

**INSTITUT D'AERONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE**

**3 - Avenue Circulaire**

**B - 1180 BRUXELLES**

**AERONOMICA ACTA**

**A - N°102 - 1972**

**Observations au Portugal de phénomènes lumineux se rapportant  
à une expérience de lâcher de barium dans la magnétosphère**

**par E. VAN HEMELRIJCK et H. DEBEHOGNE.**

**BELGISCH INSTITUUT VOOR RUIMTE-AERONOMIE**

**3 - Ringlaan**

**B - 1180 BRUSSEL**

## AVANT-PROPOS

L'article "Observations au Portugal de phénomènes lumineux se rapportant à une expérience de lâcher de barium dans la magnétosphère" par E. Van Hemelrijck et H. Debehogne paraîtra dans la revue Ciel et Terre.

## VOORWOORD

Het artikel "Observations au Portugal de phénomènes lumineux se rapportant à une expérience de lâcher de barium dans la magnétosphère" door E. Van Hemelrijck en H. Debehogne zal verschijnen in het tijdschrift Ciel et Terre.

## FOREWORD

The article entitled "Observations au Portugal de phénomènes lumineux se rapportant à une expérience de lâcher de barium dans la magnétosphère" by E. Van Hemelrijck and H. Debehogne will be published in the review Ciel et Terre.

## VORWORT

Dieses Artikel "Observations au Portugal de phénomènes lumineux se rapportant à une expérience de lâcher de barium dans la magnétosphère" durch E. Van Hemelrijck und H. Debehogne wird in die Zeitschrift Ciel et Terre herausgegeben werden.

# OBSERVATIONS AU PORTUGAL DE PHENOMENES LUMINEUX SE RAPPORTANT A UNE EXPERIENCE DE LACHER DE BARIUM DANS LA MAGNETOSPHERE

par

E. VAN HEMELRIJCK et H. DEBEHOGNE

## *Résumé*

Des observations au sol, faites à Coimbra (Portugal), de phénomènes lumineux en relation avec le Barium Ion Cloud Project sont décrites. Des coordonnées précises du nuage sont données ainsi que les dimensions du nuage en fonction du temps et son déplacement apparent.

## *Samenvatting*

Grondwaarnemingen gedaan in Coimbra (Portugal) van lichtgevende verschijnselen met betrekking tot het Barium Ion Cloud Project worden beschreven. Nauwkeurige coördinaten van de kunstmatige wolk worden gegeven alsook zijn afmetingen in functie van de tijd en zijn schijnbare verplaatsing.

## *Abstract*

Ground based observations made in Coimbra (Portugal) of luminous phenomena related to the Barium Ion Cloud Project are described. Precise sky coordinates are given as well as the dimension of the cloud versus time and its apparent motion.

## *Zusammenfassung*

Grundbeobachtungen in Coimbra (Portugal) von leuchtenden Phänomenen mit Bezug auf das Barium Ion Cloud Project werden beschrieben. Die genaue Koordinaten der künstliche Wolk werden gegeben sowie seine Abmessungen als Funktion der Zeit und seine scheinbare Bewegung.

## *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. REALISATION*

Une fusée Scout, à 4 étages, lancée de la base de Wallops Island, Virginia, 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  $7^{\circ}$  de latitude nord et  $75^{\circ}$  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.

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. MATERIEL 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

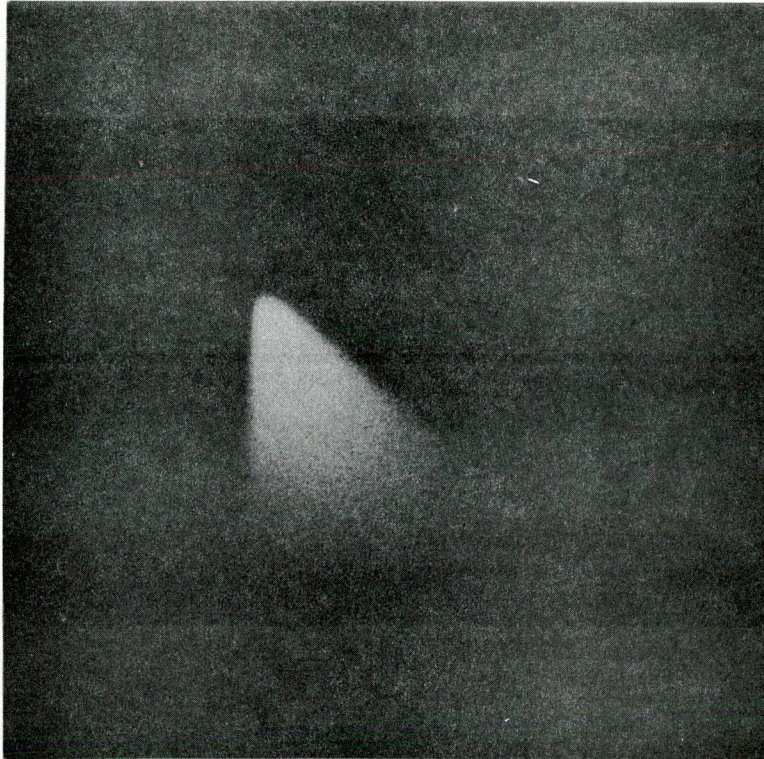
La réalisation finale de l'expérience du "Barium Ion Cloud Project" a débuté le lundi 20 septembre 1971, à  $23^{\text{h}}31^{\text{m}}$  (TU), par le lancement de la fusée porteuse. La formation du nuage eut lieu le mardi 21 septembre, à  $3^{\text{h}}04^{\text{m}}51^{\text{s}},6$  (TU), à la verticale 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  $3^{\text{h}}02^{\text{m}}10^{\text{s}}$  et  $3^{\text{h}}02^{\text{m}}13^{\text{s}}$ . L'obturateur de la caméra a ensuite été ouvert entre  $3^{\text{h}}02^{\text{m}}30^{\text{s}}$  et  $3^{\text{h}}07^{\text{m}}30^{\text{s}}$ , période pendant laquelle le nuage en formation a été photographié.

Le phénomène fut visible à l'oeil nu pendant cinq à six minutes. Le point central brillant atteignait 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'oeil 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. REDUCTIONS 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 l'élévation de ces divers points ont ensuite été calculés. Les principaux résultats sont indiqués dans les tableaux I et II et sur la figure 2.

TABLEAU I : Coordonnées du point de formation du nuage de Coimbra.

| $\alpha$ (ascension droite)                        | $\delta$ (déclinaison) | A(azimut)    | h(élévation) |
|----------------------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|
| 21 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> ,4 | 38' 20", 5             | 259° 38' 00" | 13° 04' 03"  |

TABLEAU II : Diamètre R du nuage en fonction du temps.

| Instants (TU)                                  | R (km) | Remarque                                      |
|------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|
| 3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> | 14,8   | Fin du nuage neutre et début du nuage ionisé. |
| 3 05 31                                        | 21,2   |                                               |
| 3 05 51                                        | 27,7   |                                               |
| 3 06 11                                        | 34,4   |                                               |
| 3 06 31                                        | 41,1   |                                               |
| 3 06 50                                        | 47,2   |                                               |
| 3 07 10                                        | 53,5   |                                               |
| 3 07 30                                        | 59,5   |                                               |

La vitesse  $\frac{dR}{dt}$ , d'expansion radiale du nuage, a été déterminée égale à :

$$\left(\frac{dR}{dt}\right)_n = \frac{14,8 \text{ km}}{19,4 \text{ sec}} = 0,76 \text{ km s}^{-1} \text{ (nuage neutre)}, \left(\frac{dR}{dt}\right)_i = \frac{44,7 \text{ km}}{139 \text{ sec}} =$$

0,32 km s<sup>-1</sup> (nuage ionisé).

La distance des observateurs de Coimbra au nuage égale 35.871 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.



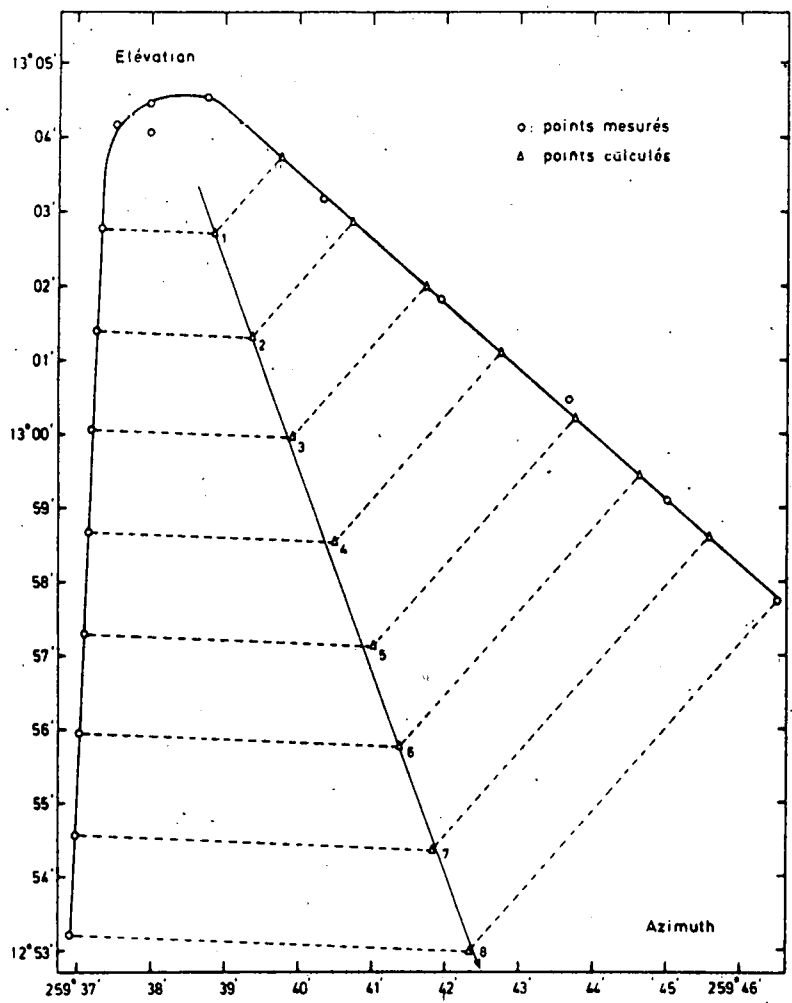


Fig. 2.- Positions pour différents points de la périphérie du nuage et pour l'axe central de celui-ci.

TABLEAU III : Déplacement initial apparent du nuage à Coimbra.

| N° des points<br>(figure 2) | Instants (TU)                                  | A(azimut)     | h(élévation) |
|-----------------------------|------------------------------------------------|---------------|--------------|
| 1                           | 3 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> | 259° 38' 52'' | 13° 02' 42'' |
| 2                           | 3 05 31                                        | 259 39 22     | 13 01 18     |
| 3                           | 3 05 51                                        | 259 39 54     | 12 59 56     |
| 4                           | 3 06 11                                        | 259 40 29     | 12 58 32     |
| 5                           | 3 06 21                                        | 259 41 02     | 12 57 08     |
| 6                           | 3 06 50                                        | 259 41 24     | 12 55 46     |
| 7                           | 3 07 10                                        | 259 41 50     | 12 54 22     |
| 8                           | 3 07 30                                        | 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. Balça, pour le soutien et l'aide reçue au Portugal, enfin à M. Callewier qui s'est chargé de la réalisation des calculs sur l'ordinateur.