

PHYSIQUE DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE. — *Manifestations optiques des aérosols météoriques*. Note (\*) de MM. MICHEL FEHRENBACH, DIRK FRIMOUT, FRANTIŠEK LINK et CARLOS LIPPENS, présentée par M. André Lallemand.

Les mesures photométriques à bord des ballons stratosphériques ont démontré définitivement l'influence des Orionides sur la luminance du ciel crépusculaire.

Les manifestations optiques des aérosols météoriques peuvent être mises en évidence par différentes méthodes dont une des plus efficaces est la méthode crépusculaire. La Terre rencontre d'une façon continue une certaine quantité de la matière interplanétaire qui, sous forme primitive ou transformée, se présente comme les aérosols météoriques entre 100 et 150 km environ; à cette altitude commence la chute libre vers la surface terrestre. Cette partie de la haute atmosphère est directement éclairée par le Soleil pendant une certaine phase du crépuscule; les mesures de la luminance du ciel crépusculaire permettent donc en principe de détecter la présence des aérosols météoriques là où les risques de contamination terrestre sont minimaux.

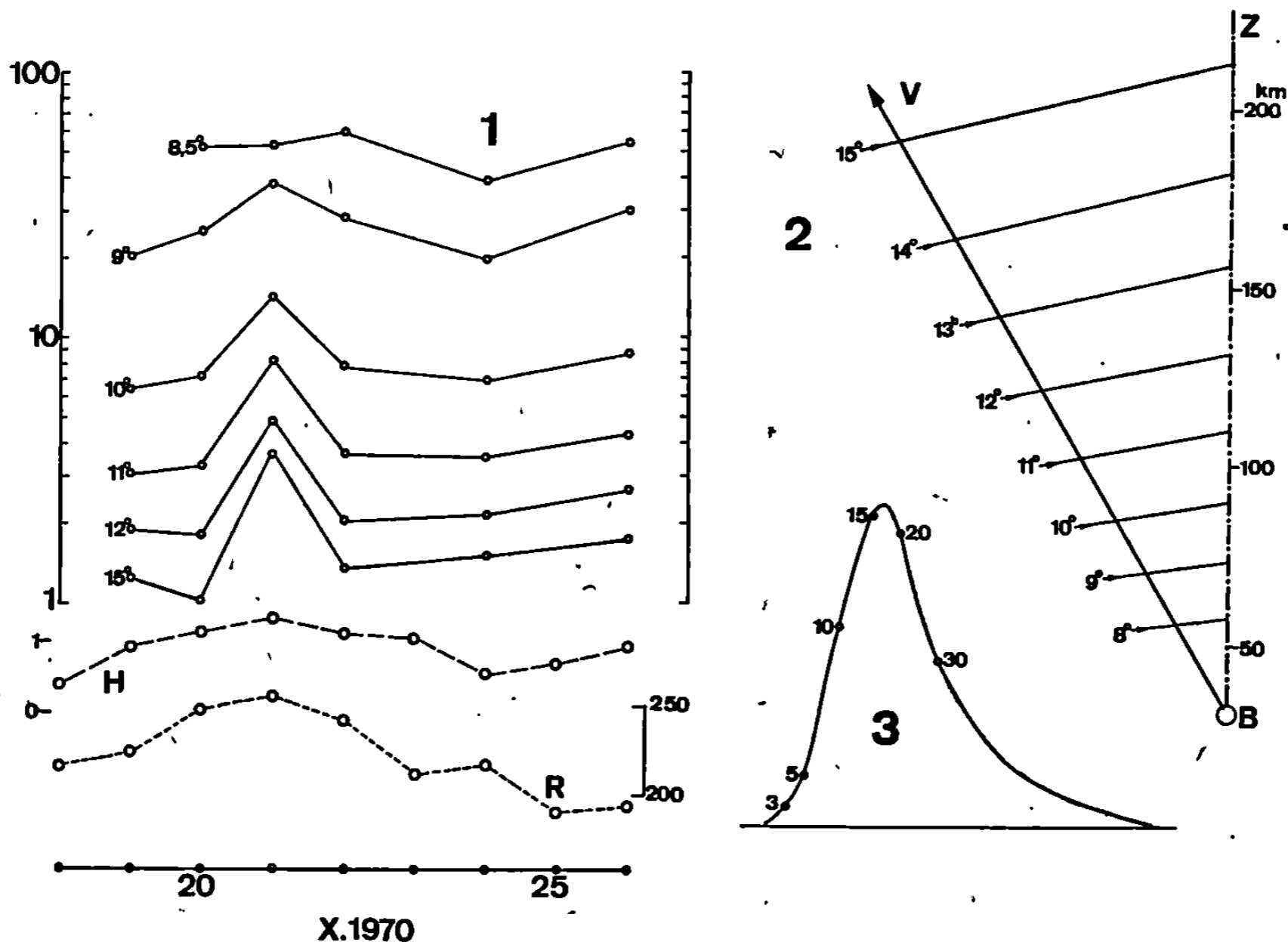
Il nous faut tenir compte de deux effets perturbateurs : 1° la diffusion multiple sur la partie basse de la ligne de visée plongée dans l'ombre. Son influence diminue en allant vers la partie rouge du spectre et avec l'altitude de l'observateur; 2° la nébulosité variable sur le trajet des rayons éclairants peut devenir gênante (*fig.*, courbe 3). Son influence diminue par contre en allant vers la partie violette du spectre. Comme les mesures dans la stratosphère éliminent en grande partie (1) le premier effet, on peut se permettre dans ces conditions de travailler dans le vert où le second effet se trouve largement diminué.

La présence des aérosols météoriques dans la haute atmosphère doit en principe créer un excès de luminance crépusculaire par rapport à celle que donnerait le calcul dans l'atmosphère pure. La solution directe de ce problème étant fort délicate, nous avons étudié dans une première étape les météores d'essaims qui doivent augmenter temporairement la concentration des aérosols dans la haute atmosphère et produire ainsi un effet directement mesurable (2). Pour saisir l'influence d'un essaim, il faut effectuer une série serrée de mesures au voisinage immédiat du maximum de l'activité de l'essaim, ce qui n'est possible qu'à l'aide de mesures stratosphériques.

On a donc préparé un projet commun de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique et de l'Institut d'Astrophysique de Paris, ayant

pour but d'effectuer une série de mesures crépusculaires à bord de ballons stratosphériques lancés pendant la période de l'activité des Orionides en 1970 (projet MOAM-1).

La nacelle accrochée au-dessous du ballon, tourne autour d'un axe vertical. L'optique du photomètre vise à  $30^\circ$  de cet axe; nous décrivons



Manifestations optiques des Orionides 1970. *A gauche* ; 1, courbes crépusculaires donnant le logarithme de la luminance du ciel à  $30^\circ$  du zénith dans l'azimut du Soleil en fonction de la dépression solaire  $U$  allant de  $8,5$  à  $15^\circ$ ; H la courbe de la luminance du ciel nocturne d'après les estimations de Hoffmeister; R, la courbe de fréquence des échos radar d'après Millman. *A droite* ; 2, situation géométrique des mesures dans le plan Ballon-Zénith-Soleil, BV, la ligne de visée issue du ballon B à 30 km d'altitude avec les limites de l'ombre terrestre pour les différentes dépressions solaires; 3, la courbe dont l'aire donne la luminance théorique du ciel crépusculaire pour  $U = 10^\circ$  avec les cotes de 3 à 30 indiquant l'altitude minimale des rayons éclairants solaires.

donc un cercle de distance zénithale constante. L'optique permet de mesurer la luminance du ciel à la longueur d'onde de  $5100 \text{ \AA}$  avec un champ de  $4^\circ$  de diamètre. La lumière reçue par le photomultiplicateur est amplifiée et nous envoyons dans la télémessure trois signaux de gains différents. Nous avons deux types d'étalonnage en vol :

*a. Étalonnage optique.* — A une cadence régulière on fait passer devant le photomultiplicateur successivement une pastille radioluminescente et un cache permettant de mesurer le courant d'obscurité du photomultiplicateur.

*b. Étalonnage électronique.* — Une série de tensions de référence envoyées à l'entrée des amplificateurs permet de contrôler la linéarité de nos enregistrements.

Les six photomètres lancés le 19, 20, 21, 22, 24 et 26 octobre ont été raccordés à un étalon de luminance constant constitué par un système diffusant et éclairé par une lampe électrique maintenue à température constante. Les lancements des ballons ont eu lieu à Aire-sur-l'Adour aux heures et dates prévues.

Les résultats de nos mesures sont donnés sur la figure 1 pour les différentes dépressions solaires entre  $U = 8,5$  et  $15^{\circ}$ , cette dernière étant pratiquement le début de la nuit. Sur la même figure à droite, est représentée la situation crépusculaire pendant les vols. On remarque l'influence de l'activité météorique des Orionides dont le maximum tombe le 21 octobre. Deux mécanismes différents peuvent être invoqués dans ce cas :

*a.* La diffusion de la lumière solaire sur les aérosols météoriques en provenance de l'essaim.

Comme la concentration des aérosols doit être à peu près proportionnelle à la densité de l'air, ce mécanisme intéresse surtout les parties basses de la ligne de visée, c'est-à-dire les dépressions  $U < 11^{\circ}$ . Le décalage d'un jour du maximum sur la courbe  $U = 8,5$  et la forme de la courbe de  $U = 9^{\circ}$  semblent indiquer la chute des aérosols vers la surface terrestre.

*b.* L'émission de la haute atmosphère temporairement favorisée par la concentration accrue des aérosols météoriques ou par l'énergie apportée par ceux-ci.

Cette explication s'appliquerait principalement à la fin du crépuscule ( $U > 13^{\circ}$ ). A ce propos on pourrait citer les recherches de Hoffmeister<sup>(3)</sup> relatives au phénomène appelé « nuits claires ». En se basant sur les observations systématiques entreprises entre 1928 et 1957 comprenant 3 299 nuits (30 % des nuits possibles) Hoffmeister a pu mettre en évidence les accroissements de la luminance visuelle du ciel nocturne (estimations dans l'échelle de 0 à 10) coïncidant dans plusieurs cas avec les maximums des essaims météoriques. Sur les courbes de Hoffmeister, les Orionides (*fig.*, courbe H) sont marquées ainsi que le début de l'essaim suivant des Taurides avec le maximum au 30 octobre. La remontée du 26 octobre sur nos courbes serait donc due à ce dernier essaim.

Pour pouvoir distinguer entre ces deux cas, nous proposons la méthode dite de la profondeur des raies de Fraunhofer qui dans le premier cas ne doit pas être modifiée tandis que dans l'autre cas elle devrait être diminuée par rapport au spectre solaire.

Une autre manifestation des Orionides est visible sur le profil azimuthal du ciel crépusculaire à  $30^{\circ}$  du zénith dont l'amplitude se trouve diminuée au maximum de l'essaim.

*En conclusion*, les résultats de la première étape de notre projet permettent de confirmer définitivement la relation de cause à effet entre l'activité des Orionides et la luminance du ciel crépusculaire signalée déjà (\*) par les observations terrestres. À en juger d'après la courbe des échos radar obtenue par Millman (*fig.*, courbe R), les Orionides représentent un essaim plutôt de moyenne importance et les essaims comme les Géminides ou les Quadrantides devraient donner un effet plus important.

La description et la discussion plus détaillées de nos mesures seront publiées dans un autre recueil.

(\*) Séance du 8 mars 1971.

(1) F. LINK, L. NEUŽIL et I. ZACHAROV, *Ann. Géophys.*, 23, 1967, p. 207.

(2) F. LINK, *Ann. Géophys.*, 15, 1969, p. 551.

(3) C. HOFFMEISTER, *Z. Astrophys.*, 49, 1960, p. 233.

(4) F. LINK et G. WEILL, *Comptes rendus*, 271, série B, 1970, p. 974.

(5) P. M. MILLMAN et A. B. MC INTOSH, *Can. J. Phys.*, 42, 1964, p. 1730.

(Institut d'Astrophysique,  
98 bis, boulevard Arago,  
75-Paris, 14<sup>e</sup>)

et Institut d'Aéronomie Spatiale  
de Belgique,  
3, avenue Circulaire, Bruxelles,  
Belgique.)