.

Remerciements. — Un des auteurs (P. B.) remercie vivement le Prof. J. Rösch et le Dr F. Lenouvel pour les facilités offertes pendant le séjour à l'Observatoire du Pic du Midi.

Bibliographie

- ALLEN, C. W. : 1973, *Astrophysical Quantities*, The Athlone Press, London.
 BATTEN, A. H. : 1974, *Publ. Dom. Astrophys. Obs.* **14**, n° 10.
 BATTEN, A. H., FISHER, W. A., BALDWIN, B. W. et SCARFE, C. D. : 1975, *Nature* **253**, 174.
 DUGAN, R. S. : 1920, *Princeton Contr.* n° 5.
 CRYGAR, J., COOPER, M. L. et JURKEVICH, I. : 1972, *Bull. Astron. Inst. Czech.* **23**, 147.
 HALL, D. S. et WALTER, K. : 1974, *Astron. and Astrophys.* **37**, 263.
 IRWIN, J. B. : 1947, *Astrophys. J.* **106**, 391.
 KOPAL, Z. et SHAPLEY, M. B. : 1956, *Jodrell Bank Ann.* **1**, 140.
 LUCY, L. B. : 1968, *strophys. J.* **151**, 1123.
 NAFTILAN, S. A. : 1975, *Publ. Astron. Soc. Jpn.* **87**, 321.
 OLSON, E. C. : 1976, *Astrophys. J.* **204**, 141.
 OLSON, E. C. : 1978, *Astrophys. J.* **220**, 251.
 PLAVEC, M. et POLIDAN, R. : 1975, *Nature* **253**, 173.
 ROMAN, N. G. : 1956, *Astrophys. J.* **123**, 246.
 WALTER, K. : 1975, *Astron. Astrophys.* **42**, 135.
 WILSON, R. E. et DEVINNEY, E. J. : 1971, *Astrophys. J.* **166**, 605.

TABLEAU I. — Solutions calculées selon le modèle de Russell, pour les mesures obtenues au Pic du Midi (en haut) et pour les observations de Merate.

Filtre	A_0	A_1	A_2	z	C_0	j	r_g	r_s	L_g
V	.943 ± .003	-.038 ± .004	-.033 ± .005	.073	.02	83.5 ± 0.7	.331 ± .004	.168 ± .005	.203 ± .002
\bar{B}	.935 .003	-.035 .005	-.027 .006	.059	.02	83.5 1.1	.330 .006	.167 .007	.131 .002
U	.897 .004	-.033 .006	-.028 .007	.067	.02	84.8 1.8	.323 .008	.174 .012	.098 .002
V	.977 .002	-.006 .002	-.009 .004	.030	.02	85.2 2.	.326 .008	.181 .012	.168 .003
\bar{B}	.978 .002	-.001 .003	+.001 .005	.009	.02	86.1 3.	.323 .010	.186 .021	.091 .003
U	.966 .003	-.004 .005	+.025 .008	-.035	.02	85.6 4.	.321 .015	.183 .039	.059 .003

TABLEAU II. — Solutions calculées au moyen des programmes de Wilson et Devinney, pour les mesures obtenues au Pic du Midi (en haut) et pour les observations de Merate.

Filtre	i	Ω_1	Ω_2	A_2	r_{1pt}	r_{1pl}	r_{1bk}	r_{1sd}	r_{2pt}	r_{2pl}	r_{2bk}	r_{2sd}
V	83.0 ± .1	6.93 ± .02	3.237 ± .006	.59 ± .04	.161	.160	.161	.160	.402	.316	.358	.330
\bar{B}	83.8 .1	6.79 .02	3.262 .006	.95 .05	.165	.163	.164	.164	.389	.313	.352	.326
U	83.4 .1	6.89 .03	3.255 .007	1.0	.162	.161	.162	.161	.392	.314	.354	.327
V	83.0 .1	6.98 .02	3.231 .006	.15 .04	.160	.158	.159	.159	.406	.317	.360	.331
\bar{B}	84.1 .1	6.73 .02	3.260 .007	.31 .05	.166	.165	.166	.165	.390	.313	.353	.326
U	84.2 .1	6.77 .03	3.268 .009	.61 .12	.165	.164	.165	.164	.386	.312	.351	.325

TABLEAU III. — Mesures avec le filtre V.

HEL. J.D. 24....	v								
36055.4042	7.127	36070.4183	6.858	36071.5571	6.900	36072.5208	7.022	36075.3431	7.164
.4043	7.119	.4269	6.841	.5616	6.889	.5260	7.031	.3497	7.125
.4101	7.092	.4312	6.852	.5698	6.875	.5308	7.056	.3543	7.115
.4184	7.026	.4404	6.845	.5732	6.892	.5358	7.068	.3591	7.044
.4240	6.986	.4452	6.851	.5792	6.886	.5398	7.116	.3623	7.031
.4299	6.977	.4512	6.841	.5821	6.876	.5412	7.119	.36076.3410	6.870
.4320	6.959	.4554	6.836	.5885	6.893	.5475	7.157	.3474	6.880
.4394	6.854	.4686	6.820	.5920	6.886	.5503	7.178	.3516	6.887
.3796	6.871	.4742	6.829	.5995	6.864	.5518	7.197	.3553	6.894
.3861	6.893	.5934	6.831	.6027	6.886	.5577	7.259	.3598	6.895
.3921	6.903	.5982	6.835	.6081	6.887	.5606	7.289	.4042	6.926
.3944	6.916	.6100	6.819	.6121	6.884	.5628	7.307	.4078	6.924
36067.3854	6.933	.6145	6.828	.6171	6.878	.5692	7.346	.4126	6.922
.3909	6.940	36071.3713	6.916	.6204	6.864	.5735	7.396	.4162	6.916
.3971	6.940	.3750	6.926	.6304	6.857	.5755	7.455	.4240	6.922
.4014	6.929	.3812	6.916	.6373	6.863	.5768	7.459	.4280	6.909
.4064	6.963	.3850	6.922	.6449	6.872	.5852	7.492	.4321	6.921
.4114	6.939	.3918	6.928	.6509	6.865	.5890	7.596	.4398	6.930
.4256	6.944	.3955	6.935	36072.3860	6.943	.5906	7.618	.4469	6.934
.4349	6.944	.4004	6.926	.3896	6.935	.5960	7.692	.4511	6.933
.4401	6.958	.4045	6.930	.3946	6.928	.5980	7.714	.4560	6.925
.4457	6.934	.4067	6.913	.3984	6.928	.6017	7.794	.4604	6.933
.4900	6.952	.4123	6.918	.4035	6.935	.6044	7.838	.4662	6.911
.5009	6.948	.4166	6.908	.4084	6.926	.6094	7.906	.4704	6.922
.5029	6.952	.4230	6.919	.4146	6.955	.6139	8.005	.4768	6.922
.5095	6.971	.4272	6.923	.4205	6.956	.6160	8.034	.4810	6.919
.5138	6.971	.4344	6.928	.4255	6.947	.6230	8.192	.4904	6.914
36068.3798	6.831	.4384	6.933	.4296	6.939	.6310	8.395	.4955	6.916
.3848	6.827	.4442	6.946	.4340	6.938	.6316	8.414	.5015	6.911
.3897	6.835	.4475	6.942	.4374	6.940	.6334	8.465	.5067	6.901
.3951	6.835	.4539	6.938	.4434	6.946	.6385	8.613	.6058	6.833
.4008	6.835	.4579	6.939	.4476	6.951	.6414	8.688	.6116	6.830
.4058	6.837	.4671	6.927	.4527	6.952	.6430	8.721	.6120	6.828
.4108	6.863	.4711	6.940	.4603	6.946	.6487	8.854	.6202	6.833
.4160	6.834	.4807	6.942	.4660	6.945	.6525	8.946	.6232	6.835
.4219	6.840	.4818	6.943	.4704	6.962	.6541	8.978	.6284	6.844
.4280	6.837	.4868	6.944	.4748	6.957	.6592	9.066	.6353	6.832
.4396	6.826	.4924	6.945	.4792	6.967	.6596	9.070	.6392	6.836
.4428	6.834	.4962	6.927	.4853	6.975	.6636	9.112	.6442	6.835
.4481	6.829	.5022	6.943	.4884	6.976	.6658	9.102	.6484	6.833
.4526	6.840	.5065	6.933	.4942	6.974	.6698	9.078	.6539	6.831
.4571	6.826	.5136	6.924	.4974	6.979	.6720	9.105	.6573	6.837
.4823	6.820	.5198	6.931	.4981	6.986	.6748	9.097	.6639	6.839
.4904	6.838	.5266	6.908	.5053	6.972	36075.3311	7.273	.6705	6.841
.5394	6.858	.5298	6.903	.5092	6.986	.3339	7.261	.6712	6.831
.5478	6.849	.5407	6.915	.5107	6.983	.3354	7.249	.6717	6.836
36070.4107	6.860	.5463	6.906	.5174	6.996	.3395	7.208	36077.3278	6.890

TABLEAU III (suite).

Table with 5 columns: HEL. J.D., V, HEL. J.D., V, HEL. J.D., V. Contains astronomical data for Table III (suite).

TABLEAU III (suite).

Table with 5 columns: HEL. J.D., V, HEL. J.D., V, HEL. J.D., V. Contains astronomical data for Table III (suite).

TABLEAU IV. — Mesures avec le filtre B.

Table with 5 columns: HEL. J.D., V, HEL. J.D., V, HEL. J.D., V. Contains astronomical data for Table IV.

TABLEAU IV (suite).

Table with 5 columns: HEL. J.D., V, HEL. J.D., V, HEL. J.D., V. Contains astronomical data for Table IV (suite).

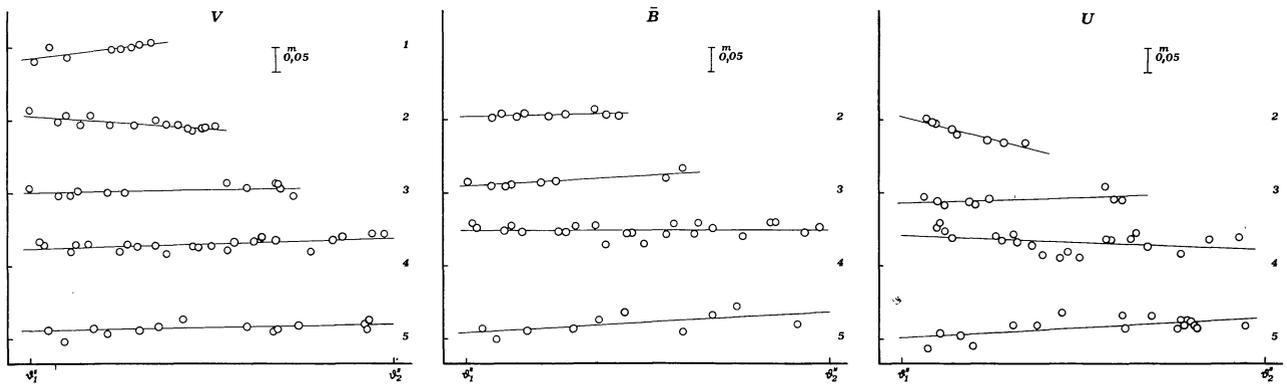


FIGURE 1. — Mesures individuelles au cours de l'intervalle de totalité $\vartheta_1'' - \vartheta_2''$ aux dates : (1) J.J. 36077., (2) 36082., (3) 36087., (4) 36097., (5) 36137.. Le décalage le long de l'axe des magnitudes entre groupes consécutifs est constant. Il met en évidence la rapidité remarquable de l'évolution des perturbations photométriques, lesquelles entraînent aussi un changement de la profondeur du Min I, et sa dépendance de la longueur d'onde d'observation.

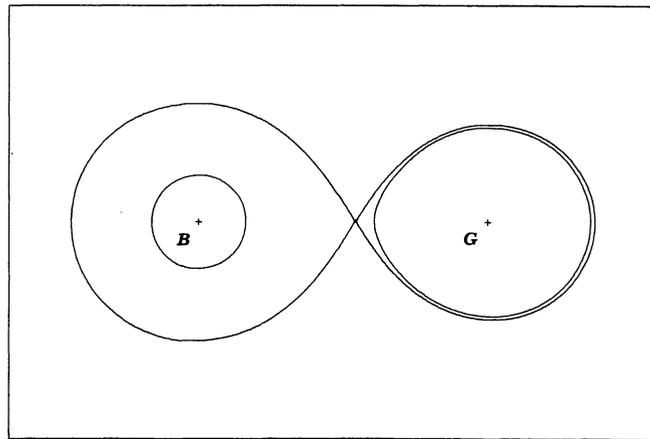


FIGURE 4. — La configuration de U Cephei dans le plan orbital selon les solutions données dans le tableau II. Compte tenu des incertitudes des solutions et du rapport des masses, le système apparaît semi-détaché.

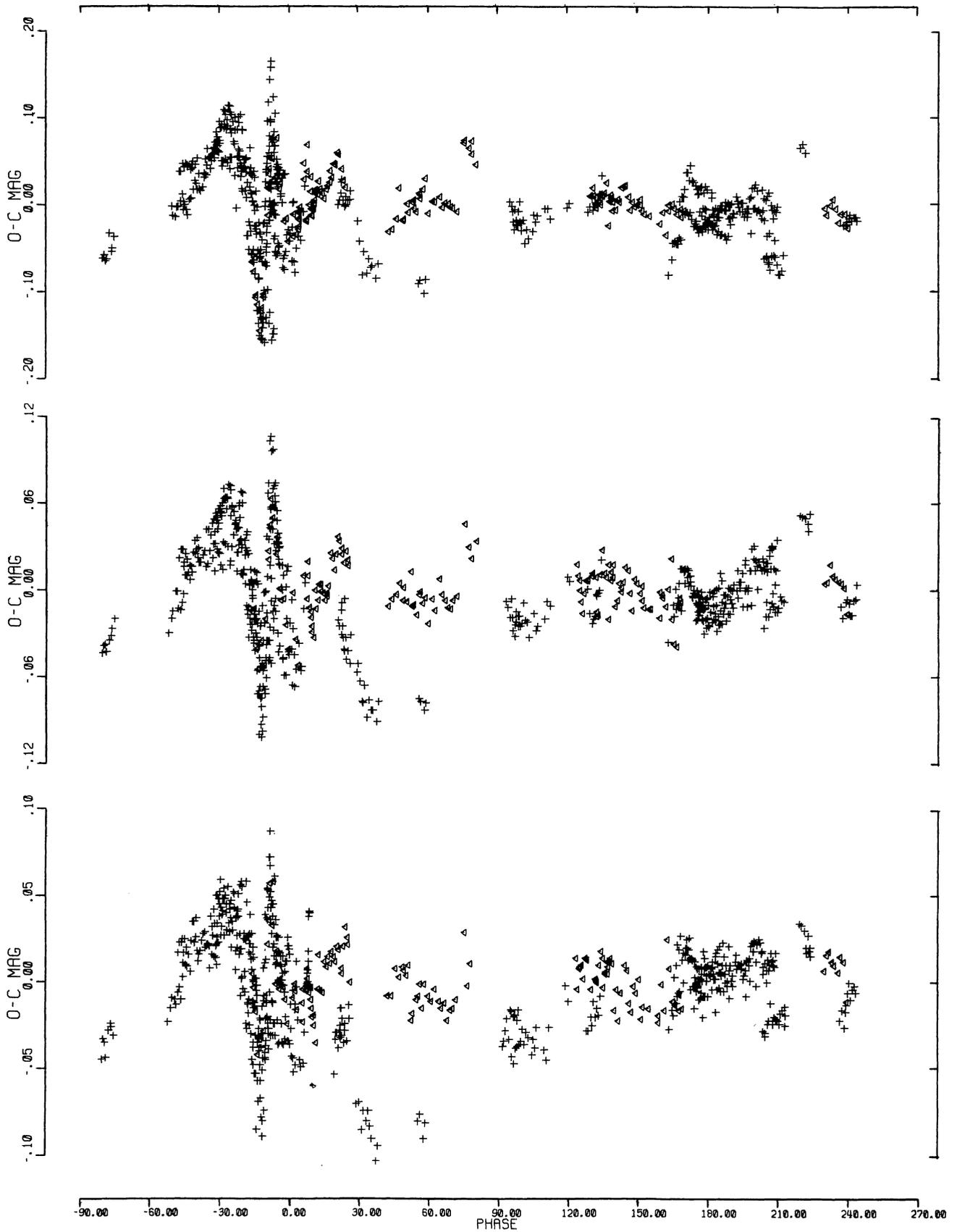


FIGURE 2. — Écarts O-C calculés pour les observations individuelles (+ Pic du Midi, \triangleleft Merate) au moyen des programmes de Wilson et Devinney. Les écarts sont imputés aux perturbations photométriques et bien que remarquables, si exprimés en magnitudes, ils ont une influence modeste sur les solutions en raison de la forte profondeur du Min I. A partir du haut sont donnés les écarts respectivement pour les mesures U , B , V .

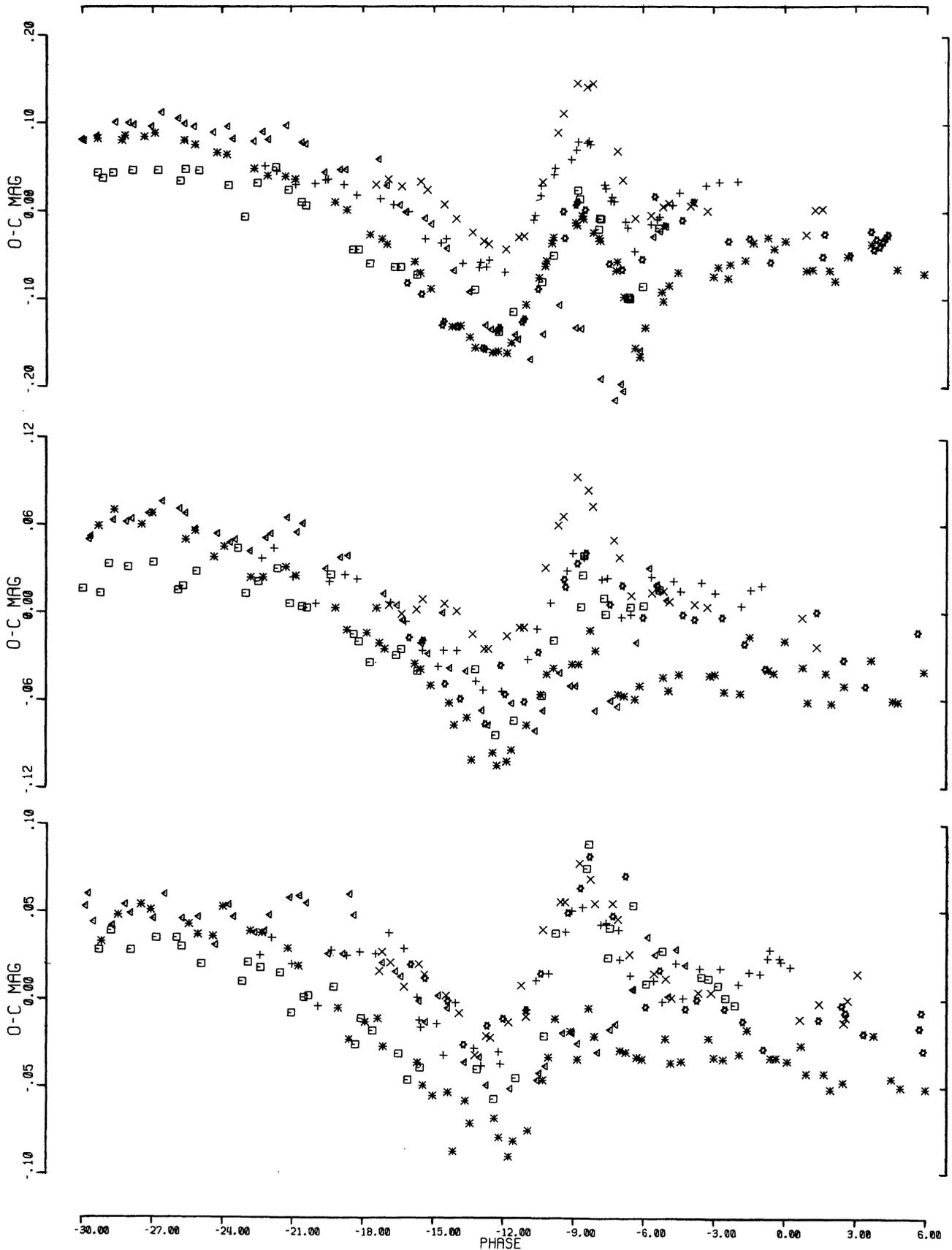


FIGURE 3. — Morphologie et évolution des perturbations photométriques dans la branche descendante du Min I et dans la phase de totalité. Les O-C ont été calculés comme dans la figure 2. Symboles : \blacktriangleright J.J.36072., \square 36077., + 36082., \times 36087., * 36097., \star 36137.. Un déplacement progressif des écarts entre nuits consécutives est bien visible, surtout en ultraviolet. A partir du haut sont donnés les écarts respectivement pour les mesures U, \bar{B} , V.