BULLETIN

DE

L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BEOGRAD

VOLUME XXV – № 4

RÉDACTEUR

V. OSKANJAN

BEOGRAD 1964.

BULLETIN
DE
L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE BEOGRAD

ANNÉÉ 1964 | *№ 4* | *VOLUME XXV*

SUR L'INFLUENCE DU POIDS DANS LA DÉTERMINATION DU MOUVEMENT RECTILIGNE DES ÉTOILES DOUBLES; LA DÉTERMINATION DES ERREURS PERSONNELLES DES OBSERVATEURS; APPLICATION AUX CAS ADS 7603 ET 7611

par P.M.Djurković

Résumé: L'élaboration des matériaux d'observation nous amènent à l'emploi de la méthode des moindres carrés ou, normalement, on donne aux mesures les poids déterminés par le critère adopté: nombre de mesures, dispersion, qualité de l'observateur et de l'instrument, etc. Dans cet article nous avons examiné l'influence du poids sur la détermination des éléments du mouvement rectiligne pour les étoiles doubles optiques: les équations /7/, /9/, /10/, /15/. /16/ et /20/. Nous avons montré comment on peut utiliser les données d'observation des doubles optiques pour la détermination des erreurs personnelles /27/ dans le but de comparer les différents observateurs.

I.- Représentation graphique des observations.- Dans la détermination du mouvement rectiligne de la composante B d'un couple optique AB, nous pouvons distinguer deux phases du travail.

La première consiste à rassembler toutes les positions observées, à réduire les observations au même équinoxe et à représenter graphiquement les positions à une échelle assez grande. Par la disposition des points sur le graphique, nous pouvons immédiatement voir quels points sont bien déterminés et quels sont ceux qui, parmi eux, ne concordent pas avec les autres points. Il est possible aussi de voir quels points nous pouvons utiliser pour déduire les points moyens, ceux-ci étant convenablement espacés.

Puis, sur un graphique nouveau on porte les points moyens ainsi que les autres qui n'ont pas concouru à leur obtention. À côté de chaque point on inscrit le nombre n de mesures et les initiales des observateurs participants. En tenant compte de ces éléments on trace parmi les points la ligne droite D qui nous servira de base dans la deuxième partie du travail. La ligne droite est définie par les éléments Φ et p de son équation polaire

$$\rho \cos(\Phi - \Theta) = p$$

où Θ et ϱ sont les quantités mesurées.

Nous déterminerons les poids de chacun des points par le rapport de leurs distances à la ligne droite D. Il arrive que les points soient bien déterminées par rapport à ϱ, mais mal par rapport à Θ, ou inversément. Donc, nous distinguerons séparément les poids pour Θ et ϱ.

La détermination des poids est une question d'appréciation personnelle du calculateur, de telle sorte que la première partie du travail est très importante pour le calcul correct effectué sur les matériaux d'observation. Dans cette première partie l'expérience du calculateur joue un grand rôle. Soulignons qu'il ne faut pas choisir de trop grandes différences de poids entre les points les meilleurs et les plus mauvais. Si le plus grand poids est 1, le plus petit doit être voisin de 0.2, soit 5 fois plus petit. Aussi le point sur la droite D n'a pas toujours les poids /1,1/ - 1 pour Θ et 1 pour ϱ - parce qu'il ne faut pas perdre de vue que les distances des points sont proportionnelles aux temps. Il se peut que certains points viennent se placer sur la droite bien que leurs Θ et ϱ soient entachés d'erreurs.

Mesurons maintenant l'angle Φ, le premièr élément de la linge droite sur notre graphique. Provisoirement, nous considèrerons Φ comme exact, mais après coup nous pourrons en déterminer l'erreur. Désignons par <u>c</u> la vitesse de la composante B, par t_0 le moment où B passe par le pied de la perpendiculaire menée de A à la droite. En ce moment les coordonnées de B sont /Φ, P/. Donc, les quatre éléments: Φ, p, c et t_0 sont nécessaires et suffisants pour la détermination de la position de <u>B</u> au temps <u>t</u> arbitrairement choisi.

II.- <u>Détermination des élément du mouvement</u>.- Dans la deuxième partie, nous nous occuperons de représenter aussi bien que possible les positions observées au moyen des positions calculés C. Nous pouvons écrire

2/ $$\varrho \sin(\Phi - \Theta) = c(t - t_0).$$

Des équations /1/ et /2/ il suit

3/ $$\begin{cases} \varrho = \sqrt{c^2(t-t_0)^2 + p^2} \\ \operatorname{tg}(\Phi - \Theta) = \dfrac{c(t-t_0)}{p}, \end{cases}$$

le quadrant de l'angle /$\Phi - \Theta$/étant connu.

Si l'on veut appliquer correctement les poids il est nécessaire de se rappeler les équations suivantes de la théorie des erreurs et de la méthode des moindres carrés /H. Andoyer, Cours d'astronomie, Astronomie pratique, 1909/. Soit f une fonction de quantités mesurées x_1, x_2,. x_n, dont les erreurs et les poids sont E_{x1}, E_{x2},. E_{xn} et g_1, g_2,...g_n On a

4/ $$\frac{E_{xj}^2}{E_{xi}^2} = \frac{g_i}{g_j}$$

tandis que l'équation suivante donne l'erreur de la fonction f

5/ $$E_f^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 E_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 E_{x_2}^2 + \cdots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 E_{x_n}^2.$$

Pour calculer p nous employons la fonction

$$f = \varrho\cos(\Phi - \Theta),$$

de telle sorte que

6/ $$E_f^2 = \cos^2(\Phi - \Theta) E_\varrho^2 + \varrho^2 \sin^2(\Phi - \Theta) E_\Theta^2.$$

Dans notre cas on a aussi:

$$\frac{E_\varrho^2}{E_\Theta^2} = \frac{g_\Theta}{g_\varrho}.$$

En divisant /6/ par E_Θ^2 nous obtenons

$$\frac{g_\Theta}{g_t} = \cos^2(\Phi-\Theta)\frac{g_\Theta}{g_\varrho} + \varrho^2\sin^2(\Phi-\Theta),$$

et

$$7/ \qquad g_t = \frac{g_\Theta g_\varrho}{g_\Theta\cos^2(\Phi-\Theta) + g_\varrho \varrho^2 \sin^2(\Phi-\Theta)}.$$

Donc, pour chaque équation /1/ nous pouvons calculer les poids /7/ et obtenir:

$$7'/ \qquad \begin{cases} p_m = \dfrac{\Sigma g_i p_i}{\Sigma g_i} \\ E_p = \sqrt{\dfrac{\Sigma g_i V_i^2}{(n-1)\Sigma g_i}} \end{cases}$$

où est $V_i = p_i - p_m$

Nous calculerons la quantité c par l'équation

$$8/ \quad c(t_j - t_i) = \varrho_j \sin(\Phi-\Theta_j) - \varrho_i \sin(\Phi-\Theta_i) = \varphi_j - \varphi_i = \Delta\varphi$$

où $\underline{n}$ points donnent $q = \frac{n/n-1/}{2}$ équations /8/. Utilisant /4/ et /5/ nous obtiendrons premièrement le poids

$$9/ \qquad g_\varphi = \frac{g_\Theta g_\varrho}{g_\Theta \sin^2(\Phi-\Theta) + g_\varrho \varrho^2 \cos^2(\Phi-\Theta)}$$

et ensuite

$$10/ \qquad g_{\Delta\varphi} = \frac{g_{\varphi_i} g_{\varphi_j}}{g_{\varphi_i} + g_{\varphi_j}}$$

En multipliant chaque equation /8/ par $\sqrt{g_{\Delta\varphi}}$, racine carrée du poids correspondant, nous obtiendrons q équations de même poids

$$11/ \qquad \sqrt{g_{\Delta\varphi}}\,(t_j - t_i)\,c = \sqrt{g_{\Delta\varphi}}\,\Delta\varphi.$$

Cependant il est évident que la détermination de la quantité c sera d'autant plus certaine que $\Delta t = \sqrt{g_{\Delta\varphi}}\,(t_j - t_i)$ est plus grande. Donc, nous pouvons classer les équations /11/ suivant les poids des quantités Δt. A titre d'exemple, nous pouvons envisager 5 classes. Soit Δt_{max} la plus grande différence Δt. Dans ce cas on donne à chaque équation /11/ le poids g = 1 si

$$\Delta t_{max}\left(1-\frac{1}{5}\right) < \Delta t < \Delta t_{max}$$

et ainsi de suite jusqu'au poids g = 0.2 pour lequel

$$0 < \Delta t < \Delta t_{max}\left(1-\frac{4}{5}\right).$$

En multipliant les équations /11/ par les valeurs correspondantes $\sqrt{g}$ on aura q équations de même poids

$$a_i c = n_i$$

d' oť

$$12/ \qquad \begin{cases} c = \dfrac{\Sigma a_i n_i}{\Sigma a_i^2} \\ E_c = \sqrt{\dfrac{\Sigma n_i^2 - c\,\Sigma a_i n_i}{q(q-1)}} \end{cases}$$

De l'équation /3/ nous pouvons déduire la quantité t_o:

$$13/ \qquad t_o = t - \frac{p}{c}\,\mathrm{tg}(\Phi-\Theta) = \psi,$$

ou

$$14/ \qquad t_o = t \mp \frac{1}{c}\sqrt{\varrho^2 - p^2} = \psi.$$

En appliquant /4/ et /5/ nous obtiendrons les poids:

$$15/ \qquad g_\psi = \frac{c^2\cos^4(\Phi-\Theta)}{p^2}\,g_\Theta$$

pour le cas /13/, ou

$$16/ \qquad g_\psi = \frac{\varrho^2}{c^2(\varrho^2 - p^2)}\,g_\varrho$$

si nous avons tiré t_o de l'équation /14/. Parmi les équations /13/ ou /14/ nous choisirons celle qui donne la meilleure dispersion de t_o. Evidemment, à cause de la petitesse de $\underline{c}$, l'équation /13/ est inapplicable si $|\mathrm{tg}(\Phi-\Theta)|$ est trop grand. En outre les équations /15/ et

/16/ donnent des poids ou trop petits ou trop grands; mais en posant $g_{max} = 1$ il est toujours possible de calculer les autres poids par

$$g = \frac{g_v}{g_{v_{max}}}$$

Après la multiplication des n équations /13/ par $\sqrt{g}$ nous pouvons, de la même manière que dans le cas des équations /11/, tenir compte de la grandeur de $|\operatorname{tg}(\Phi - \Theta)|$, parce que t_0 sera d'autant mieux déterminé que la valeur absolue $|\operatorname{tg}(\Phi - \Theta)|$ est plus petite. En multipliant de nouveau les équations par les nouveaux $\sqrt{g_i}$ coreespondants nous obtiendrons n équations de la forme

$$b_i t_0 = m_i$$

d'où on tire

$$17/ \qquad \left| \begin{aligned} t_0 &= \frac{\Sigma b_i m_i}{\Sigma b_i^2} \\ E_{t_0} &= \sqrt{\frac{\Sigma m_i^2 - t_0 \Sigma b_i m_i}{n(n-1)}} \end{aligned} \right.$$

En cas d'utilisation de l'équation /14/ on aura

$$18/ \qquad \left| \begin{aligned} t_{om} &= \frac{\Sigma \psi_i}{\Sigma g_i} \\ E_{t_0} &= \sqrt{\frac{\Sigma g_i V_i^2}{(n-1)\Sigma g_i}} \end{aligned} \right.$$

où est $V_i = t_{oi} - t_{om}$

Jusqu'à présent nous avons supposé Φ exact. Mais en appliquant les formules /4/ et /5/ à la deuxième équation /3/ on obtient

$$19/ \quad E_\varphi^2 = E_\Theta^2 + \frac{3282.81}{\varrho^4}\, p^2 E_c^2 (t - t_0)^2 + c^2 E_p^2 (t - t_0)^2 + p^2 c^2 E_{t_0}^2,$$

où $E_\Theta = \Theta_0 - \Theta_c$ est la différence entre la valeur observée et la valeur calculée par la formule

$$\operatorname{tg}(\Phi - \Theta) = \frac{c(t - t_0)}{p}$$

En calculant le poids par les équations /19/ nous tiendrons toutes les quantités figurant au deuxième membre pour exactes sauf E_Θ à qui nous attribuerons le poids de la mesure de Θ correspondante. Donc, les n équations /19/ nous donneront la valeur moyenne

$$20/ \qquad E_\Phi^2 = \frac{\Sigma g_{oi} E_{\Phi i}}{\Sigma g_{\Theta i}}$$

Ainsi les équations /7'/, /12/,/17/ ou /18/ avec la valeur mesurée Φ et son erreur/20/nous donnent tous les éléments du mouvement rectiligne et leurs erreurs moyennes calculées par l'application des poids adoptés.

III.- <u>Erreurs personnelles des observateurs.</u>- Nous obtiendrons ces erreurs par la comparaison des positions calculées et observées. L'équation /5/ nous permet d'obtenir l'erreur moyenne de chaque position calculée par l'emploi des relations suivantes:

$$21/ \quad \left| \begin{aligned} E_\varrho^2 &= \frac{1}{\varrho^2}\left[c\, E_c^2 (t - t_0)^4 + c^4 E_{t_0}^2 (t - t_0)^2 + p^2 E_p^2\right], \\ E_\Theta^2 &= E_\Phi^2 + \frac{3282.81}{\varrho^4}\left[p^2 E_c^2 (t - t_0)^2 + c^2 E_p^2 (t - t_0)^2 + p^2 c^2 E_{t_0}^2\right] \end{aligned} \right.$$

Désignons par k_o et k_c les coordonnées θ et ϱ observées et calculées; par π et ω respectivement l'erreur personnelle et l'erreur sur la coordonnée calculée; par k la valeur exacte de la coordonnée, de façon que

$$22/ \qquad k = k_o + \pi$$

$$23/ \qquad k = k_c + \omega.$$

Pour la coordonnée calculée la quantité ω est inconnue, mais nous connaissons la valeur de E par les équations /21/. Donc, si nous prenons une quantité arbitraire α , positive ou négative et constante pour tout intervalle d'observation, telle que

$$\omega = \alpha E$$

où E est toujours positif, nous aurons

24/ $$k = k_c + \alpha E.$$

Chaque équation /22/ a un poids g déterminé. Si nous multiplions ces équations par la grandeur $\sqrt{g_i}$ correspondante, nous aurons n équations de la forme

$$\sqrt{g_i}\, k = \sqrt{g_i}\, k_{oi} + \sqrt{g_i}\, \pi_i$$

et n équations correspondantes

$$\sqrt{g_i}\, k = \sqrt{g_i}\, k_{ci} + \sqrt{g_i}\, \alpha E_i$$

Ainsi nous obtiendrons n équations de même poids

$$\sqrt{g_i}\, \pi_i = \sqrt{g_i}\,(k_{ci} - k_{oi}) + \alpha \sqrt{g_i}\, E_i.$$

Si les erreurs personnelles sont dépourvues d'erreurs systématiques et si n est assez grand, il est raisonnable de supposer que

25/ $$\Sigma \sqrt{g_i}\, \pi_i = 0$$

d'ou il suit

26/ $$\alpha = \frac{\Sigma \sqrt{g_i}\,(k_{oi} - k_{ci})}{\Sigma \sqrt{g_i}\, E_i}$$

Avec cette valeur de α nous aurons les erreurs personnelles des observateurs

27/ $$\pi_i = \alpha E_i - (k_{oi} - k_{ci}).$$

Autrement dit, nous pouvons poser que la coordonnée "exacte" est donnée par

28/ $$k = k_{ci} + \alpha E_i,$$

et que la différence entre la valeur calculée "exacte" k et la valeur observée k_o donne l'erreur personnelle.

Cete valeur α , déduite de toutes les observations utilisées, nous pouvons l'appliquer aux éphémérides et outre les données obtenues par les équations /3/, calculer aussi les coordonnées corrigées /28/. L'éphéméride obtenue par /28/, nous l'appellerons l'éphéméride corrigée.

IV.- Mouvement rectiligne de la composante B dans les couples ADS 7603, 7611.-R.G.Aitken /N.G.C.of Double Stars, 1932, complété par une note postérieure/ donne la liste suivante des observations de 7603 = Σ 1398:

t	θ	ρ	Mag.	n	Note
1832.07	229°.0	3".66	7.5-10.7	3 Σ	
1906.27	225.8	2.65		1 Frm	
1907.28	224.1	2.40		2 Com	This measure, Dollittle's in 1898 /BDS/ and
1921. 19	222.5	2.93		3 Abt	Abetti's in 1921 may belong to Σ 1400 /7611/.

The following measures are also credited to this pair

t	θ	ρ	n
1902.31	187°.0	2".04	1 Pos
1913.25	176.4	1.54	4 EdO

En se basant sur nos observations de 1961 nous donnons la liste suivante des mesures pour les deux couples:

ADS 7603 = BDS 5263 = Σ 1398

ADS	1832.07	229°0	3"66	7^m5-10^m7	3 Σ
BDS	1852.67	221.7	3.52		1 Ma
	1868.87	216.7	2.70		5 Δ
ADS	1902.31	187.0	2.04		1 Pos
	1913.25	176.4	1.54		4 EdO
Bgd	1961.27	125.8	2.18	7.8-12.3	3 Dj

ADS 7611 = BDS 5272 = Σ 1400

ADS	1832.39	228°2	1"80	$7.3-10^m5$	3 Σ
BDS	1868.76	225.7	2.11		4 Δ
	1879.35	226.6	2.49		2 Hl
	1898.33	223.7	2.60		5 Doo
ADS	1905.29	225.4	2.51		1 β
	1906.27	225.8	2.65		1 Frm
	1907.28	224.1	2.40		2 Com
	1911.48	227.1	2.53		5 Edo
	1921.19	222.5	2.93		3 Abt
	1924.22	225.1	2.69		7 B4,Fox3
Bgd	1961.26	223.3	3.01	7.6-10.3	3 Dj

Les magnitudes de Beograd ont été obtenues par estimation. La différence entre la magnitude de Struwe et celle de Beograd pour la composante B dans le couple 7603 saute aux yeux. Dans le tableau qui suivra, nous donnerons les erreurs personnelles pour l'un et l'autre couple. De la considération de ces erreurs il apparait comme presque certain qu'il s'agit ici non pas d'une étoile variable, mais d'une erreur dans l'estimation de la grandeur de cette composante. Le couple 7603 se place parmi les couples difficiles et à cause de cela il n'est pas fréquemment mesuré quoique les deux couples sont l'un à côté de l'autre:

Couple	$\alpha_{1950.0}$	$\delta_{1950.0}$
7603	$9^h\ 57^m6$	+68° 58'
7611	9 59.0	+69 2

La proximité des couples et le fait qu'il est difficile de voir la composante B dans 7603 sont à l'origine des erreurs dans la désignation des mesures citées par Aitken et de la d'ésignation erronnée de Farman lors de la mesure en 1906. Cet ensemble de faits nous permet d'attribuer un certain crédit à la grandeur obtenue par nous de la composante B du couple 7603.

Dans le couple 7611 nous avons calculé la position moyenne des observations en 1905, 1906, 1907:

1906.28 225°5 2"52,4 n:β1, Frm 1, Com 2.

Sur la base des positions données nous avons calculé les éléments, la représentation des observations, les erreurs personnelles et les éphémérides suivantes:

ADS 7603 = Σ 1398	Eléments:	ADS 7611 = Σ 1400
165°0 ± 1°56	Φ	309°5 ± 1°10
1"645 ± 0"062	p	0"272 ± 0"018
0.03710 ± 0.00046	c	0.00974 ± 0.00028
1922^a80 ± 0^a77	t_0	1648^a61 ± 2^a83

Représentation des observations et des erreurs personnelles

7603 = Σ 1398

		$\Delta\theta$	$\Delta\rho$	π_θ	π_ρ
1832	3 Σ	+1°1	-0"09	-0°7	+0"14
1852	1 Ma	-0.1	+0.44	+0.5	-0.40
1868	5 Δ	+1.9	+0.11	-1.5	-0.06
1902	1 Pos	-2.3	+0.23	+2.7	-0.17
1913	4 EdO	-0.4	-0.14	+0.7	+0.20
1961	3 Dj	+1.8	+0.00	-1.4	+0.05

7611 = Σ 1400

		$\Delta\theta$	$\Delta\rho$	π_θ	π_ρ
1832	3 Σ	+1°1	-0"01	-1°2	+0"02
1868	4 Δ	-0.3	-0.05	+0.1	+0.07
1879	2 Hl	+0.8	+0.23	-1.0	-0.21
1898	5 Doo	-1.7	+0.15	+1.5	-0.14
1905	1 β	+0.1	-0.01	-0.3	+0.02
1906	1 Frm	+0.5	+0.13	-0.7	-0.11
1907	2 Com	-1.1	-0.14	+1.0	+0.15
1911	5 EdO	+1.9	-0.05	-2.1	+0.06
1921	3 Abt	-2.5	+0.26	+2.4	-0.24
1924	7 B4, Fox 3	+0.1	-0.01	-0.3	+0.03
1961	3 Dj	-1.3	-0.05	+1.1	+0.07

E p h é m é r i d e s

			Corrigées	
1960.0	125°0	2"15	125°4	2"20
1970.0	118.2	2.40	118.6	2.45
1980.0	112.8	2.68	113.1	2.73
1990.0	108.4	2.99	108.8	3.04
2000.0	104.9	3.30	105.2	3.35

			Corrigées	
1960.0	224°6	3"05	224°5	3"07
1980.0	224.3	3.24	224.2	3.26
2000.0	224.0	3.43	223.9	3.46
2020.0	223.8	3.63	223.7	3.65
2040.0	223.6	3.82	223.4	3.85

Le feu Dr.F.Rigaux, a mit en bon français cet article. Je retiendrai pour toujours mes meilleures souvenires de mon ami Fernand.

CIRCULAR ELEMENTS

by R.S.Mitrinović

Planet		Epoch		U	Node	Incl	N	A	Observations
1961	TD_1	10	15.0	211°316	179°885	21°390	0°15284	3.45	Oct. 10,Oct.15
1961	TM_1	11	04.0	84.898	317.864	2.454	0.29657	2.227	Oct.12,Nov.10
1961	UA	11	04.0	26.258	7.479	21.234	0.21521	2.7578	Oct.16,Nov.10
1961	UC	11	04.0	44.264	345.445	13.140	0.17301	3.19	Oct.16,Nov.04
1961	VB	11	10.0	37.687	5.570	1.934	0.28251	2.3	Nov.04,Nov.10
1961	VC	11	10.0	5.550	36.675	10.055	0.20834	2.83	Nov.04,Nov.10

Planet	Epoch	U	Node	Incl	N	A	Observations
1961 VD	11 10.0	14°384	32°192	13°885	0°17166	3.21	Nov.04,Nov.10
1961 VF	11 10.0	18.333	24.024	6.197	0.26924	2.375	Nov.04,Nov.10
1961 VM	11 11.0	164.968	253.625	4.438	0.16660	3.29	Nov.09,Nov.11
1961 WA	12 07.0	177.253	252.669	11.809	0.18417	3.06	Nov.30,Dec.07

Possibly 1961 TD_1 = 1941 SZ, and 1961 WA = 1929 WK
MPC - 2195.

CIRCULAR ELEMENTS

by R.S.Mitrinović

Planet	Epoch	U	Node	Incl	N	A	Observations
1962 AD	01 28.0	97°629	36°066	1°605	0.17168	3.206	Jan.10,Jan.28
1962 AE	01 28.0	193.425	300.965	3.558	0.17631	3.15	Jan.10,Jan.28
1962 HA	05 03.0	93.812	122.341	5.391	0,18970	3.0	Apr.27,May.03
1962 HB	05 03.0	142.172	76.948	3.532	0.42564	1.75	Apr.27,May.03
1962 HC	05 03.0	32.811	3.711	4.075	0.23790	2.58	Apr.27,May.03
1962 HD	05 03.0	126.316	88.397	5.773	0.24925	2.5	Apr.27,May.03
1962 JA	05 07.0	158.304	49.237	15.572	0.16704	3.27	May.04,May 07
1962 JB	05 07.0	66.127	138.911	3.433	0.46678	1.647	May 04,May 07
1962 JC	05 07.0	35.384	180.065	7.926	0.26499	2.4	May 04,May 07
1962 JD	05 07.0	42.590	168.256	7.872	0.22124	2.71	May 04,May 07
1962 JE	05 07.0	139.896	75.305	5.807	0.30277	2.2	May 04,May 07
1962 JG	05 07.0	157.371	54.159	8.352	0.23551	2.6	May 04,May 07

MPC - 2195.

TABLE DES MATIÈRES