

# Observations au Portugal de phénomènes lumineux se rapportant à une expérience de lacher de barium dans la magnétosphère

par E. VAN HEMELRIJCK (\*) et H. DEBEHOGNE (\*\*)

## 1. Introduction.

L'expérience désignée sous le nom de « Barium Ion Cloud Project » a été réalisée, en collaboration, par la « National Aeronautics and Space Administration » (NASA) et par le « Max Planck Institut für extraterrestrische Physik », Garching (Munich).

Etudier le comportement d'un nuage de barium ionisé dans la magnétosphère, à une altitude d'environ 32.000 km constituait le but essentiel de cette expérience.

## 2. Réalisation.

Une fusée Scout, à 4 étages, lancée de la base de Wallops Island, Virginie, emportait une charge utile de 36 livres de barium et d'oxyde de cuivre. L'éjection de cette charge utile eut lieu au-dessus de l'Amérique Centrale par 7° de latitude nord et 75° de longitude ouest, trois heures et demie environ, après le départ de la fusée. Les réactions entre les composants de la charge utile formèrent le nuage d'ions de barium.

---

(\*) Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique.

(\*\*) Observatoire Royal de Belgique.

Le « Standard Frequency and Time Service » du « National Bureau of Standards » transmettait, chaque heure, des informations destinées aux observateurs, à partir de la station WWV sur 2,55, 5, 10, 15, 20 et 25 MHz. De nombreux appels ont été lancés à la communauté scientifique afin que le plus grand nombre possible d'observations soient effectuées.

### 3. Base d'observation belge.

Pour la période du 11 au 23 septembre 1971, l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique installa une base d'observation à l'Observatoire Astronomique de l'Université de Coimbra (Portugal), par  $8^{\circ}25'46''5$  de longitude ouest et  $40^{\circ}12'24''5$  de latitude nord, la latitude géocentrique valant  $40^{\circ}00'58''9$  nord. Les coordonnées, prévues avant le tir de la NASA, pour le nuage en ce point étaient de  $261^{\circ}45'$  en azimut (à partir du point nord) et  $14^{\circ}30'$  en élévation. Le site de Coimbra permettait l'observation dans une direction perpendiculaire à la trajectoire de la fusée, d'où l'importance de son utilisation pour les travaux de triangulation associant des observations effectuées depuis les Amériques en vue de déterminer son altitude de formation et ses mouvements.

### 4. Matériel d'observation.

L'instrument utilisé à Coimbra fut la caméra de triangulation de l'IAS ( $f = 500$  mm, ouverture  $= 100$  mm) à monture azimutale, sans lunette guide, ni mouvement d'entraînement, mais équipée d'un chercheur, le tout réalisé à l'Institut d'Aéronomie Spatiale.

Les plaques photographiques fournies par Kodak en émulsion 103 F, donnaient un champ d'environ  $22^{\circ}$  en azimut et  $28^{\circ}$  en élévation ( $20$  cm  $\times$   $25$  cm).

### 5. Observations.

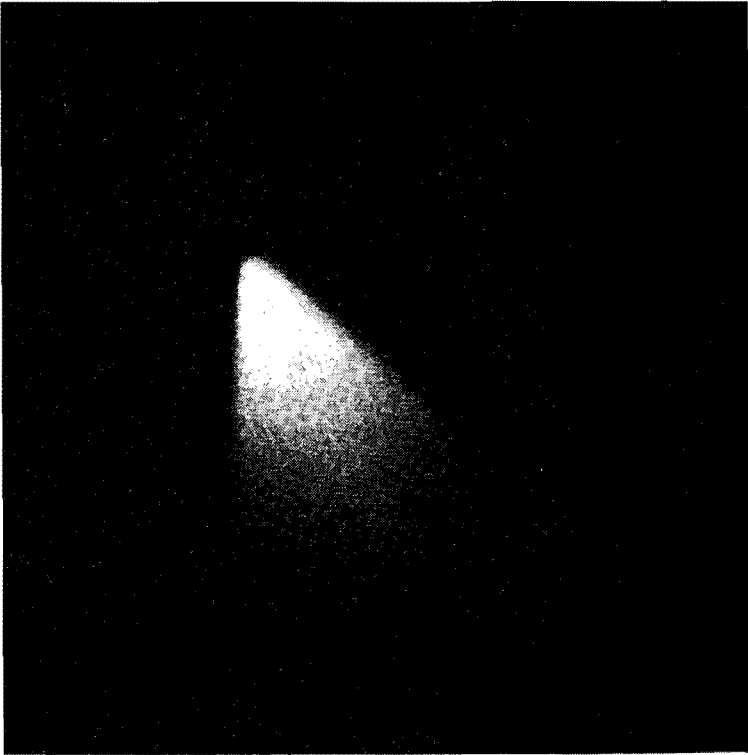
La réalisation finale de l'expérience du « Barium Ion Cloud Project » a débuté le lundi 20 septembre 1971, à 23 h 31 m (T.U.), par le lancement de la fusée porteuse. La formation du nuage eut lieu le mardi 21 septembre, à 3 h 04 m 51.6 s (T.U.), à la verticale d'un point situé par  $6^{\circ}77'$  de latitude nord et  $74^{\circ}26'$  de longitude ouest et à une altitude de 31.479 km.

Le ciel de Coimbra, très clair, permit une observation dans les meilleures conditions possibles compte tenu de la grande distance zénithale.

Un cliché permet de définir particulièrement bien les coordonnées du nuage artificiel. Il comporte des images quasi ponctuelles d'étoiles photographiées entre 3 h 02 m 10 s et 3 h 02 m 13 s. L'obturateur de la caméra a ensuite été ouvert entre 3 h 02 m 30 s et 3 h 07 m 30 s, période pendant laquelle le nuage en formation a été photographié.

Le phénomène fut visible à l'œil nu pendant cinq à six minutes. Le point central brillant atteignit une magnitude comprise entre 2 et 3. Autour de ce point se développa une nébulosité de couleur jaune-vert. Une image agrandie du nuage artificiel et de traînées d'étoiles est donnée à la figure 1.

De la durée d'observation à l'œil nu, indiquée ci-dessus, nous pouvons justifier l'hypothèse que la plaque a été impressionnée jusqu'à la fin de la pose, ce qui nous permet, d'associer un temps aux différents points mesurés.



10'

Fig. 1. — Image agrandie du nuage artificiel.

## 6. Réductions des observations.

Les coordonnées équatoriales de la partie centrale et de différents points périphériques du nuage ont été déterminées par la méthode des moindres carrés, appliqués à des transformations du troisième degré :

$$X = \sum_{i,j=0}^3 a_{i,j} x^i y^j, \quad Y = \sum_{i,j=0}^3 b_{i,j} x^i y^j$$

où X, Y, x, y désignent respectivement les coordonnées standard et les coordonnées mesurées des quelque trente étoiles de référence et des points du nuage. L'azimut et la hauteur de ces divers points ont ensuite été calculés. Les principaux résultats sont indiqués dans les tableaux I à III et sur la figure 2.

**Tableau I.**

*Coordonnées du point de formation du nuage pour Coimbra.*

$\alpha$ (ascension droite)	$\delta$ (déclinaison)	A (azimut)	h (hauteur)
21 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> .40	38'20''5	259°38'00''	13°04'03''

**Tableau II.**

*Diamètre R du nuage en fonction du temps.*

<i>Instants (T.U.)</i>	<i>R (km)</i>	<i>Remarque</i>
3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	14.8	fin nuage neutre
3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>	21.2	
3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup>	27.7	
3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	34.4	
3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>	41.1	
3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup>	47.2	
3 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	53.5	
3 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	59.5	

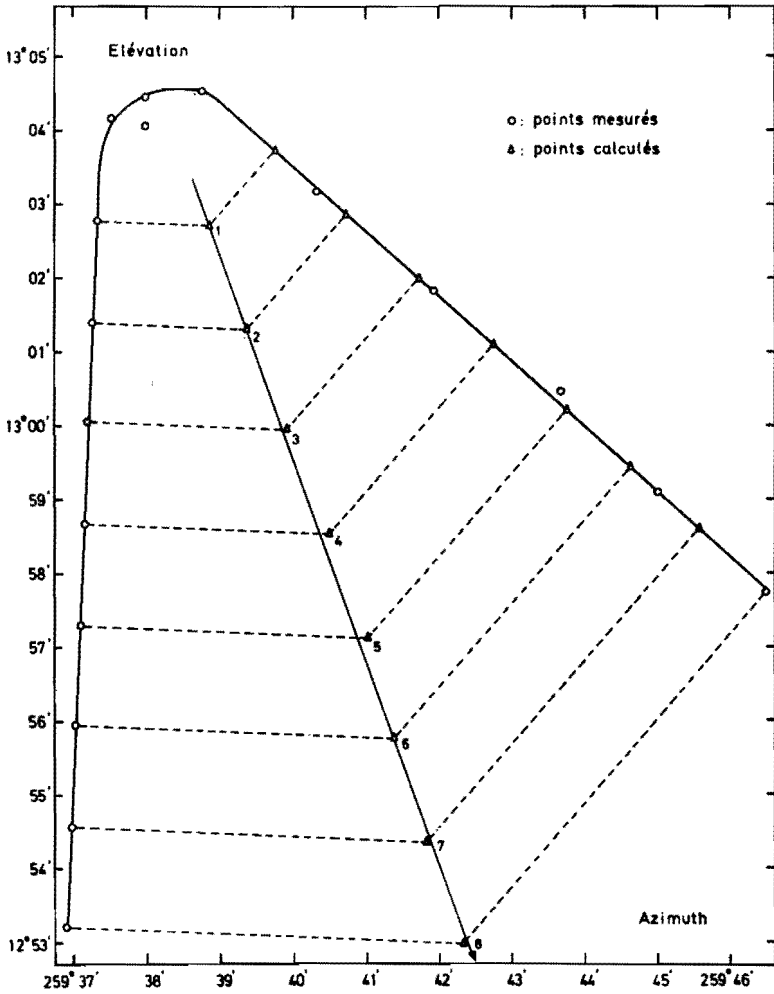


Fig 2. - Positions pour différents points de la périphérie du nuage et pour l'axe central de celui-ci.

La vitesse  $dR/dt$ , d'expansion radiale du nuage, a été déterminée égale à :

$$(dR/dt)_n = 14.8 \text{ km}/19.4 \text{ S} = 0.76 \text{ km S}^{-1} \text{ (nuage neutre),}$$

$$(dR/dt)_i = 44.7 \text{ km}/13.9 \text{ S} = 0.32 \text{ km S}^{-1} \text{ (nuage ionisé).}$$

La distance des observateurs de Coimbra au nuage égale 35871 km. La brillance maximale fut atteinte directement après l'éjection pour la partie centrale. Celle-ci ne se déplaçait pas initialement suivant une ligne de force du champ magnétique. Ce déplacement initial apparent est indiqué dans le tableau III.

**Tableau III.**

*Déplacement initial apparent du nuage à Coimbra.*

<i>N° des points (figure 2)</i>	<i>Instants (T.U.)</i>	<i>A (azimut)</i>	<i>b (hauteur)</i>
1	3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	259°38'52''	13°02'42''
2	3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>	259°39'22''	13°01'18''
3	3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup>	259°39'54''	12°59'56''
4	3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	259°40'29''	12°58'32''
5	3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>	259°41'02''	12°57'08''
6	3 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup>	259°41'24''	12°55'46''
7	3 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	259°41'50''	12°54'22''
8	3 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	259°42'18''	12°52'58''

Les mesures et les calculs ont été réalisés sur la machine à mesurer Ascorecord Zeiss de l'Observatoire Royal de Belgique et sur l'ordinateur IBM 1800 de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique.

### Remerciements.

Nous adressons nos remerciements les plus vifs à MM. Nicolet et Ackerman pour le patronage, les conseils et l'aide accordés tout au long de la préparation des observations, à MM. Da Mata, Da Silva et avec celui-ci à tout le personnel de l'Observatoire de Coimbra, en particulier M. Balca, pour le soutien et l'aide reçus au Portugal, enfin à M. Callewier qui s'est chargé de la réalisation des calculs sur l'ordinateur.