



**HAL**  
open science

## II. - Mise en pratique des méthodes interférentielles autres que le Fabry-Perot - Spectres d'absorption atomosphérique dans l'infra-rouge lointain par interférométrie a deux ondes

H.A. Gebbie

► **To cite this version:**

H.A. Gebbie. II. - Mise en pratique des méthodes interférentielles autres que le Fabry-Perot - Spectres d'absorption atomosphérique dans l'infra-rouge lointain par interférométrie a deux ondes. Journal de Physique et le Radium, 1958, 19 (3), pp.230-232. 10.1051/jphysrad:01958001903023000 . jpa-00235821

**HAL Id: jpa-00235821**

**<https://hal.science/jpa-00235821>**

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.

## II. — MISE EN PRATIQUE DES MÉTHODES INTERFÉRENTIELLES AUTRES QUE LE FABRY-PEROT

### SPECTRES D'ABSORPTION ATMOSPHERIQUE DANS L'INFRA-ROUGE LOINTAIN PAR INTERFÉROMÉTRIE A DEUX ONDES

Par H. A. GEBBIE

Département d'Astrophysique et de Météorologie Physique.  
University John Hopkins, Baltimore, U. S. A.

**Résumé.** — Pour les longueurs d'ondes inférieures à celles des micro-ondes (où existent des générateurs cohérents), les méthodes d'interférence à deux ondes présentent des avantages appréciables par rapport aux méthodes spectroscopiques usuelles. Un exemple de spectre infra-rouge lointain obtenu par analyse numérique à partir d'un interférogramme est donné.

**Abstract.** — For wavelengths shorter than microwaves, (where coherent generators are available), two beam interference methods have distinct advantages over usual spectroscopic methods. An example of a far infrared spectrum obtained from an interferogram by numerical analysis is given.

On donne ici quelques résultats obtenus par Fourier *a posteriori* en spectroscopie de l'infra-  
interférométrie à deux ondes et transformation de rouge lointain. Les méthodes générales sont consi-

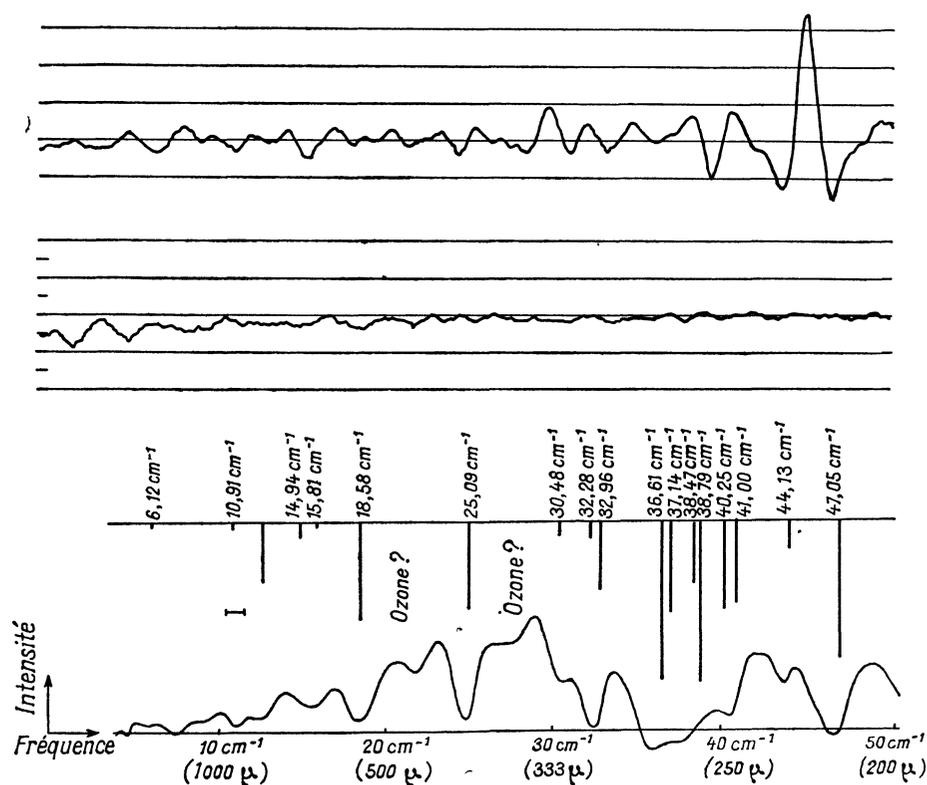


FIG. 1.

dérées ici plutôt que les spectres eux-mêmes parce que ces techniques peuvent être utilisées avec avantage dans d'autres régions de longueurs d'onde.

Les avantages de l'interférométrie à deux ondes au point de vue de la quantité d'information obtenue par unité de temps, ont été indiquées par

Fellgett [1], et mises sous forme quantitative par Jacquinet [2]. En plus de cette importante qualité cette technique d'observation des spectres comporte d'autres avantages. Tout d'abord la simplicité instrumentale des interféromètres à deux ondes permet des observations de la plus haute précision, et deuxièmement l'étape ultérieure nécessaire pour obtenir le spectre peut être faite par des méthodes qui n'impliquent pratiquement aucune perte d'information. Pour étendre ces considérations il faut mentionner l'utilité du concept de corrélation et insister sur la valeur des développements de la théorie de l'information appliquée aux problèmes spectroscopiques. Toute la spectroscopie, pour les fréquences supérieures à celles des micro-ondes, utilise la division du rayonnement en deux ou plusieurs parties et l'enregistrement de la corrélation entre ces parties après leur avoir appliqué des retards systématiques variables plus ou moins complexes. A ce point de vue, l'interféromètre à division d'amplitude en deux faisceaux représente le type d'appareillage le plus simple ; lorsque son champ angulaire est limité, le signal de sortie est en fait une vraie fonction d'autocorrélation. A partir de ce signal le spectre de puissance est obtenu par la transformée de Fourier en cosinus.

La simplicité optique et mécanique de l'interféromètre à deux ondes lui donne un avantage immédiat par rapport à des corrélateurs plus compliqués ; il est capable d'un fonctionnement qui approche effectivement la limite théorique de plus près que celui d'appareils plus compliqués comme les réseaux de diffraction.

En ce qui concerne maintenant les différentes méthodes pour faire la transformation de Fourier, notre opinion est que les méthodes numériques, utilisant des calculateurs digitaux sont largement supérieures aux méthodes analogiques, et ceci pour deux raisons différentes : les méthodes numériques permettent une subdivision de fréquence qui peut être indéfiniment augmentée au dépens du temps de calcul, tandis que dans les méthodes analogiques des limitations électroniques et mécaniques imposent rapidement une limite à la résolution qui peut être pratiquement atteinte. D'autre part les méthodes numériques permettent, par emploi de fonctions de pondération, de choisir des fonctions d'appareil pour convenir à un problème particulier, procédé qui ne peut être facilement copié par les autres méthodes.

La figure 1 montre un spectre d'une lampe à mercure, modifié par l'émission et l'absorption atmosphérique de huit mètres d'air, en laboratoire. Les traits essentiels en sont les raies de rotation pure de la vapeur d'eau dont les positions et les intensités calculées théoriquement sont indiquées à côté du spectre. L'interférogramme dont le spectre a été tiré est présenté également. Il a été obtenu avec l'appareil décrit par Strong et Vanasse [3]. Des

spectres solaires dans l'infra-rouge lointain, et des spectres de réflexion cristalline obtenus par cette technique sont décrits ailleurs [4, 5].

#### RÉFÉRENCES

- [1] FELLGETT (P.), *Coll. Spectr. Int., J. Physique Rad.* 1958, **19**, 187 et 237.
- [2] JACQUINET (P.), *Coll. Spectr. Int., J. Physique Rad.*, 1958, **19**, p. 223.
- [3] STRONG (J.) et VANASSE (G. A.), *Coll. Spectr. Int., J. Physique Rad.*, 1958.
- [4] GEBBIE (H. A.), *Phys. Rev.*, 1957, **107**, 1194.
- [5] GEBBIE (H. A.) et VANASSE, *Nature*, 1956, **178**, 432.

#### DISCUSSION

*P. Fellgett.* — Je désire apporter mon appui à H. A. Gebbie dans son utilisation des calculateurs numériques. Voici une estimation du temps nécessaire pour faire une transformée de Fourier à 100 ordonnées avec la machine EDASC II à Cambridge. Durée de lecture des ordonnées : 1/10 sec. Durée du calcul : 1/2 sec. Temps d'impression des résultats 10 sec. De plus, même ceux qui connaissent la grande rapidité des calculateurs modernes ne comprennent pas généralement à quel point ils sont économiques. Par exemple le prix du calcul d'une transformée de Fourier par cartes perforées qui m'a été mentionné hier correspondrait à louer le calculateur EDSAC II à 30 000 \$ par minute, tandis que le coût effectif est de 300 \$ par heure.

En ce qui concerne l'effet produit par la coupure de la fonction représentant l'intensité des franges à la différence de marche maximum utilisée, je crois que l'on a fait de fréquentes confusions au sujet du « phénomène de Gibbs » dans les transformées de Fourier. Les oscillations, dues à ce phénomène au voisinage d'une discontinuité, n'excluent pas l'existence d'une série de valeurs discrètes pour lesquelles la fonction oscillante a la même valeur que la fonction initiale. On peut considérer la fonction oscillante comme passant par ces valeurs « correctes » de la façon la plus « continue ».

D'une façon plus fondamentale, toute mesure optique (d'un spectre ou d'une image) donne des informations discrètes seulement sur un domaine limité des composantes de Fourier. La mesure donne ainsi une fonction à spectre limité à une certaine bande de fréquences. Cette fonction ne peut pas être proprement considérée comme une représentation directe de la distribution d'intensité originale. Si la mesure est faite correctement, elle donne la fonction à spectre limité qui correspond aux composantes de Fourier de l'objet dans le domaine en question. Si l'on considère la mesure sous cet angle il n'est plus absurde que la fonction observée puisse prendre des valeurs négatives.

*M. Migeotte.* — Les résultats obtenus par H. A. Gebbie sur la transmission de l'atmosphère terrestre entre 10 mm et 0,3 mm illustrent particulièrement bien l'importance de l'utilisation de la méthode par transformée de Fourier. Jusqu'à présent aucune des autres méthodes employées dans ce domaine n'a permis d'atteindre une résolution de  $0,2 \text{ cm}^{-1}$ . Pour la première fois, des « fenêtres de transmission » de l'atmosphère terrestre ont été localisées, avec précision, entre 10 mm et 0,3 mm, ce qui ouvre de nouvelles possibilités à la radio-astronomie. Notons toutefois que de nom-

breuses raies dues à la vapeur d'eau sont présentes dans cette région. Les « fenêtres » n'existent que pour de faibles épaisseurs réduites de vapeur d'eau tellurique (de l'ordre de 2 mm).

*C. D. Walshaw.* — Il paraît intéressant de souligner l'importance des résultats obtenus par H. A. Gebbie pour l'étude des absorptions moléculaires dans l'atmosphère terrestre. En particulier, l'observation de raies de l'ozone dans la région considérée offre la possibilité d'obtenir des informations très importantes sur la répartition de ce gaz en altitude.

---