



Mesures dans l'infrarouge avec un prisme en iodure de césium

Earle K. Plyler

► To cite this version:

Earle K. Plyler. Mesures dans l'infrarouge avec un prisme en iodure de césium. Journal de Physique et le Radium, 1954, 15 (6), pp.519-520. 10.1051/jphysrad:01954001506051900 . jpa-00234981

HAL Id: jpa-00234981

<https://hal.science/jpa-00234981>

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.

MESURES DANS L'INFRAROUGE AVEC UN PRISME EN IODURE DE CÉSIIUM

Par EARLE K. PLYLER,

National Bureau of Standards. Washington, D. C. (Etats-Unis).

Dans une récente « Lettre à l'éditeur » du *Journal of the Optical Society of America* ⁽¹⁾, on avait montré qu'un prisme en iodure de césium permet des mesures dans l'infrarouge jusqu'à $54\ \mu$. De nouvelles expériences ont été faites et sont décrites dans le présent Mémoire. On a particulièrement examiné la question des filtres, qui réduisent la radiation diffusée dans la région des grandes longueurs d'ondes du spectre infrarouge. On a considéré la question des angles les plus favorables pour les prismes en iodure de césium, et des mesures ont été faites avec deux prismes d'angles 14 et 35° ; les résultats de cette étude comparative sont discutés.

La Harshaw Chemical Company a fabriqué un cristal d'iodure de césium, dans lequel il a été possible de tailler un prisme d'angle 35° dont les faces avaient environ $50 \times 58\text{ mm}$. La section droite du prisme avait approximativement la même surface que la section du faisceau provenant du collimateur. La pureté chimique de la substance a été déterminée par des analyses de coupes prises au voisinage des faces du prisme. Le résultat de ces analyses montra que l'iodure de césium était très pur. En pourcentage vis-à-vis de la substance entière, les impuretés détectées ont été : 0,001 de brome, 0,001 de chlore, 0,001 de sodium et 0,025 de potassium; le magnésium et le calcium n'ont pas été mis en évidence; ils ne pouvaient donc exister qu'en proportion inférieure à 1/1000 000. De si petites quantités d'impuretés ne peuvent affecter sensiblement la limite de transparence de l'iodure de césium vers les grandes longueurs d'onde.

Le prisme en iodure de césium fut alors placé dans un spectromètre Perkin-Elmer 12 C et le système optique réglé au moyen des raies visibles d'un arc au mercure. Le tambour fut ensuite tourné de façon à faire tomber sur la fente de sortie la région au delà de $25\ \mu$. On réglait ensuite le miroir collimateur de façon à obtenir la résolution optimum pour les raies d'absorption de la vapeur d'eau, observées dans la région des grandes longueurs d'onde, et aucun changement n'a été apporté au spectromètre, sinon l'installation d'une pile à vide avec une fenêtre en iodure de césium.

A $40\ \mu$, près de 80 pour 100 des elongations sont dues à de la lumière parasite. On a trouvé que celle-ci était fortement diminuée en utilisant un filtre par réflexion au lieu du miroir plan dans le compartiment de la source. Ce filtre par réflexion était obtenu en dépolissant la surface d'une lame d'argent de mêmes

dimensions que le miroir. Pour cela, l'argent était d'abord soigneusement poli puis dépoli par quelques passes de toile émeri fine. Une réduction plus importante de la lumière parasite peut être obtenue par une toile émeri plus grossière, mais les sillons profonds ainsi produits causent quelques pertes d'énergie dans la région étudiée. Après quelques essais, on arrive à obtenir un filtre qui réduit la radiation parasite d'un facteur 10, et la radiation désirée de quelques pour-cent seulement. Le rayonnement parasite était encore diminué en utilisant une fenêtre de polyéthylène enduite de noir de fumée. Ce dépôt était obtenu en tenant le film au-dessus d'un petit morceau de camphre en combustion. En utilisant ces deux filtres, on a trouvé que la radiation parasite correspondait à 3 pour 100 environ de l'énergie totale à $40\ \mu$ et à 12 pour 100 à $50\ \mu$. Le prisme a été également étudié avec le système Walsh à double passage. La radiation parasite correspond, dans ce cas, à la moitié environ de l'énergie totale reçue à $40\ \mu$; si l'on y ajoute les deux filtres, la radiation parasite ne représente plus que 1 pour 100 à $40\ \mu$ et moins de 2 pour 100 à $45\ \mu$.

Le spectromètre était étalonné en identifiant les raies observées dans la vapeur d'eau atmosphérique et en se servant des nombres d'ondes donnés par Randall et col. ⁽²⁾. Le travail de Randall et de ses collaborateurs ayant été réalisé avec un réseau, il n'est pas possible de reproduire exactement leurs résultats avec un appareil à prisme. Dans certains cas, l'enregistrement avec l'appareil à prisme ne fournit qu'une raie ou une bande, là où le réseau en montre cinq ou six. L'étalonnage était réalisé en utilisant, soit des raies simples, soit des raies doubles, quand la forme de leurs composantes pouvaient être estimées avec précision. On trace une courbe donnant les divisions du tambour en fonction du nombre d'ondes; les nombres d'ondes correspondant à des bandes de la vapeur d'eau plus complexes, étaient ensuite déterminés sur la courbe. Les valeurs, données par Randall et col. ne sont pas corrigées par rapport aux valeurs des nombres d'ondes dans le vide. Ces corrections n'ont pas été faites dans le présent travail, car elles sont faibles ($\pm 0,06$ pour 250 cm^{-1}), et sont probablement négligeables en spectroscopie dans les grandes longueurs d'ondes, en utilisant un prisme.

Avec l'étalonnage précédent, les bandes d'absorption peuvent être déterminées à $\pm 0,5\text{ cm}^{-1}$, au moins.

Voici les différents types de mesure qui ont été

⁽¹⁾ EARLE K. PLYLER et NICOLÒ ACQUISTA, *J. Opt. Soc. Amer.*, 1953, **43**, 212.

⁽²⁾ RANDALL, DENNISON, GINSBURG et WEBER, *Phys. Rev.*, 1937, **52**, 160.

effectués : la partie supérieure de la figure 1 montre les raies d'absorption de la vapeur d'eau, de 419 à 192 cm^{-1} , c'est-à-dire de 27 à 52 μ , en utilisant le système à simple passage. La déviation a été portée en fonction de la longueur d'onde, la fente étant ouverte graduellement depuis 0,2 mm à 23 μ , jusqu'à 1,6 mm à 52 μ . Une petite quantité d'énergie était décelable au delà de 52 μ , mais insuffisante pour faire de bonnes mesures. Les raies d'absorption de la vapeur d'eau, distantes de 2 cm^{-1} ont été résolues avec le prisme de 35°, mais elles le sont davantage en utilisant le dispositif de Walsh à double passage; dont les seuls inconvénients sont de limiter le domaine spectral vers les grandes longueurs d'onde et d'augmenter l'intensité des bandes atmosphériques de la vapeur d'eau. Ce spectre, observé avec le dispositif du double passage, est également représenté sur la

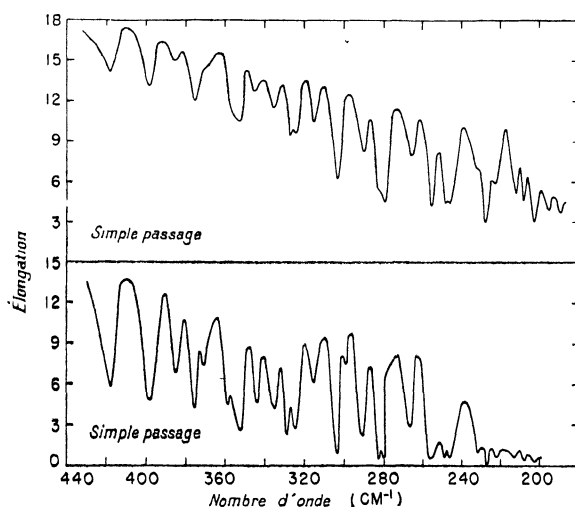


Fig. 1. — Le spectre de la vapeur d'eau de 200 à 440 cm^{-1} mesuré à l'aide d'un prisme en iode de césium.
Sous la courbe inférieure,
lire double passage au lieu de simple passage.

figure 1. Les progrès qu'il apporte dans la résolution sont très visibles en particulier dans les régions de 323 et 280 cm^{-1} ; on se rend compte également, sur la figure, que ce dispositif augmente beaucoup l'intensité des bandes de l'eau, et que les mesures d'absorption deviennent fort difficiles au delà de 260 cm^{-1} , en raison de la faible énergie disponible.

Afin de diminuer l'intensité des bandes de l'eau, on a introduit P_2O_5 comme desséchant dans le monochromateur, ce qui a considérablement amélioré l'observation de faibles bandes d'absorption super-

posées aux bandes de l'eau. Ces bandes sont d'ailleurs utiles pour l'étalonnage de l'appareil, quand on veut étudier d'autres substances, mais se montrent gênantes quand on veut déterminer le profil des bandes d'un gaz.

Employer le dispositif du double passage revient à peu près à doubler l'angle réfringent du prisme. En étudiant les résultats de l'absorption de la vapeur d'eau dans l'air (fig. 1), on peut voir que la coupure du prisme passe de 52 μ , pour le simple passage, vers 45 μ pour le double passage. Afin de se rendre compte de la limite de transparence de la substance dans l'infrarouge, on a taillé et poli un prisme d'angle 14°; la coupure avait lieu vers 56 μ avec le simple passage. Quand on dispose d'instruments à simple et double passage, un prisme d'angle 20 à 25° semble convenir pour des mesures jusqu'à 50 μ avec le double passage et jusqu'à 54 μ avec le simple passage.

En vue d'obtenir des fenêtres transparentes pour les cuves, des mesures ont été faites sur diverses substances entre 40 et 50 μ . Le polyéthylène et le polystyrène transmettent environ 90 pour 100 de l'énergie dans cette région, sous des épaisseurs de 0,1 et 0,06 mm respectivement; on les a utilisés comme fenêtres pour le spectromètre. La fenêtre en polyéthylène a été noircie au noir de camphre et utilisée à l'entrée du monochromateur; des films en polyéthylène d'épaisseurs allant jusqu'à 1 mm ont été utilisés pour faire des cuves d'absorption; des fenêtres taillées dans des cristaux sont à préférer à cause de leur rigidité pour les cuves à liquides. Les transmissions des trois cristaux CsBr, TlBrI et CsI ont été mesurées. CsI convient le mieux pour les prismes et les fenêtres, car sa transmission reste uniformément élevée dans cette région, tandis que celles du TlBrI et du CsBr décroissent rapidement après 40 μ .

Les prismes de CsI seront incontestablement très précieux pour déterminer les structures moléculaires. En effet, beaucoup de molécules lourdes, contenant des atomes de Cl, Br, I, ont des fréquences fondamentales situées au-dessous de 260 cm^{-1} . Jusqu'à maintenant, en classant en spectroscopie moléculaire les fréquences fondamentales des molécules, on obtenait les fréquences non observables par analogie avec des molécules semblables connues, ou bien en étudiant les bandes de combinaison vers les plus courtes longueurs d'onde. De plus, il y avait toujours quelque incertitude quant à la forme de la bande et, par suite, cette méthode ne conduisait pas toujours à des attributions correctes. Il est possible, maintenant de situer avec précision les bandes d'absorption placées entre 260 et 195 cm^{-1} et de déterminer le profil des bandes par un enregistrement soigné du spectre.