

ETOILES ECLIPSANTES  
PHOTOMETRIE PHOTOELECTRIQUE

Bulletin d'Information n° 37.  
Bulletin n° 2.

Observation photoélectrique du Min II de I Per des 2-3 DEC 84

---

## 1. INTRODUCTION

---

I Persei, qui est une étoile de Recherche qu'on ne présente plus au GEOS (cf. FT 17), est une cible idéale pour les observations photoélectriques. Néanmoins les éclipses favorablement placées sont rares et l'on dispose chaque année d'un très petit nombre d'opportunités qu'il importe de pouvoir saisir.

Disposant d'une installation photoélectrique déclarée opérationnelle le 26 NOV 84, j'ai eu la chance de bénéficier d'une nuit isolée de météo idéale (à la Lune près, qui était déjà âgée de 9 jours) pour observer l'un des Min II de I Per les plus favorables de la présente saison d'observation.

Voici les résultats de cette manip, rendue originale par deux "légers détails":

- le site d'observation, sur ma terrasse, en plein Paris,
- la monture du télescope en azimutal !

## 2. OBSERVATIONS

---

### 2.1 Instrumentation

---

Le photomètre utilisé appartient à Bruno FONTAINE qui en a fait une présentation détaillée lors de l'école EPPEI de l'OPMT (Mai 84). Il s'agit d'un photomètre à photomultiplicateur équipé des filtres UVB, permettant des mesures par intégration sur 1 ou 10 secondes. Je l'ai monté sur le télescope de 256 mm mis à ma disposition depuis des années par Jean LECACHEUX. La focale de ce télescope est courte, 1440 mm, si bien que j'ai dû ajouter une lentille de Barlow pour faire passer le rapport  $f/D$  de 5,6 à 11. Le champ de l'unique diaphragme est de 2,4', ce qui est relativement élevé compte tenu du fond de ciel parisien, mais acceptable pour l'observation d'étoiles aussi brillantes que I Per et ses repères (mag 5-6).

### 2.2 Type de photométrie

---

La photométrie pratiquée est une photométrie différentielle à 2 filtres B et V et à 2 étoiles de comparaison (à savoir 4 Per et 2 Per qui sont aussi les repères A et B utilisés pour l'observation visuelle).

Les observations sont réalisées par séries de 2 mesures en B et V de la variable  $V = I Per$ , chaque série comprenant en fait la succession suivante d'opérations :

- d'abord avec le filtre B : FC A FC V FC B FC V FC A FC ,
- puis avec le filtre V : FC A FC V FC B FC V FC A FC .

Cette procédure est dictée par les contraintes de l'installation, le changement de filtre étant une opération délicate.

Les mesures des étoiles, A, B, V, sont des intégrations sur plusieurs fois une seconde (typiquement une dizaine de secondes), et les mesures du fond de ciel FC, qui ne posent aucun problème avec l'installation azimutale, des intégrations sur 30 secondes consécutives.

Le rythme d'observation est très faible, en raison des repointages incessants de l'objet à mesurer, nécessités par l'absence de suivi équatorial. Ainsi la séquence complète de 2 mesures BV décrite plus haut n'a pu être effectuée que 4 fois consécutivement en 6 heures et demie d'observation, en dépit du dynamisme de l'observateur qui, il est vrai, opérant seul.

Certaines observations de 1 Per, étalées dans le temps et particulièrement fournies en valeurs d'intégration, ont été individualisées sous forme de deux mesures consécutives dans le même filtre, portant de 16 à 22 le nombre "d'unités de compte" réellement disponibles.

### 2.3 Analyse des données brutes

L'étoile à mesurer traverse le champ du diaphragme en quelques secondes et chaque défilement fournit typiquement 2 à 3 valeurs d'intégration (sur une seconde chacune) exploitables. Au bout de 5 défilements réussis, on moyenne les 10 valeurs du signal les plus hautes pour obtenir la mesure étoile + fond de ciel. L'écart-type autour de la moyenne est assez surprenant, de l'ordre de 0.02 à 0.03 magnitude seulement. Cette valeur n'est peut-être pas très significative, ou du moins il ne faut pas espérer pour la moyenne un gain en  $1/\sqrt{N}$ .

## 3. TRAITEMENT DES MESURES

### 3.1 Evolution du fond de ciel

Cette évolution est facile à suivre grâce aux nombreuses valeurs disponibles.

La Figure 1 montre l'allure générale de la variation du signal, bruit de fond + fond de ciel, dans les 2 filtres :

- une forte décroissance en début de nuit (jusqu'à la culmination des étoiles au Nord, vers 21h15 UT) ,
- puis, une légère décroissance à partir de 21h30 UT, et de plus en plus faible (étoiles à l'Ouest),
- des oscillations anormales autour de 20h30 (reflets de Lune sur le télescope ?) .

La décroissance s'explique en partie par la baisse du bruit de fond en fonction de la température (7° à 20h15, 6° à 21h, 5° à 21h45, 4° à 22h30, 3° à 25h30) ; en début de nuit, s'ajoutent la variation rapide de l'azimut des étoiles, et la baisse sensible des éclairages parisiens. En outre, la Lune s'est couchée à 24h45.

Pour la détermination précise du fond de ciel en début de nuit, j'ai utilisé des courbes à plus grande échelle que la Figure 1, qui font apparaître des "sauts" au changement d'étoile. En effet les distances angulaires de 1 Per à ses repères sont loin d'être négligeables.

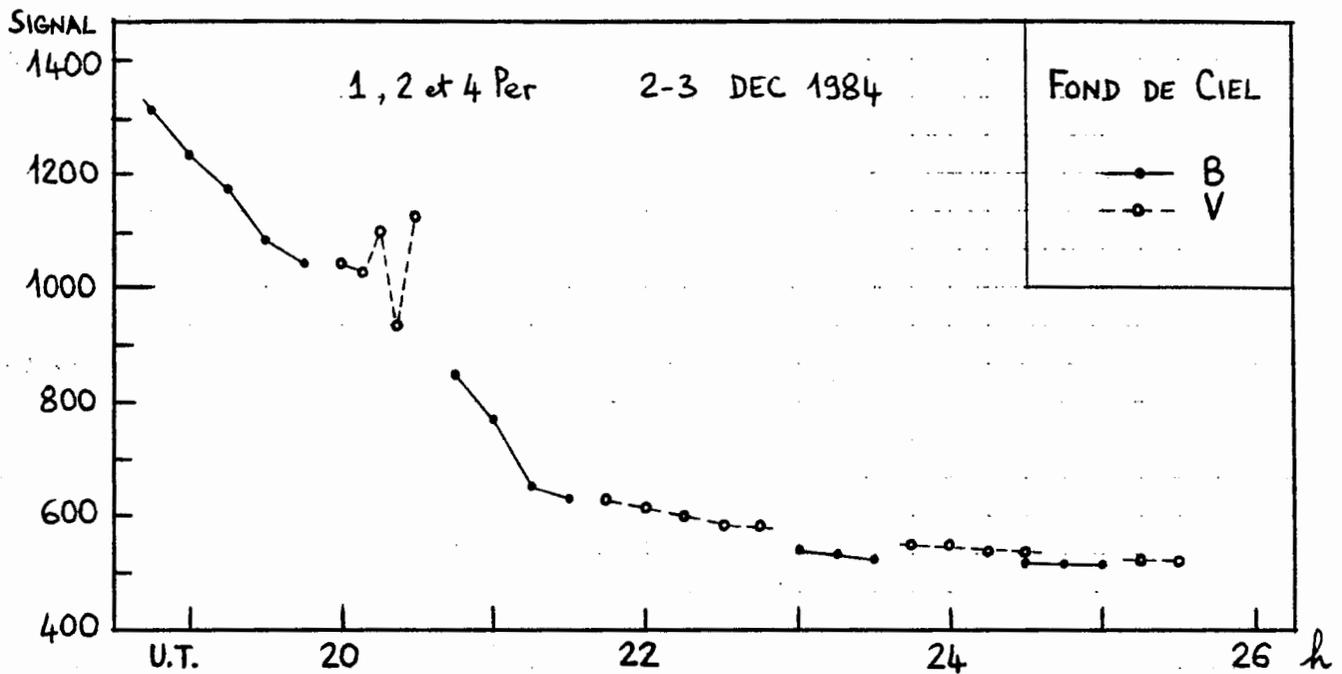


Fig. 1. Evolution du fond de ciel dans le champ de 1, 2 et 4 Per. Le signal inclut le bruit de fond (courant d'obscurité).

### 3.2 "Droites" de Bouguer

La Figure 2 montre l'évolution, dans le système instrumental, de l'extinction en fonction de la masse d'air, tracée au moyen des mesures des étoiles de comparaison 4 et 2 Per. Ces deux repères sont de type spectral très voisin (respectivement B8V et B9p, avec des indices B-V de Johnson et Morgan de  $-0.08$  et  $-0.06$ ). 1 Per est en revanche légèrement plus bleue (B2V, B-V =  $-0.18$ ).

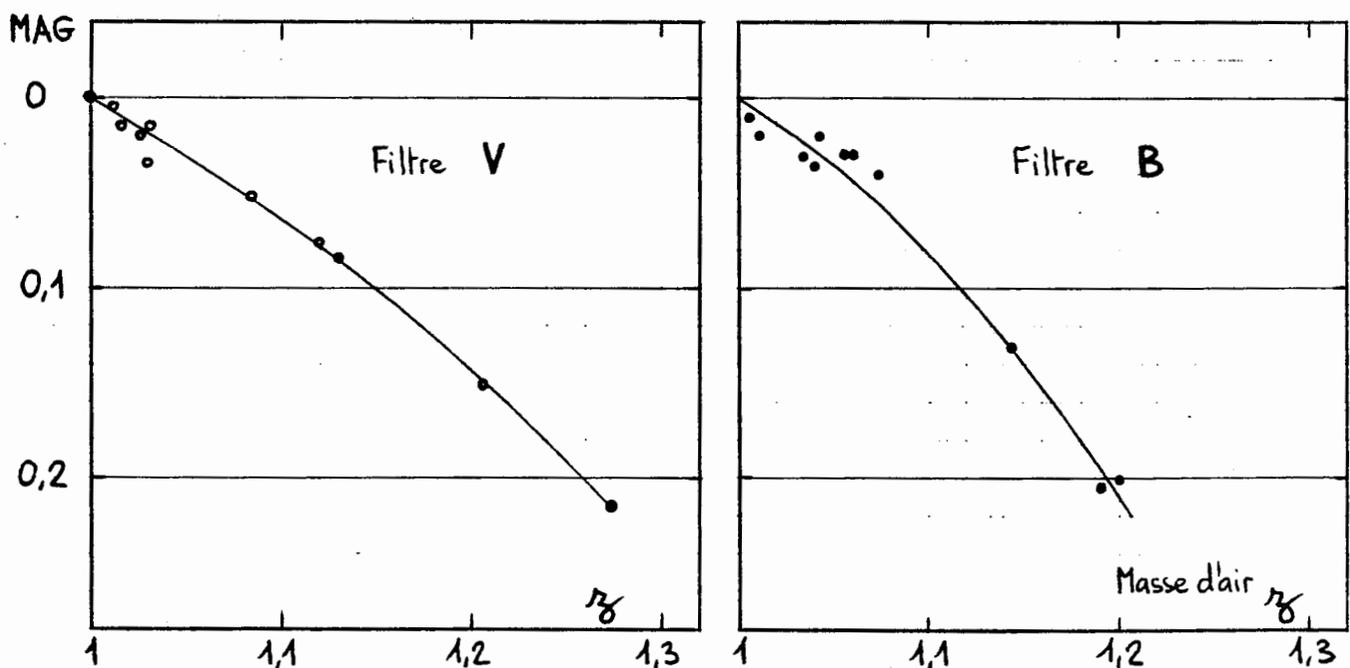


Fig. 2. Extinction atmosphérique en fonction de la masse d'air pour 2 et 4 Per.

Les 2 courbes, obtenues pour le V et pour le B, ne sont pas des droites, ce qui indique que le coefficient d'absorption a probablement varié (en augmentant) au cours de la nuit. De fait, le ciel s'est couvert progressivement de stratus à partir de 26 h UT, montrant jusqu'où est allée cette augmentation de l'extinction ?

Comme attendu, l'extinction est plus forte en B qu'en V. Ainsi, la pente initiale des courbes d'extinction est voisine de :

- . 0.6 mag/masse d'air en V ,
- . 0.7 mag/masse d'air en B .

La pente en B atteint 0.8 mag/masse d'air si l'on ne considère pas les mesures faites avant 20 h (toutes en B) et qui bénéficiaient d'une extinction plus faible. De fait la variation du B-V sur l'ensemble de la nuit est de l'ordre de 0.2 à 0.3 mag/masse d'air.

En principe la procédure utilisée, à 2 étoiles de comparaison (et avec la symétrie "AVBVA"), permet d'éviter la correction d'extinction différentielle due à la hauteur, pour les faibles masses d'air. Cette correction est rendue indispensable ici, en raison de la très forte absorption atmosphérique du ciel parisien et des différences de hauteur entre 1 Per et les étoiles de comparaison qui atteignent plusieurs degrés.

Ces corrections ("DM1") utilisant les courbes de la figure 2 donnent pour 1 Per les magnitudes reportées aux Tableaux 1 et 2 (col. 4 et 5). Ces magnitudes sont exprimées dans le système instrumental.

### 3.4 Extinction différentielle de couleur

1 Per étant plus bleue d'une demi-classe spectrale que ses repères, il est nécessaire de prendre en compte l'extinction différentielle due à la couleur. Le calcul montre que la correction à appliquer ("DM2") est négligeable en V jusqu'à la masse d'air des dernières mesures, et qu'elle atteint 0.01 mag en B pour une masse d'air  $z = 1.2$  ; nous avons donc simplement retranché 0.01 mag aux deux dernières mesures en B (voir colonnes 6 et 7 du Tableau 1).

U.T.	MAG brute	z	DM1	MAG corr.	DM2	MAG B
19:02	-7.792	1.071	-0.05	-7.84		5.45
19:18	-7.803	1.056	-0.04	-7.84		5.45
19:36	-7.725	1.041	-0.03	-7.76		5.53
21:03	-7.786	1.007	-0.005	-7.79		5.50
21:18	-7.773	1.007	-0.005	-7.78		5.51
22:57	-7.736	1.047	-0.035	-7.77		5.52
23:03	-7.727	1.052	-0.04	-7.77		5.52
23:15	-7.680	1.063	-0.045	-7.73		5.56
23:18	-7.699	1.066	-0.05	-7.75		5.54
24:36	-7.561	1.171	-0.17	-7.73	-0.01	5.55
24:50	-7.541	1.198	-0.21	-7.75	-0.01	5.53

Tableau 1. Résultats du traitement des mesures B de 1 Per

U.T.	MAG brute	z	DN1	MAG corr.	DN2	MAG V
20:06	-7.453	1.023	-0.015	-7.47		5.65
20:17	-7.437	1.020	-0.01	-7.45		5.67
20:22	-7.414	1.016	-0.01	-7.42		5.70
21:48	-7.391	1.011	-0.005	-7.40		5.72
21:58	-7.388	1.014	-0.01	-7.40		5.72
22:38	-7.377	1.035	-0.02	-7.40		5.72
22:42	-7.380	1.037	-0.02	-7.40		5.72
23:52	-7.341	1.100	-0.065	-7.41		5.71
24:12	-7.326	1.132	-0.09	-7.42		5.70
25:10	-7.240	1.238	-0.18	-7.42		5.70
25:22	-7.213	1.265	-0.21	-7.42		5.70

Tableau 2. Résultats du traitement des mesures V de 1 Per

### 3.5 Rattachement au système UBV

Le Tableau 3 indique les magnitudes des étoiles 4 et 2 Per dans le système instrumental (pour la masse d'air  $z=1$ ), et les compare avec celles du système standard UBV (valeurs d'après USNOC et GENEVE).

On constate que la différence de magnitude des étoiles de comparaison est identique, quel que soit le système considéré, et que par ailleurs le système instrumental reproduit relativement bien le système BV. Il suffit, pour se rattacher au système standard, d'ajouter 13.12 mag en V et 13.293 en B.

	MAG corr.	B	Delta	MAG corr.	V	Delta
4 Per	-8.37	4.925	13.295	-8.115	5.005	13.12
2 Per	-7.65	5.640	13.29	-7.42	5.700	13.12
2 - 4 Per	0.72	0.715	13.293	0.695	0.695	13.12

Tableau 3. Magnitudes B et V instrumentales et standards de 4 et 2 Per

### 4. DISCUSSION

La courbe de lumière en B et V est donnée en Figure 3. La méthode graphique de symétrie a été appliquée pour déterminer l'heure du minimum géocentrique, trouvé à : 23h 29<sup>m</sup> ± 2<sup>m</sup>, et les images symétriques ont été indiquées par des croix sur la figure.

Notons que la méthode de symétrie, appliquée séparément aux 2 courbes, donne un instant de minimum à 23h21 en V et 23h37 en B.

Le minimum héliocentrique s'est produit à : JJ 2 446 037.482 ± 0.015 soit à la phase : 0.4133 ± 0.0006 par rapport à l'éphéméride de NORTH et al. (1981). Cette valeur est très homogène avec celles trouvées par PORETTI (1984), à savoir : 0.4135 et 0.4133 pour des éclipses en NOV et DEC 83.

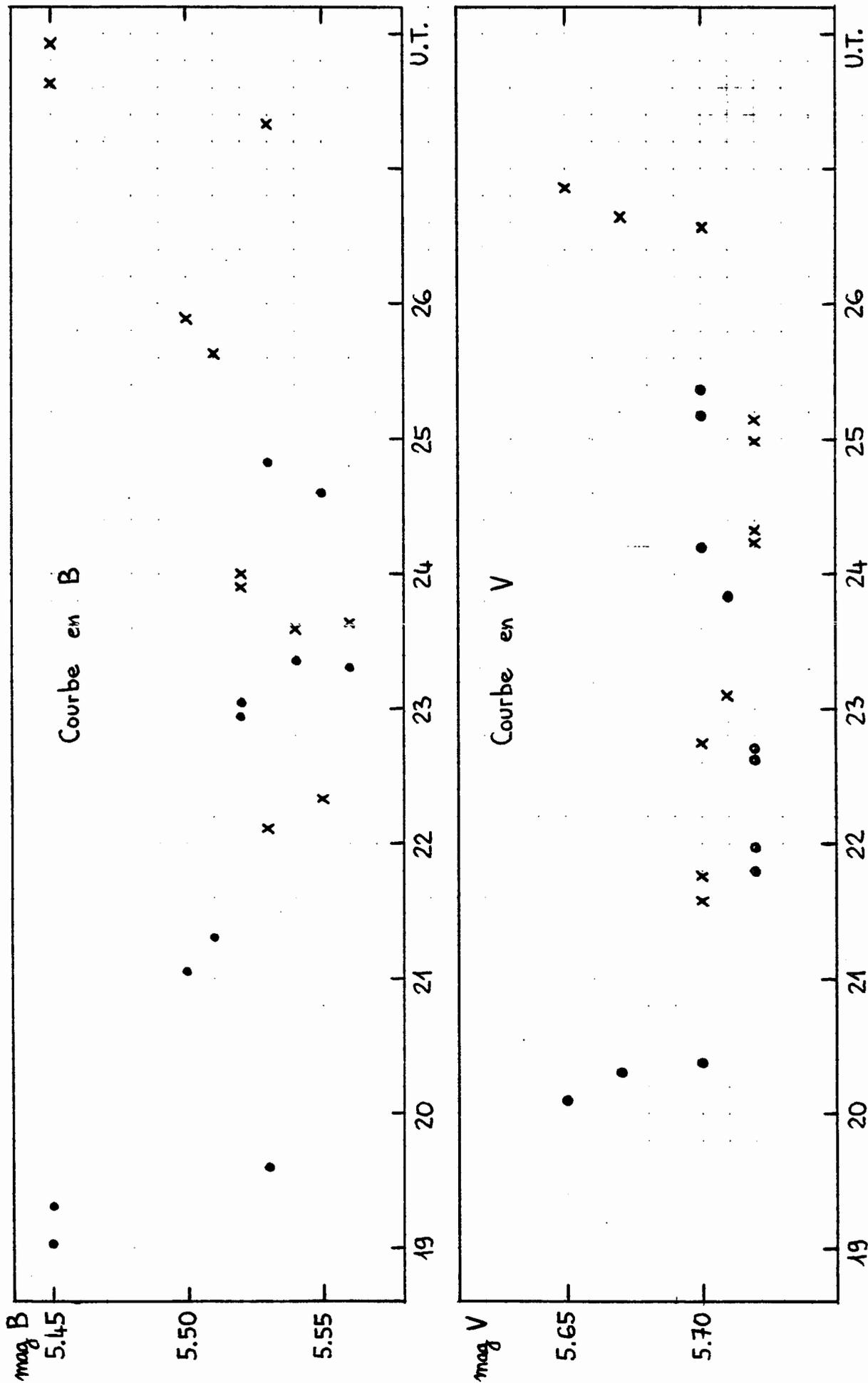


Figure 3. Courbe de lumière en B et V de 1 Per les 2-3 DEC 84. Les croix sont les images symétriques par rapport à l'instant du minimum, déterminé par la méthode graphique.

On relève sur la Figure 3 que la magnitude au minimum est de 5.725 en V et de 5.545 en B, soit un indice de couleur  $B-V = -0.18$ , ce qui confirme qu'il n'y a pas de variation sensible de couleur au minimum secondaire (effet inférieur à 0.015 mag selon NORTH).

Par ailleurs, la pente de variation est de l'ordre de 0.02 mag/heure, ce qui confirme les déterminations antérieures.

J'ai pu déterminer la magnitude au maximum dans le filtre B au moyen de 2 mesures effectuées le 26 NOV 84. Ces deux mesures, respectivement 5.34 et 5.38, fournissent une valeur au maximum  $B = 5.36$ , peu précise, mais conforme à la valeur du catalogue. L'amplitude résultante est en accord avec la valeur de 0.21 mag annoncée par NORTH. Malheureusement, je n'ai pas encore pu effectuer de mesure au maximum dans le filtre V. En principe, je devrais retrouver la valeur de GENEVE  $V = 5.52$ .

## 5. CONCLUSION

Les résultats obtenus : magnitudes, indices de couleur, amplitude, instant de minimum, apparaissent donc comme très cohérents.

Cette série d'observation photoélectrique effectuée à Paris se révèle donc valable.

Certes il ne s'agit là que d'une première expérience, et il sera donc nécessaire de confirmer ces bons résultats, par des observations plus nombreuses, dans les mois qui viennent.

A. FIGER

## REFERENCES

- FIGER A., 1984, GEOS FT 17 Rév.2 ; "LE PROGRAMME DE RECHERCHE DU GEOS".
- NORTH P., RUFENER F., FIGER A. & MAURIN L., 1981, IBVS 2036 ; "1 PER : A NEW ECLIPSING BINARY WITH A LONG PERIOD AND AN ELLIPTICAL ORBIT".
- PORETTI E., 1984, IBVS 2529 ; "1983-1984 OBSERVATIONS OF THE BRIGHT ECLIPSING BINARY 1 PER".

