



**HAL**  
open science

## Étude du ciel nocturne dans le proche infra-rouge

J. Connes, H.P. Gush

► **To cite this version:**

J. Connes, H.P. Gush. Étude du ciel nocturne dans le proche infra-rouge. Journal de Physique et le Radium, 1960, 21 (8-9), pp.645-654. 10.1051/jphysrad:01960002108-9064500 . jpa-00236346

**HAL Id: jpa-00236346**

**<https://hal.science/jpa-00236346v1>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## ÉTUDE DU CIEL NOCTURNE DANS LE PROCHE INFRA-ROUGE

Par Mme J. CONNES et H. P. GUSH (\*),  
Laboratoire Aimé-Cotton, C. N. R. S., Bellevue.

**Résumé.** — Le spectre du ciel nocturne a été étudié par la méthode de Transformée de Fourier, à une résolution de deux mille vers  $1,6 \mu$  et à une résolution de mille vers  $1,0 \mu$ . La structure rotationnelle des bandes de vibration-rotation du radical OH a été résolue, ce qui a permis une détermination de la température ; trois observations ont donné les températures :  $227^\circ\text{K}$ ,  $242^\circ\text{K}$ ,  $245^\circ\text{K}$ . Le rapport des intensités des branches  $Q$  et  $P$  d'une même bande est plus faible que celui prévu par la théorie.

**Abstract.** — The spectrum of the night sky has been studied by the Fourier Transform method at a resolution of two thousand in the region  $1.6 \mu$  and at a resolution one thousand near  $1.0 \mu$ . The rotational structure of the rotation-vibration bands of the OH radical has been resolved and the rotational temperature determined. Three different experiments yield the temperatures  $227^\circ\text{K}$ ,  $242^\circ\text{K}$ ,  $245^\circ\text{K}$ . It is observed that the intensity of the  $Q$  branch is lower with respect to the  $P$  branch than is predicted by a theoretical calculation.

Le spectre du ciel nocturne au delà de  $1,2 \mu$  est resté inconnu jusqu'à un temps relativement récent. En 1955 les observations de Gush et Vallance Jones [1] ont mis en évidence les bandes moléculaires du radical libre OH vers  $1,6 \mu$ . La résolution qu'ils ont pu atteindre avec leur instrument : spectromètre à réseau associé à un détecteur à sulfure de plomb, était cependant insuffisante pour séparer les raies de vibration-rotation. Il était souhaitable d'améliorer les résultats pour résoudre la structure rotationnelle et en déduire une bonne mesure de la température des couches de l'atmosphère où prennent naissance les radicaux OH. Seule une amélioration considérable de la résolution pouvait permettre de déceler la présence éventuelle de raies simples atomiques ou d'autres bandes moléculaires. En outre on pouvait espérer à partir d'une mesure de l'intensité relative des branches  $P$ ,  $Q$  et  $R$  vérifier les probabilités de transition dans le radical OH calculées par Benedict, Plyler et Humphreys [2] ce qu'il est difficile de faire au laboratoire, étant données les difficultés de construction de sources convenables.

L'étude du ciel nocturne a donc été reprise en utilisant la méthode par transformation de Fourier qui est la plus puissante pour l'étude des sources faibles dans l'infrarouge [3], [4]. Des résultats partiels ont déjà été publiés [5].

**I. Méthode utilisée.** — L'interférogramme a été enregistré avec un interféromètre de Michelson à différence de marche variable. Suivant la région spectrale étudiée on a utilisé comme détecteur un photomultiplicateur Lallemand ou une cellule à sulfure de plomb associée à un condensateur de micro-

(\*) Boursier du National Research Council of Canada pendant les années 1957-1959.

scope permettant de choisir pour l'étendue disponible un détecteur de surface minimum. Le spectre de bruit de l'ensemble détecteur-amplificateur à détection synchrone était limité par un simple filtre passe-bas de constante de temps  $\tau$  choisie de telle sorte que le déphasage introduit entre les deux fréquences extrêmes du spectre étudié soit négligeable.

Les spectres ont été calculés à l'aide des ordinateurs I. B. M. 704 et 650. On a déjà montré la nécessité de pondérer l'interférogramme par une fonction  $A(\delta)$  choisie de telle sorte que la fonction d'appareil ait une forme convenable [7]. Nous avons utilisé :

$$A(\delta) = (1 - \delta^2/L^2)^2$$

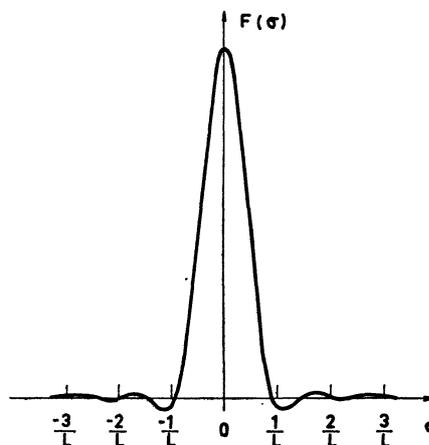


FIG. 1. — Fonction d'appareil.

ce qui conduit à la fonction d'appareil indiquée dans la figure 1.

Quand on fait la transformée de Fourier numérique à partir de valeurs discrètes relevées sur un

interférogramme enregistré à vitesse constante, le rapport  $s$  signal/bruit dans le spectre calculé est toujours inférieur à  $s_M$ , rapport signal/bruit qui serait obtenu si on utilisait tous les points de l'interférogramme [6]. La figure 2 montre la varia-

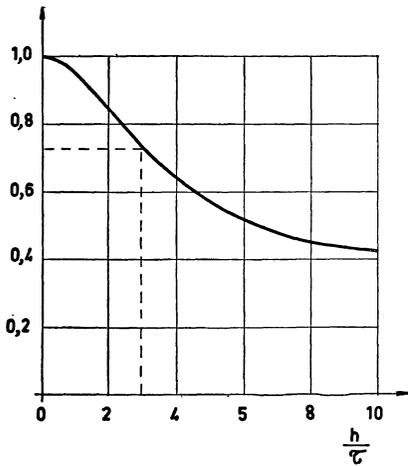


FIG. 2. — Variation de  $S = s/s_M$  en fonction de  $h/\tau$ .

tion du rapport  $S = s/s_M$  en fonction du quotient  $h/\tau$ ,  $h$  étant le pas (en unités de temps) de la fonction réseau qui relève les points sur l'interférogramme. Ici

$$\tau = s/4 \quad h/\tau = 3 \quad \text{et} \quad S = 0,73.$$

On a enregistré simultanément l'interférogramme et un signal de référence comme il a déjà été expliqué précédemment [5]. Ce signal était fourni par la raie rouge du cadmium illuminant l'interféromètre dans les mêmes conditions que la lumière à analyser. Il donne une échelle des différences de marche. Il a déjà été montré comment le fait d'employer une étendue finie pour enregistrer l'interférogramme, déplaçait le spectre calculé du côté des faibles longueurs d'onde [7]. Ces corrections peuvent être faites automatiquement en remplaçant dans le calcul de la transformée de Fourier le pas  $h$  mesuré sur l'interférogramme, par :

$$h_2 = h \left(1 - \frac{\Omega}{4\pi}\right) \left(1 + \frac{\Omega'}{4\pi}\right)$$

$\Omega$  et  $\Omega'$  étant les angles solides sous lesquels sont vus, depuis le centre de la lentille de sortie [6] les diaphragmes de sortie placés sur le faisceau à étudier et le faisceau de référence.

II. Résultats. — Deux spectres à la résolution 1 000 et 900 ont déjà été publiés [5]. (Nous les appellerons dans la suite de cette étude spectres II et III.) Nous présentons ici un spectre à la résolution 2 000 dans la région de  $6\,000\text{ cm}^{-1}$  (spectre IV) et un spectre à la résolution 1 000 dans la région de  $10\,000\text{ cm}^{-1}$ .

La figure 3 montre des portions d'un interfé-

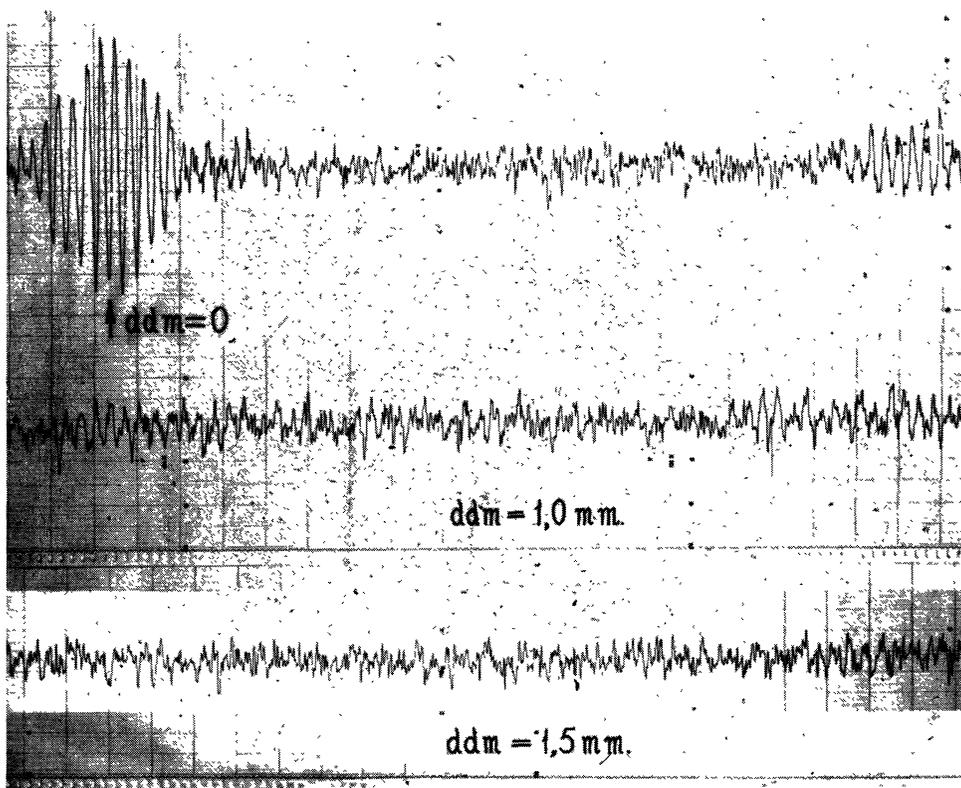
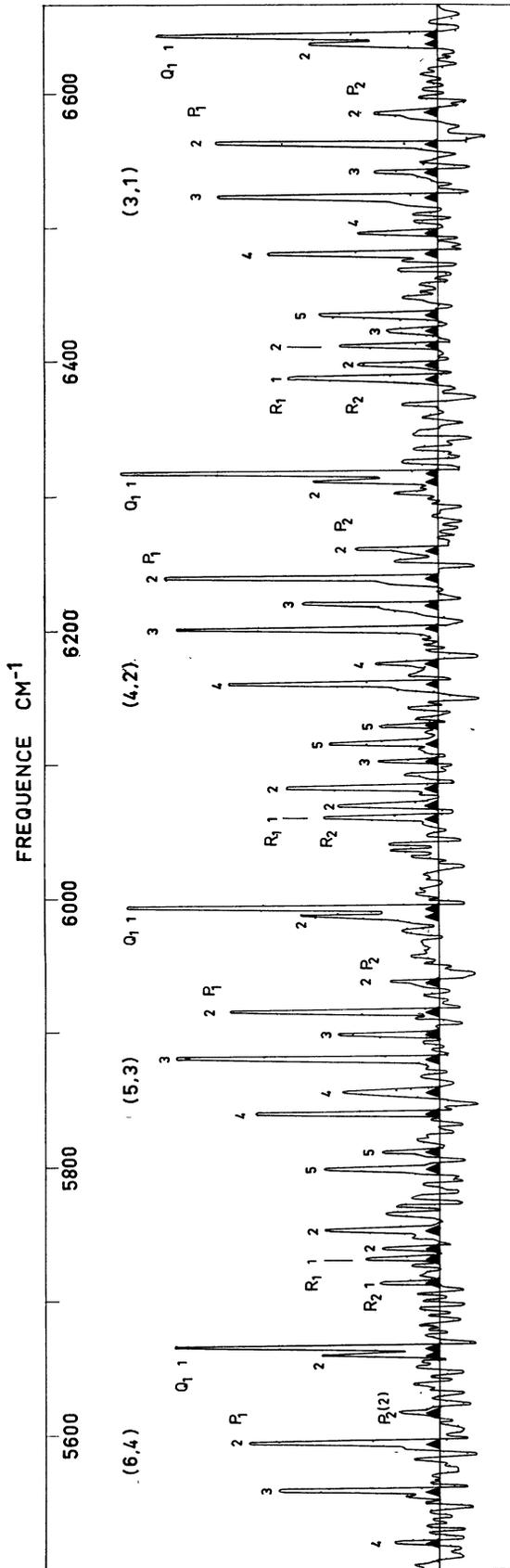
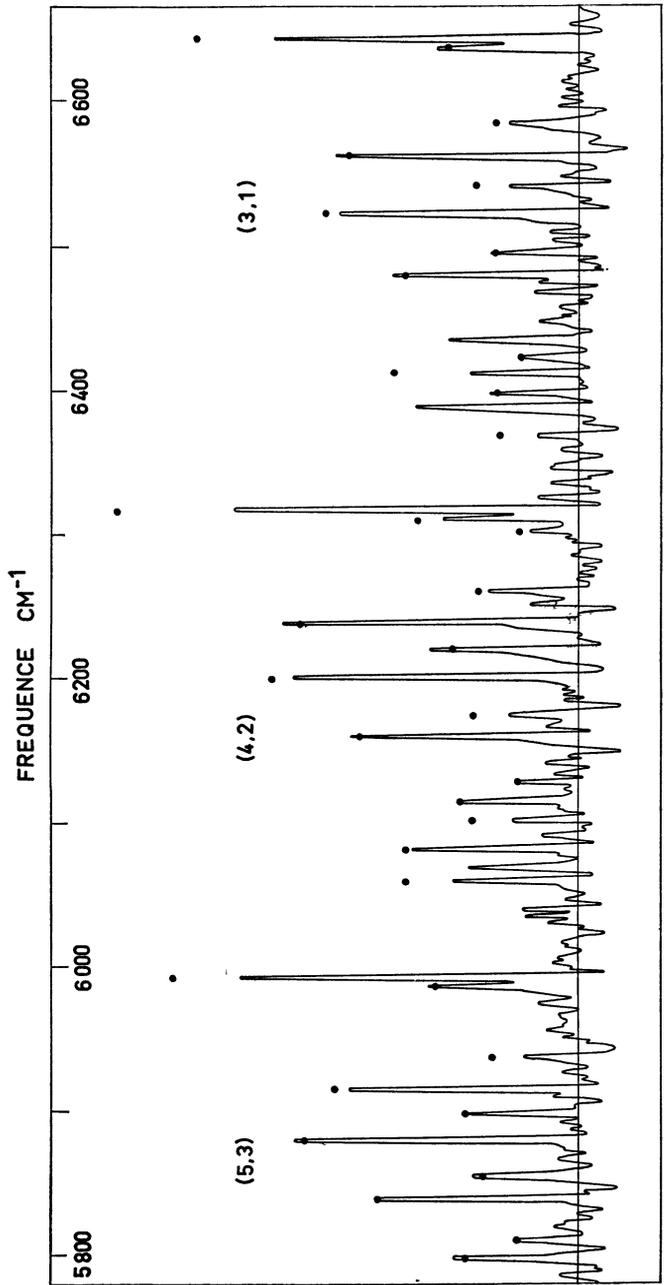


FIG. 3. — Interférogramme du ciel nocturne.



↑  
Fig. 4. — Spectre IV du ciel nocturne dans la région de 1,6  $\mu$ ,  $R = 2\ 000$ .



→  
Fig. 9. — Comparaison entre le spectre IV et le spectre calculé pour une température de 227°. Les points indiquent les intensités théoriques.

rogramme enregistré le 8 mars 1959 à 3 h 30 à l'Observatoire de Haute-Provence. L'instrument visait au N.-O. à 20° au-dessus de l'horizon. L'enregistrement a duré 2 h 30 mn. La différence de marche maximum atteinte est 3,84 mm, ce qui correspond à une résolution théorique  $R_0 = 2\,500$ .

Le diaphragme de sortie a été choisi pour que l'instrument travaille dans des conditions où le produit Luminosité  $\times$  Résolution est maximum ; son rayon angulaire satisfait à la relation  $\alpha = \sqrt{2/R_0}$  et la résolution effective qu'on pouvait attendre vaut [6] :

$$R = 0,82 R_0 \# 2\,000.$$

Le spectre calculé à partir de cet interférogramme (spectre IV) est donné par la figure 4 (4). Toutes les raies observées peuvent être attribuées au radical OH. On voit les bandes de rotation-vibration (3,1), (4,2), (5,3), (6,4). Les bandes (2,0), (7,5), (8,6) disparaissent à peu près complètement à cause des absorptions atmosphériques. La bande (9,7) est elle-même très faible (bien que l'absorption à 2,2  $\mu$  soit négligeable) comme l'avaient déjà constaté Noxon, Harrison et Vallance-Jones [8] et on n'a pu identifier que les raies les plus intenses  $Q_1$  (1) et  $P_1$  (3). La résolution effective sur le spectre calculé est bien 2 000.

Le tableau I donne les fréquences de toutes les raies observées dans la séquence  $\Delta v = 2$  et leurs intensités relatives (non corrigées par le facteur de transmission de l'appareil). Il n'existe pas à notre connaissance dans la littérature de table des valeurs théoriques ; on les a donc calculées à partir des niveaux d'énergie mesurés par Dieke et Cross-White [9] et Hornbeck et Herman [10]. Les longueurs d'onde dans l'air ont été calculées avec la formule de dispersion d'Edlen [11].

La figure 5 montre deux spectres obtenus dans la région de 10 000  $\text{cm}^{-1}$  à partir d'un même interférogramme enregistré à l'aide d'un photomultiplicateur Lallemand, mis à notre disposition par M. M. Dufay. Pour le premier, la résolution vaut 350,  $L = 0,43$  mm ; et pour le second, la résolution vaut 1 000,  $L = 1,22$  mm. Le spectre est limité du côté des basses fréquences par la sensibilité du détecteur et du côté des hautes fréquences par un filtre interférentiel. En effet, lorsque dans la méthode par transformation de Fourier un photomultiplicateur est employé comme détecteur, il est essentiel de limiter par un filtre optique la région

(4) Le calcul effectué à partir des 12 000 points relevés sur l'interférogramme a duré 120 h sur I. B. M. 650. S'il avait été effectué sur 704, on aurait pu utiliser un procédé de filtrage numérique, qui nécessite un ordinateur ayant un grand nombre de mémoires rapides [6]. On aurait obtenu le même rapport  $s/b$  dans le spectre calculé à partir de 1 400 valeurs seulement, déduites des 12 000 précédentes par la convolution de l'interférogramme avec la réponse percussionnelle d'un filtre idéal isolant la région spectrale intéressante. Ce filtrage aurait divisé le temps de calcul sur 704 par 6 ou 7.

spectrale à étudier pour réduire le bruit de photons au minimum. L'enregistrement a duré 2 heures pour le spectre à la résolution 1 000. Pour obtenir un spectre semblable avec un spectrographe à réseau, il avait fallu un temps de pose de 48 heures [12]. On a calculé la transformée de Fourier à partir de 6 000 points relevés sur l'interférogramme.

Toutes les raies peuvent être attribuées au radical OH, comme l'avait déjà constaté Vallance-Jones [12]. On reconnaît les bandes (3,0), (4,1), (9,5). A partir de spectres observés à une résolution d'environ 400 [13] il semblait que la branche  $R$  de la bande (9,5) avait une intensité anormale. En passant de  $R = 350$  à  $R = 1\,000$ , ce qui est suffisant pour résoudre partiellement la structure de la blanche, les intensités reprennent un aspect normal. Un calcul des fréquences théoriques révèle un enchevêtrement considérable de la branche  $P$  de la bande (3,0) et de la branche  $R$  de la bande (9,5). Une résolution de l'ordre de 5 000 serait nécessaire pour résoudre complètement la structure.

La branche  $Q$  de la bande (3,0) est très faible comme l'avait déjà constaté Vallance-Jones [12].

**III. Discussion.** — La mesure des intensités relatives des raies d'une bande de vibration-rotation permet la détermination de la température du gaz contenant les radicaux OH, si l'on fait l'hypothèse suivante utilisée par Meinel [14] et tous ceux qui ont étudié les bandes OH depuis leur découverte [15] : si un radical OH se trouve dans un état vibrationnel excité, il subit suffisamment de collisions avant de rayonner pour que la population des niveaux rotationnels ait atteint un équilibre thermique. Si le rapport  $s/b$  dans le spectre calculé était très élevé les intensités des raies seraient connues avec une grande précision et on calculerait la température par une méthode classique. Il suffirait de mesurer les intensités de deux raies appartenant à une même branche et d'en déduire deux valeurs de la fonction

$$\text{Log } I_{\mathbf{K}}/S_{\mathbf{K}} \nu_{\mathbf{K}}^2 = C - (E_{\mathbf{K}}/KT)$$

$I_{\mathbf{K}}$  est l'intensité de la raie,  $\nu_{\mathbf{K}}$  sa fréquence,  $S_{\mathbf{K}}$  le produit de la probabilité de transition par le facteur de dégénérescence,  $C$  une constante et  $E_{\mathbf{K}}$  l'énergie de l'état initial. La pente de la droite représentant cette fonction permettrait le calcul de la température cherchée. Pour avoir le meilleur résultat possible à partir d'un spectre réel présentant des fluctuations, il faut faire l'analyse pour le plus grand nombre possible de raies appartenant à toutes les branches observées dans une même bande.

Ici la détermination de la température a été faite par une autre méthode. On a calculé une série de spectres synthétiques pour des températures différentes variant entre 200° et 280 °K. La température

la plus probable a été déterminée par une méthode de moindres carrés. On a évalué la somme  $V$  des produits du carré des écarts entre les intensités  $I_K$  du spectre observé et celles  $ki_K$  du spectre synthé-

tique, par le poids statistique  $a_K$  affecté à chaque raie, proportionnel à son intensité ( $k$  a été choisi de telle sorte que la somme

$$V = \sum a_K (I_K - ki_K)^2$$

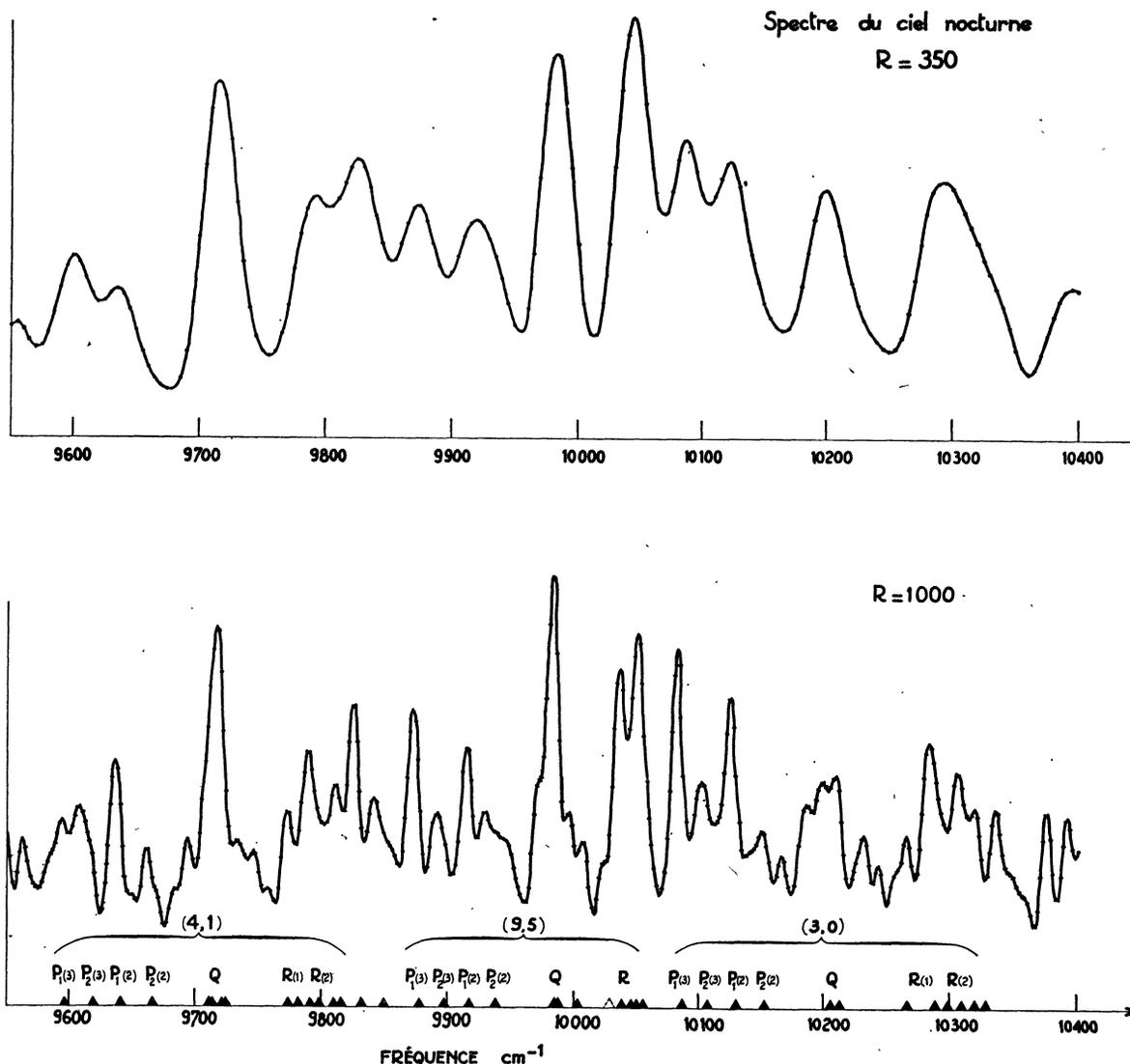


FIG. 5. — Spectre du ciel nocturne dans la région de 1,0  $\mu$ .

soit minimum). La courbe représentant  $V$  en fonction de  $T$  passe par un minimum pour la température cherchée. L'étude a été faite en plusieurs étapes.

1° Un premier essai a porté sur l'ensemble des raies appartenant aux branches  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  d'une même bande. La courbe  $V$  ne présentait pas de minimum net.

2° Le même calcul a été repris à partir des branches  $P$  uniquement. La figure 6 donne les variations de  $V$  en fonction de  $T$  pour les bandes (3,1), (4,2), (5,3) observées dans le spectre IV.

La somme  $V'$  des trois fonctions  $V$  correspondantes présente un minimum net à 227°.

La même étude à partir des bandes (3,1), (4,2), (5,3) observées du spectre II à la résolution 1 000 (suffisante pour que la structure des branches  $P$  soit complètement résolue) conduit à  $T = 242^\circ$  (fig. 7).

De l'étude de la branche  $P$  de la bande (4,2) observée dans le spectre III on déduit  $T = 245^\circ$ . L'analyse classique des 4 raies les plus intenses  $P_1(2)$ ,  $P_1(3)$ ,  $P_1(4)$ ,  $P_1(5)$  de cette même branche avait donné une température de 270°. L'écart entre

TABLEAU I

IDENTIFICATION	FRÉQUENCE OBS.	INTENSITÉ	FRÉQUENCE CALC.	$\lambda_{\text{air}}$
$P_{1d}(4)$ (6,4)	5 519.2	2.1	5 519.01	18 114.25
$P_{1c}(4)$ »			5 519.35	18 113.13
$P_{1d}(3)$ »	5 557.5	7.7	5 557.47	17 988.89
$P_{1c}(3)$ »			5 557.56	17 988.60
$P_{1d}(2)$ »	5 592.5	9.1	5 592.50	17 876.21
$P_{1c}(2)$ »			5 592.64	17 875.76
$P_{2c}(2)$ »	5 616.0	2.0	5 614.11	17 807.40
$P_{2d}(2)$ »			5 614.36	17 806.61
$Q_{1c}(2)$ »	5 658.5	5.7	5 658.42	17 667.95
$Q_{1d}(2)$ »			5 659.07	17 665.92
$Q_{1c}(1)$ »	5 665.0	12.8	5 664.31	17 649.58
$Q_{1d}(1)$ »			5 664.62	17 648.62
$Q_{2d}(1)$ »			5 665.44	17 646.06
$Q_{2c}(1)$ »			5 665.68	17 645.31
$R_{2c}(1)$ »	5 712.7	2.9	5 712.11	17 501.89
$R_{2d}(1)$ »			5 712.17	17 501.70
$R_{1c}(1)$ »	5 730.7	3.5	5 730.54	17 445.60
$R_{1d}(1)$ »			5 730.74	17 444.99
$R_{2c}(2)$ »	5 738.5	2.8	5 738.15	17 422.46
$R_{2d}(2)$ »			5 738.36	17 421.82
$R_{1c}(2)$ »	5 752.3	5.5	5 751.28	17 382.69
$P_{1d}(6)$ (5,3)			5 751.34	17 382.51
$R_{1d}(2)$ (6,4)			5 751.56	17 381.84
$P_{1c}(6)$ (5,3)			5 752.83	17 378.00
$P_{1d}(5)$ (5,3)	5 797.5	5.6	5 797.07	17 245.38
$P_{1c}(5)$ »			5 797.17	17 245.09
$P_{2d}(5)$ »	5 810.5	2.9	5 810.11	17 206.68
$P_{2c}(5)$ »			5 810.34	17 206.00
$P_{1d}(4)$ »	5 840.0	8.8	5 839.74	17 119.38
$P_{1c}(4)$ »			5 839.84	17 119.08
$P_{2d}(4)$ »	5 854.7	4.7	5 855.17	17 074.26
$P_{2c}(4)$ »			5 855.22	17 074.12
$P_{1d}(3)$ »	5 879.5	12.7	5 879.26	17 004.30
$P_{1c}(3)$ »			5 879.33	17 004.10
$P_{2d}(3)$ »	5 897.5	4.8	5 897.84	16 950.73
$P_{2c}(3)$ »			5 898.83	16 947.89

TABLEAU I (suite)

IDENTIFICATION	FRÉQUENCE OBS.	INTENSITÉ	FRÉQUENCE CALC.	$\lambda_{\text{air}}$
$P_{1d}(2)$ »	5 916.0	10.1	5 915.67	16 899.64
$P_{1c}(2)$ »			5 916.58	16 897.04
$P_{2d}(2)$ »	5 938.2	2.4	5 937.95	16 836.23
$P_{2c}(2)$ »			5 940.15	16 830.00
$Q_{1c}(2)$ »	5 985.4	6.7	5 984.52	16 705.21
$Q_{1d}(2)$ »			5 985.89	16 701.39
$Q_{1c}(1)$ »	5 991.1	15.4	5 990.12	16 689.60
$Q_{1d}(1)$ »			5 990.76	16 687.81
$Q_{2d}(1)$ »			5 992.25	16 683.66
$Q_{2c}(1)$ »			5 992.75	16 682.27
$R_{1d}(1)$ »	6 060.1	5.6	6 059.43	16 498.70
$R_{1c}(1)$ »			6 059.61	16 498.21
$R_{2d}(2)$ (5,3)	6 068.8	5.0	6 068.04	16 475.29
$P_{1c}(6)$ (4,2)			6 068.94	16 472.84
$P_{1d}(6)$ (4,2)			6 069.18	16 472.19
$R_{2c}(2)$ (5,3)			6 070.22	16 469.37
$R_{1d}(2)$ »	6 081.5	7.4	6 081.88	16 437.79
$R_{1c}(2)$ »			6 082.52	16 426.06
$R_{1c}(3)$ »	6 102.4	2.9	6 101.19	16 385.77
$R_{1d}(3)$ »			6 101.60	16 384.67
$P_{1d}(5)$ (4,2)	6 115.5	5.2	6 115.55	16 347.29
$P_{1c}(5)$ »			6 115.74	16 346.79
$P_{2d}(5)$ »	6 128.5	2.8	6 128.43	16 312.94
$P_{2c}(5)$ »			6 128.52	16 312.70
$P_{1d}(4)$ »	6 159.5	10.2	6 159.15	16 231.57
$P_{1c}(4)$ »			6 159.40	16 230.91
$P_{2d}(4)$ »	6 175.0	3.1	6 174.87	16 190.25
$P_{2c}(4)$ »			6 174.94	16 190.07
$P_{1d}(3)$ »	6 200.3	12.7	6 200.04	16 124.52
$P_{1c}(3)$ »			6 200.19	16 124.13
$P_{2d}(3)$ »	6 219.5	6.5	6 218.88	16 075.67
$P_{2c}(3)$ »			6 218.95	16 075.49
$P_{1d}(2)$ »	6 238.5	13.2	6 237.96	16 026.50
$P_{1c}(2)$ »			6 238.07	16 026.22
$P_{2d}(2)$ »	6 260.5	4.0	6 260.38	15 969.11
$P_{2c}(2)$ »			6 260.71	15 968.27

TABLEAU I (suite)

IDENTIFICATION	FRÉQUENCE OBS.	INTENSITÉ	FRÉQUENCE CALC.	$\lambda_{\text{air}}$
$Q_{1c}(3)$ »	6 302.0	2.2	6 300.90	15 866.41
$Q_{1d}(3)$ »			6 301.79	15 864.17
$Q_{1c}(2)$ (4,2)	6 310.5	6.0	6 309.63	15 844.46
$Q_{1d}(2)$ »			6 310.19	15 843.06
$Q_{1c}(1)$ »	6 316.0	15.4	6 315.74	15 829.13
$Q_{1d}(1)$ »			6 316.10	15 828.23
$Q_{2d}(1)$ »			6 318.20	15 822.97
$Q_{2c}(1)$ »			6 318.52	15 822.17
$R_{2d}(1)$ »	6 368.5	1.8	6 369.60	15 695.29
$R_{2c}(1)$ »			6 369.77	15 694.87
$P_{1d}(6)$ (3,1)	6 387.5	7.3	6 386.44	15 653.90
$P_{1c}(6)$ (3,1)			6 387.22	15 651.99
$R_{1c}(1)$ (4,2)			6 387.77	15 650.64
$R_{1d}(1)$ »	6 397.5	4.0	6 387.86	15 650.42
$R_{2d}(2)$ »			6 396.99	15 628.08
$R_{2c}(2)$ »			6 397.31	15 627.59
$R_{1c}(2)$ »	6 411.6	4.8	6 411.05	15 593.81
$R_{1d}(2)$ »			6 411.23	15 593.37
$R_{2c}(3)$ »			6 422.42	15 566.20
$R_{2d}(3)$ »	6 423.0	2.6	6 422.51	15 565.98
$R_{1c}(3)$ »			6 432.12	15 542.73
$R_{1d}(3)$ »			6 432.59	15 541.59
$P_{1d}(5)$ (3,1)			6 434.44	15 537.12
$P_{1c}(5)$ »	6 479.7	8.2	6 435.04	15 535.68
$P_{1d}(4)$ »			6 479.68	15 428.65
$P_{1c}(4)$ »			6 480.04	15 427.79
$P_{2c}(4)$ »	6 495.5	4.0	6 494.46	15 393.53
$P_{2d}(4)$ »			6 495.31	15 391.52
$P_{1c}(3)$ (3,1)			6 521.28	15 330.22
$P_{1d}(3)$ »	6 522.3	10.7	6 522.00	15 328.53
$P_{2c}(3)$ »			6 538.82	15 289.10
$P_{2d}(3)$ »	6 541.5	3.1	6 541.10	15 283.77
$P_{1c}(2)$ »			6 561.21	15 236.93
$P_{1d}(2)$ »	6 561.5	10.8	6 561.49	15 236.28
$P_{2d}(2)$ »			6 583.65	15 184.99
$P_{2c}(2)$ »	6 584.5	3.1	6 583.75	15 184.76
$Q_{1c}(2)$ »			6 635.03	15 067.40
$Q_{1d}(2)$ »	6 635.0	6.1	6 636.30	15 064.52
$Q_{1c}(1)$ »			6 641.82	15 052.00
$Q_{2d}(1)$ »	6 642.5	13.6	6 642.26	15 051.00
$Q_{1d}(1)$ »			6 642.46	15 050.55
$Q_{2c}(1)$ »			6 642.87	15 049.62

ces deux températures s'explique par le fait que dans l'analyse classique on n'avait pas tenu compte des raies  $P_2(K)$ .

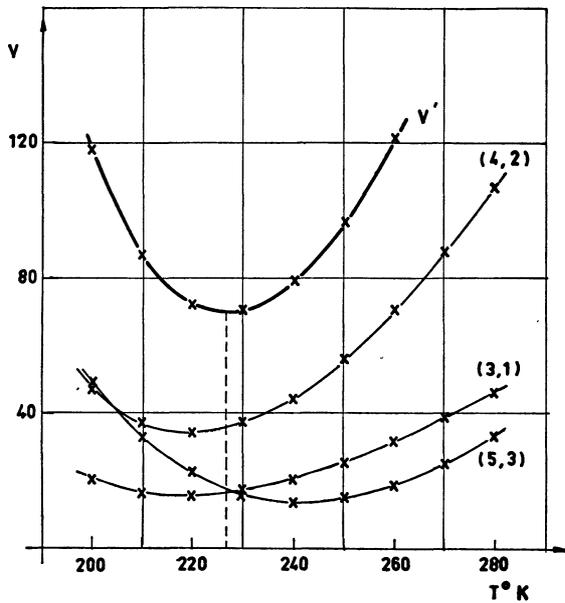


FIG. 6. — Étude des branches P du spectre IV.

3° Pour les 3 spectres IV, II, III on a calculé les intensités théoriques des branches Q dans les 3 bandes étudiées en faisant l'hypothèse que les températures étaient respectivement 227°, 242° et 245°. Dans les 3 cas les intensités observées sont

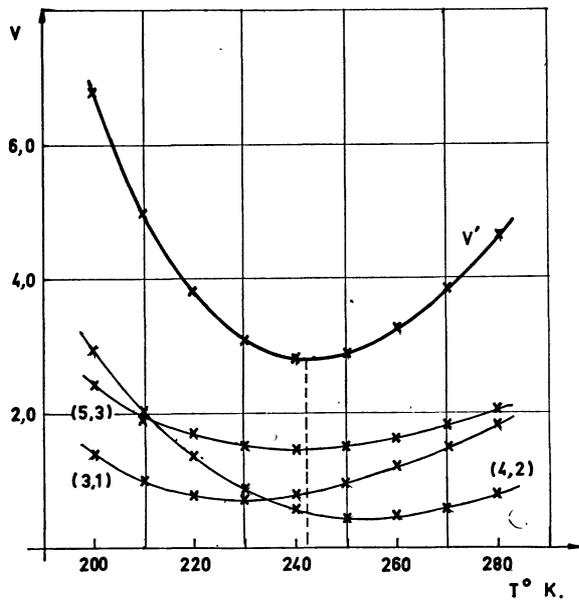


FIG. 7. — Étude des branches P du spectre II.

plus faibles que les intensités théoriques. L'écart est 2 ou 3 fois plus grand que les fluctuations les plus importantes contenues dans le spectre calculé. La température en accord avec l'intensité des raies des branches Q dans le spectre IV est 270°. La figure 9 donne la comparaison entre le spectre IV observé et le spectre synthétique calculé pour une température  $T = 227^\circ$ .

Il semble donc qu'à partir d'une température donnée on ne puisse pas obtenir un accord entre les intensités calculées et les intensités observées dans les branches P, Q et R simultanément.

Une explication possible est que les probabilités de transition calculées par Benedict, Plyler et Humphreys [2], utilisées dans le travail ci-dessus soient fausses. Les auteurs avaient d'ailleurs prévu cette possibilité parce qu'ils ont négligé l'interaction vibration-rotation. Cet effet a été calculé récemment pour certaines molécules légères par

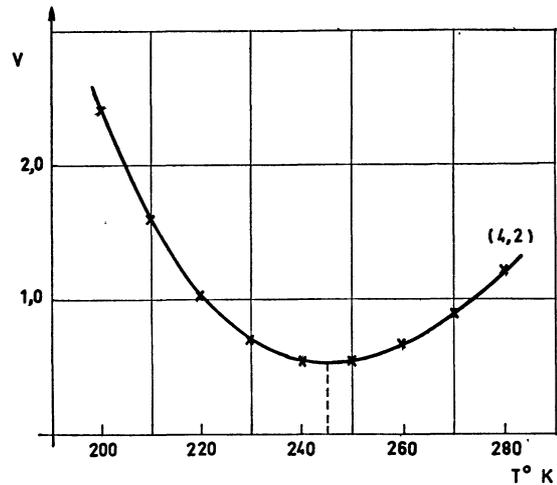


FIG. 8. — Étude des branches P du spectre III.

Herman, Rothery et Rubin [16] et il paraît souhaitable que ces calculs soient étendus au radical OH.

Les auteurs remercient M. M. Dufay, le C.N.R.S. qui leur a accordé deux séjours à l'Observatoire de Haute-Provence, M. J. Dufay et Fehrenbach, Directeurs de cet Observatoire et le Comité Européen de Calcul Scientifique pour ses attributions d'heures de calcul à l'ordinateur 704 I. B. M. Ils adressent leur reconnaissance à M. W. H. Watson, Directeur du Centre de Calcul de l'Université de Toronto, à MM. Richardson et Sears. Ils expriment leur gratitude à M. Jacquinet pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] GUSH (H.) et VALLANCE-JONES (A.), A. T. M., *J. Terr. Phys.*, 1955, **7**, 285.
- [2] BENEDICT (W. S.), PLYLER (E. K.) et HUMPHREYS (C. J.), *J. Chem. Phys.*, 1953, **21**, 398.
- [3] FELLGETT (P.), *Thèse*, Cambridge, 1951.
- [4] JACQUINOT (P.), Conférence du G. A. M. S., 1953.
- [5] CONNES (J.) et GUSH (H.), *J. Physique Rad.*, 1959, **20**, 915.
- [6] CONNES (J.), *Rev. Optique*, à paraître.
- [7] CONNES (J.), *J. Physique Rad.*, 1958, **19**, 13.
- [8] NOXON (J. F.), HARRISON (A. W.) et VALLANCE-JONES (A.), *J. Atm. Terr. Phys.*, 1959, **16**, 246.
- [9] DIEKE (G. H.), CROSSWHITE (H. M.) et BUMBLEBEE, Series Report, 1948, **87**.
- [10] HERMAN (R. C.) et HORNBECK (G. A.), *Astrophys. J.*, 1953, **118**, 214.
- [11] EDLEN (B.), *J. Optique Soc. Amer.*, 1953, **43**, 339.
- [12] VALLANCE-JONES (A.), *Nature*, 1955, **175**, 950.
- [13] DUFAY (M.), *C. R. Acad. Sc.*, 1958, **246**, 2281.
- [14] MEINEL (A. B.), *Astrophys. J.*, 1950, **111**, 555.
- [15] CHAMBERLAIN (J. W.) et MEINEL (A. B.), The Earth as a planet, 1954, p. 564. Édit. Kuiper, University of Chicago Press.
- [16] HERMAN (R.), ROTHERY (R. W.) et RUBIN (R. J.), *J. Molecular Spectrosc.*, 1958, **2**, 369.
- 
-