



# **Application des cellules au sulfure de plomb à la spectrographie infrarouge**

Romain Mathis, F. Bosson, G. Gauthier, M. Larnaudie

## **► To cite this version:**

Romain Mathis, F. Bosson, G. Gauthier, M. Larnaudie. Application des cellules au sulfure de plomb à la spectrographie infrarouge. *Journal de Physique et le Radium*, 1950, 11 (6), pp.300-304. <10.1051/jphys-rad:01950001106030000>. <jpa-00234259>

**HAL Id: jpa-00234259**

**<https://hal.science/jpa-00234259v1>**

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.



HAL Authorization

## APPLICATION DES CELLULES AU SULFURE DE PLOMB A LA SPECTROGRAPHIE INFRAROUGE

Par M<sup>me</sup> R. MATHIS, MM. F. BOSSON, G. GAUTHIER et M. LARNAUDIE.

**Sommaire.** — Il a été réalisé un amplificateur à trois étages pour l'étude de l'infrarouge au moyen d'une cellule au sulfure de plomb et d'un spectrographe à réseau (région de 1,5 à 2,8  $\mu$ ). La résolution de l'appareil a été étudiée au moyen de l'absorption de la vapeur d'eau atmosphérique.

L'utilisation des cellules au sulfure de plomb en infrarouge est encore récente, mais semble devoir prendre un développement considérable, dû à leur grande sensibilité et à leur réponse relativement rapide [1]. Nous avons utilisé deux de ces cellules avec des amplificateurs à résistances et des monochromateurs de type classique à réseaux différents. Le montage spectrographique que nous rappelons (fig. 1) est bien connu et a été décrit antérieurement

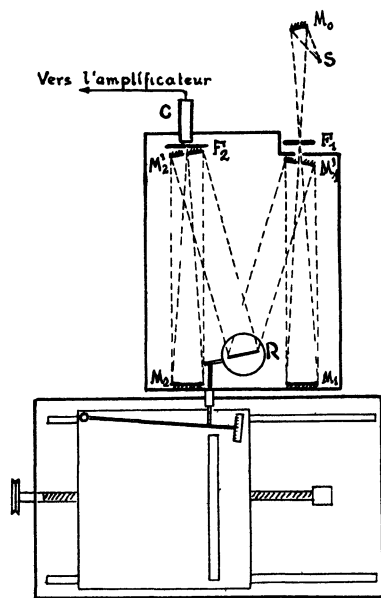


Fig. 1 — Schéma du spectrographe et de l'enregistreur.  
S, source; M<sub>0</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, miroirs concaves,  
M<sub>1</sub>', M<sub>2</sub>', miroirs plans, R, réseau, C, cellule receptrice

par MM. Lecomte et Lambert [2]. La source est une lampe d'auto légèrement survoltée; l'image du filament est formée, à l'aide d'un miroir sphérique aluminé, sur la fente d'entrée du spectrographe; le faisceau est repris par un ensemble de miroirs plans et concaves permettant d'éclairer en lumière parallèle un réseau, et l'image de la fente d'entrée est formée, à l'aide de ce dispositif, sur une fente de sortie placée contre la surface sensible de la cellule. Un secteur tournant permet d'envoyer sur

la cellule de la lumière modulée à la fréquence voulue. La cellule est suivie d'un amplificateur à la construction et à l'étude duquel nous nous sommes particulièrement attachés, afin d'obtenir une amplification suffisante, tout en réduisant au maximum le bruit de fond, conditions nécessaires si l'on veut étudier des phénomènes de faible amplitude, tels que ceux observés dans l'étude de la structure fine des bandes de vibration-rotation des molécules. La tension amplifiée et redressée est appliquée aux bornes d'un galvanomètre, dont le spot impressionne une feuille de papier photographique, se déplaçant grâce au dispositif mécanique de MM. Lecomte et Lambert.

**Dispositif d'amplification** — Il est constitué par un amplificateur à courant alternatif à trois étages, dont nous indiquons le schéma à la figure 2. Le courant redressé est obtenu à partir du secteur au moyen d'une boîte d'alimentation stabilisée par stabilovolt, fournissant une haute tension de 280 V. La cellule est alimentée par une tension obtenue à partir du 280 V, et dont la constance est assurée par un fort découplage RC; il en est de même des tensions plaques et écrans des tubes. On a admis qu'une constante de temps égale à dix fois la fréquence de modulation utilisée était suffisante. Les tensions grilles sont assurées par un montage potentiométrique placé entre les bornes d'un accumulateur de 6 V, permettant de mettre directement les cathodes à la masse. Sur la première lampe, un filtre en double, T [3] permet d'ajuster le maximum de la bande passante à la fréquence de modulation (130 p.p.s). La courbe de la figure 3 montre le pourcentage d'intensité transmis en fonction de la fréquence.

L'amplificateur peut, grâce à l'interrupteur I, être utilisé avec deux ou trois lampes, et le coefficient d'amplification peut varier dans le rapport de 1 à 10, quand on modifie la résistance de fuite de la grille du deuxième tube dans ce rapport. Une contre-réaction d'intensité sur le circuit de la troisième lampe permet à celle-ci d'amplifier dans un rapport constant pour un grand domaine de tensions. Un autotransformateur adapte les impédances des circuits du troisième tube et de la redresseuse (6H6).

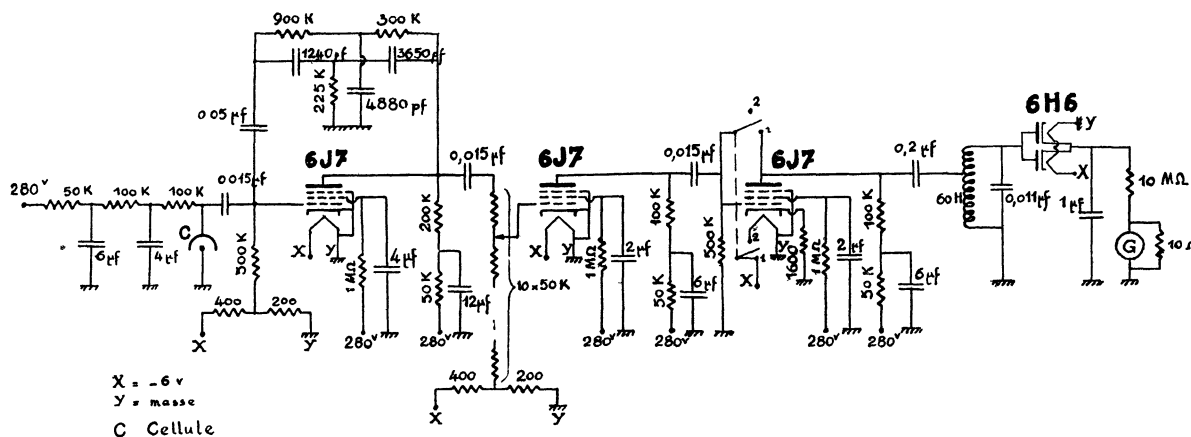


Fig. 2. — Schema de l'amplificateur

La tension redressée est appliquée à un galvanomètre shunte convenablement, et utilise en volt-mètre, grâce à une forte résistance additionnelle de  $10\text{ M}\Omega$ . La constante de temps du circuit de

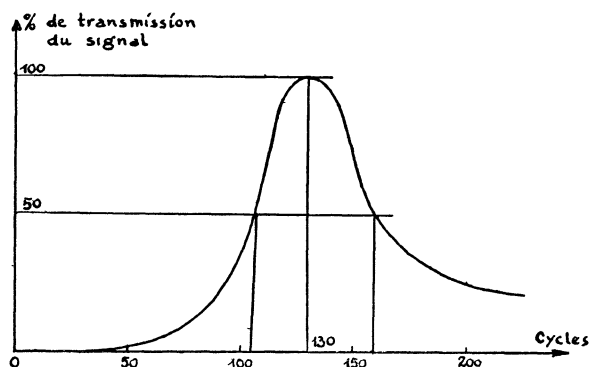


Fig 3

sortie est réglée de façon à être légèrement inférieure à celle du galvanomètre muni de son shunt. De grandes précautions doivent être prises, relativement au filtrage et au blindage (contre le 50 p en particulier), si l'on veut éliminer au maximum les parasites et les oscillations de relaxation.

**Étude de l'ensemble du spectrographe.** — Nous avons étudié l'ensemble cellule-amplificateur-galvanomètre, en envoyant sur la cellule, au moyen d'un corps noir, un flux déterminé; la température du corps noir, sa surface et la surface de la cellule étant connues, nous pouvons déterminer l'énergie en watts correspondant au bruit de fond et par conséquent au minimum détectable.

Ce bruit de fond peut être défini par le carré moyen des fluctuations de tension enregistrées. Nous nous sommes contentés d'observer ces fluctua-

tions pendant le temps correspondant à l'enregistrement d'un spectre, et dans diverses conditions. Nous rapportons plus loin les résultats. Le bruit de fond est naturellement d'autant plus faible que la constante de temps de l'appareil de mesure est plus grande. Nous avons concilié au mieux celle-ci avec la nécessité d'un enregistrement suffisamment rapide et nous avons constaté que l'appareil ainsi réalisé permettait de détecter avec certitude une puissance de  $10^{-10}\text{ W}$ .

Deux exemplaires de ce type d'amplificateur ont été construits simultanément au Laboratoire d'Électronique de la Marine. Ils ont été étudiés et utilisés tous les deux avec un spectrographe infrarouge du type que nous avons décrit, l'un avec un réseau « échelle » de 82 traits : mm, l'autre avec un réseau de 580 traits : mm. Ils ont donné des résultats tout à fait comparables.

**Ensemble cellule - amplificateur - spectrographe à réseau de 82 traits : mm.** — Nous avons fait d'abord une étude du zéro de l'appareil, en utilisant successivement deux lampes puis trois lampes 1, 2, ..., 10 10. Les zéros obtenus sont indiqués sur la figure 4. Nous les avons enregistrés pour une cellule non éclairée et pour une cellule éclairée avec des fentes d'entrée et de sortie (a) de 0,04 mm et (b) de 0,08 mm. On remarque que le zéro est moins bon quand la cellule est éclairée.

Le spectrographe à réseau « échelle » utilisé a un pouvoir de résolution théorique de  $5\text{ Å}$ , qui est atteint pour des fentes de 0,04 mm environ. Dans ces conditions, une déviation convenable du spot (15 à 20 cm) s'obtient avec une amplification par trois lampes 1 à 2/10, dans la région de  $2,7\text{ }\mu$  où la sensibilité de l'ensemble décroît déjà fortement. Cette amplification peut être réduite et le zéro devient excellent au voisinage du maximum de la courbe de sensibilité de l'ensemble. Cette courbe est indiquée sur la figure 5.

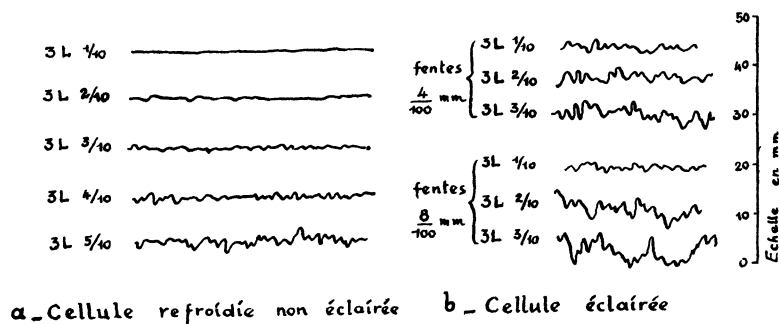


Fig. 4.

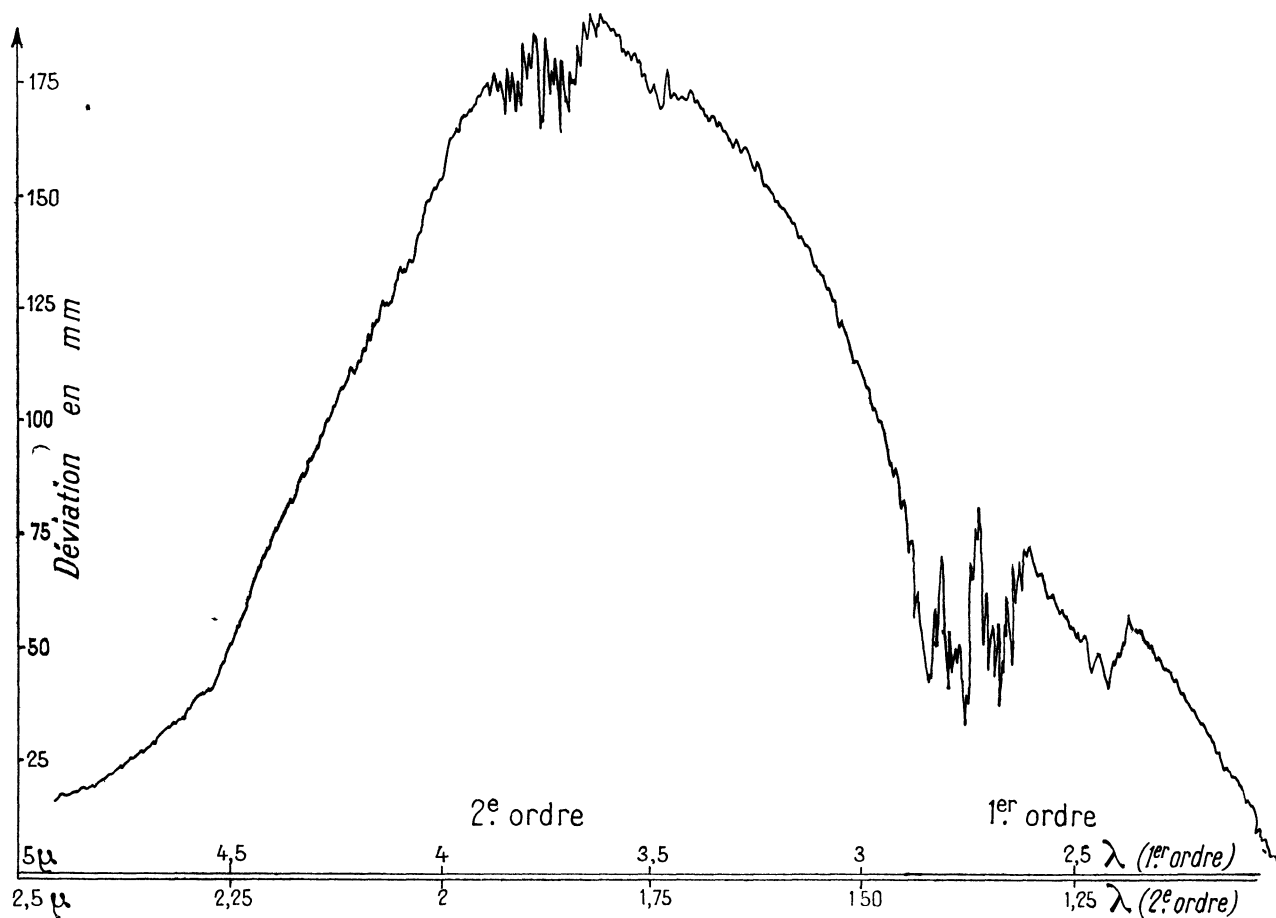
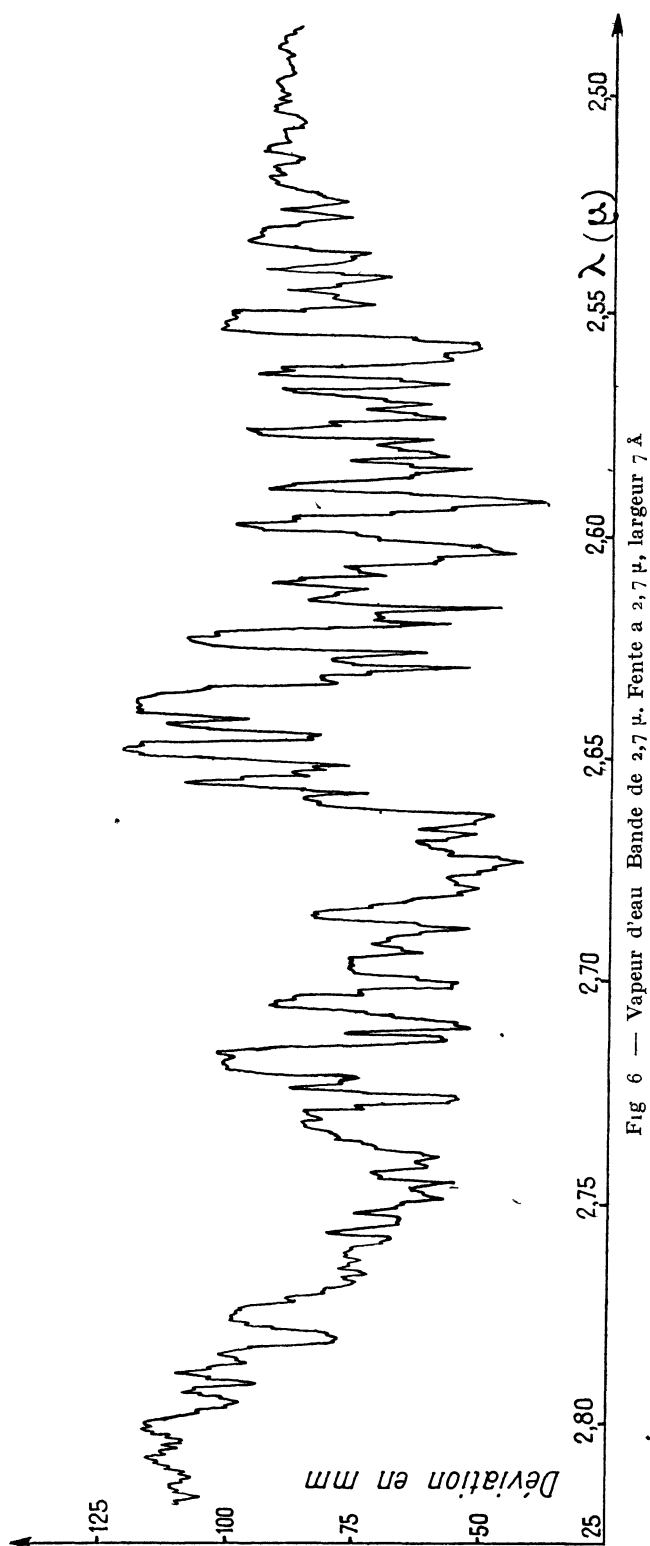
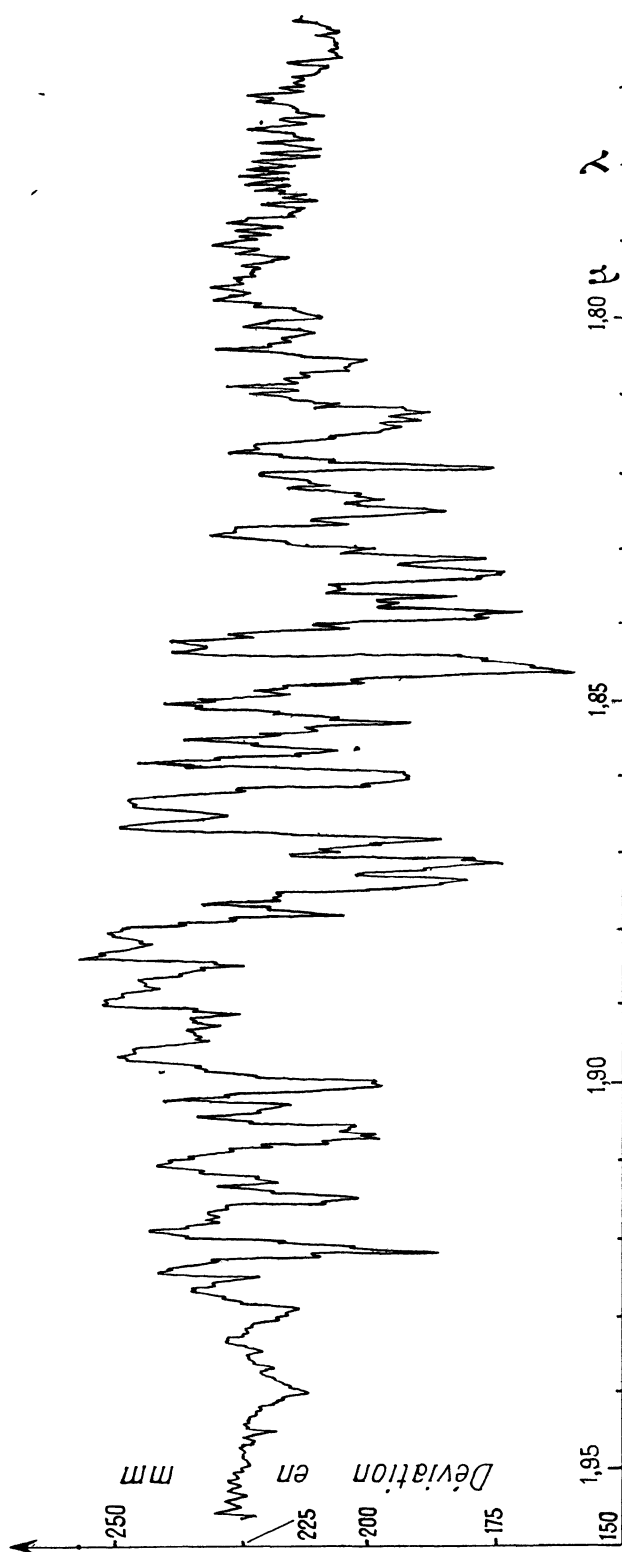


Fig. 5.

L'ensemble peut être utilisé de  $2\mu$  à  $2,85\mu$  dans le premier ordre, de  $1,45\mu$  à  $2,45\mu$  dans le second ordre; soit de  $1,45\mu$  à  $2,85\mu$ . Nous indiquons (fig. 6 et 7) deux bandes de la vapeur d'eau que nous avons obtenues lors du réglage de l'appareil à  $2,7\mu$  et à  $1,8\mu$ . Ces spectres ont été enregistrés avec la résolution maxima du spectrographe.

**Ensemble cellule - amplificateur - spectro - graphe à réseau de 580 traits : mm.** — Pour avoir

une déviation convenable du spot d'enregistrement, il faut ouvrir les fentes à quelques centièmes de millimètre, couvrant ainsi 2 à 3 Å dans le spectre, alors que le pouvoir de résolution théorique du réseau descend à quelques dixièmes d'angstroms. L'enregistrement du spectre correspond à 6-8 Å : mm, suivant la région considérée. La sensibilité de la cellule au PbS diminue rapidement vers le visible, mais elle est encore bonne à  $0,72\mu$ , puisque nous avons pu mettre en évidence la bande CH du bromo-

Fig 6 — Vapeur d'eau Bande de 2,7  $\mu$ . Fente a 2,7  $\mu$ , largeur 7  $\text{\AA}$ Fig 7. — Vapeur d'eau. Bande de 1,87  $\mu$ . Fente a 1,87  $\mu$ , largeur 5  $\text{\AA}$ 

forme à cette longueur d'onde. Du côté des grandes longueurs d'onde, le spectre du réseau devient imaginaire après 2  $\mu$ .

Nous avons fait, sur ce spectrographe, une série de mesures du même genre que celles effectuées avec le spectrographe décrit précédemment et

portant sur le bruit de fond de l'appareil. Ces mesures s'avèrent tout à fait du même ordre de grandeur.

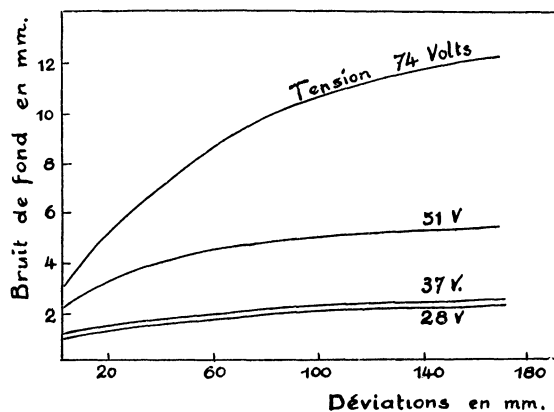


Fig 8 — Etude du bruit de fond de la cellule pour différentes tensions d'alimentation en faisant varier la fente de sortie.

Nous avons de plus cherché à déterminer la tension optima de fonctionnement de la cellule. La figure 8

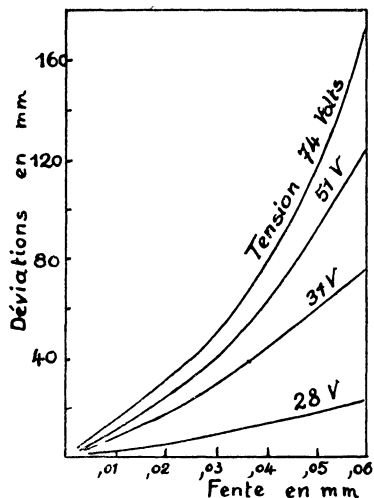


Fig 9 — Comparaison des reponses de la cellule pour différentes tensions d'alimentation.

montre que, pour une amplification fournie par trois lampes 1/10, le bruit de fond diminue conside-

ramblement, pour une deviation donnée du spot, en baissant la tension d'alimentation de la cellule. Toutefois, au-dessous d'une tension de l'ordre de 35 V, on gagne très peu sur le bruit de fond. C'est précisément pour des tensions inférieures à 35 V que les reponses diminuent plus rapidement, comme le montre la figure 9. Il y a donc une tension de meilleur regime, qui est de 35 V pour la cellule en question.

La figure 9, obtenue en faisant varier la largeur de la fente de sortie, ou l'énergie reçue par la cellule, demontre de plus ceci : on y voit qu'il semble exister vers 28 V, une tension pour laquelle la deviation du spot (ou la transmission d'une substance quelconque) est fonction linéaire de l'énergie reçue, dans un etroit domaine spectral. Ce phenomene permettrait de faire des mesures plus precises de pourcentage d'absorption qu'avec une cellule photo-electrique.

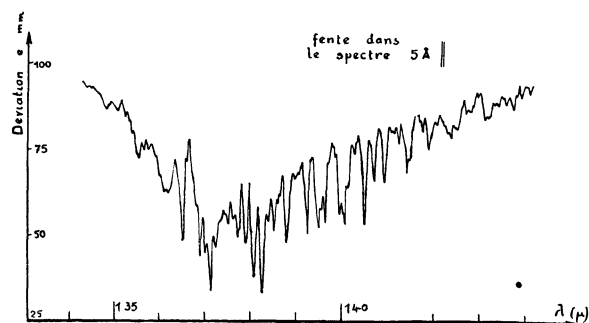


Fig. 10 — Transmission de la vapeur d'eau dans la région de 1,38 μ.

Nous reproduisons (fig. 10), la bande d'absorption de la vapeur d'eau atmospherique à 1,38 μ, obtenue au cours de la determination experimentale du pouvoir de resolution efficace du spectrographe à reseau de 580 traits : mm.

Ce travail a été effectuée grâce aux crédits fournis par le Centre national de la Recherche scientifique.

Nous exprimons notre gratitude à M. J. Cabannes, directeur du Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, et à MM. J. Lecomte et P. Barchewitz.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à M. Lallemand, qui n'a cessé de nous aider de ses conseils pendant la construction des amplificateurs.

Manuscrit reçu le 10 mars 1950

#### BIBLIOGRAPHIE.

- [1] LALLEMAND A et MUNSCH M — Techniques générales du laboratoire de Physique *C N R S*, 1947, vol 2, 303
- [2] LECOMTE et LAMBERT — *C R Acad Sc*, 1936, **203**, 164-167.
- [3] GIVENS et SABY. — *Rev of Sc Instr*, 1947, **18**, 342