

## ÉMISSION CRÉPUSCULAIRE D'UN NUAGE D'AMMONIAC ÉJECTÉ A HAUTE ALTITUDE

par HARALD BREDOHL, IWAN DUBOIS (\*) et LAURETTE GAUSSET  
*Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège*

### RÉSUMÉ

Des maxima d'intensité ont été observés sur un spectre du ciel crépusculaire après l'éjection d'un nuage d'ammoniac à 200 km d'altitude. Ils semblent devoir être attribués à la fluorescence de  $\text{NH}_2$  obtenu par décomposition de  $\text{NH}_3$  dans le champ de radiation solaire.

### ABSTRACT

Ammonia was released after sunset at 200 km height. Some features of the spectrum of the release region are probably due to the  $\text{NH}_2$  fluorescence.

### I. ÉQUIPEMENT SPECTROSCOPIQUE

La première expérience dans le cadre de l'Organisation Européenne de Recherches Spatiales (ESRO) prévoyait l'étude spectroscopique de l'émission d'un nuage d'ammoniac, éjecté d'une fusée Skylark, au crépuscule, à une altitude d'environ 200 km. On pouvait s'attendre à détecter la fluorescence du radical  $\text{NH}_2$ , formé par photo-dissociation de  $\text{NH}_3$  dans le champ de radiation solaire. Ce processus pourrait jouer un rôle dans l'émission cométaire et l'on espérait ainsi pouvoir apporter une contribution aussi bien à la photochimie de l'ammoniac qu'à la physique cométaire.

Nous disposons pour l'observation d'un spectrographe Huet à optique de quartz. Le collimateur en est ouvert à  $f/13$  mais une chambre photographique de Schmidt, ouverte à  $f/2$  rend cet appareil très lumineux. D'autre part, la démagnification, dans le

(\*) Aspirant du Fonds National de la Recherche Scientifique.  
Présenté par B. Rosen le 17 décembre 1964.

TABLE 10

$n$	$\zeta_{10}(2n)$
1	9,51663 10 <sup>-2</sup>
2	2,86650 10 <sup>-4</sup>
3	1,54954 10 <sup>-6</sup>
4	9,94268 10 <sup>-9</sup>
5	6,92686 10 <sup>-11</sup>
6	5,06219 10 <sup>-13</sup>
7	3,81542 10 <sup>-15</sup>
8	2,93753 10 <sup>-17</sup>
9	2,29656 10 <sup>-19</sup>
10	1,81605 10 <sup>-21</sup>
11	1,44861 10 <sup>-23</sup>
12	1.16334 10 <sup>-25</sup>
13	9,39225 10 <sup>-28</sup>
14	7,61498 10 <sup>-30</sup>
15	6.19504 10 <sup>-32</sup>
16	5.05375 10 <sup>-34</sup>
17	4.13197 10 <sup>-36</sup>
18	3.38451 10 <sup>-38</sup>
19	2.77644 10 <sup>-40</sup>

*Numerical values of the incomplete Riemannian function  $\zeta_{10}(2n)$*

rapport des ouvertures, permet d'utiliser une fente d'entrée largement ouverte. Cependant, sa faible dispersion ( $200 \text{ \AA/mm}$  vers  $4.500 \text{ \AA}$ ) rend ce spectrographe peu efficace pour une analyse détaillée du spectre.

Pour suppléer à ce défaut, nous avons prévu deux spectrographes complémentaires, de moindre luminosité mais donnant une dispersion plus grande :

- Un spectrographe Zeiss à optique de quartz collimateur  $f/11,5$ , chambre photographique  $f/10$  dispersion :  $30 \text{ \AA/mm}$  à  $5.000 \text{ \AA}$ .

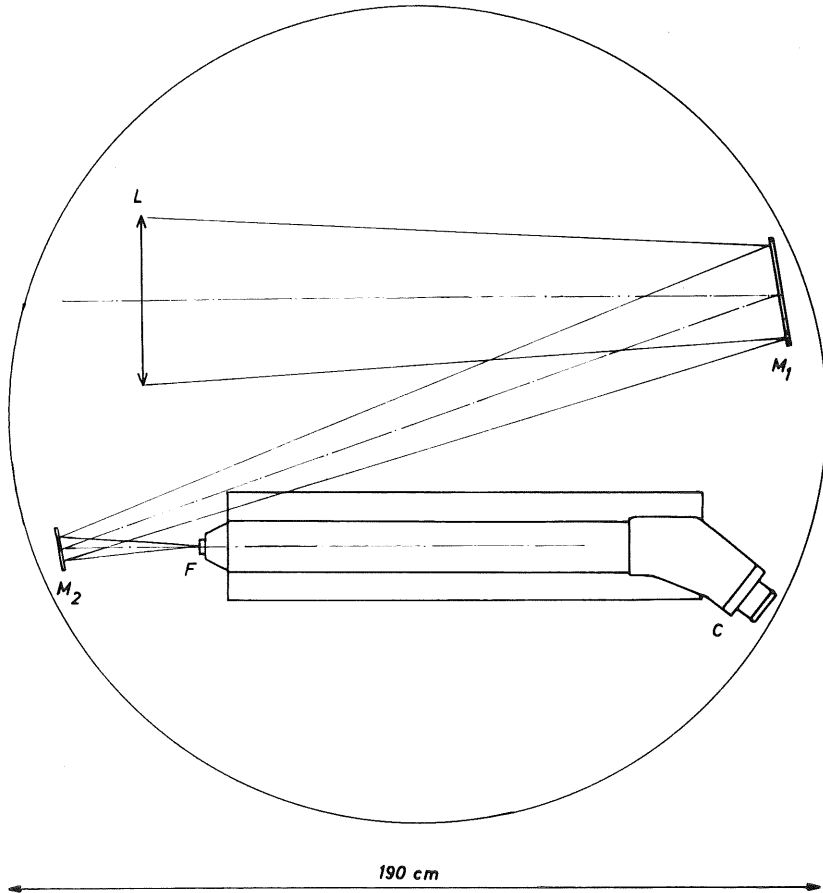


Fig. 1. — Schéma de principe du montage du spectrographe HUET. (L : lentille collectrice ;  $M_1$  et  $M_2$  : miroirs ; F : fente d'entrée du spectrographe ; C : châssis photographique).

— Un spectrographe à réseau de 600 traits/mm, 1,5 m de rayon de courbure

montage de Wadsworth inversé  
dispersion : 20 Å/mm.

Chacun des spectrographes est placé au foyer d'une lentille en plexiglas (transparent jusqu'à 3.000 Å) de 40 cm de diamètre et de 360 cm de distance focale. Cette dernière a été calculée de façon telle que le faisceau incident tombe sur la fente du spectrographe avec une ouverture angulaire optimum.

Pour des raisons d'encombrement, le montage de la figure 1 a été adopté. Les miroirs  $M_1$  et  $M_2$ , réglables suivant deux axes, permettent d'ajuster le faisceau incident dans l'axe optique du spectrographe. L'ensemble est fixé sur un réflecteur de radar orientable en élévation comme en azimut.

## II. CONDITIONS D'OBSERVATION

Le nuage d'ammoniac devait être observé dans la direction du Sud à 45° d'élévation, le soleil se trouvant à 7° sous l'horizon. A l'heure prévue pour l'expérience, le ciel était encore trop lumineux pour y distinguer à l'œil nu une éventuelle fluorescence.

Un programme de temps de pose a été élaboré pour chaque spectrographe sur la base d'une évolution moyenne de cette luminosité durant les quatre jours précédant le premier tir (6 juillet 1964). Il faut cependant tenir compte de ce que les observations photoélectriques révélaient une importante variation de la luminosité crépusculaire d'un jour à l'autre. Les temps de pose étaient choisis pour que le fond de ciel donne un noircissement correspondant au début de la partie rectiligne de la courbe de sensibilité de l'émulsion (Kodak 103-a-F).

## III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Deux fusées devaient être lancées à une altitude de 200 km. La première éjection s'est effectuée à l'endroit prévu et malgré la très courte durée de la phase visible (20 secondes), un pointage relativement précis des appareils a pu être assuré. Par contre, la trajectoire de la seconde fusée, présentait par rapport aux prévisions, un écart tel que le nuage artificiel n'a pu être visé que très approxi-

mativement ; d'ailleurs, aucun résultat spectroscopique relatif au second nuage n'a été enregistré.

Quant au premier essai, seul le spectrographe Huet a fourni quelques indices ; les autres n'étant pas suffisamment lumineux. Les quatre spectres obtenus pendant les quatre premières minutes ont été accidentellement voilés par un spectre de référence. Cependant, sur les trois spectres photographiés entre les 4<sup>me</sup> et 17<sup>me</sup> minutes après l'éjection, il est possible d'observer quelques détails qui ne semblent pas apparaître dans le spectre solaire diffusé par le ciel.

La figure 2 représente les enregistrements du ciel crépusculaire avec nuage (b) et sans nuage (a).

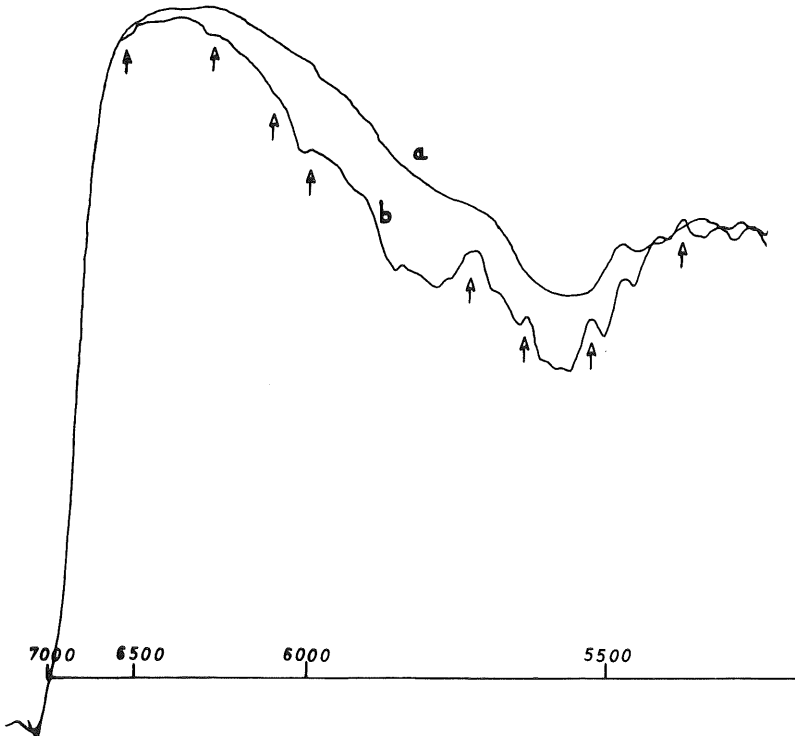


Fig. 2. — Comparaison de deux enregistrements de spectres photographiés à l'aide du spectrographe Huet : (a) fond de ciel photographié la veille de l'expérience, à une heure équivalente et dans la même direction (b) nuage artificiel.

Les détails, indiqués par les flèches (fig. 2) apparaissent approximativement aux mêmes endroits sur les trois spectres obtenus. Étant donné la faible dispersion et l'intensité du fond de ciel, ces détails ne sont pas mesurables avec précision.

S'il s'agissait, comme nous le pensons, de la fluorescence de  $\text{NH}_2$  provenant de la photodécomposition de  $\text{NH}_3$  par le rayonnement solaire, on pouvait s'attendre à observer un spectre comparable aux spectres cométaires [1.2]. Dans la figure 3, sont reproduits schématiquement les groupes les plus intenses de ce spectre, tels qu'ils apparaissent dans la comète Mrkos [2]. On se rend compte du fait que les détails indiqués par les flèches dans la figure 2 correspondent d'une façon générale aux centres de gravité des groupes caractéristiques du spectre cométaire.

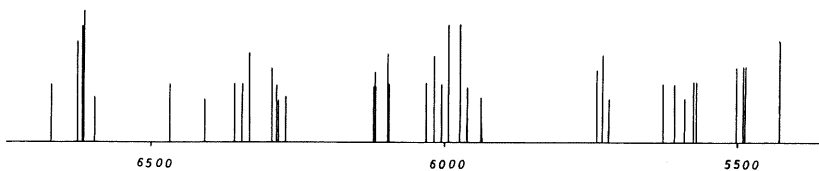


Figure 3. — Groupes de bandes les plus intenses du spectre de la comète Mrkos.

L'imprécision des mesures et le caractère peu marqué des maxima observés ne permettent pas de tirer de nos observations des conclusions définitives. Cependant, d'autres observations, faites lors des mêmes expériences par des méthodes différentes (\*), indiquent qu'un faible phénomène lumineux persistait dans la zone en cause, jusqu'à 15 minutes au moins après l'éjection. Ainsi, le recoupement de toutes les observations permet d'envisager comme probable l'attribution du phénomène lumineux à la fluorescence de  $\text{NH}_2$ .

De toutes façons, les résultats partiels des observations spectroscopiques nous permettront, dans le cadre des expériences ultérieures, d'apporter les améliorations indispensables à la vérification ainsi qu'à l'extension des premiers résultats. En particulier, il serait indispensable :

(\*) Une description détaillée de l'ensemble des résultats obtenus en Sardaigne sera publiée prochainement. Voir : LÜST, ORTNER et ROSEN, *Revue d'Astronautique* (sous presse), ainsi que BREDOHL et REMY, *Bull. Soc. Roy. Sc. Liège* 12, 826 (1964).

1. D'utiliser des spectrographes plus lumineux et donnant une dispersion suffisante pour une identification certaine.

2. De retarder le lancement, afin de pouvoir observer le nuage artificiel sur un ciel crépusculaire moins lumineux.

3. De provoquer l'éjection à une altitude plus élevée ( $> 300$  km), afin que le rayonnement ultraviolet solaire plus lointain (plus efficace pour la photolyse de l'ammoniac) soit moins absorbé par les couches atmosphériques.

Ces expériences sont actuellement en préparation et nous espérons les réaliser dans le courant du printemps 1966.

#### BIBLIOGRAPHIE

[1] P. SWINGS, A. MCKELLAR, R. MINKOWSKI, *Ap. J.*, **98**, 142 (1943).

[2] A. WOSZCZYK, *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, t. II, fasc. 6 (1962).