

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES DE L'ESPACE

3, Avenue Circulaire,
UCCLE - BRUXELLES 18.

NOTES INTERNES

N° 4

LE SPECTRE SOLAIRE DE 1.100 Å à 7 μ

M. ACKERMAN

Avril 1964

Les Notes Internes ne peuvent être diffusées sans l'autorisation
des personnes responsables de leur préparation.

LE SPECTRE SOLAIRE DE 1.100 Å à 7μ

Les études physiques et chimiques de l'atmosphère requièrent la connaissance de la distribution du flux du rayonnement solaire en fonction de la longueur d'onde. Depuis l'emploi des fusées, le domaine ultraviolet du spectre solaire est mieux connu et sa description a fait l'objet de récents articles de revue ⁽¹⁾, ⁽²⁾ basés essentiellement sur les données d'observation de Detwiller, Garrett, Purcell et Tousey ⁽³⁾ reproduites au tableau I. Ces résultats récents s'ajoutent aux connaissances antérieures (voir par exemple réf. 4,5) ayant trait aux rayonnements visible et infrarouge du soleil. Les données numériques de ces auteurs ne sont pas directement applicables aux études photochimiques pour deux raisons :

- 1) les distributions spectrales du flux à la distance Soleil-Terre sont exprimées en unité d'énergie plutôt qu'en nombre de photons par cm^2 et par seconde,
- 2) les intervalles de longueur d'onde sont trop grands pour l'examen de la structure de certaines régions du spectre et l'application aux sections efficaces d'absorption des constituants atmosphériques.

En vue de présenter des valeurs du flux Q de photons solaires à une distance d'unité astronomique de 1.100 Å à 7 μ, différentes méthodes ont été utilisées pour déduire des données publiées ⁽¹⁾, ⁽³⁾, ⁽⁶⁾, les valeurs énumérées dans cette note. Les domaines de longueurs d'onde qui ont été envisagés et les méthodes utilisées pour déduire Q figurent en résumé au tableau II.

I. 1.100 Å à 3.300 Å (λ = 50 Å)

La densité d'énergie $E(\nu) d\nu$ par unité de volume d'un corps noir de la fréquence ν à la fréquence $\nu + d\nu$ est donnée par la loi de Planck

$$E(\nu) d\nu = \frac{8 \pi h \nu^3}{c^3} \left(e^{h\nu/kT} - 1 \right)^{-1} d\nu$$

où les symboles ont leur signification usuelle. Les valeurs employées pour les constantes sont les suivantes :

$$h = 6,6254 \times 10^{-27} \text{ erg sec,}$$

$$c = 2,9979 \times 10^{10} \text{ cm sec}^{-1},$$

$$k = 1,38047 \times 10^{-16} \text{ erg degré K}^{-1}.$$

A la distance Soleil-Terre, la densité de radiation du soleil doit être réduite par le facteur de dilution moyen (7)

$$\beta_{S-T} \equiv \frac{R^2}{4r} = 5,41 \times 10^{-6}$$

où R est le rayon du soleil et r la distance moyenne de la Terre au Soleil. Le flux de photons en unité C.G.S. au sommet de l'atmosphère entre ν et $\nu + d\nu$ vaut

$$q(\nu) d\nu = \frac{8 \pi \beta_{S-T} \nu^2}{c^2} \left(e^{h\nu/kT} - 1 \right)^{-1} d\nu$$

Dans l'intervalle de fréquences $\nu_2 - \nu_1 = \Delta\nu$

$$Q(v_2 - v_1) = \int_{v_1}^{v_2} q(v) dv = \frac{8 \pi \beta_{S-T}}{c^2} \left(\frac{kT}{h} \right)^3 \int_{x_1}^{x_2} x^2 e^{-x} (1 + e^{-x} + e^{-2x} \dots) dx$$

où $x = \frac{hv}{kT}$; lorsque $e^x < 1$

$$Q(v_2 - v_1) = 1,3689 \times 10^6 T^3 \left\{ e^{-hv/kT} \left[\left(\frac{hv}{kT} + 1 \right)^2 + 1 \right] \right\}_{v_1}^{v_2}$$

Les valeurs numériques des termes de températures sont données au tableau III.

Les valeurs de Q pour différentes températures du soleil et $\lambda = 50 \text{ \AA}$ figurent au tableau IV. Les flux déterminés par Tousey et Coll. (1), (3), (6), sont donnés à la dernière colonne. Ces données sont reportées au graphique de la figure.

II. 2.200 \text{ \AA} à 3.390 \text{ \AA} (\Delta\lambda = 10 \text{ \AA})

Des données anciennes (6) de Tousey reproduites au tableau V ont été utilisées dans ce domaine. Elles sont conformes aux résultats les plus récents (3) de 2.650 \text{ \AA} à 4.000 \text{ \AA} . De 2.200 \text{ \AA} à 2.600 \text{ \AA} les valeurs pour $\Delta\lambda = 10 \text{ \AA}$ ont été réunies en intervalles de 50 \text{ \AA} et corrigées pour les mettre en accord avec celles du tableau IV (colonne 9). La distribution spectrale de Q de 2.200 \text{ \AA} pour des intervalles $\Delta\lambda = 10 \text{ \AA}$ est donnée au tableau VI.

III. 32.500 cm⁻¹ à 45.500 cm⁻¹ ($\Delta \frac{1}{\lambda} = 500 \text{ cm}^{-1}$)

Les données rassemblées au tableau VI ont été intégrées graphiquement pour des intervalles de 500 cm⁻¹ et figurent au tableau VII.

IV. 45.500 cm⁻¹ à 72.000 cm⁻¹ ($\Delta \frac{1}{\lambda} = 500 \text{ cm}^{-1}$ ou 1.000 cm⁻¹)

Dans ce domaine spectral, la résolution maximum des données numériques publiées est de 50 Å. Afin de diviser le spectre en intervalles plus petits Q a été calculé par la méthode esquissée au paragraphe I. Les valeurs obtenues font l'objet du tableau VIII. Les valeurs de Q du tableau IX ont été obtenues par interpolation entre les valeurs du tableau VIII après avoir déterminé au moyen de la figure I les températures auxquelles correspondent les données de Tousey et Coll. dans le domaine de nombres d'onde considéré.

V. 72.000 cm⁻¹ à 86.000 cm⁻¹ ($\Delta \frac{1}{\lambda} = 500 \text{ cm}^{-1}$)

Dans cette partie du spectre solaire, les raies deviennent importantes vis à vis du fonds continu et les sections efficaces de certains constituants atmosphériques ont des valeurs très variables en fonction de la longueur d'onde. Les valeurs de Q données au tableau X par intervalles de 1 Å ont été extraites des figures publiées (3). Q par intervalles de 500 cm⁻¹ en a été déduit par intégration graphique et figure au tableau XI.

VI. 3.350 Å à 7 μ

Le nombre de photons est exprimé en photons $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ pour un intervalle $\Delta \lambda = 50 \text{ Å}$ et est présenté au tableau XII.

REFERENCES.

1. R. TOUSEY, The Extreme Ultraviolet Spectrum of the Sun, Space Science Reviews, 2, 3 (1963);
2. B. PAGEL, Ultraviolet Emission from the Sun, Planet. Space Sci., 11, 333 (1963);
3. DETWILER, GARRETT, PURCELL et TOUSEY, The Intensity Distribution in the Ultraviolet Solar Spectrum, Ann. Géophys., 17, 9, (1961);
4. M. NICOLET, Sur le problème de la constante solaire, Ann. Astrophys., 12, 305 (1949);
5. F.S. JOHNSON, J. of Meteorol., 11, 436 (1954);
6. R. TOUSEY, données non publiées;
7. M. NICOLET, Le rayonnement du soleil, chapitre II de "Eléments de météorologie", Institut Royal Météorologique, Uccle-Bruxelles (1956).

TABLEAU I.- Distribution spectrale du flux d'énergie Q_E du rayonnement du soleil à une distance d'une unité astronomique.

Q_E est reproduit des travaux de Detwiller, Garrett, Purcell et Tousey^{(1) et (3)} et est exprimé en $\text{erg cm}^{-2} \text{sec}^{-1} \text{Å}^{-1}$. Ce sont des moyennes prises sur un intervalle de $\pm 50 \text{ Å}$ de 2.650 Å à 4.000 Å et de $\pm 25 \text{ Å}$ de 1.100 Å à 2.600 Å .

(Å)	Q_E	(Å)	Q_E
1.050	0,0020	2.550	11,2
1.100	0,0012	2.600	14
1.150	0,0016	2.650	20
1.200	0,114	2.700	25
1.250	0,0030	2.750	22
1.300	0,0036	2.800	24
1.350	0,0052	2.850	34
1.400	0,0052	2.900	52
1.450	0,0100	2.950	63
1.500	0,0190	3.000	61
1.550	0,0340	3.050	67
1.600	0,0640	3.100	76
1.650	0,100	3.150	82
1.700	0,164	3.200	85
1.750	0,24	3.250	102
1.800	0,38	3.300	115
1.850	0,56	3.350	111
1.900	0,82	3.400	111
1.950	1,10	3.450	117
2.000	1,4	3.500	118
2.050	1,8	3.550	116
2.100	2,9	3.600	116
2.150	4,8	3.650	129
2.200	6,2	3.700	133
2.250	7,0	3.750	132
2.300	7,2	3.800	123
2.350	6,4	3.850	115
2.400	6,8	3.900	112
2.450	7,8	3.950	120
2.500	7,6	4.000	154

TABLEAU II.

Domaine de longueur d'onde		Intervalles		Méthodes	Tableaux
\AA	cm^{-1}	λ (\AA)	$\frac{1}{\lambda}$ (cm^{-1})		
I. 1.100-3.000	83.330 31.250	50	-	Emission du corps noir entre 4.700°K et 5.300°K, valeurs expérimentales (1) (3) et (6).	IV
II. 2.200-3.390	45.450- 29.500	10 et 100	-	Données non publiées de Tousey ⁽⁶⁾ corrigées par comparaisons avec I.	V - VI
III. 2.198-3.077	32.500- 45.500	-	500	Intégration graphique appliquée aux données II.	VII
IV. 1.389-2.198	45.500 72.000	-	500 ou 1.000	Emission du corps noir comparée aux données expérimentales de I.	IX
V. 1.163-1.389	72.000- 86.000	1	500	Reproduction sur échelle linéaire des figures de Tousey et coll ⁽³⁾ . Intégration graphique.	X - XI
VI. 3.350-70.000	29.857- 1.429	50 ou 100	-	Référence 5	XII

TABLEAU III

T (°K)	T^3 (°K ³)	$1,3689 \times 10^6 T^3$ (cm ⁻² sec ⁻¹)	$\frac{hc}{kT}$ (cm, °K)
4.700	1,0382 x 10 ¹¹	1,4212 x 10 ¹⁷	3,0606 x 10 ⁻⁴
4.800	1,1059	1,5139	2,9969
4.900	1,1765	1,6105	2,9357
5.000	1,2500	1,7111	2,8770
5.100	1,3265	1,8159	2,8206
5.200	1,4061	1,9248	2,7663
5.300	1,4888	2,0380	2,7141

TABLEAU IV. Nombre de photons solaires au sommet de l'atmosphère pour des températures du soleil de 4.700°K à 5.300°K. de 1.100 Å à 3.300 Å et données de Tousey et coll.
 Q (photons $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} 50 \text{ Å}^{-1}$)

(A)	T = 4.700°K	T = 4.800°K	T = 4.900°K	T = 5.000°K	T = 5.100°K	T = 5.200°K	T = 5.300°K	(références (1), (3) et (6))*
1.100	$1,200 \times 10^8$	$2,135 \times 10^8$	$3,718 \times 10^8$	$6,326 \times 10^8$	$1,054 \times 10^9$	$1,783 \times 10^9$		$3,32 \times 10^9$ ($3,28 \times 10^8$)
1.150	3,337	5,804	9,852	$1,640 \times 10^9$	2,674	4,182		4,63 ($1,72 \times 10^8$)
1.200	8,491	$1,441 \times 10^9$	$2,370 \times 10^9$	3,801	6,232	9,790		3,44 ($3,15 \times 10^{11}$)
1.250	$1,987 \times 10^9$	3,300	5,389	8,608	$1,351 \times 10^{10}$	$2,081 \times 10^{10}$		9,44 ($2,34 \times 10^9$)
1.300	4,342	7,086	$1,128 \times 10^{10}$	$1,777 \times 10^{10}$	2,737	4,157		$1,18 \times 10^{10}$ ($3,80 \times 10^9$)
1.350	8,998	$1,427 \times 10^{10}$	2,243	3,459	5,254			1,77 ($6,72 \times 10^9$)
1.400	$1,727 \times 10^{10}$	2,714	4,202	6,386	9,538			1,83 ($3,03 \times 10^9$)
1.450	3,174	4,924	7,508	$1,125 \times 10^{11}$	$1,659 \times 10^{11}$			3,65
1.500	5,605	8,551	$1,277 \times 10^{11}$	1,901	2,766			7,18
1.550	9,467	$1,428 \times 10^{11}$	2,118	3,191	4,442			$1,33 \times 10^{11}$
1.600	$1,544 \times 10^{11}$	2,300	3,363	4,856	6,904			2,58
1.650	2,495	3,550	5,181	7,399	$1,043 \times 10^{12}$			4,15
1.700	3,657	5,421	7,754	$1,095 \times 10^{12}$	1,526			7,02
1.750	5,543	7,967	$1,132 \times 10^{12}$	1,581	2,179			$1,06 \times 10^{12}$
1.800	8,054	$1,147 \times 10^{12}$	1,609	2,229	3,054			1,72
1.850	$1,141 \times 10^{12}$	1,611	2,245	3,066	4,170			2,61
1.900	1,582	2,214	3,056	4,163	5,604			3,92
1.950	2,156	2,989	4,091	5,525	7,193			5,40
2.000	2,887	3,970	5,386	7,221	9,510			7,05
2.050	3,792	5,169	6,970	9,288	$1,224 \times 10^{13}$	$1,593 \times 10^{13}$		9,29
2.100	4,914	6,658	8,909	$1,155 \times 10^{13}$	1,542	1,996	$2,561 \times 10^{13}$	$1,53 \times 10^{13}$
2.150	6,320	8,437	$1,124 \times 10^{13}$	1,448	1,916	2,464	3,140	2,60
2.200	7,933	$1,058 \times 10^{13}$	1,394	1,791	2,351	3,014	3,819	3,43
2.250	9,839	1,308	1,716	2,227	2,865	3,637	4,592	3,97
2.300	$1,211 \times 10^{13}$	1,597	2,082	2,691	3,432	4,363	5,467	4,17
2.350	1,475	1,940	2,512	3,224	4,106	5,151		3,79
2.400	1,782	2,320	2,995	3,825	4,840	6,057		4,11
2.450	2,125	2,750	3,548	4,495	5,664	7,078		4,81
2.500	2,518	3,249	4,132	5,246	6,551	8,153		4,78
2.550	2,951	3,803	4,726	6,065	7,576	9,382		7,19
2.600	3,454	4,389	5,564	6,983	8,685	$1,070 \times 10^{14}$		9,17
2.650	3,986	5,081	6,379	7,915	9,862	1,210		$1,53 \times 10^{14}$
2.700	4,561	5,816	7,288	9,092	$1,112 \times 10^{14}$	1,357		1,73
2.750	5,248	6,555	8,236	$1,019 \times 10^{14}$	1,252	1,525		1,55
2.800	5,927	7,486	9,275	1,144	1,399	1,699		1,47
2.850	6,682	8,354	$1,038 \times 10^{14}$	1,275	1,554	1,881		2,14
2.900	7,517	9,356	1,156	1,416	1,721	2,072		4,28
2.950	8,402	$1,047 \times 10^{14}$	1,283	1,565	1,894	2,278		4,39
3.000	9,326	1,151	1,415	1,722	2,081	2,488		4,24
3.050	$1,034 \times 10^{14}$	1,273	1,556	1,885	2,264	2,710		5,43
3.100	1,176	1,398	1,702	2,056	2,467	2,939		5,92
3.150	1,248	1,528	1,854	2,238	2,674	3,176		6,05
3.200	1,364	1,664	2,016	2,419	2,888	3,424		6,94
3.250	1,485	1,808	2,179	2,613	3,107			8,12
3.300	1,612	1,953	2,355	2,811	3,335			9,71

* Les valeurs entre parenthèses correspondent au flux dû aux raies les plus importantes.

TABLEAU V.- Flux solaire (Q_E) au sommet de l'atmosphère exprimé en microwatt $\text{cm}^{-2} \text{Å}^{-1(4)}$ de 2.200 Å à 3.390 Å pour $\Delta \lambda$: 10 Å et 100 Å, d'après Tousey (non publié) et devant être corrigé de 2.200 Å à 2.600 Å .

(A)	10 Å Av.	100 Å Av.	(A)	10 Å Av.	100 Å Av.	(A)	10 Å Av.	100 Å Av.
2.200	00,26	00,28	2.400	00,45	00,58	2.600	01,00	01,32
2.210	00,27	00,33	2.410	00,43	00,58	2.610	00,74	01,48
2.220	00,34	00,35	2.420	00,68	00,58	2.620	01,14	01,64
2.230	00,44	00,37	2.430	00,77	00,59	2.630	00,93	01,72
2.240	00,47	00,39	2.440	00,71	00,60	2.640	02,77	01,84
2.250	00,56	00,42	2.450	00,59	00,63	2.650	02,53	02,00
2.260	00,44	00,46	2.460	00,57	00,66	2.660	02,78	02,16
2.270	00,31	00,48	2.470	00,63	00,66	2.670	02,44	02,34
2.280	00,47	00,51	2.480	00,60	00,64	2.680	02,62	02,50
2.290	00,51	00,51	2.490	00,57	00,63	2.690	02,60	02,56
2.300	00,59	00,51	2.500	00,85	00,62	2.700	02,64	02,50
2.310	00,58	00,51	2.510	00,69	00,67	2.710	02,89	02,41
2.320	00,61	00,53	2.520	00,51	00,74	2.720	01,95	02,40
2.330	00,57	00,54	2.530	00,60	00,83	2.730	02,39	02,40
2.340	00,44	00,54	2.540	00,61	00,92	2.740	01,62	02,34
2.350	00,53	00,54	2.550	00,87	00,96	2.750	01,72	02,20
2.360	00,55	00,52	2.560	01,03	01,02	2.760	02,50	02,06
2.370	00,53	00,52	2.570	01,59	01,00	2.770	02,95	02,02
2.380	00,48	00,53	2.580	01,51	01,04	2.780	02,27	02,14
2.390	00,49	00,55	2.590	01,23	01,16	2.790	02,03	02,30

(A)	10 Å Av.	100 Å Av.	(A)	10 Å Av.	100 Å Av.	(A)	10 Å Av.	100 Å Av.
2.800	01,00	02,41	3.000	04,67	06,11	3.200	09,80	08,48
2.810	01,83	02,47	3.010	05,78	06,16	3.210	08,45	08,74
2.820	03,32	02,52	3.020	05,20	06,30	3.220	09,16	09,10
2.830	03,38	02,70	3.030	07,37	06,44	3.230	07,18	09,44
2.840	03,31	02,94	3.040	07,11	06,60	3.240	08,96	09,78
2.850	01,90	03,38	3.050	07,54	06,68	3.250	09,84	10,10
2.860	03,48	04,04	3.060	06,35	06,90	3.260	12,13	10,44
2.870	02,87	04,40	3.070	07,02	07,18	3.270	11,48	10,76
2.880	03,62	04,65	3.080	07,73	07,38	3.280	11,25	11,06
2.890	05,47	04,92	3.090	06,81	07,48	3.290	11,55	11,40
2.900	06,57	05,24	3.100	06,39	07,56	3.300	12,50	11,58
2.910	07,06	05,66	3.110	09,08	07,61	3.310	11,28	11,52
2.920	06,59	05,96	3.120	08,25	07,68	3.320	11,84	11,30
2.930	05,35	06,16	3.130	07,66	07,80	3.330	11,94	11,22
2.940	05,75	06,30	3.140	08,61	07,84	3.340	10,66	11,22
2.950	05,80	06,32	3.150	08,21	08,06	3.350	11,23	11,22
2.960	07,50	06,16	3.160	06,40	08,22	3.360	09,64	11,16
2.970	05,17	05,96	3.170	07,30	08,22	3.370	09,73	11,20
2.980	06,27	05,92	3.180	07,40	08,22	3.380	10,93	11,22
2.990	06,13	06,03	3.190	08,22	08,26	3.390	11,73	11,16

TABLEAU VI. Distribution spectrale du flux solaire Q entre $\lambda = 2.200 \text{ \AA}$ et 3.390 \AA pour des intervalles de 10 \AA . Q est exprimé en photons $\text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot 10 \text{ \AA}^{-1}$.

λ	Q	λ	Q	λ	Q	λ	Q
2.200	$4,5 \times 10^{12}$	2.510	$1,03 \times 10^{13}$	2.810	$2,59 \times 10^{13}$	3.110	$1,42 \times 10^{14}$
2.210	5,0	2.520	$7,63 \times 10^{12}$	2.820	4,71	3.120	1,30
2.220	6,0	2.530	9,09	2.830	4,81	3.130	1,21
2.230	7,80	2.540	9,27	2.840	4,73	3.140	1,36
2.240	8,37	2.550	$1,33 \times 10^{13}$	2.850	2,73	3.150	1,30
2.250	$1,00 \times 10^{13}$	2.560	1,58	2.860	5,01	3.160	1,02
2.260	$7,91 \times 10^{12}$	2.570	2,45	2.870	4,15	3.170	1,17
2.270	5,60	2.580	2,45	2.880	5,25	3.180	1,19
2.280	7,03	2.590	2,00	2.890	7,96	3.190	1,32
2.290	7,66	2.600	1,63	2.900	9,59	3.200	1,58
2.300	8,90	2.610	1,21	2.910	$1,03 \times 10^{14}$	3.210	1,37
2.310	8,80	2.620	1,88	2.920	$9,69 \times 10^{13}$	3.220	1,49
2.320	9,29	2.630	1,23	2.930	7,89	3.230	1,17
2.330	8,18	2.640	3,68	2.940	8,51	3.240	1,46
2.340	6,34	2.650	3,38	2.950	8,62	3.250	1,61
2.350	7,67	2.660	3,72	2.960	$1,12 \times 10^{14}$	3.260	1,99
2.360	8,00	2.670	3,28	2.970	$7,73 \times 10^{13}$	3.270	1,89
2.370	7,74	2.680	3,54	2.980	9,41	3.280	1,86
2.380	7,72	2.690	3,52	2.990	9,23	3.290	1,91
2.390	7,92	2.700	3,59	3.000	7,06	3.300	2,08
2.400	7,30	2.710	3,94	3.010	8,76	3.310	1,88
2.410	7,00	2.720	2,67	3.020	7,91	3.320	1,98
2.420	$1,11 \times 10^{13}$	2.730	3,29	3.030	$1,12 \times 10^{14}$	3.330	2,00
2.430	1,26	2.740	2,24	3.040	1,08	3.340	1,79
2.440	1,17	2.750	2,38	3.050	1,16	3.350	1,89
2.450	$9,77 \times 10^{12}$	2.760	3,47	3.060	$9,78 \times 10^{13}$	3.360	1,63
2.460	9,47	2.770	4,11	3.070	$1,09 \times 10^{14}$	3.370	1,65
2.470	$1,05 \times 10^{13}$	2.780	3,18	3.080	1,20	3.380	1,86
2.480	$8,84 \times 10^{12}$	2.790	2,85	3.090	1,06	3.390	2,00
2.490	8,43	2.800	1,41	3.100	$9,98 \times 10^{13}$		
2.500	$1,26 \times 10^{13}$						

TABLEAU VII. Distribution spectrale du flux solaire Q de 32.500 cm^{-1} à 45.500 cm^{-1} par intervalles de 500 cm^{-1} .

Q est exprimé en photons $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} \cdot 500 \text{ cm}$.

Intervalle (cm^{-1})	Q	Intervalle (cm^{-1})	Q
32.500 - 33.000	$5,08 \times 10^{14}$	39.000 - 39.500	$3,97 \times 10^{13}$
33.000 - 33.500	3,86	39.500 - 40.000	3,02
33.500 - 34.000	3,99	40.000 - 40.500	2,98
34.000 - 34.500	3,90	40.500 - 41.000	3,06
34.500 - 35.000	2,46	41.000 - 41.500	3,21
35.000 - 35.500	1,70	41.500 - 42.000	2,14
35.500 - 36.000	1,38	42.000 - 42.500	2,18
36.000 - 36.500	1,19	42.500 - 43.000	2,01
36.500 - 37.000	1,16	43.000 - 43.500	2,43
37.000 - 37.500	1,25	43.500 - 44.000	1,95
37.500 - 38.000	1,12	44.000 - 44.500	1,91
38.000 - 38.500	$4,37 \times 10^{13}$	44.500 - 45.000	1,95
38.500 - 39.000	7,13	45.000 - 45.500	1,19

TABLEAU VIII.- Distribution spectrale du flux solaire Q entre 45.000 cm⁻¹ et 72.000 cm⁻¹.

Q est exprimé :

a) en photons cm⁻².sec⁻¹500 cm de 45.000 cm⁻¹ à 58.000 cm⁻¹

b) en photons cm⁻².sec⁻¹1.000 cm de 58.000 cm⁻¹ à 72.000 cm⁻¹.

a) $\Delta \frac{1}{\lambda}$ (cm ⁻¹)	Q (4.800°K)	Q (4.900°K)	Q (5.000°K)	Q (5.100°K)	Q (5.200°K)	Q (5.300°K)
45.000 - 45.500	5,390 x 10 ¹²	7,065 x 10 ¹²	9,276 x 10 ¹²	1,195 x 10 ¹³	1,528 x 10 ¹³	1,936 x 10 ¹³
45.500 - 46.000	4,742	6,280	8,210	1,061	1,311	1,727
46.000 - 46.500	4,146	5,541	7,266	9,416 x 10 ¹²	1,211	1,541
46.500 - 47.000	3,672	4,888	6,428	8,356	1,076	1,375
47.000 - 47.500	3,229	4,283	5,686	7,413	9,584 x 10 ¹²	1,226
47.500 - 48.000	2,838	3,804	5,029	6,575	8,522	
48.000 - 48.500	2,494	3,353	4,417	5,831	7,573	
48.500 - 49.000	2,192	2,955	3,933	5,169	6,743	
49.000 - 49.500	1,913	2,604	3,476	4,582	5,985	
49.500 - 50.000	1,692	2,279	3,071	4,061	5,320	
50.000 - 50.500	1,486	2,022	2,713	3,598	4,726	
50.500 - 51.000	1,305	1,780	2,396	3,187	4,195	
51.000 - 51.500	1,145	1,568	2,102	2,823	3,729	
51.500 - 52.000	1,005	1,380	1,870	2,500	3,315	
52.000 - 52.500	8,819 x 10 ¹¹	1,207	1,651	2,213	2,940	
52.500 - 53.000	7,688	1,069	1,457	1,959	2,603	
53.000 - 53.500	6,792	9,408 x 10 ¹¹	1,285	1,734	2,301	
53.500 - 54.000	5,956	8,276	1,134	1,534	2,071	
54.000 - 54.500	5,222	7,278	1,000	1,357	1,822	
54.500 - 55.000	4,578	6,359	8,823 x 10 ¹¹	1,201	1,614	
55.000 - 55.500	4,013	5,631	7,729	1,062	1,432	
55.500 - 56.000	3,495	4,950	6,865	9,389 x 10 ¹¹	1,272	
56.000 - 56.500	3,084	4,351	6,052	8,302	1,126	
56.500 - 57.000	2,702	3,799	5,333	7,339	9,987 x 10 ¹¹	
57.000 - 57.500	2,367	3,362	4,700	6,487	8,844	
57.500 - 58.000	2,073	2,953	4,141	5,732	7,844	

b) $\Delta \frac{1}{\lambda}$ (cm ⁻¹)	Q (4.600°K)	Q (4.700°K)	Q (4.800°K)	Q (4.900°K)	Q (5.000°K)	Q (5.250°K)
58.000 - 59.000	1,610 x 10 ¹¹	2,324 x 10 ¹¹	3,448 x 10 ¹¹	4,763 x 10 ¹¹	6,900 x 10 ¹¹	1,517 x 10 ¹²
59.000 - 60.000	1,159	1,844	2,639	3,694	5,321	1,200
60.000 - 61.000	9,262 x 10 ¹⁰	1,340	2,016	2,993	4,131	9,437 x 10 ¹¹
61.000 - 62.000	6,945	1,023	1,541	2,192	3,199	7,382
62.000 - 63.000	5,237	7,808 x 10 ¹⁰	1,173	1,769	2,486	5,834
63.000 - 64.000	3,791	6,186	8,630 x 10 ¹⁰	1,194	1,922	4,579
64.000 - 65.000	3,012	4,482	6,915	1,146	1,483	3,575
65.000 - 66.000	2,254	3,405	5,298	7,637 x 10 ¹⁰	1,148	2,823
66.000 - 67.000	1,696	2,713	4,037	5,924	8,917 x 10 ¹⁰	2,211
67.000 - 68.000	1,226	1,950	3,075	4,747	6,854	1,725
68.000 - 69.000	9,687	1,490	2,344	3,487	5,304	1,358
69.000 - 70.000	7,289	1,133	1,705	2,796	4,092	1,064
70.000 - 71.000	5,245	8,973 x 10 ¹⁰	1,374	2,040	3,150	8,294 x 10 ¹⁰
71.000 - 72.000	4,141	6,441	1,041	1,573	2,455	6,518

TABEAU IX. - Distribution spectrale du flux solaire Q de 45.000 cm⁻¹ à 72.000 cm⁻¹. Q est exprimé :
a) en photons cm⁻² sec⁻¹ 500 cm de 45.000 à 58.000 cm⁻¹
b) en photons cm⁻² sec⁻¹ 1.000 cm de 58.000 cm⁻¹ à 72.000 cm⁻¹. La température correspondante du soleil est indiquée pour chaque intervalle à la colonne 2.

a) $\Delta \frac{1}{\lambda}$ (cm ⁻¹)	T°K	Q
45.000 - 45.500	5.256	1,75 x 10 ¹³
45.500 - 46.000	5.254	1,53
46.000 - 46.500	5.230	1,30
46.500 - 47.000	5.186	1,03
47.000 - 47.500	5.132	8,05 x 10 ¹²
47.500 - 48.000	5.081	6,25
48.000 - 48.500	5.044	5,00
48.500 - 49.000	5.000	3,85
49.000 - 49.500	4.995	3,42
49.500 - 50.000	4.995	3,02
50.000 - 50.500	4.990	2,63
50.500 - 51.000	4.990	2,32
51.000 - 51.500	4.990	2,04
51.500 - 52.000	4.985	1,79
52.000 - 52.500	4.983	1,57
52.500 - 53.000	4.972	1,32
53.000 - 53.500	4.960	1,13
53.500 - 54.000	4.950	9,60 x 10 ¹¹
54.000 - 54.500	4.940	8,30
54.500 - 55.000	4.925	7,00
55.000 - 55.500	4.910	5,80
55.500 - 56.000	4.895	4,86
56.000 - 56.500	4.888	4,18
56.500 - 57.000	4.884	3,62
57.000 - 57.500	4.882	3,19
57.500 - 58.000	4.882	2,77

b) $\Delta \frac{1}{\lambda}$ (cm ⁻¹)	T°K	Q
58.000 - 59.000	4.871	4,30 x 10 ¹¹
59.000 - 60.000	4.865	3,20
60.000 - 61.000	4.848	2,41
61.000 - 62.000	4.837	1,74
62.000 - 63.000	4.821	1,28
63.000 - 64.000	4.808	8,80 x 10 ¹⁰
64.000 - 65.000	4.800	6,80
65.000 - 66.000	4.790	5,00
66.000 - 67.000	4.776	3,51
67.000 - 68.000	4.763	2,56
68.000 - 69.000	4.750	1,82
69.000 - 70.000	4.730	1,30
70.000 - 71.000	4.730	1,01
71.000 - 72.000	4.735	7,60 x 10 ⁹

TABLEAU X. Distribution spectrale du flux solaire Q de 1.160 Å à 1.389 Å.
 Q est exprimé en photons cm⁻² sec⁻¹ Å⁻¹.

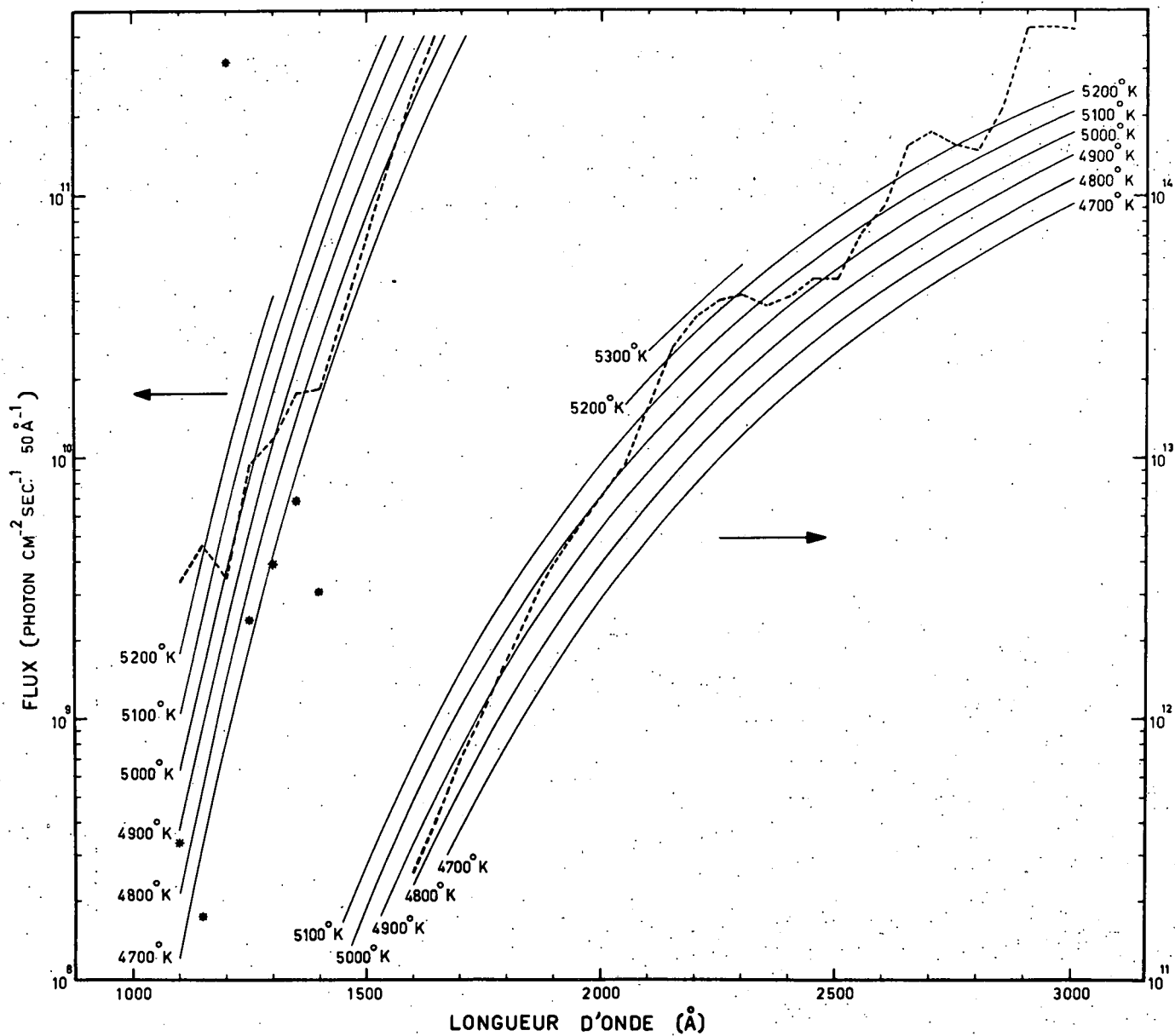
$\lambda(\text{Å})$	Q	$\lambda(\text{Å})$	Q	$\lambda(\text{Å})$	Q	$\lambda(\text{Å})$	Q	$\lambda(\text{Å})$	Q
1.160	$8,39 \times 10^7$	1.206	$2,38 \times 10^9$	1.252	$1,35 \times 10^8$	1.298	$1,26 \times 10^8$	1.344	$1,89 \times 10^8$
1.161	$1,03 \times 10^8$	1.207	1,05	1.253	2,39	1.299	2,55	1.345	1,86
1.162	$8,99 \times 10^7$	1.208	$2,96 \times 10^8$	1.254	1,85	1.300	1,55	1.346	1,89
1.163	8,06	1.209	2,98	1.255	1,51	1.301	3,01	1.347	1,93
1.164	9,41	1.210	3,90	1.256	2,10	1.302	$1,18 \times 10^9$	1.348	1,90
1.165	8,82	1.211	5,20	1.257	2,10	1.303	$3,40 \times 10^8$	1.349	2,07
1.166	$1,16 \times 10^8$	1.212	8,35	1.258	1,45	1.304	6,56	1.350	2,17
1.167	1,35	1.213	$1,00 \times 10^9$	1.259	2,89	1.305	$1,77 \times 10^9$	1.351	3,56
1.168	$9,31 \times 10^7$	1.214	1,70	1.260	4,76	1.306	1,90	1.352	5,06
1.169	$1,00 \times 10^8$	1.215	3,85	1.261	4,34	1.307	$1,74 \times 10^8$	1.353	2,11
1.170	1,30	1.216	Ly α 3 $\times 10^{11}$	1.262	1,87	1.308	1,67	1.354	2,35
1.171	1,19	1.217		1.263	1,17	1.309	5,91	1.355	2,69
1.172	1,22	1.218	$2,04 \times 10^9$	1.264	1,76	1.310	2,60	1.356	5,24
1.173	1,13	1.219	$9,54 \times 10^8$	1.265	$1,02 \times 10^9$	1.311	2,63	1.357	2,79
1.174	1,36	1.220	7,10	1.266	$2,19 \times 10^8$	1.312	2,57	1.358	3,10
1.175	4,84	1.221	6,12	1.267	1,72	1.313	1,98	1.359	3,78
1.176	7,67	1.222	5,26	1.268	1,55	1.314	1,38	1.360	2,63
1.177	1,32	1.223	4,49	1.269	1,04	1.315	1,35	1.361	2,80
1.178	1,17	1.224	3,60	1.270	1,19	1.316	2,01	1.362	3,08
1.179	1,07	1.225	3,12	1.271	1,32	1.317	2,65	1.363	2,53
1.180	$9,30 \times 10^7$	1.226	2,57	1.272	1,09	1.318	1,62	1.364	3,39
1.181	9,66	1.227	2,19	1.273	1,09	1.319	2,68	1.365	2,47
1.182	9,66	1.228	2,13	1.274	1,05	1.320	1,46	1.366	2,40
1.183	$1,08 \times 10^8$	1.229	2,12	1.275	2,19	1.321	1,30	1.367	2,44
1.184	1,05	1.230	1,84	1.276	1,69	1.322	1,49	1.368	2,82
1.185	1,03	1.231	1,74	1.277	1,97	1.323	2,06	1.369	2,71
1.186	1,07	1.232	1,53	1.278	1,83	1.324	1,84	1.370	3,23
1.187	1,10	1.233	1,63	1.279	1,79	1.325	1,53	1.371	3,13
1.188	1,15	1.234	1,53	1.280	2,02	1.326	1,77	1.372	3,20
1.189	1,42	1.235	1,47	1.281	1,38	1.327	1,93	1.373	2,79
1.190	1,95	1.236	1,66	1.282	$8,6 \times 10^7$	1.328	1,77	1.374	3,07
1.191	1,52	1.237	1,02	1.283	8,6	1.329	4,36	1.375	2,76
1.192	1,52	1.238	3,41	1.284	8,6	1.330	2,07	1.376	2,80
1.193	2,08	1.239	2,88	1.285	8,6	1.331	1,94	1.377	2,87
1.194	2,14	1.240	1,56	1.286	8,6	1.332	2,01	1.378	2,77
1.195	2,36	1.241	2,19	1.287	$1,20 \times 10^8$	1.333	5,52	1.379	3,08
1.196	1,55	1.242	3,46	1.288	2,27	1.334	$3,35 \times 10^9$	1.380	3,15
1.197	1,85	1.243	2,65	1.289	1,53	1.335	3,62	1.381	3,08
1.198	1,93	1.244	1,71	1.290	1,53	1.336	3,79	1.382	3,26
1.199	2,01	1.245	1,59	1.291	1,13	1.337	$3,02 \times 10^8$	1.383	3,03
1.200	2,45	1.246	1,56	1.292	$9,6 \times 10^7$	1.338	2,38	1.384	3,09
1.201	1,93	1.247	1,70	1.293	$1,01 \times 10^8$	1.339	2,22	1.385	3,27
1.202	1,61	1.248	1,44	1.294	1,19	1.340	2,05	1.386	3,23
1.203	1,58	1.249	1,37	1.295	1,44	1.341	2,02	1.387	3,45
1.204	2,19	1.250	1,53	1.296	2,00	1.342	2,09	1.388	3,35
1.205	2,14	1.251	1,60	1.297	1,35	1.343	2,02	1.389	3,35

TABLEAU XI. Distribution spectrale du flux solaire Q
 de 72.000 à 86.000 cm^{-1} . Q est exprimé en photon
 $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} 500 \text{ cm}$.

$\Delta \frac{1}{\lambda} \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	Q
72.000 - 72.500	3,10 x 10 ⁹
72.500 - 73.000	2,74
73.000 - 73.500	2,57
73.500 - 74.000	3,09
74.000 - 74.500	1,99
74.500 - 75.000	1,24 x 10 ¹⁰
75.000 - 75.500	2,21 x 10 ⁹
75.500 - 76.000	1,59
76.000 - 76.500	2,20
76.500 - 77.000	7,29
77.000 - 77.500	1,14
77.500 - 78.000	1,02
78.000 - 78.500	1,37
78.500 - 79.000	1,06
79.000 - 79.500	3,11
79.500 - 80.000	1,41
80.000 - 80.500	1,32
80.500 - 81.000	1,61
81.000 - 81.500	1,36
81.500 - 82.000	3,67
82.000 - 82.500	2,28 x 10 ⁹ (sans Ly α)
82.500 - 83.000	7,40 x 10 ⁸
83.000 - 83.500	1,90
83.500 - 84.000	1,82
84.000 - 84.500	1,24
84.500 - 85.000	1,12
85.000 - 85.500	2,66
85.500 - 86.000	1,03

TABLEAU XII. Q exprimé en photons $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} \cdot 50 \text{ \AA}^{-1}$ de $\lambda = 0,335 \mu$ à 7μ .

$\lambda (\mu)$	Q	$\lambda (\mu)$	Q	$\lambda (\mu)$	Q	$\lambda (\mu)$	Q
0,335	$8,97 \times 10^{14}$	0,500	$2,48 \times 10^{15}$	0,9	2,03	4,2	$8,40 \times 10^{13}$
0,340	9,44	0,505	2,49	1,0	1,81	4,3	7,85
0,345	$1,01 \times 10^{15}$	0,510	2,50	1,1	1,67	4,4	7,37
0,350	1,03	0,515	2,43	1,2	1,50	4,5	6,87
0,355	1,03	0,520	2,43	1,3	1,32	4,6	6,44
0,360	1,04	0,525	2,52	1,4	1,15	4,7	6,00
0,365	1,18	0,530	2,58	1,5	1,00	4,8	5,76
0,370	1,23	0,535	2,64	1,6	$8,80 \times 10^{14}$	4,9	5,39
0,375	1,24	0,540	2,67	1,7	7,74	5	5,25
0,380	1,17	0,545	2,70	1,8	6,84	6	3,15
0,385	1,11	0,550	2,68	1,9	6,05	7	2,1
0,390	1,09	0,555	2,66	2,0	5,40		
0,395	1,19	0,560	2,66	2,1	4,81		
0,400	1,54	0,565	2,67	2,2	4,32		
0,405	1,90	0,570	2,67	2,3	3,89		
0,410	1,99	0,575	2,69	2,4	3,51		
0,415	1,99	0,580	2,71	2,5	3,18		
0,420	2,02	0,585	2,71	2,6	2,88		
0,425	2,01	0,590	2,71	2,7	2,63		
0,430	1,94	0,595	2,72	2,8	2,40		
0,435	1,98	0,600	2,72	2,9	2,47		
0,440	2,25	0,605	2,71	3,0	2,01		
0,445	2,39	0,610	2,70	3,1	1,78		
0,450	2,48	0,615	2,70	3,2	1,71		
0,455	2,49	0,620	2,70	3,3	1,58		
0,460	2,48	0,625	2,69	3,4	1,45		
0,465	2,50	0,630	2,68	3,5	1,34		
0,470	2,55	0,635	2,66	3,6	1,25		
0,475	2,61	0,640	2,66	3,7	1,16		
0,480	2,59	0,645	2,65	3,8	1,08		
0,485	2,46	0,650	2,63	3,9	1,00		
0,490	2,44	0,7	2,52	4,0	$9,50 \times 10^{13}$		
0,495	2,53	0,8	2,26	4,1	8,92		



Flux solaire au sommet de l'atmosphère pour différentes valeurs de la température du soleil considéré comme un corps noir (traits pleins). Les traits discontinus indiquent le flux repris à la colonne 9 du TABLEAU IV, auquel il faut ajouter le flux dû aux raies les plus importantes, représenté par les astérisques, pour obtenir le flux total.