50376 1965 103



50376 1965 103

UNIVERSITE DE LILLE FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

-----

pour l'obtention du DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES

ETUDE DE CONDUCTEURS DE LUMIERE ET DE MONTAGES A DOUBLE FAISCEAU POUR L'ENREGISTREMENT PHOTOELEC-TRIQUE DES RAIES RAMAN DE BASSE FREQUENCE

par Jean WROBEL

Jury :

M.LUCQUIN Président M.BECART M.DELHAYE Examinateurs

Date de soutenance, le 28 Avril 1965

Ce travail a été effectué au Laboratoire de Spectroscopie Raman à l'Institut de Chimie de Lille, sous la Direction de M.DELHAYE, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.

-

Je tiens à lui exprimer toute ma reconnaissance pour sa bienveillante attention et ses nombreux encouragements.

Je tiens aussi à remercier le personnel technique du laboratoire pour son étroite collaboration. ETUDE DE CONDUCTEURS DE LUMIERE ET DE MONTAGES A DOUBLE FAISCEAU POUR L'ENREGISTREMENT PHOTOELEC-TRIQUE DES RAIES RAMAN DE BASSE FREQUENCE.

#### INTRODUCTION

-1-

Le but de notre travail est de contribuer à l'amélioration des techniques d'enregistrement photoélectrique en spectroscopie Raman. Nous avons au préalable étudié une optique de transfert pour l'obtention d'un signal lumineux utile plus important à l'entrée des spectromètres. De plus, des montages à double faisceau ont contribué à une amélioration certaine du rapport <u>signal utile</u> surtout dans les régions des basses fréquences.

En effet le spectre Raman est formé de raies de faible intensité, constituant ce que nous appelons le "signal utile". Mais ces raies se superposent à un "signal inutile", inévitable, comprenant : le pied de la raie excitatrice, intensifié par diffusion sur les impuretés de l'échantillon et sur les parois du tube Raman, les ghosts dus au réseau de diffraction, ainsi qu'une bande de fond continu provenant de la source de lumière et parfois de la fluorescence de l'échantillon.

Ce travail comprend cinq parties :

- 1) Introduction sur le rapport signal/bruit (page 3).
- 2) Spectromètre type Ebert Fastie pour l'enregistrement photoélectrique (page 8).
- 3) Etude d'une optique de transfert à conducteurs de lumière (page 10).

- 4) Réalisation de montages à double faisceau (page 15).
  a) Montage à lumière modulée.
  - b) Montage à courant continu.
- 5) Exemples de spectres (page 20 ).

-000-

p

### Chapitre I

### RAPPORT SIGNAL/BRUIT

<u>Rappel</u> : Il sera bon de rappeler le schéma d'une installation classique d'enregistrement photoélectrique de spectre Raman (fig.l).

> Une lampe L à électrodes de mercure, éclaire à travers un filtre F un tube Raman TR contenant l'échantillon à analyser. La lumière diffusée est analysée par un spectromètre. Celui-ci est un monochromateur isolant une bande spectrale  $\Delta \lambda$ . On peut observer successivement les divers éléments du spectre à l'aide d'un dispositif de balayage actionné par le monteur  $M_1$ . Un photomultiplicateur PM reçoit le flux lumineux sortant du spectromètre et émet un courant électronique. Celui-ci est amplifié, traverse un filtre RC pour être enregistré.

A). - BRUIT DE FOND DANS UN ENREGISTREMENT PHOTOELECTRIQUE EN SPECTROMETRIE RAMAN (1).

Le bruit que l'on observe sur les enregistrements photoélectriques a des origines diverses. Il est spécifique à chaque installation et à chaque phénomène étudié. En





spectrométrie Raman, il sera la somme de deux facteurs essentiels :

- Les fluctuations du signal lumineux analysé.

- Le bruit des circuits électroniques de mesures.

1). - BRUIT ET FLUCTUATIONS DU SIGNAL LUMINEUX .

a) Fluctuation de la source de lumière :

L'intensité lumineuse de la lampe à électrodes de mercure fluctue en effet dans le temps entraînant une variation du flux lumineux diffusé. D'autre part, l'échantillon absorbant une certaine quantité d'énergie s'échauffe, et des courants de convections, des variations d'indice de l'échantillon, peuvent, en dépit des précautions prises, occasionner des perturbations d'intensité de la lumière diffusée.

b) Bruit de photons :

Le spectromètre doit analyser la lumière diffusée par l'échantillon. Celle-ci comporte, en plus des raies Raman (signal utile) un fond continu et des ghosts intenses (signal inutile).

Les fluctuations statistiques (bruit de photons) du signal reçu par le récepteur photoélectrique varient comme :

# $V_{I_t}$

I<sub>t</sub> étant le flux lumineux total à la longueur d'onde observée (utile + inutile).

-4-

2). - BRUITS DUS AUX CIRCUITS DE MESURE.

Ils prennent naissance au niveau du photomultiplicateur et sont fonction de la bande passante des circuits de mesure. Leur amplitude varie comme :

$$\sqrt{i_s + i_{th} + i_p} \quad x \quad \sqrt{\Delta F}$$

i<sub>s</sub> = est le courant de phototube dû au signal utile.

ith = est le courant de phototube dû à l'émission thermoélectronique, de la photocathode.

ip = est le courant de phototube dû au signal inutile (lumière parasite).

F = est la bande passante des circuits de mesure.

### B). - RAPPORT SIGNAL/BRUIT.

La qualité d'un enregistrement photoélectrique pourra être définie par le rapport N dit rapport signal/bruit.

> N = <u>amplitude du signal utile</u> amplitude du bruit

Le signal utile est proportionnel à la puissance du signal lumineux reçu par le phototube. Celle-ci varie comme :

$$P = C.M.L.S.T. \frac{d\Theta}{d\lambda} (\Delta \lambda)^2 \cdot \frac{h}{f}$$

C est une constante propre à chaque installation.

M le taux de modulation ( M < l pour tout système à modulation

M = 1 pour un système de mesure à courant continu).

L la luminance de l'échantillon.

S la surface utile du collimateur du spectromètre.

T la transmission optique totale de l'installation.

 $\frac{d\Theta}{d\lambda}$  la dispersion angulaire du spectromètre.

 $\Delta\lambda$  la largeur de fente.

h la hauteur de fente éclairée.

f la focale du collimateur.

Le rapport signal/bruit variera comme :

$$\frac{C.M.L.S.T.\frac{d\Theta}{d\lambda} \cdot (\Delta\lambda)^2 \cdot \frac{h}{f}}{\sqrt{i_s + i_{th} + i_p}} \sqrt{\Delta F}$$

C). - AMELIORATION DU RAPPORT SIGNAL/BRUIT.

Des travaux importants ont été réalisés au laboratoire de spectroscopie Raman à Lille (1). Ils ont contribué à une amélioration considérable du rapport signal/bruit.

Un point particulier a fait l'objet de notre travail : nous possèdions un spectromètre très lumineux, d'une hauteur de fente de 50 mm (voir page 8 ). Le rapport signal/ bruit est proportionnel à la <u>hauteur de fente éclairée</u> mais malheureusement nous ne pouvions pas éclairer une telle hauteur de fente. En effet, afin d'éviter au collimateur du spectromètre de "voir" les parois du tube Raman, l'optique habituelle d'éclairage de la fente, projetait dans le plan de celle-ci l'image d'un diamètre du tube avec un grandissement voisin de l (fig. 2-1 et 2-2). Il est évident que la hauteur de fente éclairée était limitée par le diamètre du tube. Celui-ci pour les plus grands volumes d'échantillons utilisés, ne dépassait guère 20 mm.

Nous avons donc, en premier lieu, cherché à éclairer, dans les meilleures conditions, une hauteur maximum de fente





Grandissement plus grand que 1: le spectrometre voit les parois du tube





### Chapitre II

### DESCRIPTION DU SPECTROMETRE EBERT FASTIE

Le spectromètre est un monochromateur type Ebert et Fastie très lumineux. Il permet l'enregistrement direct des spectres Raman, même de faible intensité. Le système dispersif est un réseau de diffraction de 1200 traits par mm, de très grande surface (206 x 126 mm). Il a un rendement maximum pour 5000 Å, avec un angle de blaze de 17°27'. Le constructeur (Bausch & Lomb) précise d'ailleurs que le blaze est conservé pour une large bande spectrale définie empiriquement. Celle-ci est égale à la longueur d'onde blazée divisiée par l'ordre dans lequel le réseau est utilisé. Dans le premier ordre par exemple, le blaze défini pour 5000 Å sera conservé pour les longueurs d'ondes comprises entre 2500 et 7500 Å.

Le réseau est utilisé dans le premier ordre. Le montage du type Ebert et Fastie est symétrique (fig.3):

- Une fente d'entrée F<sub>l</sub> de 50 mm de hauteur est située dans le plan focal d'un premier miroir sphérique convexe de 230 mm de diamètre. Son rayon de courbure est de 3200 mm.

- Le réseau de diffraction reçoit le faisceau de rayons parallèles issu du premier miroir collimateur et diffracte vers un second miroir sphérique identique au premier. Celui-ci réfléchit le faisceau lumineux diffracté en le focalisant sur la fente de sortie F<sub>2</sub>, haute de 50 mm.

Les fentes  $F_1$  et  $F_2$  sont deux arcs d'un même cercle de 284 mm de diamètre et centré sur l'axe de symétrie du montage. Fastie (2) montre en effet que l'image en  $F_2$ 

-8-



de la fente d'entrée F<sub>l</sub> est dans ce cas rigoureusement stigmatique, quelque soit d'ailleurs le diamètre du cercle sur lequel les fentes sont disposées symétriquement.

-9-

L'exploration linéaire en fréquence du spectre se fait par rotation du réseau. Celui-ci tourne autour de son axe vertical un système vis-écrou mû par un moteur synchrone déplaçant une barre rigide fixée au support du réseau.

Un phototube reçoit la lumière issue de la fente de sortie  $F_2$ , émet un courant électronique qui est amplifié et enregistré.

Les enregistrements photoélectriques se font avec une vitesse de balayage choisie en fonction de la constante du temps des circuits électriques. Compte tenu de la luminosité de l'appareil, nous pouvons prévoir l'exploration d'un spectre moyennement intense en un temps de l'ordre de la seconde. Des travaux à résolution élevée nécessitent un balayage plus lent. La dispersion réciproque de l'appareil est de 19,1 cm<sup>-1</sup> par mm pour 5000 Å.



Chapitre III

### CONDUCTEURS DE LUMIERE

L'angle solide disponible à la sortie du tube Raman permettrait d'éclairer, sans que la lumière parasite provenant des parois soit génante, un spectromètre dont l'orifice d'entrée serait un cercle. La fente d'entrée ne laisse passer qu'une très faible partie du flux lumineux ainsi disponible.

Nous avons pensé à une optique de transfert nous permettant :

1) - D'éclairer toute la hauteur de fente et de limiter la zone éclairée à une bande à peine plus large que la fente.

2) - De fournir cependant à chaque point de la fente un faisceau lumineux d'ouverture égale à celle du collimateur. En effet ceci réalise la condition <u>nécessaire</u> et <u>suffisante</u> pour que le réseau soit correctement éclairé.

Nous avons étudié les possibilités de remplir ces deux conditions grâce à des systèmes à "guides de lumière". On peut imaginer un tel"guide" dont l'orifice d'entrée est circulaire, l'orifice de sortie rectangulaire de même surface que l'entrée, étant adapté à la fente et couvrant toute sa hauteur. Par exemple, une fente de 50 mm x 0,7 mm serait ainsi éclairée par un "conducteur" dont l'orifice d'entrée serait un cercle de diamètre 6 mm, qu'il serait très faible d'illuminer dans de bonnes conditions à partir d'un tube Raman.

-10-

Pour simplifier l'étude expérimentale des différents conducteurs réalisés, nous avons remplacé le tube Raman, par une surface diffusante S (fig.3-2) réalisée par une lampe à mercure type Hilger.

## A). - CONDUCTEUR A FIBRES DE PETIT DIAMETRE.

Il est constitué par un très grand nombre de fibres optiques (50 Mde diamètre), fabriquées par l'American OpticalC

Chaque fibre est enrobée d'une matière de faible indice assurant les réflexions totales à l'intérieur de la fibre.Si.n<sub>1</sub> est l'indice de la fibre, n<sub>2</sub> celui de la matière enrobante, on peut montrer que pour une fibre ayant un rayon de courbure pas trop faible, (R)/diamètre plus grande que 20, tous les rayons incidents compris dans une cuve d'angle i tel que :

$$\sin \mathbf{\hat{\mu}} = \frac{1}{\mathbf{m}} \sqrt{n_{\mathbf{\hat{\mu}}}^2 - n_{\mathbf{\hat{2}}}^2}$$

subiront la réflexion totale et sortiront de la fibre.

Kapny (3) a mesuré la transmission de telles fibres ; elle est de 99,5 % par centimètre dans le visible. De telles fibres sont réunies en un paquet pour faire un conducteur du type défini précédemment (fig.4-1). La hauteur de fente éclairée est de 50 mm. La surface d'entrée à un diamètre de 6 mm.

En fait, ce conducteur transmettait bien (80%) la lumière, mais le faisceau issu du conducteur éclairait mal le collimateur. En effet la lumière sortant d'une fibre de petit diamètre est diffusée ou diffractée sous un angle



très grand dont le collimateur n'utilise qu'une faible partie. L'intensité obtenue avec une lentille éclairant la fente à partir d'une surface diffusante de 6 mm du diamètre (grandissement 1) était de l'ordre de 10 fois plus grande qu'avec le conducteur.

### B). - CONDUCTEUR PLEIN EN ALTUGLAS.

Le phénomène de diffusion étant dû aux dimensions micrométriques de la fibre, nous avons pensé à un conducteur unique plein, taillé dans une matière transparente, de forme analogue à l'enveloppe du faisceau de fibres précédent (fig.5-1). Il est taillé dans l'Altuglas (métacrylate de méthyle polyménisé (CH<sub>2</sub> =  $C - CH_3$ )n ), dont les propriétés COOCH<sub>3</sub>

mécaniques et optiques nous ont paru intéressantes. Il se travaille facilement et le polissage de chaque face du conducteur a été réalisée à l'aide d'une solution abrasive fournie par le fabricant. D'autre part, la flexibilité de la matière permettait d'adapter très facilement la surface de sortie du conducteur suivant la courbure de la fente du spectromètre.

L'indice du plexiglas pour la raie D du sodium est de 1,492 à titre de comparaison et de 1,529 pour le crown, 1,57 pour le flint. Pour une épaisseur de 3 mm la transmission est de 92 % dans le visible. Elle présente des bandes d'absorption dans l'infrarouge (12000, 14000 et 18000 Å). Dans l'ultraviolet la transmission est nettement meilleure que pour le verre optique.

Nous avons réalisé un tel conducteur : il était long de 120 mm, couvrait une hauteur de fente 50 mm sur une



largeur de 1 mm et sa surface d'entrée était un carré de 8 m de côté. Comme le conducteur précédent, il éclairait mal le collimateur du spectromètre. La fig.5-3 montre le trajet d'un rayon lumineux dans un plan horizontal : ce rayon sort de l'angle utile du collimateur.

D'autre part, (même figure) des rayons, même peu inclinés sur l'axe optique peuvent "sortir" par les faces latérales du conducteur avant même d'atteindre la fente.

Par contre, un conducteur analogue mais trapózoïdal (fig.6) a été placé contre la fente de sortie du monochromateur. Un photomultiplicateur RCA du type 6217 reçoit la lumière analysée par le spectromètre. Sa photocathode est placée contre la face de sortie du conducteur et reçoit cette fois toute la lumière. Ce montage a l'intérêt d'éviter l'emploi d'une optique encombrante dans le cas de fentes hautes.

C). - CONDUCTEUR A LAMES A FACES PARALLELES.

Des fibres rectangulaires (l20 x 10 mm) ont été découpées dans une feuille de plexiglas de 7/10 de mm (fig.7-Chaque face de la fibre a été dressée et polie. Cinq fibres ont été regroupées suivant le schéma de la fig. 7-2. La face d'entrée du conducteur avait une surface de 35 mm<sup>2</sup>. Et nous pouvions éclairer une fente de 5 x 10 = 50 mm sur une largeur de 0,7 mm.

Chaque fibre optique prise séparément transmettait très bien la lumière. L'éclairement de la fente à partir d'une surface de 8 mm à l'aide d'une lentille, nous donnait une intensité sensiblement double de celle obtenue avec le conducteur.

En fait, les pertes de lumière dans une telle optique de transfert avaient deux origines distinctes :





1) - Nombre pair ou impair de réflexions :

Considérons une lame de face parallèle inclinée d'un angle a sur l'axe optique (fig. 5-1 5-3), deux rayons incidents ayant pourtant la même inclinaison sortant du conducteur sous des angles totalement différents. Le rayon l ayant subi un nombre pair de réflexions se retrouve sensiblement dans l'axe optique ; le rayon 2 subissant un nombre impair de réflexions sort latéralement du conducteur.

Nous pouvons d'ailleurs faire la même remarque pour un conducteur ayant un certain rayon de courbure (fig.8). La symétrie du faisceau lumineux est totalement déformée à la sortie du conducteur. Nous avons remarqué qu'une faible déformation d'une des lames conductrice modifiait toujours l'éclairement du collimateur.

### 2) - Le polissage :

Il sera un facteur essentiel sur les réflexions, diffusions et les pertes sur les surfaces.

### CONCLUSION SUR L'OPTIQUE DE TRANSFERT.

Les conducteurs de lumière conduisent la lumière et nous avons toujours observé une bonne transmission. Ils restent donc valables dans la mesure où on utilise un récepteur placé contre la surface de sortie et dans ce cas leur application est intéressante (4). Notre problème était cependant différent · il fallait éclairer une surface située à une grande distance du conducteur. Le faisceau de sortie de l'optique de transfert était toujours trop ouvert: le collimateur de notre spectromètre ne recevait qu'une partie trop faible de l'énergie transmise.



### Chapitre IV

### MONTAGES A DOUBLE FAISCEAU

A). - MONTAGE A DOUBLE FAISCEAU MODULE. (5)

Il est difficile d'observer par enregistrement pho.toélectrique, en spectroscopie Raman, les raies de basses fréquences à cause du pied de la raie de diffusion Rayleigh.

Théoriquement cette raie Rayleigh devrait être de 100 à 1000 fois plus intense que les raies de diffusion, et dans ce cas favorable, il serait possible d'observer facilement les raies de basses fréquences.

Cependant à cause de la lumière parasite diffusée par le tube Raman, la raie Rayleigh se trouve considérablement intensifiée et elle devient parfois de l'ordre de 10<sup>6</sup> fois plus intense que les raies de diffusion Raman.

De ce fait, les vibrations de basses fréquences se superposent à un signal déjà très élevé. Elles deviennent très difficilement observables, étant donné qu'elles se trouvent "noyées" dans le bruit dû aux fluctuations de la lampe et dans le bruit de photons très important, à cause du signal inutile élevé que nous enregistrons.

Un montage à double faisceau modulé avait été proposé par Zubov et ses collaborateurs (6). Il permet d'éliminer électriquement la raie de diffusion Rayleigh ainsi que le fond continu au voisinage de cette raie.

-15-

I). - PRINCIPE DU MONTAGE A DOUBLE FAISCEAU (fig.9).

Il consiste à enregistrer pour une même longueur d'onde, la différence entre deux spectres.

- Un spectre (α) dit de mesure obtenu à partir d'un faisceau de lumière diffusée provenant du tube Raman.

- Un spectre (B) dit de référence obtenu à partir d'un faisceau lumineux provenant directement de la source lumineuse.

Ce système permet d'enregistrer à chaque longueur d'onde la différence d'intensité (a - b) des spectres  $\alpha$  et $\beta$ c'est-à-dire un spectre où les raies Rayleigh, les ghosts et le fond continu ont disparu.

II). - REALISATION DU MONTAGE OPTIQUE (fig.10).

La fente d'entrée du spectromètre est éclairée par les deux faisceaux distincts : l'un provenant du tube Raman TR, l'autre (pointillé) issu directement de la lampe. Les 4/5 de la hauteur de fente sont éclairés par le faisceau de diffusion Raman. Nous nous plaçons ainsi dans des conditions peu favorables du point de vue lumière parasite : éclairage de la fente avec un grandissement plus grand que l.

Un obturateur D, mû par un moteur synchrone M, permet d'éclairer la fente altérnativement par l'un et l'autre des faisceaux. Le réglage initial consiste à annuler l'intensité apparente ( $\alpha - \beta$ ) au centre de la raie Rayleigh. Le faisceau de référence a une intensité plus forte que celle du faisceau de mesure, et nous compensons à l'aide d'un coin absorbant C réglable.





# III). - CIRCUIT D'ENREGISTREMENT (fig.11)

Le courant électronique du photomultiplicateur traverse un premier circuit R.C. .Celui-ci nous permet de fixer une première constante de temps de mesure, très inférieure à la période de commutation de l'obturateur. La tension aux bornes de R est mesurée par un adaptateur d'impédance A de gain l. A la sortie de celui-ci la composante alternative seule est transmise à un filtre F (filtre Krohm Hite Modèle 330A) à bande passante étroite.A la suite de ce filtre, un détecteur nous permet de redresser le signal d'amplitude a<sub>0</sub>. Un second circuit R.C. fixe une constante du temps d'enregistrement nettement plus longue que la précédente.

# IV). - RESULTATS. (fig.13) (fig.14).

a) Nous avons éliminé l'excitatrice du spectre et observé pour les basses fréquences des raies jusqu'alors difficilement décelables par enregistrement photoélectrique. Nous pouvons en particulier, étudier le spectre de composés lourds, tels que  $CdI_A^{--}$  (7).

b) Nous avons éclairé la fente du monochromateur avec un grandissement supérieur à l, c'est-à-dire dans des conditions défavorables au point de vue rapport <u>signal utile</u> Pourtant les ghosts et une partie du fond continu sont totalement abscents du spectre. Ce dispositif permet donc d'éclairer plus facilement la fente d'entrée du spectromètre.

-17-



c) Au point de vue rapport signal/bruit, nous enregistrons la différence de deux signaux et il est évident que nous additionnerons dans cette opération les bruits respectifs de chaque signal.

Les bruits statistiques sur a et b s'ajouteront toujours et l'amplitude du bruit variera comme  $V_{a} + V_{b}$ .

-18-

Au voisinage des basses fréquencs, nous pouvons constater qu'une partie du bruit sur le fond continu dû aux fluctuations de la source est éliminé . Cependant les fluctuations d'intensité de la raie Raman elle-même ne sont pas modifiées.

d) Au voisinage de la fréquence zéro, compte tenu de l'in tensité élevée des flux lumineux reçus par le récepteur photoélectrique, les circuits électroniques ne répondent plus linéairement et un phénomène de saturation se produit. Pour cette raison, la compensation sur la fréquence zéro, sera faite sous une haute tension d'alimentation de phototube réduite.

### B). - MONTAGE A COURANT CONTINU.

La modulation entraîne obligatoirement une perte d'information. L'énergie utile étant forcément divisée en deux. Un montage en courant continu où le taux de modulation est égal à l, sera meilleur au point de vue rapport signal/bruit.

### I) MONTAGE OPTIQUE :

Il est identique au précédent. Les faisceaux ne sont plus modulés. Le coin absorbant permet la compensation pour la fréquence zéro du spectre. Cependant pour éviter la saturation des circuits électroniques, un filtre absorbant fortement les deux faisceaux est interposé au moment du réglage initial de compensation sur la raie excitatrice.

### II) CIRCUITS D'ENREGISTREMENT (fig.12):

Deux photomultiplicateurs reçoivent séparément les deux faisceaux issus de la fente de sortie  $F_2$ . Les deux courants électroniques respectifs sont amplifiés et filtrés par deux circuits de mesure distincts et leur différence est enregistrée par un millivoltmètre électronique Philips. Les deux constantes de temps d'enregistrement  $R_1 C_1$ ,  $R_2 C_2$ sont choisies identiques.

### RESULTATS.

Ce montage offre les mêmes possibilités que le précédent. Les spectres obtenus sont cependant meilleurs au point de vue bruit (fig.15).



Chapitre V

### EXEMPLES DE SPECTRES

Nous avons fait, pour observer des basses fréquences, le spectre d'un composé lourd :  $CdI_A^{--}$  (7).

A titre de comparaison nous présentons sur la même fig.l3, trois spectres de ce composé :

1) L'un obtenu par enregistrement photoélectrique habituel (monofaisceau).

2) Le spectre obtenu en double faisceau modulé.

3) Celui obtenu par enregistrement au microdensitomètre d'une plaque photographique.

Nous remarquons que les fréquences 44 et 36 cm<sup>-1</sup> pratiquement confondues avec l'excitatrice dans le premier cas, apparaissent très clairement en double faisceau. Les fréquences sont moins bien résolues dans le troisième cas, en raison de la saturation de la plaque photographique. De plus, en double faisceau des fréquences nouvelles encore plus basses apparaissent. Celles-ci paraissent n'avoir jamais été observées et pourront faire l'objet d'études intéressantes.





Une même comparaison entre deux spectres de CCl<sub>4</sub> (fig.l4) en mono et double faisceau illustre bien l'intérêt du nouveau montage. En double faisceau, le fond continu près de l'excitatrice est totalement disparu, ainsi que les ghosts du réseau (repérés par G)sur l'enregistropent en monofaisceau.

La fig.15 est un spectre de CCl<sub>4</sub> en double faisceau (excité par 4358 Å de mercure) enregistré en courant continu. Le rapport signal/bruit est suffisamment élevé pour que des raies peu intenses, excitées par la raie satéllite 4348 Å soient très nettement visibles.

Mesure en courant continu



### CONCLUSION

Il ne nous a pas été possible de réaliser une optique de transfert avantageuse à conducteur de lumière. Nous sommes quand même parvenus à éclairer 40 mm de hauteur de fente du monochromateur et à obtenir à l'aide de montages à double faisceau des spectres sans fond continu et sans ghosts. Nous avons contribué à une amélioration certaine du rapport <u>signal utile</u>.

Certes, ces montages ne réduisent pas le bruit d'enregistrement, mais celui-ci, même aux basses fréquences reste suffisamment faible pour que des raies qui étaient jusqu'alors à peine descernables sur un enregistrement de pente très abrupte deviennent facilement observables.



### BIBLIOGRAPHIE

-23-

1) M.DELHAYE. Thèse Fac.Lille (juin 1960).

2) W.G.FASTIE. J.O.S.A. 42 p.641 (1952).

3) KAPANY. J.O.S.A. 47 p.416. (1957).

4) KAPANY. Opt.Acta. G.B. 7, nº3 201-17 (1960).

5) J.WROBEL et M.DELHAYE. Soc. Chim. France (en impression).

6) ZUBOV. Optika. i. Spektroskopya . tome VI nº6 p.827.(1959)

7) SPECQ THERASSE. D.E.S. Fac.Lille (juin 1962).