

Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **51**, 267-276 (1983)

Etude photométrique d'étoiles Ap australes ayant des ascensions droites de l'ordre de 12 h (*)

J. Manfroid (**) et P. Renson

Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège, 5, avenue de Cointe, B-4200 Ougrée, Belgique

Reçu le 17 juillet, accepté le 22 septembre 1982

Photometric observations of southern Ap stars with right ascensions close to 12 h

Summary. — From *uvby* measurements values of periods have been deduced for Ap stars : $4^d37 \pm 0^d04$ for 25 Sex, $2^d434 \pm 0^d008$ for HR 4327 (together with previous measurements, probably 2^d4341 or perhaps 2^d4289 , ...), $2^d344 \pm 0^d009$ for β Hya, $2^d84 \pm 0^d04$ for HD 112381, $1^d272 \pm 0^d002$ for HR 4965, $2^d605 \pm 0^d010$ for HR 5158, $1^d837 \pm 0^d008$ for HR 5269, $2^d205 \pm 0^d004$ for HD 125630. The star HR 4109 (Sr ?) remained constant during an interval of 23d ; the period is perhaps very long, or if HR 4109 actually does not vary, possibly it is not an Ap star. The observed variation for ℓ Cen(Mn) was too weak to deduce a period. The variation range of HD 112381 (SiCr) is nearly as small as that of ℓ Cen. The *v* and *y* variations for HD 125630 (SiCrSr), which are double-waved and nearly opposite to one another, have ranges among the largest known for Ap stars ; the *c*₁ range is also exceptionally large (the ordinate scale is 5 times shorter in figure 8 than in the other ones).

For some Ap stars the variation curves show a dip of short duration in the four colours, and for a few stars a second one appears at a phase-interval of $P/2$. The nature of this phenomenon is discussed.

Key words : Ap stars — period — photometry — variable stars.

1. Observations et réductions. — Poursuivant la série de missions d'observations à l'ESO (voir par exemple Renson et Manfroid, 1978 et 1981) destinées à étudier les variations des étoiles Ap australes, qui étaient moins bien connues que celles de l'hémisphère nord, nous avons pu mesurer une dizaine de ces étoiles lors d'une mission à La Silla du 11 mars au 7 avril 1980. Un exposé préliminaire des résultats déduits de ces mesures a été fait dans un I.B.V.S. (Manfroid et Renson, 1980). Le but du présent article est d'en faire un exposé complet, en donnant les figures qui montrent les variations périodiques obtenues pour huit de ces étoiles.

Le système photométrique utilisé est comme pour les observations précédentes, le système *uvby*. Les mesures ont été faites avec le photomètre à quatre canaux attaché au télescope danois de 50 cm. Chaque observation consiste en une séquence symétrique C_1 -Ap- C_2 -Ap- C_2 -Ap- C_1 où C_1 et C_2 sont les deux étoiles de comparaison adoptées pour l'étoile Ap considérée. La liste des étoiles observées avec leurs étoiles de comparaison respectives est donnée à la table I. Les étoiles entre parenthèses ont été abandonnées en tant qu'étoiles de comparaison pour l'étude des variations des Ap, parce que nos mesures les font suspecter de variabilité. Pour les autres, les indices photométriques

déduits de nos observations sont indiqués, dans le système standard.

Un soin particulier a été apporté dans le travail de réduction des mesures pour ramener tous les résultats au système standard international.

Les tables donnant les résultats des mesures peuvent être obtenues auprès du dépositaire de la Commission 27 de l'UAI selon les indications données dans l'*Inf. Bull. on Var. Stars* No. 1659. Le numéro de référence (« file number ») est 99.

La recherche des périodes a été faite par la méthode habituelle (Renson, 1978a et 1980).

Sur les figures qui suivent, les nombres indiqués en ordonnée pour les couleurs et indices sont les différences $Ap-(C_1 + C_2)/2$ entre les magnitudes de l'étoile Ap et les moyennes des magnitudes correspondantes pour les deux étoiles de comparaison (ou les magnitudes de la seule étoile de comparaison retenue dans les deux cas où une des deux a été abandonnée). Toutes les époques indiquées dans le texte comme origines choisies pour les phases sont héliocentriques.

2. Résultats. — 2.1 25 Sex (= HD 90044 = HR 4082 = Bertaud 714, type B9pSiCr) a fait l'objet de 28 mesures, dont la première et la dernière sont séparées par un intervalle de 23 j. En raison des variations que nous en avons déduites, cette étoile a été désignée sous le nom SS Sex en tant qu'étoile variable (Kholopov *et al.*, 1981b). La période trouvée est

$$P = 4,37 \text{ j} \pm 0,04 \text{ j}.$$

(*) Article basé sur des observations faites à l'Observatoire Européen Austral (ESO).

(**) Chercheur qualifié FNRS.

Demande de tirés à part : P. Renson, Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège.

Les variations montrées à la figure 1 sont celles de Ap-C₁ ; en effet l'autre étoile de comparaison, à savoir β Sex = HD 90994 = HR 4119 (type B6V), a dû être abandonnée parce qu'elle a montré une légère variation : de 0,01 mag ou un peu plus en y à 0,02 mag en u . Cette variation de β Sex pourrait être périodique, avec une période d'à peu près 8 j (ou peut-être le double, avec une double vague) ; mais la faiblesse de cette variation et la trop courte durée des observations par rapport à la période probable empêchent d'en décider avec assez de certitude.

L'origine des phases adoptée pour la figure 1 est J.J. 2444318,00, époque correspondant à peu près à un maximum de luminosité en y , b et v . Les courbes de variations dans ces trois couleurs sont semblables, avec une amplitude un peu plus grande en b qu'en y et v . Il y a un maximum secondaire entre les phases 0,5 et 0,6, qui devient le maximum principal en u . La variation de cette dernière couleur est très différente des trois premières et présente une forte dissymétrie entre la croissance, qui est rapide, et la décroissance, beaucoup plus lente.

On constate de plus la présence d'un bref minimum secondaire à la phase 0,82, pratiquement le même dans les quatre couleurs, de sorte que cet accident de la courbe de variation disparaît pour les indices. La profondeur de ce minimum est de l'ordre de 0,015 mag ou peut-être plus, comme on ne pourrait le savoir qu'en disposant de plus d'observations à cette phase. Il semble aussi y avoir un accident semblable vers la phase 0,32, soit à une demi-période d'intervalle, comme on le voit surtout en y où la variation principale est moindre. Nous avons déjà constaté un phénomène semblable pour d'autres étoiles et nous le retrouverons notamment ci-dessous pour β Hya.

2.2 HR 4109 (= HD 90763) a reçu la classification A1p(Sr) dans le travail de Cowley et des Jaschek (1969), la parenthèse signifiant que l'élément indiqué n'est que faiblement intensifié. Nos 24 mesures de cette étoile montrent que dans les limites d'erreur, elle est restée constante durant toute la période d'observation. Ce résultat est peut-être dû à ce que sa période est longue par rapport à l'intervalle de 23 j qui s'est écoulé entre la première mesure (J.J. 2444310,54) et la dernière (J.J. 2444333,51). Les moyennes des valeurs mesurées durant cet intervalle sont les suivantes dans le système standard :

$$y = 6,056, \quad b-y = 0,014, \quad m_1 = 0,189, \quad c_1 = 1,025.$$

Une autre explication pourrait bien être qu'en réalité ce ne soit pas une étoile Ap ou encore que ce soit une étoile Ap dont l'amplitude de variation soit extrêmement petite.

2.3 HR 4327 (= HD 96616 = Bertaud 180, type A3pSr) est une étoile que nous avons déjà observée en février 1977 (voir dernière figure de Renson et Manfroid, 1978), mais 12 fois seulement et durant un plus petit intervalle que les autres étoiles mesurées lors de la même mission, ce qui a motivé les 30 nouvelles observations de 1980, réparties sur un intervalle de 26 j. A la suite de nos résultats de 1977, elle avait reçu le nom d'étoile variable V815 Cen (Kholopov *et al.*, 1981a).

Rappelons que c'est une étoile qui a un compagnon à moins de 2" ; par conséquent, les images des deux composantes ont toujours été ensemble à l'intérieur du dia-

phragme du photomètre. Compte tenu de la différence de magnitude d'environ 2,6 entre ces composantes, la magnitude totale ainsi mesurée doit être augmentée d'à peu près 0,1 mag pour passer à la magnitude de la composante principale seule. De plus, l'amplitude réelle des variations de cette dernière, le compagnon étant supposé constant, est plus grande d'environ 9 % que ce qu'indiquent la figure 5 de l'article rappelé ci-dessus ou la figure 2 ci-dessous (cf. § 2 de Renson et Manfroid, 1981).

L'analyse des résultats d'observations de 1980 donne pour la période

$$P = 2,434 \text{ j} \pm 0,008 \text{ j},$$

ce qui est en bon accord avec la valeur $2,46 \text{ j} \pm 0,03 \text{ j}$ que nous avons déduite des quelques mesures de 1977.

Les deux séries d'observations sont trop distantes (plus de 3 ans) pour qu'on puisse les raccorder univoquement l'une à l'autre. On peut cependant obtenir une suite des valeurs possibles. Les plus probables sont, dans l'ordre,

$$P = 2,4341 \text{ j ou } 2,4289 \text{ j},$$

mais au moins les valeurs 2,4394 j et 2,4237 j sont possibles aussi. L'erreur est chaque fois d'environ 0,0001 j.

A la figure 2, les phases sont calculées sur la base de $P = 2,4341 \text{ j}$ et l'origine choisie est J.J. 2444329,00, époque qui suit de très peu un maximum de luminosité. Les mesures de 1977 sont représentées par des cercles vides et celles de 1980 par des cercles pleins. L'allure des variations est confirmée : le maximum est aigu, tandis que le minimum est plat avec tendance à un maximum secondaire au moins en u ; l'amplitude est un peu moindre en v qu'en y et b et au contraire nettement plus grande en u .

Les deux séries de mesures ayant été faites avec le même instrument et les mêmes étoiles de comparaison, elles ont pu être portées à la figure 2 sans qu'un ajustement en ordonnée soit nécessaire. L'accord est excellent ; la comparaison des deux séries ne montre donc aucune variation séculaire qui serait superposée à la variation avec la période indiquée ci-dessus.

2.4 β Hya (= HD 103192 = HR 4552) est une étoile B9 au Si dont une dizaine de mesures, assez peu précises, avaient déjà été faites durant une semaine en février 1975. Sur cette base, une valeur probable d'un peu moins de 2 j pour P (Renson *et al.*, 1976) avait été estimée (la méthode que nous utilisons depuis lors pour trouver P par ordinateur n'avait pas encore été élaborée).

C'est aussi une étoile double serrée, avec une séparation de l'ordre de 1" entre les composantes. La différence de magnitude entre celles-ci est malheureusement mal connue (estimations allant de 0,4 à plus de 0,8 mag) ; on peut seulement dire que la correction à ajouter à la magnitude de l'ensemble pour passer à celle de la composante principale est de l'ordre de 0,5 et que le facteur par lequel on doit multiplier les amplitudes de variations montrées à la figure 3 ci-après pour avoir les amplitudes relatives à la composante principale seule doit être d'environ 1,5 ou 1,6.

Les mesures faites en 1980, durant un intervalle de 26 j, sont au nombre de 30. La seconde étoile de comparaison, HD 103789 = HR 4571 (type A0), paraît légèrement variable : des écarts pouvant être de l'ordre de 0,02 mag pour y et de l'ordre de 0,03 pour les autres couleurs sont

apparus, même au cours d'une même nuit. Ce sont donc seulement les différences de l'étoile Ap avec C_1 qui ont été utilisées pour la recherche de la période. On a ainsi obtenu

$$P = 2,344 \text{ j} \pm 0,009 \text{ j}.$$

Ces valeurs de Ap- C_1 sont portées à la figure 3 en fonction de la phase calculée suivant cette période, avec pour origine l'époque J.J. 2444323,50, qui est proche d'un maximum de luminosité. Les quatre couleurs varient en phase, avec un maximum un peu plus aigu que le minimum. L'amplitude de la variation est à peu près la même en b et en v , elle est un peu plus petite en y et plus grande en u . Compte tenu du facteur indiqué ci-dessus, pour la composante principale seule, l'autre étant supposée constante, la variation de u est proche de 0,1 mag.

On constate un phénomène analogue à celui qui est décrit plus haut pour 25 Sex : il y a à la phase 0,7 un très bref minimum secondaire. Il est vrai que le point le plus bas que nous avons pour ce minimum, à la phase 0,747, est moins sûr, à cause de conditions atmosphériques défavorables la nuit où cette mesure a été faite ; mais les points voisins indiquent déjà la présence du petit minimum secondaire. De plus, comme pour 25 Sex, on voit qu'il y a aussi un bref minimum à un intervalle d'environ $P/2$, soit près de la phase 0,2. Là le point (à la phase 0,171) qui indique le plus cet autre minimum est particulièrement sûr, car une mesure de plus que d'habitude a été faite pour l'étoile Ap et pour une des étoiles de comparaison et toutes les mesures individuelles sont en très bon accord.

2.5 ℓ Cen (= HD 110073 = HR 4817 = Bertaud 209, type B8pMn), qui a fait l'objet de 26 mesures sur un intervalle d'un peu moins de 23 j, n'a montré que de très faibles variations, ce qui n'est pas surprenant pour une étoile au Mn. La variation périodique, s'il y en a une, est noyée dans les erreurs de mesure. Le programme de recherche de périodes n'a pas permis de trouver une valeur de P suffisamment sûre ; environ 0,457 j est possible, mais paraît encore peu probable. Si cette période était exacte, ce serait la plus petite connue pour une étoile Ap.

2.6 HD 112381 (= GC 17563 = Bertaud 216, type A0pSiCr) n'a aussi montré que des variations très faibles, du même ordre que l'étoile précédente. Ceci prouve que la corrélation entre l'amplitude des variations photométriques des étoiles Ap et le type d'anomalie qu'elles montrent est loin d'être stricte.

Toutefois une périodicité paraît ici ressortir des observations, avec

$$P = 2,84 \text{ j} \pm 0,04 \text{ j}.$$

C'est évidemment un résultat moins sûr que les périodes trouvées pour les autres étoiles. Cette variation, bien qu'à peine de l'ordre du centième de magnitude, a néanmoins valu à l'étoile le nom V823 Cen en tant qu'étoile variable (Kholopov *et al.*, 1981b).

Les 29 mesures sont portées à la figure 4, où l'origine des phases est choisie à l'époque J.J. 2444325,00. Les variations de b et de v se ressemblent et paraissent assez harmoniques. Celle de y , encore plus petite au point d'être à peine perceptible, paraît un peu déphasée. Celle de u est à peu près en opposition de phase avec celles de b ou v et montre une décroissance plus rapide que la crois-

sance, pour autant qu'on puisse en juger, car une courbe moyenne d'aussi faible amplitude est difficile à tracer parmi les points dispersés par les erreurs de mesure.

2.7 HR 4965 (= HD 114365 = Bertaud 565, type A0pSi) est de nouveau une étoile qui a une variation appréciable, contrairement aux deux précédentes. Elle a été désignée sous le nom V824 Cen en tant qu'étoile variable (Kholopov *et al.*, 1981b). Les 29 mesures que nous en avons faites, encore durant un intervalle de 26 j, et qui ont montré ces variations, nous ont permis de déduire pour la période

$$P = 1,272 \text{ j} \pm 0,002 \text{ j}.$$

Les variations de Ap- $(C_1 + C_2)/2$ sont montrées à la figure 5 en fonction de la phase calculée suivant cette période. Notons que la seconde étoile de comparaison, HD 114772 = HR 4985, est double et que c'est évidemment la lumière totale qui était mesurée pour C_2 , car les deux composantes, qui ont presque la même luminosité, ne sont distantes que de 0,4".

L'origine choisie à la figure 5 est J.J. 2444326,00. Un maximum de luminosité a lieu à la phase 0 correspondante, pour les quatre couleurs. Mais un autre maximum apparaît peu après la phase 0,5 pour y , b et u (et *a fortiori* c_1) ; c'est le maximum principal pour y et u , tandis que les deux minima sont pratiquement égaux pour ces deux couleurs. En v , où le second maximum disparaît, la courbe montre une légère dissymétrie en ce sens que la décroissance est plus lente que la croissance. La double vague des variations est particulièrement remarquable, notamment par sa disparition en v .

2.8 HR 5158 (= HD 119419 = Bertaud 225, type A0pSiCrEu) a aussi montré une nette variation, qui lui a fait attribuer le nom d'étoile variable V827 Cen (Kholopov *et al.*, 1981b). L'analyse des 30 mesures faites durant l'intervalle de 26 j donne pour la période

$$P = 2,605 \text{ j} \pm 0,010 \text{ j}.$$

Ces mesures sont portées à la figure 6 en fonction de la phase calculée avec cette période et avec pour origine J.J. 2444302,00. La variation a une allure assez harmonique pour les quatre couleurs, avec toutefois pour y , b et v une descente un peu plus lente que la montée et un minimum un peu plus plat que le maximum surtout pour u . L'ordre croissant des amplitudes est y , v , b , u .

2.9 HR 5269 (= HD 122532 = Bertaud 228, type A0pSi) montre aussi une variation appréciable sur la base des 29 mesures que nous en avons faites, sur un intervalle de 23 j seulement cette fois, et qui lui ont valu le nom d'étoile variable V828 Cen (Kholopov *et al.*, 1981b). La recherche de la période, toujours par la même méthode, conduit à

$$P = 1,837 \text{ j} \pm 0,008 \text{ j}.$$

Les résultats sont portés à la figure 7, où l'origine choisie pour les phases est J.J. 2444325,00. La variation est pratiquement la même pour les quatre couleurs, même en amplitude (à peine plus petite en v et plus grande en u qu'en y et b) ; elle est assez harmonique, avec seulement un minimum légèrement plus plat que le maximum. En y , l'amplitude est plus grande que pour chacune des étoiles précédentes, sauf pour β Hya si on tient compte du facteur correctif à introduire pour cette étoile.

2.10 HD 125630 (= GC 19369 = Bertaud 237, type A2pSiCrSr) a montré une particulièrement grande variation en y et v et a reçu le nom d'étoile variable BS Cir (Kholopov *et al.*, 1981b). L'analyse des 33 mesures que nous avons faites durant l'intervalle de 26 j et qui ont montré cette grande variation conduit pour la période à

$$P = 2,205 \text{ j} \pm 0,004 \text{ j}.$$

Deux mesures supplémentaires faites par M. Floquet le 30 juillet et le 6 août de la même année avec le filtre v , dans la partie descendante de la courbe (vers les phases 0,78 et 0,95), permettent de réduire l'erreur : elles indiquent que P est probablement compris entre 2,204 et 2,205 j.

Nos résultats sont portés en fonction de la phase à la figure 8, où l'époque choisie pour l'origine est J.J. 2444328,50 et où, en raison de la grande amplitude, l'échelle des ordonnées est réduite d'un facteur 5 par rapport aux autres figures. La variation présente une double vague. Les deux minima sont pratiquement égaux en y , b et u , tandis que les deux maxima sont très inégaux en y et u , le maximum principal pour une de ces couleurs correspondant au maximum secondaire pour l'autre. Enfin en v , la variation est presque l'opposé de celle de y .

Les variations en y et en v sont parmi les plus grandes qu'on connaisse pour des Ap. Cette étoile n'est dépassée que par GC 17353 = BR Cru (Renson, 1978b) pour la variation en v (0,17 mag) et est presque au niveau des deux premières, HD 221568 = V436 Cas (Nishimura *et al.*, 1969) et HD 215441 = GL Lac (Cameron, 1966), pour la variation en y (0,14 mag). Cela est d'autant plus remarquable qu'il y a des extrema secondaires. Ceci contribue probablement à réduire l'amplitude totale en b et en u , où elle est respectivement de moins de 0,06 mag et de 0,06 mag ; ce n'est pas très élevé, surtout en u qui, des quatre couleurs, est celle où la plupart des étoiles Ap varient le plus.

Quant aux indices, leur variation est aussi relativement grande, surtout celle de c_1 (entre 0,34 et 0,35 mag).

L'analogie avec V436 Cas (type A1pSrCrEu) qu'on vient de citer est particulièrement frappante. Non seulement les amplitudes sont à peu près les mêmes respectivement pour les quatre couleurs, mais les formes des courbes de variation (Nishimura *et al.*, 1969, p. 129) sont aussi assez semblables, y compris pour les indices (l'extremum secondaire paraît peut-être un peu moins marqué, mais les observations manquent malheureusement vers cette phase) ; notamment y et v varient aussi en sens opposés. Si on note que c'est une étoile dont la période est 72 fois plus longue, cette ressemblance est d'autant plus remarquable.

3. Discussion. — Comme nous l'avons noté plusieurs fois déjà, on constate une grande diversité dans la forme des courbes et les amplitudes des variations. Pour certaines étoiles, elles sont presque harmoniques ; pour d'autres, elles sont dissymétriques et souvent elles présentent une double vague.

Fréquemment, la forme de la variation est à peu près la même dans les quatre couleurs ; c'est le cas ici pour β Hya, HR 5158 et HR 5269, ainsi que HR 4327 où cependant les amplitudes diffèrent plus, celle de u étant nettement plus grande que celle de v . Pour d'autres étoiles,

comme ici 25 Sex, HD 112381, HR 4965 et HD 125630, la variation peut au contraire être complètement différente pour au moins une des couleurs.

Les grandes différences de forme d'une couleur à l'autre sont le plus souvent liées à la présence d'une double vague, comme le montrent les cas de 25 Sex, HR 4965 et HD 125630. Il peut y avoir disparition de la double vague pour une couleur (disparition au moins partielle en u pour 25 Sex, totale en v pour HR 4965) ou échange de l'importance des extrema (b par rapport à y et u pour HR 4965, u par rapport à y et b pour HD 125630). Cette règle n'est toutefois pas absolue, d'après des résultats obtenus lors d'autres missions ou par d'autres auteurs. Il arrive que la variation d'une étoile ait une double vague, mais soit plus ou moins la même pour les quatre couleurs. Il arrive aussi que réciproquement la variation soit très différente d'une couleur à l'autre, par exemple en changeant de signe, sans qu'apparaisse une double vague.

Dans la table II, qui résume les résultats obtenus, l'indication dv dans l'avant-dernière colonne signale la présence d'extrema secondaires tendant à donner aux courbes de variation un aspect de double vague ; les lettres entre parenthèses indiquent pour quelles courbes cela a lieu. Nous rappelons de plus par un d seul dans cette colonne la présence de très brefs extrema secondaires notés plus haut pour deux des étoiles. Les quatre colonnes précédentes donnent les grandeurs approximatives (à 0,005 mag près) des variations, corrigées pour tenir compte de la duplicité dans les cas de HR 4327 et β Hya.

Les résultats de cette mission confirment que la variation photométrique des étoiles Ap est en général plus grande en u que dans le visible. Parmi les étoiles dont nous venons de donner les périodes, il n'y a que deux exceptions à cette règle, à savoir l'étoile qui a la plus petite variation et celle qui a la plus grande. Pour la première, HD 112381, l'amplitude de variation de u atteint à peine celles de b et de v . Pour l'autre, HD 125630, les amplitudes de variation particulièrement grandes de y et plus encore de v dépassent largement celle de u , comme nous l'avons noté ci-dessus.

Au sujet de cette dernière étoile, la question se pose de savoir comment expliquer quantitativement des variations opposées aussi grandes en y et en v , comme d'ailleurs pour d'autres étoiles Ap ayant pour certaines couleurs des variations égales ou supérieures à celles-ci, notamment BR Cru (Renson, 1978b). Ce problème n'est en fait pas résolu.

La question est d'autant plus intrigante que les Ap qui montrent les plus grandes variations photométriques n'ont pas nécessairement des variations spectrales importantes. En particulier GL Lac qui détient le record pour les variations de l'ensemble des couleurs du visible et de l'ultraviolet proche, n'est pas vraiment connue comme variable spectrale. Ce qui caractérise le plus cette étoile, c'est son champ magnétique variable extrêmement intense ; mais d'autres étoiles ayant un champ magnétique variant entre de larges limites (53 Cam = AX Cam, HD 32633 = HZ Aur, ...) n'ont que des variations photométriques très modérées. Pour HD 125630, P. Bouchet a pris pour nous un spectre à peu près à la phase 0,35 et deux autres la nuit suivante, vers la phase 0,8, donc à près d'une demi-période d'écart ; un premier examen de ces

spectrogrammes montre qu'il n'y a pas de variations spectrales appréciables au moins d'une de ces deux phases par rapport à l'autre. L'étoile V436 Cas qui, comme nous l'avons dit, a des variations photométriques à peu près semblables, a fait l'objet d'une étude spectrographique approfondie (Kodaïra, 1967), mais ne montre que des variations modérées des largeurs équivalentes de raies.

D'autre part, il n'y a apparemment pas de corrélation avec la période. Parmi la douzaine d'étoiles Ap où on trouve les plus grandes variations photométriques, à savoir HD 215441 (GL Lac), GC 17353 (BR Cru), HD 187473 (V4064 Sgr), 32966, 125630 (BS Cir), 51418 (NY Aur), 221568 (V436 Cas), 29305 (α Dor) (compte tenu du coefficient dû à la duplicité), 124224 (CU Vir), 125248 (CS Vir), 199728 (AO Cap), 24155 (V766 Tau), il y a une répartition des périodes tout à fait semblable à celle des périodes connues pour l'ensemble des étoiles Ap, avec le maximum entre 2 et 3 j. Les périodes sont en effet respectivement en jours, 9,49, 2,87, 4,72, 3,09, 2,20, 5,43, 159, 2,95, 0,521, 9,30, 2,25, 2,53. Il y a notamment parmi elles, la seconde plus courte connue (0,521 j pour CU Vir, la plus courte étant 0,518 j pour V771 Her) et une des quelques périodes de plus de 100 j qui soient connues (159 j pour V436 Cas).

Enfin, le fait le plus important résultant des observations présentées dans ce travail nous paraît être la confirmation de la présence d'un bref minimum superposé à la variation générale de certaines étoiles et la mise en évidence d'un éventuel second bref minimum à environ $P/2$ d'écart. La durée de ces brefs minima est au plus de l'ordre du dixième de P .

Dans le cadre du modèle binaire des étoiles Ap (voir par exemple Renson, 1967, p. 715), l'interprétation de ce phénomène est immédiate : il s'agit respectivement du minimum principal et du minimum secondaire qui doivent résulter des éclipses dues au mouvement orbital du petit compagnon postulé par ce modèle, dans les cas où la direction d'observation est assez proche du plan orbital. Toutefois la quasi-constance de la vitesse radiale dans les limites des erreurs de mesure impose alors une sévère limitation à la masse de ce petit compagnon ; en effet pour certaines des étoiles présentant ce phénomène, en particu-

lier les deux qui sont étudiées ci-avant, 25 Sex et β Hya, on dispose de plusieurs mesures de vitesse radiale et dans aucun cas on ne constate de grands écarts.

Quant au modèle du rotateur, il ne peut pas expliquer ce phénomène par le passage d'une tache sombre à la surface du disque stellaire. En effet la brièveté de ce passage exigerait des conditions géométriques très particulières et la tache resterait tellement au bord du disque qu'elle ne pourrait pas provoquer une diminution de la luminosité même aussi faible que celle qui est constatée, à savoir 1 ou 1,5 %. Toutefois on peut penser à de la matière circumstellaire très concentrée par les lignes de force magnétiques et qui serait entraînée dans la même rotation que l'étoile précisément par l'intermédiaire du champ magnétique. Cette concentration de matière étant à une certaine distance de l'étoile, son passage devant celle-ci ne peut effectivement être que relativement bref. De plus, sa répartition symétrique dans le champ magnétique de l'étoile doit entraîner pour des valeurs adéquates des angles faits par l'axe magnétique et la direction d'observation avec l'axe de rotation, l'apparition d'un second minimum à une demi-période d'intervalle, comme nous avons constaté. Différents arguments démontrant la présence de matière circumstellaire autour d'étoiles Ap ont d'ailleurs été présentés depuis longtemps déjà (Renson 1967, p. 713).

Des mesures assez nombreuses pour mieux déterminer la forme et la profondeur de ces petits minima dans les courbes de lumière sont hautement souhaitables. Il faudrait de plus s'assurer de leur stabilité en phase par rapport à la variation principale. Dans le cadre de l'interprétation qui vient d'être suggérée, il conviendrait aussi de mesurer les variations du champ magnétique des étoiles présentant ce phénomène et d'examiner le spectre aux phases des petits minima.

Remerciements. — Les auteurs sont reconnaissants à l'ESO pour le temps d'observation qui leur a été accordé au télescope danois de 50 cm. Ils remercient aussi les Drs P. Bouchet et M. Floquet pour leurs observations spectrales et photométriques de l'étoile Ap à grande variation HD 125630.

Bibliographie

- CAMERON, R. C. : 1966, *Georgetown Obs. Monogr.* **21**.
 COWLEY, A., COWLEY, C., JASCHEK, M. et JASCHEK, C. : 1969, *Astron. J.* **74**, 375.
 KHOLOPOV, P. N., SAMUS, N. N., KUKARKINA, N. P., MEDVEDEVA, G. I. et PEROVA, N. B. : 1981a, *Inf. Bull. Var. Stars* No. **1921**.
 KHOLOPOV, P. N., SAMUS, N. N., KUKARKINA, N. P., MEDVEDEVA, G. I. et PEROVA, N. B. : 1981b, *Inf. Bull. Var. Stars* No. **2042**.
 KODAIRA, K. : 1967, *Ann. Tokyo Astron. Obs.*, 2nd ser., **10**, 157.
 MANFROID, J. et RENSON, P. : 1980, *Inf. Bull. Var. Stars* No. **1824**.
 NISHIMURA, Sh., ICHIMURA, K. et OSAWA, K. : 1969, *Ann. Tokyo Astron. Obs.*, 2nd ser., **11**, 123.
 RENSON, P. : 1967, *Ann. Astrophys.* **30**, 697.
 RENSON, P. : 1978a, *Astron. Astrophys.* **63**, 125.
 RENSON, P. : 1978b, *Astron. Astrophys.* **69**, 351.
 RENSON, P. : 1980, *Astron. Astrophys.* **92**, 30.
 RENSON, P. et MANFROID, J. : 1978, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **34**, 445.
 RENSON, P. et MANFROID, J. : 1981, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **44**, 23.
 RENSON, P., MANFROID, J. et HECK, A. : 1976, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **23**, 413.

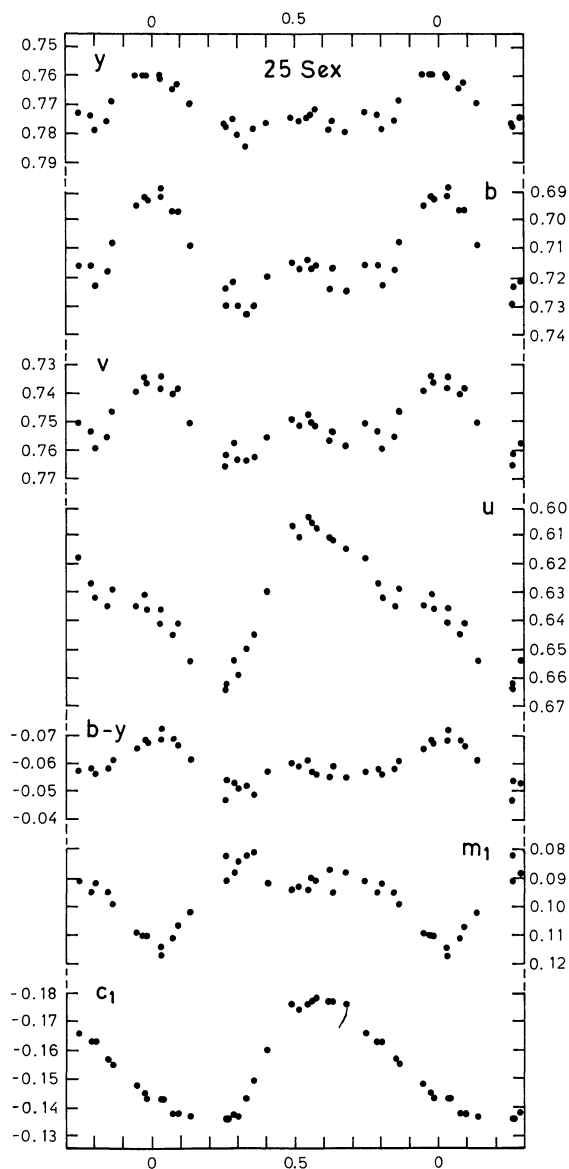
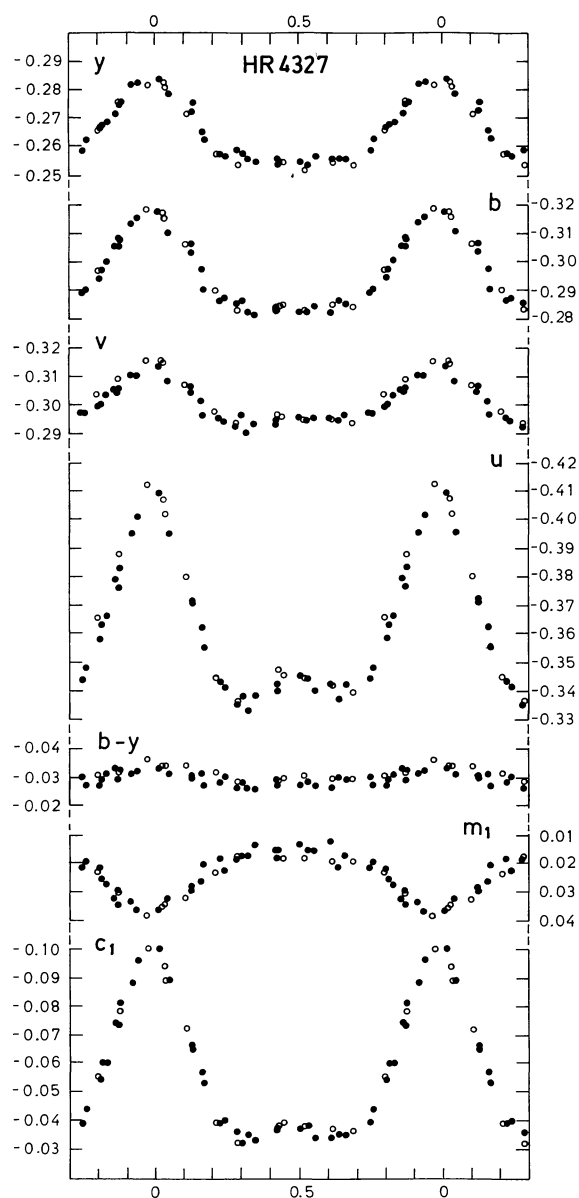
TABLE I.

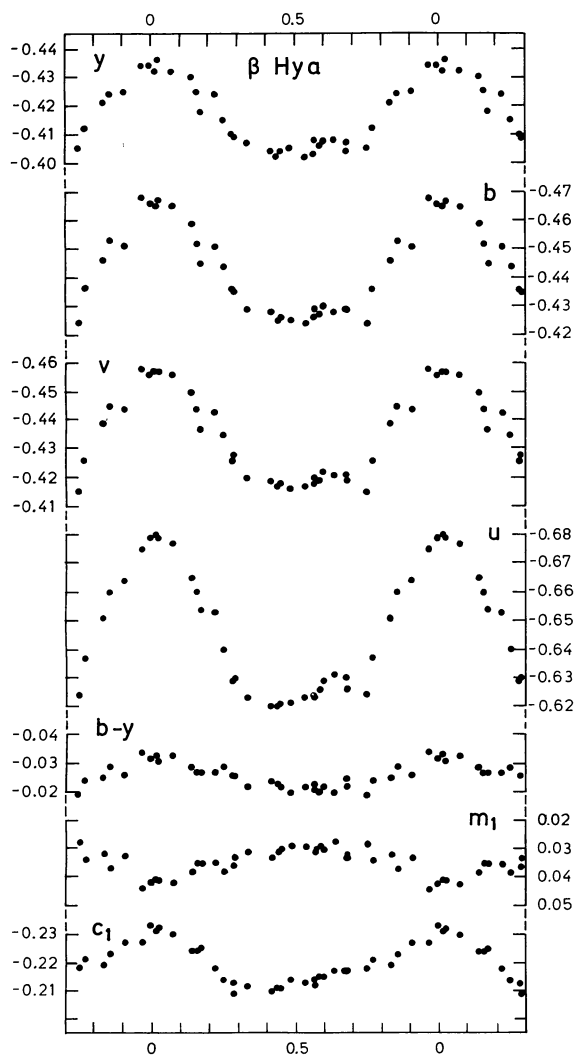
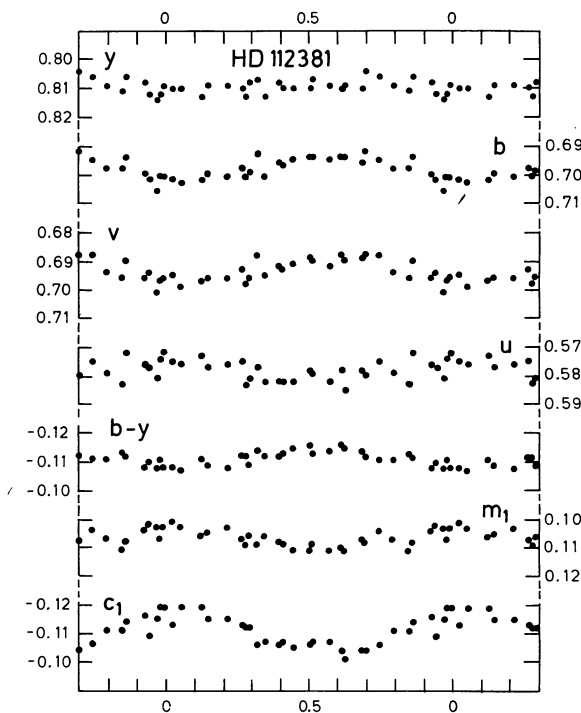
étoiles Ap	étoiles de comparaison	y	b-y	m ₁	c ₁
HD 90044=25 Sex	HD 90882=δ Sex (HD 90994=β Sex)	5,194	-0,021	0,127	1,010
HD 90763=HR 4109	HD 90430=GC 14330 HD 90882=δ Sex	7,009 5,194	0,029 -0,021	0,165 0,127	1,093 1,010
HD 96616=HR 4327	HD 98176=GC 15525 HD 95370=i Vel	6,471 4,389	0,003 0,058	0,171 0,176	1,016 1,121
HD 103192=β Hya	HD 101431=o Hya (HD 103789=HR 4571)	4,706	-0,026	0,105	0,960
HD 110073=l Cen	HD 111968=n Cen HD 109536=HR 4794	4,268 5,134	0,124 0,128	0,181 0,199	0,976 0,827
HD 112381=GC 17563	HD 113902=HR 4951 HD 111588=HR 4872	5,713 5,722	-0,024 0,064	0,115 0,176	0,768 1,145
HD 114365=HR 4965	HD 113902=HR 4951 HD 114772=HR 4985	5,713 5,913	-0,024 -0,005	0,115 0,143	0,768 0,960
HD 119419=HR 5158	HD 117150=HR 5071 HD 119938=HR 5175	5,055 5,929	0,040 0,164	0,133 0,207	1,220 0,752
HD 122532=HR 5269	HD 123445=HR 5294 HD 124176=GC 19160	6,195 6,755	-0,021 0,007	0,121 0,120	0,743 1,041
HD 125630=GC 19369	HD 126226=GC 19457 HD 125990=HR 5382	6,565 6,367	0,106 0,080	0,075 0,152	1,358 1,099

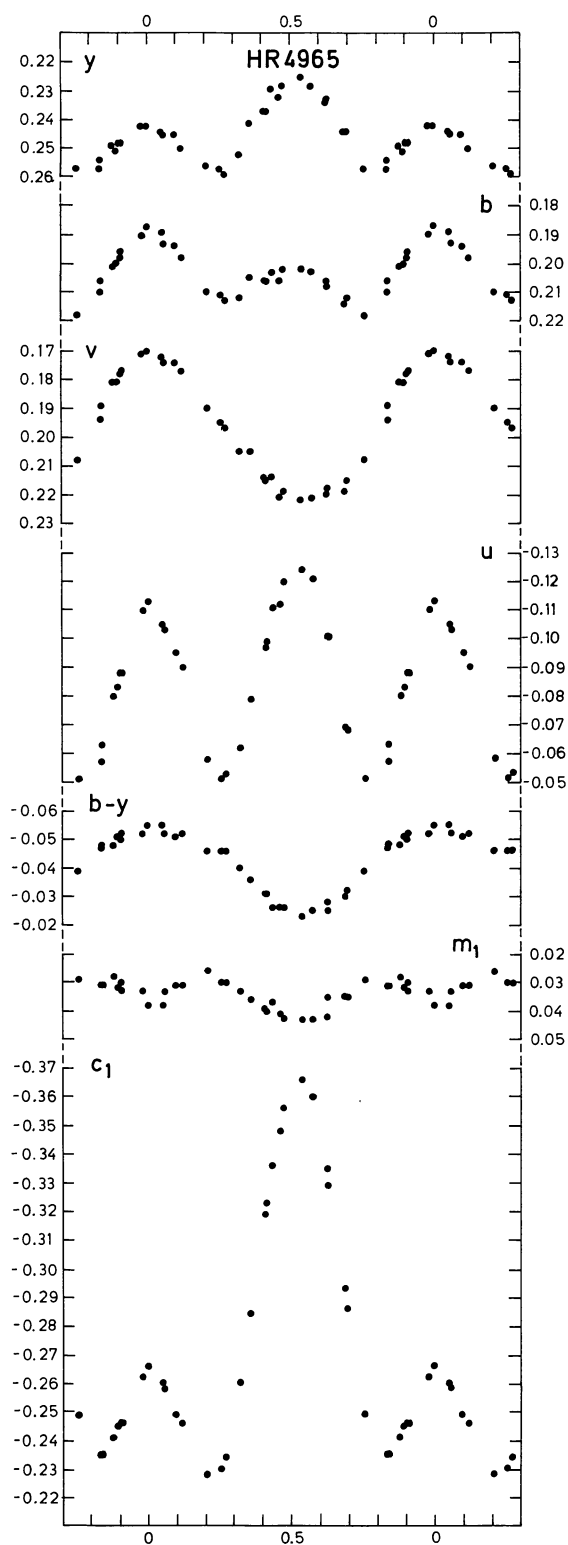
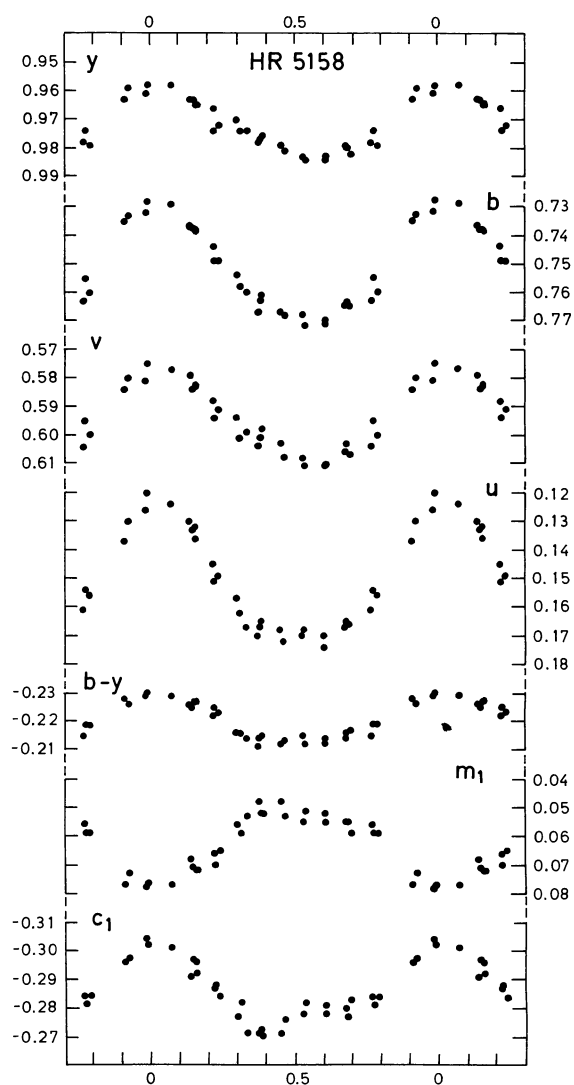
TABLE II.

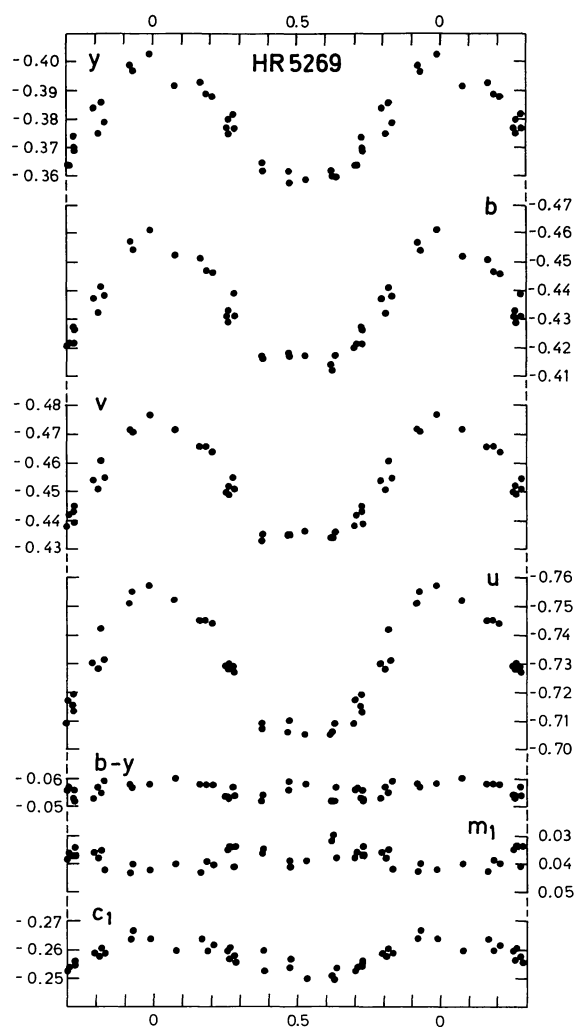
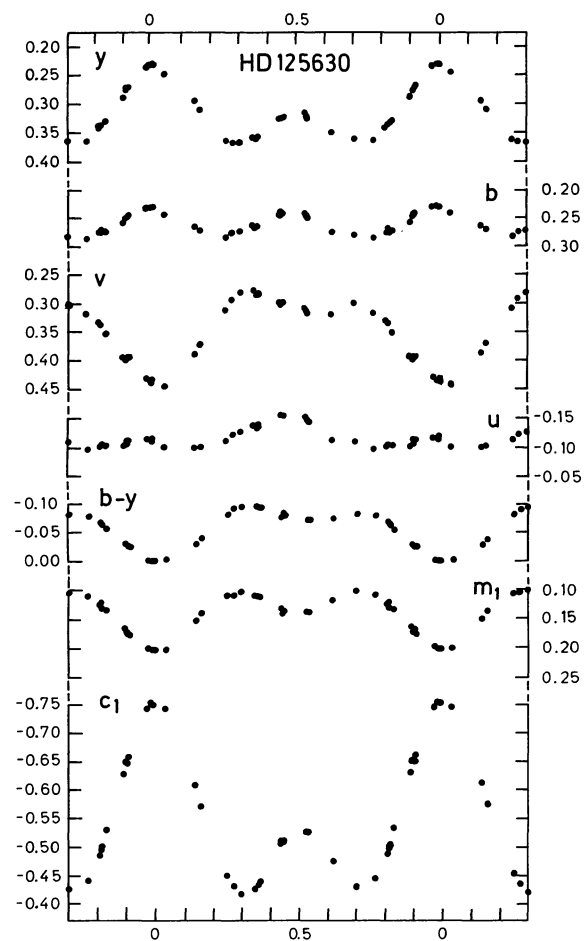
étoile	type spectral	période (j)	grandeur approx. de la variation (mag)				extrema secondaires	étoile variable
			y	b	v	u		
HD 90044=25 Sex	B9pSiCr	4,37±0,04	0,025	0,04	0,03	0,06	dv(ybv)+d	SS Sex
HD 90763=HR 4109	AlpSr	longue?	0				?	
HD 96616=HR 4327	A3pSr	2,434±0,008 ⁽¹⁾	0,035	0,04	0,025	0,085	dv(u)	V815 Cen
HD 103192=β Hya	B9pSi	2,344±0,009	0,05	0,065	0,065	0,09	d	β Hya
HD 110073=l Cen	B8pMn	?	très faible				?	
HD 112381=GC 17563	AOpSiCr	2,84±0,04	0,005	0,01	0,01	0,01	-	V823 Cen
HD 114365=HR 4965	AOpSi	1,272±0,002	0,035	0,03	0,05	0,08	dv(ybu)	V824 Cen
HD 119419=HR 5158	AOpSi	2,605±0,010	0,025	0,04	0,035	0,05	-	V827 Cen
HD 122532=HR 5269	AOpSi	1,837±0,008	0,04	0,045	0,04	0,05	-	V828 Cen
HD 125630=GC 19369	A2pSiCr	2,205±0,004	0,14	0,06	0,17	0,06	dv(ybv)	BS Cir

(1) Probablement 2,4341 j (ou 2,4289 j).

FIGURE 1. — Variations de 25 Sex avec $P = 4,37$ j.FIGURE 2. — Variations de HR 4327 avec $P = 2,4341$ j (cercles vides : observations de février 1977, cercles pleins : observations de mars-avril 1980).

FIGURE 3. — Variations de β Hya avec $P = 2,344$ j.FIGURE 4. — Variations de HD 112381 avec $P = 2,84$ j.

FIGURE 5. — Variations de HR 4965 avec $P = 1,272$ j.FIGURE 6. — Variations de HR 5158 avec $P = 2,605$ j.

FIGURE 7. — Variations de HR 5269 avec $P = 1,837$ j.FIGURE 8. — Variations de HD 125630 avec $P = 2,205$ j (échelle en ordonnée réduite d'un facteur 5 par rapport aux figures précédentes).