

Direction Adjointe de la direction des systèmes orbitaux  
Groupe d'Etudes et d'Information sur les Phénomènes  
Aérospatiaux Non identifiés

Toulouse, le 18/06/2018  
DSO/DA//GP

## COMPTE RENDU D'ENQUÊTE

[AERO AOM] de CAYENNE (973) vers ORLY (94) 26.08.1998

### CAS D'OBSERVATION

#### 1 – CONTEXTE

Le GEIPAN continue à publier l'ensemble de ses archives sur son site public [www.geipan.fr](http://www.geipan.fr). Dans ses publications, figurent des cas anciens classés à l'époque (A, B, C ou D) et qui font aujourd'hui l'objet d'un réexamen, dans le seul but d'être plus pertinent dans les conclusions. Grâce à de nouveaux moyens techniques (logiciels) et à l'expérience d'enquête acquise depuis toutes ces dernières années, ce réexamen aboutit quelquefois à de nouvelles remarques voire à un changement de classification.

Ce cas d'observation précédemment classé D et nommé [AERO AOM] LAT 27.58, LON -33.35 (INT) 26.08.1998 fait partie d'un ensemble de cas réexaminés récemment.

Il concerne l'observation de six PANs par cinq témoins se trouvant à bord d'un avion de ligne effectuant la liaison Paris-Orly/Cayenne.

Le commandant de bord, seul à témoigner, a rédigé un compte-rendu le 28.08.1998, transmis par la suite au SEBRA. Un croquis représentant les PANs a toutefois été réalisé par quatre des cinq témoins, tous joints au compte-rendu.

Accompagnant ce document, se trouvent également une carte de situation aérienne ainsi qu'un formulaire de compte-rendu du CNES/GEIPAN, complété par le pilote-témoin.

## 2- DESCRIPTION DU CAS

Voici la description du cas, telle que narrée par les témoins dans le compte-rendu :

Témoin principal, noté ci-après « T1 » :

*« Vol AOM 502C Orly-Cayenne du 26.08.1998. FL330. Décollage Cayenne 20h53 TU. Rapport du capitaine.*

*A 00h32 Tu position 27.35N/33.35W (+/- 22h30 locales).*

[Schéma explicatif n°1 reproduit dans l'enquête ci-après]

*Saturne est levée depuis 1 heure environ (2h09 azimut / +10° élévation).*

*Nous sommes cinq en poste, séance d'observation avec jumelles 7x50 (EEE OPL [Officier Pilote de Ligne ou Copilote], PPP OMN [Officier Mécanicien Navigant], LLL PNC [Personnel Navigant Commercial] et SSS chef de cabine).*

*EEE annonce un point lumineux à 10h, 10° au-dessus de l'horizon environ (sous la Polaire). Le ciel est clair, pas de lune (premier croissant, cendrée). Rapidement on distingue 4 points lumineux visibles à l'œil nu, très rapides. Le 4ème est moins lumineux que les 3 autres, avec une traînée lumineuse intense sur 20° environ. Grâce aux 7x50 je peux résoudre le 4ème point qui est en fait composé de 3 objets moins lumineux que les trois premiers. Chacun a une traînée lumineuse très vive. Le champ de la 7x50 n'englobe pas tout le dispositif.*

*La trajectoire est horizontale et parfaitement rectiligne. Le phénomène est visible 10 secondes environ. Au passage à midi la magnitude estimée est -5/-6. Disparition azimut x90 en-dessous de saturne toujours 10° au-dessus de l'horizon.*

*La distance est difficilement appréciable. 90° d'arc en 10 secondes. Si 15 km (estimée par grosseur des points) arc 90° = 30 km en 10 secondes -> 11000 nœuds /20000 km/h !*

[Schéma explicatif n°2 reproduit dans l'enquête ci-après]

*Si orbite basse 400 km (arc 90° ->  $2\pi h/4 = 400 \times 2\pi/4 = 628$  km en 10 secondes = 226000 km/h (satellite 40000 km/h)).*

*Probablement phénomène dans l'atmosphère.*

*Présence ingénieur Ariane Espace à bord. Evoque satellites genre Iridium. Peu plausible car formation serrée de 6 points lumineux ([illisible] satellites 5500 km), vitesse trop élevée pour satellite, luminosité trop forte. Pas de clignotement. Trajectoire parallèle (et très droite) à l'horizon. D'où vient ce rayonnement très intense ? Le soleil est à plus de 90° du lever.*

*Radar météo non observé.*

*Remarques personnelles.*

*Je suis aviateur depuis une trentaine d'années, et j'ai donc eu l'occasion d'assister à de nombreux phénomènes d'ordre ou plutôt d'origine cosmique, astronomique, météorologique. Au cours d'un vol de nuit, la lumière dans le cockpit est toujours réduite. Il est ainsi plus facile de repérer les avions pouvant générer éventuellement un conflit, les masses nuageuses genre Cb [cumulonimbus] pouvant être dangereuses, etc. J'ai également pu assister à de nombreuses rentrées atmosphériques de trajectoire radicalement différente.*

*En tant qu'ancien pilote de chasse, j'ai une bonne expérience des vitesses relatives, des vols en formation.*

*Au cours de cette traversée océanique, nous avons survolé plusieurs zones de ravitaillement en vol situées à proximité des Açores, mais à des niveaux de vol inférieurs. D'autre part, cette partie sud de l'atlantique est assez fréquentée, comparativement à l'atlantique nord et à son flot continu entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Le contrôle aérien xxx le trafic et il est impensable qu'un vol ait pu ainsi couper notre trajectoire.*

*Ce phénomène est caractérisé par*

- *Une trajectoire horizontale et rectiligne*
- *Une vitesse très élevée*
- *Un rayonnement visible très intense laissant derrière le dispositif une longue traînée lumineuse*

*Si on suppose que cette formation d'objets lumineux évoluait dans l'atmosphère à une vitesse subsonique (vitesse propre 500 nœuds) et compte tenu du secteur angulaire (90°) traversé en environ 10 secondes, 500 nœuds = 250 m/s -> 2500 m, le dispositif aurait croisé à midi à environ 1500 m ce qui n'est pas possible compte tenu de la grosseur des points lumineux.*

*La distance minimale estimée est d'environ 15 km si mes calculs sont bons la vitesse serait de 20000 km/h.*

*Si la distance est portée à 50 km ce qui suppose une taille des engins et une luminosité encore plus importantes, 100 km en 10 secondes, la vitesse devient 65000 km/h ! (Les cinq membres d'équipage présents dans le cockpit sont tous d'accord au sujet des dix secondes).*

*Il y a eu dans le cockpit beaucoup de surprise et de questions ensuite.*

*Personnellement, j'ai une très modeste formation en astronomie astrophysique et j'observe très souvent le ciel.*

*Je n'avais jamais assisté à un tel spectacle....»*

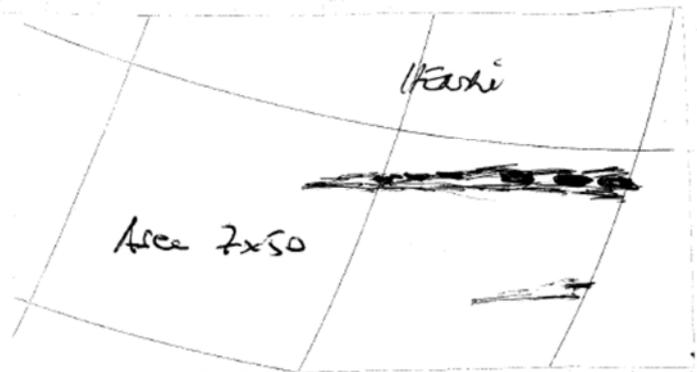
offenim      nudi      d'offenim

le 1<sup>er</sup> + Bunkone ou plus volubilité

chef de cabine Ah.

Horei

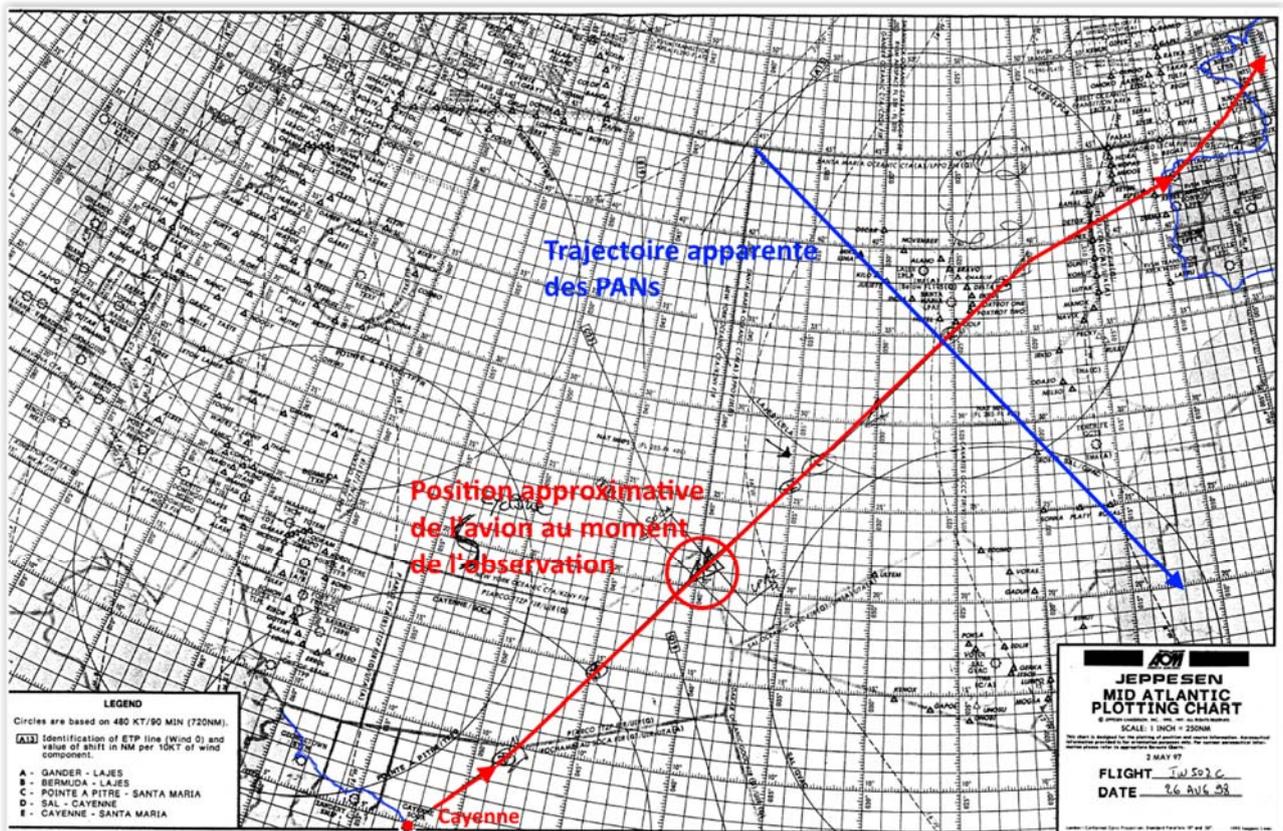
vous remarquerez que  
tous les dessins présentent  
une trajectoire horizontale.



### 3- DEROULEMENT DE L'ENQUÊTE

La **situation géographique** est résumée sur la carte aérienne ci-dessous, annotée par le témoin.

Pour plus de visibilité, la position de l'avion au moment de l'observation a été cerclée de rouge et sa trajectoire surlignée, également en rouge, par l'enquêteur.



La trajectoire apparente des PANs a été reconstituée d'après les données fournies par le témoin.

Les **données météorologiques** sont inconnues.

Le témoin précise cependant dans son compte-rendu que la visibilité était supérieure à 10 km et que l'avion se trouvait hors nuages au moment de l'observation (altitude 33.000 pieds, soit environ 10.000 mètres).

La **situation astronomique** nous permet de remarquer la seule présence notable de Jupiter (et non Saturne comme indiqué par le témoin principal), à l'azimut  $+98^\circ$  et à l'élévation  $+9^\circ$  :



## Analyse

Les caractéristiques des PANs telles que décrites par le témoin (trajectoire rectiligne, extrême vitesse, luminosité importante, longue traînée lumineuse...) font penser à l'observation d'une rentrée atmosphérique, soit de plusieurs objets naturels (météores, bolide fragmenté...), soit d'un objet artificiel en phase de retombée dans l'atmosphère.

Nous pouvons aussi penser à une pluie d'étoiles filantes de l'essaim des [Alpha Aurigides](#), mais seule la période d'observation correspond (cet essaim produisant des étoiles filantes du 25 août au 6 septembre). Toutes les autres données connues de cet essaim ne cadrent pas avec la description des PANs. Nous pouvons citer en particulier le taux horaire maximal (ZHR) pouvant atteindre 9 (contre 6 pour le cas présent, qui plus est observés simultanément) et la magnitude connue, ne dépassant jamais -4 pour les plus brillantes, isolées.

Concernant l'hypothèse d'une rentrée atmosphérique, dans le catalogue mis à jour (Avril 2017) de Ted Molczan qui les recense toutes depuis 1958, aucune n'est identifiée pour le mois d'août 1998.

Cela ne signifie toutefois pas que les PANs ne puissent pas en être une, mais les possibilités sont faibles, tant les objets artificiels sont étroitement surveillés et recensés depuis plusieurs dizaines d'années, au contraire des météores/bolides, dont le caractère imprévisible les rend plus difficiles à détecter et à répertorier.

Un bolide entre dans l'atmosphère terrestre à une vitesse comprise entre 11 et 72 km/s (soit entre environ 39000 et 259000 km/h).

En tenant compte de ces vitesses, un rapide calcul nous donne, pour un angle d'observation s'étalant sur  $90^\circ$  et une durée d'observation de 10 secondes, des distances possibles au plus proche (soit à mi-parcours, lorsque les PANs coupent la trajectoire de l'avion) séparant les témoins des PANs comprises **entre 34 et 222 km**.

Ces résultats restent compatibles avec l'hypothèse d'un phénomène de rentrée atmosphérique se produisant à haute altitude.

Une trajectoire globalement horizontale n'est pas un facteur d'étrangeté. elle se rencontre en effet parfois dans les cas d'observations de certains types de bolides, comme par exemple dans le fameux cas de 1972 (« [1972 great daylight fireball](#) ») où un bolide d'un diamètre de 3 à 14 m est entré dans l'atmosphère terrestre (ou plus exactement, l'a « effleuré »), à 58 kilomètres de la surface au plus proche (soit au-dessus du Montana – USA), où un double boum sonique a été entendu par un témoin visuel), à la vitesse de 15 km/s.

Cet évènement, qui s'est déroulé le 10.08.1972, a été photographié et [filmé](#) (pendant 26 secondes) au-dessus du lac Jackson (Wyoming – USA) :



La trajectoire apparaît ici légèrement ascendante, mais ce n'est qu'un effet de perspective. La trajectoire réelle de ce bolide est en effet probablement quasiment horizontale, avec un angle très petit, tangentielle à l'atmosphère terrestre, sur laquelle il a « rebondi », un peu à la manière d'un caillou plat effectuant un ricochet sur la surface de l'eau, avant d'en ressortir.

Ce type de bolide particulier est appelé « *bolide rasant* ». Dans certains cas, il est possible que la friction occasionnée par le début d'entrée dans l'atmosphère provoque son fractionnement, produisant ainsi une procession de météore.

Ce phénomène de bolide rasant est rarissime ; seuls quatre cas sont connus :

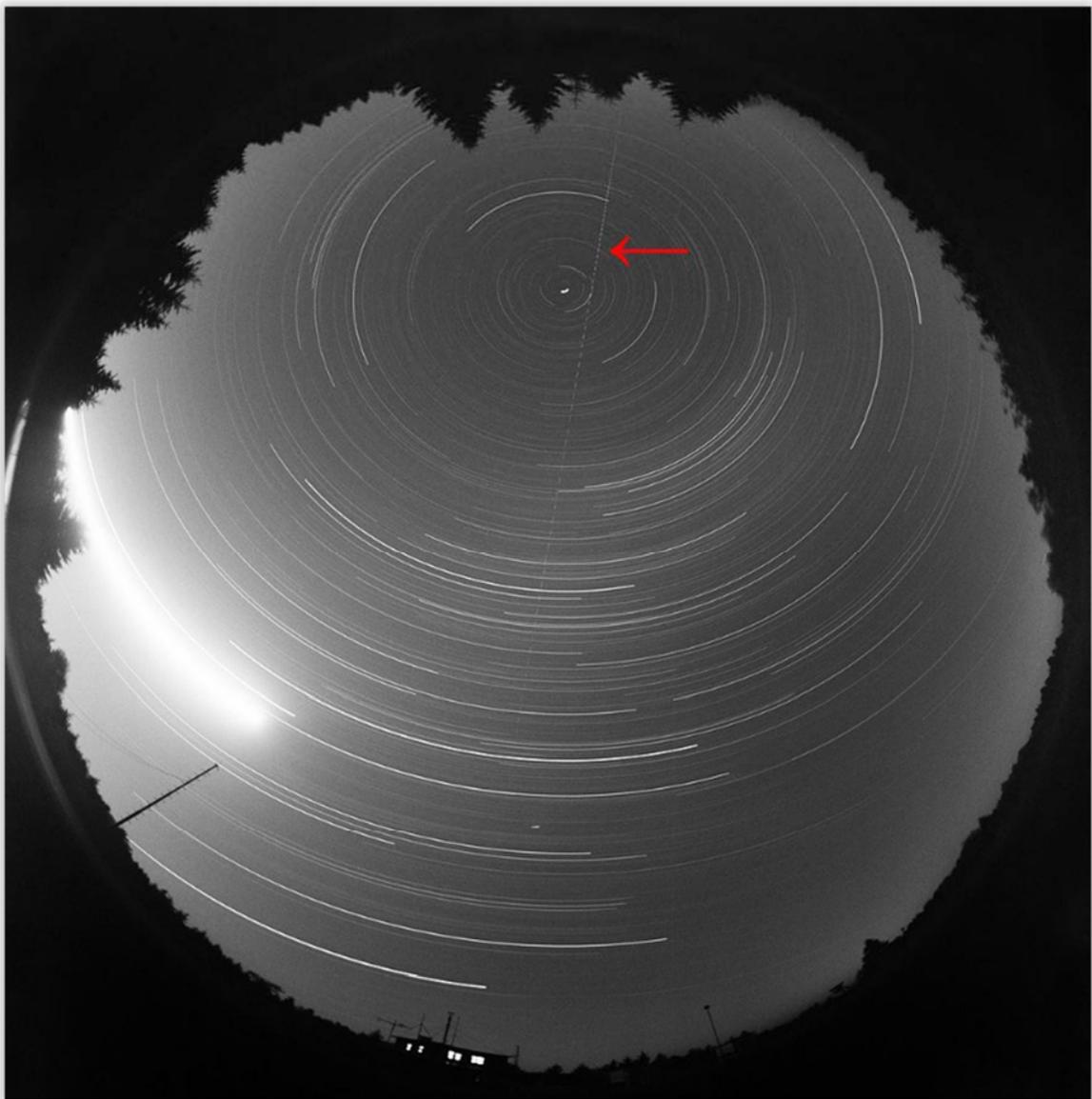
- le grand météore de 1860, le seul des quatre à avoir produit une procession météoritique. Il a été représenté par le peintre Frédéric Church, lui-même témoin direct du phénomène :



Frederic Edwin Church, *Meteor of 1860*, 1860, Collection of Ms. Judith Filenbaum Hernstadt

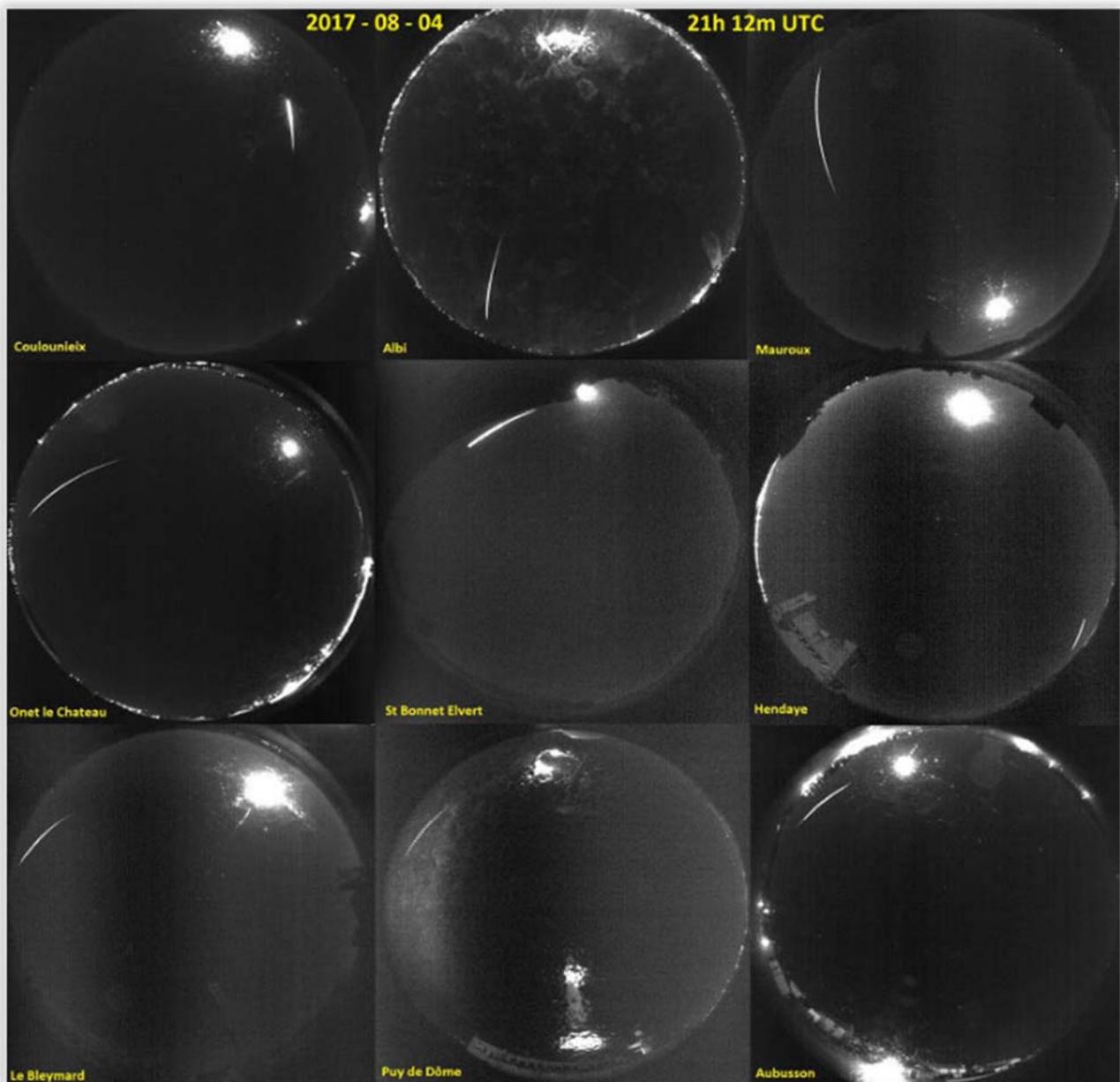
- le grand bolide diurne de 1972, déjà décrit ci-dessus.
- le [bolide rasant du 13.10.1990](#). Ce météoroïde (chondrite ordinaire) d'une masse estimée de 44 kg a effleuré l'atmosphère terrestre à une altitude au plus proche d'environ 98 km au-dessus de la Pologne, balayant environ 60% du ciel du sud au nord pendant presque 10 secondes avec une magnitude apparente d'environ -6.

Il a été détecté et filmé par plusieurs caméras du réseau européen des météoroïdes, ce qui a permis le calcul géométrique de ses caractéristiques orbitales, ainsi que sa vitesse, estimée à 41,7 km/s.



*Photographie numérisée du bolide EN131090, capturé à l'origine sur une plaque photographique en verre. Le 13 octobre 1990, le bolide rasant a survolé la Tchécoslovaquie et la Pologne. Il a été capturé par une caméra équipée d'un objectif grand-angle Zeiss Distagon 3,5 / 30mm situé à la station hydrométéorologique de Červená hora, en Tchécoslovaquie (maintenant République tchèque). Le bolide se déplaçait du sud vers le nord et sa trajectoire était matérialisée par un obturateur, tournant 12,5 fois par seconde, ce qui a permis de déterminer sa vitesse. Le tracé lumineux brillant et épais à gauche est la Lune.*

- Le [bolide rasant du 04.08.2017](#). Ce bolide, passant au-dessus du sud-ouest de la France, a été détecté par le réseau Fripon : « un bolide rasant (inclinaison de 20°) est passé au-dessus du sud-ouest de la France le 4 août 2017. Il a disparu à la verticale de Périgueux à une hauteur de 37 km. Il est peu probable que l'on ait une météorite au sol compte tenu de sa vitesse terminale de 7.8km et d'une magnitude maximum de -13. Ce phénomène a été vu par une quinzaine de caméra FRIPON et par de nombreux observateurs visuels ».



*Quelques images de neuf des caméras du réseau Fripon ayant capturé le phénomène.*

Les similitudes du PAN avec le bolide rasant du 13.10.1990 sont frappantes. En particulier, la durée d'observation et la magnitude relevée sont identiques. La portion du ciel traversée est également très proche, avec environ 60% du ciel traversé par le bolide de 1990 contre environ 50% pour celui observé par les témoins en août 1998.

La différence essentielle réside en la présence de plusieurs objets, ce qui est possible dans le cadre d'une procession météoritique, qui est un événement exceptionnel.

Nous avons tenté de retrouver des informations relatives à une éventuelle rentrée atmosphérique d'un bolide à la date de l'observation, sans succès.

### 3.1. SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS COLLECTÉS

#### TEMOIN N°1

#	QUESTION	REPONSE (APRES ENQUETE)
A1	Commune et département d'observation du témoin (ex : Paris (75))	[AERO AOM] LAT 27.58, LON -33.35 (INT)
A2	(opt) si commune inconnue (pendant un trajet) : Commune de début de déplacement ; Commune de Fin de déplacement	
A3	(opt) si pendant un trajet : nom du Bateau, de la Route ou numéro du Vol / de l'avion	
<i>Conditions d'observation du phénomène (pour chaque témoin)</i>		
B1	Occupation du témoin avant l'observation	AUX COMMANDES D'UN DC10
B2	Adresse précise du lieu d'observation	27.583/-33.35
B3	Description du lieu d'observation	CABINE DE PILOTAGE
B4	Date d'observation (JJ/MM/AAAA)	26/08/1998
B5	Heure du début de l'observation (HH:MM:SS)	00:32:00 TU
B6	Durée de l'observation (s) ou Heure de fin (HH :MM :SS)	10 SECONDES
B7	D'autres témoins ? Si oui, combien ?	OUI - 4
B8	(opt) Si oui, quel lien avec les autres témoins ?	COLLEGUES (EQUIPAGE DU DC10)
B9	Observation continue ou discontinue ?	CONTINUE
B10	Si discontinue, pourquoi l'observation s'est-elle interrompue ?	/
B11	Qu'est ce qui a provoqué la fin de l'observation ?	LE PAN A DISPARU
B12	Phénomène observé directement ?	OUI
B13	PAN observé avec un instrument ? (lequel ?)	OUI – JUMELLES 7X50
B14	Conditions météorologiques	VISIBILITE SUPERIEURE A 10 KM ET VOL HORS NUAGES AU MOMENT DE L'OBSERVATION (ALTITUDE 33.000 PIEDS, SOIT ENVIRON 10.000 METRES).
B15	Conditions astronomiques	ABSENCE DE LUNE ET PRESENCE DE JUPITER AZIMUT +98° ELEVATION +9°
B16	Equipements allumés ou actifs	/
B17	Sources de bruits externes connues	/

<i>Description du phénomène perçu</i>		
C1	Nombre de phénomènes observés ?	6
C2	Forme	PONCTUELLE
C3	Couleur	/
C4	Luminosité	TRES VIVE – MAGNITUDE ESTIMEE A - 5/-6
C5	Trainée ou halo ?	TRAINEE LUMINEUSE TRES VIVE
C6	Taille apparente (maximale)	/
C7	Bruit provenant du phénomène ?	/
C8	Distance estimée (si possible)	/
C9	Azimut d'apparition du PAN (°)	ENVIRON 0°
C10	Hauteur d'apparition du PAN (°)	ENVIRON 10°
C11	Azimut de disparition du PAN (°)	ENVIRON 90°
C12	Hauteur de disparition du PAN (°)	ENVIRON 10°
C13	Trajectoire du phénomène	LIGNE DROITE HORIZONTALE
C14	Portion du ciel parcourue par le PAN	ENVIRON 90°
C15	Effet(s) sur l'environnement	/
<i>Pour les éléments suivants, indiquez simplement si le témoin a répondu à ces questions</i>		
E1	Reconstitution sur plan et photo/croquis de l'observation ?	OUI
E2	Emotions ressenties par le témoin pendant et après l'observation ?	/
E3	Qu'a fait le témoin après l'observation ?	/
E4	Quelle interprétation donne-t-il à ce qu'il a observé ?	/
E5	Intérêt porté aux PAN avant l'observation ?	/
E6	Origine de l'intérêt pour les PAN ?	/
E7	L'avis du témoin sur les PAN a-t-il changé ?	/
E8	Le témoin pense-t-il que la science donnera une explication aux PAN ?	/

#### 4- HYPOTHESES ENVISAGEES

La seule hypothèse envisagée est celle de la confusion avec un phénomène rarissime et exceptionnel de rentrée atmosphérique d'un bolide fractionné en procession météoritique.

#### 4.1. SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES

HYPOTHÈSE			EVALUATION*
<b>Bolide fractionné</b>			<b>70 %</b>
ITEM	ARGUMENTS POUR	ARGUMENTS CONTRE ou MARGE D'ERREUR	POUR/CONTRE
- Couleur	- Blanc, commun pour le phénomène	-	1.00
- Magnitude	- Évaluée par le témoin a -6, identique à une rentrée atmosphérique similaire, connue et répertoriée et ayant eu lieu en 1990	-	1.00
- Nombre	- Conforme à l'hypothèse	-	1.00
- Durée d'observation	- Courte, conforme à l'hypothèse	-	
- Portion du ciel traversé	- environ 50%, proche de celle de l'observation de 1990	-	1.00
- Distance séparant le phénomène des témoins	- Compatible avec l'hypothèse	-	1.00
- Trajectoire	- Rectiligne, compatible avec l'hypothèse	- Incertitude quant au comportement final du bolide : a-t-il traversé l'atmosphère ou rebondi dessus ? Non déterminant car les deux sont possibles pour le cas d'observation	1.00
- Trainées	- Lumineuses, s'étalant sur 20°, conformes à l'hypothèse	-	1.00
- occurrence en lieu et date	Observation fugace (10 secondes) s'étant déroulée en plein milieu de l'océan atlantique, loin de toute station de détection terrestre	Rareté du phénomène Aucun autre témoin	0.4

\*Fiabilité de l'hypothèse estimée par l'enquêteur: certaine (100%) ; forte (>80%) ; importante (60% à 80%) ; moyenne (40% à 60%) ; faible (20% à 40%) ; très faible (<20%) ; nulle (0%)

## 4.2. SYNTHÈSE DE LA CONSISTANCE

La consistance est bonne, avec un témoignage bien détaillé, en particulier en ce qui concerne la position initiale et finale des PANs et leur description physique (apparence, magnitude...).

Il est cependant dommage de ne pas disposer des témoignages des autres membres d'équipage. Par ailleurs, aucun enregistrement photo ou vidéo du phénomène n'a été fait.

## 5- CONCLUSION

Nous pouvons affirmer que l'observation concerne probablement une rentrée atmosphérique d'un bolide, fractionné en procession météoritique.

La trajectoire horizontale relevée par les témoins tend à montrer qu'il pourrait s'agir d'un bolide de type rasant ; cependant, faute de davantage de données permettant d'effectuer des calculs plus précis, nous ne pouvons déterminer avec certitude si ce bolide a bel et bien traversé l'atmosphère terrestre ou s'il a rebondi dessus, comme l'a fait le météore de 1972 aux USA.

La durée d'observation, la magnitude et la portion du ciel traversé rapproche de cas d'un phénomène de bolide rasant semblable s'étant produit en octobre 1990.

De manière plus générale, la description des témoins cadre très bien avec l'hypothèse : couleur blanche, trajectoire rectiligne, déplacement très rapide, présence de traînées très lumineuses.

On pourra s'étonner que ce phénomène véritablement rarissime et exceptionnel n'ait pas rencontré plus d'écho à l'époque. Cependant, cette observation fugace (10 secondes) s'étant déroulée en plein milieu de l'océan atlantique, loin de toute station de détection terrestre et d'observateurs visuels, elle n'a probablement été observée par personne d'autre.

La consistance est bonne, avec un témoignage bien détaillé, en particulier en ce qui concerne la position initiale et finale des PANs et leur description physique (apparence, magnitude...).

Il est cependant dommage de ne pas disposer des témoignages des autres membres d'équipage. Par ailleurs, aucun enregistrement photo ou vidéo du phénomène n'a été fait (ce qui est fréquent avec une durée aussi faible).

En conséquence le GEIPAN classe le cas en B : observation de météoroïdes.

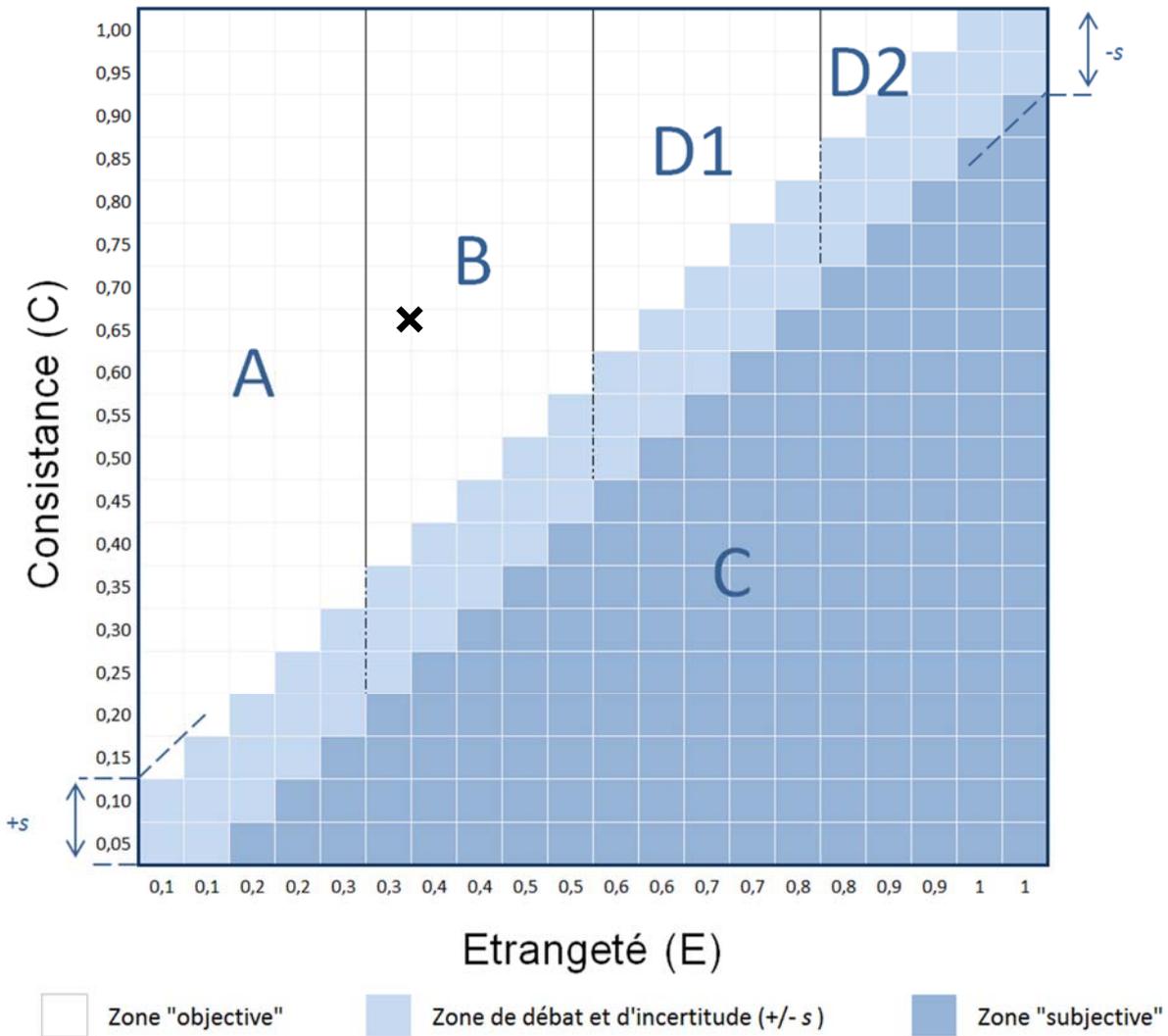
## 5.1. CLASSIFICATION

CONSISTANCE <sup>(1)</sup> ( $I \times F$ )  
(E)

0.65 = 0.8 x 0.8

ETRANGETE <sup>(2)</sup>

0.3



<sup>(1)</sup> Consistance (C) : entre 0 et 1. Quantité d'informations ( $I$ ) fiables ( $F$ ) recueillies sur un témoignage ( $C = I \times F$ )

<sup>(2)</sup> Etrangeté (E) : entre 0 et 1. Distance en termes d'informations à l'ensemble des phénomènes connus