Spectroscopie microonde de ClF₅ à 70 et 140 GHz

R. Jurek, P. Suzeau, Jocelyn Chanussot, Jean-Paul Champion

► To cite this version:

R. Jurek, P. Suzeau, Jocelyn Chanussot, Jean-Paul Champion. Spectroscopie microonde de ClF₅ à 70 et 140 GHz. Journal de Physique, 1974, 35 (7-8), pp.533-540. 10.1051/jphys:01974003507-8053300 . jpa-00208179

HAL Id: jpa-00208179

<https://hal.science/jpa-00208179>

Submitted on 1 Jan 1974

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.

Classification
Physics Abstracts
5.445

SPECTROSCOPIE MICROONDE DE ClF_5 A 70 ET 140 GHz

R. JUREK, P. SUZEAU, J. CHANUSSOT et J. P. CHAMPION

Laboratoire de Physique, Faculté des Sciences MIPC, 6, bd Gabriel, 21000 Dijon, France

(Reçu le 31 janvier 1974)

Résumé. — Les spectres de rotation pure des molécules $^{35}\text{ClF}_5$ et $^{37}\text{ClF}_5$ sont observés et mesurés à 70 et 140 GHz ; les paramètres moléculaires sont calculés, pour l'état vibrationnel de base. Le dédoublement de type $|K| = 2$ est identifié.

Abstract. — The rotational spectra of the two molecules $^{35}\text{ClF}_5$ and $^{37}\text{ClF}_5$ are observed and measured in the frequency ranges of 70 and 140 GHz. The molecular parameters are calculated. The $|K| = 2$ type splitting is identified.

1. **Introduction.** — Jusqu'à ce jour peu de molécules dont le groupe de recouvrement est le groupe ponctuel C_{4v} ont été étudiées en spectroscopie microonde. Nous citerons pour mémoire les principaux résultats :

— B_5H_9 [1], SF_5Cl [2-3], SF_5Br [4], WF_5Cl [5], TeF_5Cl [6], IOF_5 [7], XeOF_4 [8], IF_5 [9], BrF_5 [10-11].

Dans les gammes d'ondes millimétriques deux gaz ont été étudiés d'une façon assez complète : SF_5Cl et BrF_5 . Les spectres obtenus étaient d'assez bonne qualité quant à leur résolution ce qui avait permis de calculer les paramètres moléculaires avec une grande précision. En particulier le phénomène de dédoublement « du type K » prévu théoriquement par G. Amat et P. Kupecek [12] pour les transitions $|K| = 2$ a été observé et mesuré. Dans le but de compléter les résultats obtenus pour les molécules du type XY_5 à symétrie C_{4v} , nous avons entrepris l'étude, en spectroscopie millimétrique, de ClF_5 , molécule pour laquelle à notre connaissance aucun travail microonde n'a été publié. En spectroscopie I. R. et Raman un travail expérimental est connu [13], ainsi que deux études théoriques relatives aux constantes de forces intermoléculaires [14-15].

Après une description sommaire des conditions expérimentales, nous donnons ci-dessous les résultats obtenus pour cette molécule ainsi que les paramètres moléculaires que nous pouvons calculer.

2. **Dispositif expérimental.** — Le spectromètre utilisé est du type vidéo. La cellule d'absorption est un élément de 9 m de longueur (guide K 1,5 cm) refroidi à -80°C . La sensibilité optimale correspond à une pression du gaz voisine de 4 à 5×10^{-2} torr.

Deux sources à klystron sont utilisées respectivement dans les gammes de 8 et 4 mm de longueur d'onde, ce qui permet de disposer des domaines de fréquences fondamentales suivants : 31-36 GHz et 67-73 GHz. A l'aide de multiplicateurs à diode [16] nous pouvons étendre ces gammes aux fréquences harmoniques :

H_3 : 93-108 GHz

H_2 : 134-146 GHz

H_3 : 201-219 GHz

H_4 : 268-292 GHz.

Dans chaque cas la détection des signaux s'effectue à l'aide de dispositifs réalisés suivant le même principe [16].

Pour visualiser les spectres d'absorption à l'oscilloscope, la tension réflecteur des klystrons est modulée par un signal en dents de scie à 50 Hz. L'excursion de fréquence obtenue est limitée au minimum (suivant la stabilité des sources) afin d'opérer dans les conditions optimales de résolution : en règle générale l'excursion en fréquence fondamentale est de l'ordre de 2 à 3 MHz.

La mesure d'une fréquence inconnue f_x est effectuée d'après le principe du double changement de fréquence [17], suivant le schéma de la figure 1. Nous précisons simplement que l'étalon à quartz EQ est lui-même verrouillé en phase sur la porteuse à 75 kHz diffusée continûment par l'émetteur suisse H. B. G., ce qui lui confère une stabilité voisine de 10^{-11} .

Pour une raie complètement résolue, la précision d'une mesure est comprise entre 5 et 10 kHz (relativement à la fréquence fondamentale) suivant l'intensité de l'absorption.

FIG. 1. — Mesure des fréquences. EQ : étalon à quartz. S1, S2 : stabilisateurs en phase. OL1-F1 : oscillateur local à la fréquence F_1 . F_x : fréquence à mesurer. D : diode génératrice d'harmoniques et mélangeuse. A-F2 : amplificateur accordé sur la fréquence $F_2 = |Nf_1 - f_x|$. OL2-F3 : oscillateur local à la fréquence $F_3 = F_2 + 5,290$ MHz. M : mélangeur. A-Fi : amplificateur accordé sur la fréquence $F_i = 5,290$ MHz. C : compteur de fréquence.

La sensibilité de la détection du spectromètre est améliorée par l'utilisation d'un préamplificateur de signal à très faible niveau de bruit ; la bande passante de la chaîne amplificatrice peut être ajustée par des filtres variables (B. F. et H. F.) afin de restituer correctement les diverses composantes Fourier du signal d'absorption. Pour augmenter le rapport signal/bruit, l'amplificateur est alimenté à travers un transformateur d'adaptation, dont le rapport est ajustable afin d'adapter au mieux l'impédance de la diode de détection (essentiellement variable d'un contact à l'autre) à l'impédance d'entrée (100 M Ω) de l'amplificateur. Enfin, avant présentation à l'oscilloscope, le signal d'absorption est traité dans un moyennneur à échantillonnage [17] suivant une technique mise au point au Laboratoire de Spectroscopie Hertziennne de Lille [18]. Cette méthode a déjà permis de relever les spectres de la molécule SF_5Cl [19], et ceux de la molécule B_2F_5 [11].

3. Etude et interprétation des spectres. — Les spectres sont relevés pour les deux variétés isotopiques $^{35}\text{ClF}_5$ et $^{37}\text{ClF}_5$ en abondance naturelle (concentration relative sensiblement dans le rapport $\frac{3}{1}$). Nous ne considérons ici que les transitions d'absorption rotationnelle relatives aux bandes R parallèles : les règles de sélection sont alors $\Delta J = +1$, $\Delta K = 0$, $\Delta F = +1$, pour le gaz dans son état vibrationnel de base. Les fréquences des raies d'absorption sont alors données par :

$$\begin{aligned} \nu_{I,J,K,F} = & 2 B_0(J+1) - 4 D_J(J+1)^3 + \\ & + eqQ(f_{I,J,F} - f_{I,J+1,F+1}) \\ & - 2 D_{JK}(J+1) K^2 \\ & + \frac{3 eqQ}{J+1} \left[\frac{f_{I,J+1,F+1}}{J+2} - \frac{f_{I,J,F}}{J} \right] K^2 \end{aligned}$$

suivant la terminologie habituelle [20]. Cette relation fait intervenir les termes de distorsion centrifuge

(D_J et D_{JK}), et de perturbation quadripolaire nucléaire du premier ordre (eqQ). Pour les transitions $|K| = 2$, le dédoublement « du type K » fait apparaître le terme supplémentaire [21] :

$$\pm 4 J(J+1)(J+2) R_6.$$

Par suite du spin nucléaire $I = \frac{3}{2}$ pour l'atome de chlore, chaque transition $J \rightarrow J+1$, $K \rightarrow K$ donne donc en fait un quadruplet (et un octuplet pour $|K| = 2$). L'ensemble des fréquences mesurées doivent alors s'aligner pour former un faisceau de quatre droites du type $\nu_{I,J,K,F}(K^2)$, chaque droite étant caractérisée par la règle de sélection $F \rightarrow F+1$.

Pour une molécule donnée, c'est-à-dire pour un jeu de paramètres moléculaires, la position relative de ces quatre droites est essentiellement fonction de la valeur du nombre quantique J caractérisant la bande étudiée. Trois dispositions fondamentales sont ainsi possibles (Fig. 2) ; chacune d'elles, compte tenu de la résolution limite du spectromètre (effet Döppler) correspond à une structure caractéristique des spectres observés $J \rightarrow J+1$:

- cas A : (valeurs de J faibles) les quadruplets sont résolus pratiquement pour chaque valeur de K ;
- cas B : (valeurs de J moyennes) pour les valeurs de K moyennes ou faibles le quadruplet se réduit à un doublet ;

FIG. 2. — Structures possibles $\nu_{I,J,K,F}(K^2)$ suivant l'ordre de grandeur de J .

— *cas C* : (valeurs de J grandes) pour les valeurs de K élevées on observera un doublet ; pour les valeurs de K faibles la résolution limite ne permet de mesurer qu'une seule raie.

De plus il convient de faire les remarques suivantes :

D'après la loi des contributions relatives des effets de distorsion centrifuge et de perturbation quadripolaire,

1) D_{JK} sera mieux déterminé pour les bandes à J élevé ;

2) eqQ sera mieux déterminé pour les bandes à J faible ;

3) D_J sera correctement déterminé si on compose entre elles des bandes définies par des valeurs de J assez différentes ;

4) Dans le cas C enfin, une des composantes du doublet $|K| = 2$ (jamais résolu en F), notée $|K| = 2^-$, doit se situer d'un côté du spectre par rapport à la raie « centrale » $K = 0$, donc facilement observable et mesurable, — l'autre composante (notée $|K| = 2^+$) venant se superposer aux divers termes de la structure en K pour y modifier localement l'intensité de l'absorption.

Pour ces raisons les mesures sont effectuées sur des bandes appartenant respectivement aux cas A et C. Par comparaison avec d'autres molécules du type XY_5 [9] [11], une estimation de la valeur des paramètres des molécules $^{35}\text{ClF}_5$ et $^{37}\text{ClF}_5$ est possible, ce qui permet de choisir les gammes de fréquences les mieux adaptées pour notre étude en fonction de l'appareillage disponible :

Cas A : gamme 67-73 GHz bande $J = 9 \rightarrow 10$.

Cas B : gamme 134-146 GHz bandes $J = 18 \rightarrow 19$ et $19 \rightarrow 20$.

Ainsi pour chaque variété isotopique trois bandes sont mesurées. L'identification de chacune d'elles est effectuée en disposant les points obtenus sur les faisceaux $\nu_{I,J,K,F}(K^2)$. Le calcul précis des paramètres moléculaires est alors possible, en donnant un poids plus grand aux raies bien résolues (valeurs maximums de K dans chaque bande).

4. **Résultats.** — En utilisant toutes les transitions mesurées, le calcul des paramètres moléculaires conduit aux valeurs indiquées dans le tableau I

TABLEAU I

Paramètres moléculaires de ClF_5		$^{35}\text{ClF}_5$	$^{37}\text{ClF}_5$
—		—	—
B_0	MHz	$3\,550,275 \pm 0,002$	$3\,545,887 \pm 0,004$
D_J	Hz	766 ± 2	758 ± 10
D_{JK}	Hz	-365 ± 4	-360 ± 20
eqQ	MHz	$37,5 \pm 2$	30 ± 4
$ R_6 $	Hz	$51,5 \pm 2$	45 ± 5

Ces résultats, permettent de comparer les fréquences calculées (notées f_c) avec les fréquences mesurées (notées f_m). Comme exemple, nous donnons dans les tableaux II et III les calculs relatifs aux bandes $J = 9 \rightarrow 10$ et $J = 19 \rightarrow 20$ de $^{35}\text{ClF}_5$ (seules les valeurs de F relatives aux niveaux inférieurs sont indiquées). A ce stade un contrôle systématique de chaque bande est effectué, ce qui permet une justification *a posteriori* des identifications, suivant la technique suivante :

1) tracé du réseau des quatre droites théoriques $\nu_{I,J,K,F}(K^2)$;

2) reconstitution du spectre, en fréquence et en intensité, à l'aide d'un programme de calcul, associé à une table traçante, dont les données sont :

- paramètres moléculaires,
- loi théorique $\nu_{I,J,K,F}(K^2)$, y compris dédoublement $|K| = 2$,
- profil gaussien des transitions,
- largeur Döppler des raies (120 kHz et 240 kHz suivant la gamme de fréquence),
- loi des intensités relatives des raies (d'après les facteurs de poids statistiques de spin nucléaire dus à $I = \frac{1}{2}$ pour l'atome de fluor) :

$$|K| = 4p \quad I/I_0 = 4$$

$$|K| \text{ pair} \neq 4p \quad I/I_0 = 6$$

$$|K| \text{ impair} \quad I/I_0 = 3$$

— forme dérivée des raies ;

3) matérialisation du spectre mesuré.

Deux exemples de cette étude sont donnés (Fig. 3 et 4) pour $^{35}\text{ClF}_5$ respectivement pour les cas A et C. Cette démarche permet de justifier les identifications, de contrôler la résolution des spectres et enfin de montrer pourquoi la détermination des paramètres est moins bonne pour $^{37}\text{ClF}_5$ que pour $^{35}\text{ClF}_5$ (résolution et intensité des spectres moins grandes).

5. **Conclusion.** — Ce travail a porté sur l'étude en microonde des molécules $^{35}\text{ClF}_5$ et $^{37}\text{ClF}_5$ pour lesquelles les paramètres moléculaires ont pu être déterminés. Les spectres de rotation de ce gaz étant toujours très denses et d'intensité faible, nous avons dû améliorer la résolution et la sensibilité de la détection.

En particulier une technique de moyennage par échantillonnage associée à une détermination précise des fréquences a été utilisée. Enfin, après une discussion sur le choix des gammes de fréquence les plus favorables, nous avons observé et mesuré le dédoublement « du type K », phénomène caractéristique de la spectroscopie de rotation pure des molécules à symétrie C_{4v} dans leur état vibrationnel de base.

TABLEAU II
Transitions $J = 9 \rightarrow 10$ de $^{35}\text{ClF}_5$

f_m MHz	$ K $	2 F	f_c MHz	$f_m - f_c$ moyen MHz
71.000,222	9	15	71.000,214	0,008
0,691	8	15	0,699	- 0,008
1,137	$\begin{Bmatrix} 7 \\ 9 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 15 \\ 21 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 1,126 \\ 1,125 \end{Bmatrix}$	0,011
1,503	$\begin{Bmatrix} 6 \\ 7 \\ 8 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 15 \\ 21 \\ 21 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 1,497 \\ 1,620 \\ 1,388 \end{Bmatrix}$	0,034
1,815	$\begin{Bmatrix} 5 \\ 6 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 15 \\ 21 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 1,810 \\ 1,821 \end{Bmatrix}$	- 0,001
2,083	$\begin{Bmatrix} 2^- \\ 4 \\ 5 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 21 \\ 15 \\ 21 \\ 21 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 2,112 \\ 2,067 \\ 2,130 \\ 1,991 \end{Bmatrix}$	0,008
2,320	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2^- \\ 2^+ \\ 3 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 21 \\ 19 \\ 17 \\ 15 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} 21 \\ 19 \\ 17 \\ 15 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} 19 \\ 17 \\ 15 \end{Bmatrix} \\ 21 \\ \begin{Bmatrix} 21 \\ 15 \end{Bmatrix} \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 2,377 \\ 2,377 \\ 2,523 \\ 2,523 \\ 2,362 \\ 2,419 \\ 2,551 \\ 2,494 \\ 2,339 \\ 2,432 \\ 2,205 \\ 2,520 \\ 2,238 \\ 2,266 \end{Bmatrix}$	- 0,081
2,803	$\begin{Bmatrix} 2^+ \\ 3 \\ 4 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 19 \\ 17 \\ 15 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} 19 \\ 17 \end{Bmatrix} \\ 17 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 2,747 \\ 2,840 \\ 2,613 \\ 2,750 \\ 2,777 \\ 2,976 \end{Bmatrix}$	0,019
3,153	$\begin{Bmatrix} 4 \\ 5 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 19 \\ 17 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 3,039 \\ 3,231 \end{Bmatrix}$	0,018

TABLEAU II (suite)

f_m MHz	$ K $	$2F$	f_c MHz	$f_m - f_c$ moyen MHz
3,430	$\left\{ \begin{array}{l} 5 \\ 6 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 19 \\ 17 \end{array}$	$\begin{array}{l} 3,411 \\ 3,542 \end{array}$	- 0,046
3,805	$\left\{ \begin{array}{l} 6 \\ 7 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 19 \\ 17 \end{array}$	$\begin{array}{l} 3,866 \\ 3,910 \end{array}$	- 0,083
4,290	$\left\{ \begin{array}{l} 7 \\ 8 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 19 \\ 17 \end{array}$	$\begin{array}{l} 4,404 \\ 4,335 \end{array}$	- 0,079
4,942	$\left\{ \begin{array}{l} 8 \\ 9 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 19 \\ 17 \end{array}$	$\begin{array}{l} 5,024 \\ 4,817 \end{array}$	0,021
5,733	9	19	5,727	0,006

FIG. 3. — $^{35}\text{ClF}_5$. Bande $J = 9 \rightarrow 10$. I) Identifications $\nu_{IJKF}(K^2)$. II) Spectre mesuré. III) Spectre reconstitué.

FIG. 4. — $^{35}\text{ClF}_5$. Bande $J = 19 \rightarrow 20$. I) Identifications $\nu_{IJKF}(K^2)$. II) Spectre mesuré. III) Spectre reconstitué.

TABLEAU III
Transitions $J = 19 \rightarrow 20$ de $^{35}\text{ClF}_5$

f_m MHz	$ K $	$2F$	f_c MHz	$f_m - f_{c\text{moyen}}$ MHz
141.984,898	2^-	$\begin{cases} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{cases}$	$\begin{matrix} 141.984,873 \\ 84,902 \\ 84,934 \\ 84,906 \end{matrix}$	- 0,005
86,538	$\begin{cases} 0 \\ 1 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{cases}$	$\begin{cases} \begin{cases} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 35 \end{cases} \end{cases}$	$\begin{matrix} 86,472 \\ 86,472 \\ 86,507 \\ 86,507 \\ 86,483 \\ 86,490 \\ 86,525 \\ 86,518 \\ 86,575 \\ 86,638 \\ 86,666 \\ 86,603 \\ 86,655 \\ 86,767 \\ 86,790 \\ 86,677 \\ 86,758 \\ 86,773 \end{matrix}$	- 0,066
87,106	$\begin{cases} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{cases}$	$\begin{cases} \begin{cases} 39 \\ 37 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 35 \end{cases} \end{cases}$	$\begin{matrix} 86,934 \\ 86,949 \\ 86,884 \\ 87,137 \\ 87,144 \\ 86,890 \\ 87,032 \\ 87,029 \\ 87,204 \\ 87,189 \end{matrix}$	0,066
87,442	$\begin{cases} 7 \\ 9 \\ 10 \end{cases}$	$\begin{cases} \begin{cases} 39 \\ 37 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 35 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 35 \end{cases} \end{cases}$	$\begin{matrix} 87,378 \\ 87,374 \\ 87,399 \\ 87,370 \\ 87,616 \\ 87,572 \end{matrix}$	- 0,009
87,829	$\begin{cases} 8 \\ 9 \\ 11 \\ 12 \end{cases}$	$\begin{cases} \begin{cases} 39 \\ 37 \end{cases} \\ \begin{cases} 39 \\ 37 \end{cases} \\ \begin{cases} 41 \\ 35 \end{cases} \\ 35 \end{cases}$	$\begin{matrix} 87,655 \\ 87,640 \\ 87,970 \\ 87,941 \\ 87,857 \\ 87,796 \\ 88,041 \end{matrix}$	- 0,013

.../

TABLEAU III (suite)

f_m MHz	$ K $	2F	f_c MHz	$f_m - f_c$ moyen MHz
88,343	$\left\{ \begin{array}{l} 2^+ \\ 10 \\ 12 \\ 13 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 41 \\ 39 \\ 37 \\ 35 \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$ 41 $\left\{ \begin{array}{l} 41 \\ 35 \end{array} \right.$	88,161 88,190 88,222 88,194 88,321 88,277 88,120 88,406 88,307	0,098
88,691	$\left\{ \begin{array}{l} 11 \\ 14 \\ 15 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} 41 \\ 35 \end{array} \right.$ 35	88,710 88,649 88,715 88,595 88,903	-0,023
89,286	$\left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 15 \\ 16 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$ 41 $\left\{ \begin{array}{l} 41 \\ 35 \end{array} \right.$	89,135 89,056 89,047 89,402 89,234	0,111
89,527	$\left\{ \begin{array}{l} 13 \\ 16 \\ 17 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$ 41 $\left\{ \begin{array}{l} 41 \\ 35 \end{array} \right.$	89,597 89,498 89,402 89,780 89,585	-0,045
90,165	$\left\{ \begin{array}{l} 14 \\ 18 \\ 19 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$ $\left\{ \begin{array}{l} 41 \\ 35 \end{array} \right.$ 35	90,097 89,976 90,181 89,958 90,352	0,052
90,805	$\left\{ \begin{array}{l} 15 \\ 16 \\ 19 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$ 37 41	90,633 90,489 91,038 90,604	0,114
91,576	$\left\{ \begin{array}{l} 16 \\ 17 \end{array} \right.$	39 $\left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 37 \end{array} \right.$	91,207 91,817 91,622	0,027

TABLEAU III (suite)

f_m MHz	$ K $	$2F$	f_c MHz	$f_m - f_c$ moyen MHz
92,355	18	$\begin{cases} 39 \\ 37 \end{cases}$	$\begin{matrix} 92,464 \\ 92,242 \end{matrix}$	0,002
92,830	19	37	92,896	- 0,066
93,220	19	39	93,149	0,071

Bibliographie

- [1] HROSTOWSKI, H. J., MYERS, R. J., *J. Chem. Phys.* **22** (1954) 262.
[2] CHANUSSOT, J., *J. Physique* **31** (1970) 313.
[3] JUREK, R., CHANUSSOT, J., BELLET, J., *C. R. Hebd. Séan. Acad. Sci.* **277** (1973) 53.
[4] NEUVAR, E. W., JACHE, A. W., *J. Chem. Phys.* **39** (1963) 596.
[5] LEGON, A. C., *Trans. Farad. Soc.* **65** (1969) 2595.
[6] LEGON, A. C., *J. Chem. Soc. Farad. Trans. II* **69** (1973) 29.
[7] PIERCE, S. B., CORNWELL, C. D., *J. Chem. Phys.* **47** (1967) 1731.
[8] MARTINS, J., WILSON, E. B., *J. Chem. Phys.* **41** (1964) 570.
[9] BRADLEY, R. H., BRIER, P. N., WHITTLE, M. J., *Chem. Phys. Lett.* **11** (1971) 192.
[10] JONES, S. R., BRIER, P. N., BROOKBANKS, D. M., BAKER, J. G., *J. Mol. Spec.* **47** (1973) 351.
[11] SUZEAU, P., JUREK, R., CHANUSSOT, J., *C. R. Hebd. Séan. Acad. Sci.* **276** (1973) 777.
[12] AMAT, G., NIELSEN, H. H., TARRAGO, G., *Rotation-vibration of polyatomic molecules* (M. Dekker, N. Y.) 1971.
[13] BEGUN, G. M., FLETCHER, N. H., SMITH, D. F., *J. Chem. Phys.* **42** (1965) 2236.
[14] RAMASWAMY, K., MATHSUBRAMANIAN, P., *J. Mol. Structure* **7** (1971) 45.
[15] CURTIS, E. C., *Spectrochimica Acta* **27a** (1971) 1989.
[16] JUREK, R., Thèse 3^e Cycle, Dijon 1972.
[17] SUZEAU, P., Thèse 3^e Cycle, Dijon 1973.
[18] DELDALLE, A., *C. R. Hebd. Séan. Acad. Sci.* **269** (1969) 979.
[19] BELLET, J., CHANUSSOT, J., JUREK, R., Second European Microwave Spectroscopy Conference, Bangor (1972).
[20] TOWNES, C. H., SCHAWLOW, A. L., *Microwave Spectroscopy* (McGraw-Hill) 1955.
[21] KUPECEK, P., *J. Physique* **25** (1964) 831.