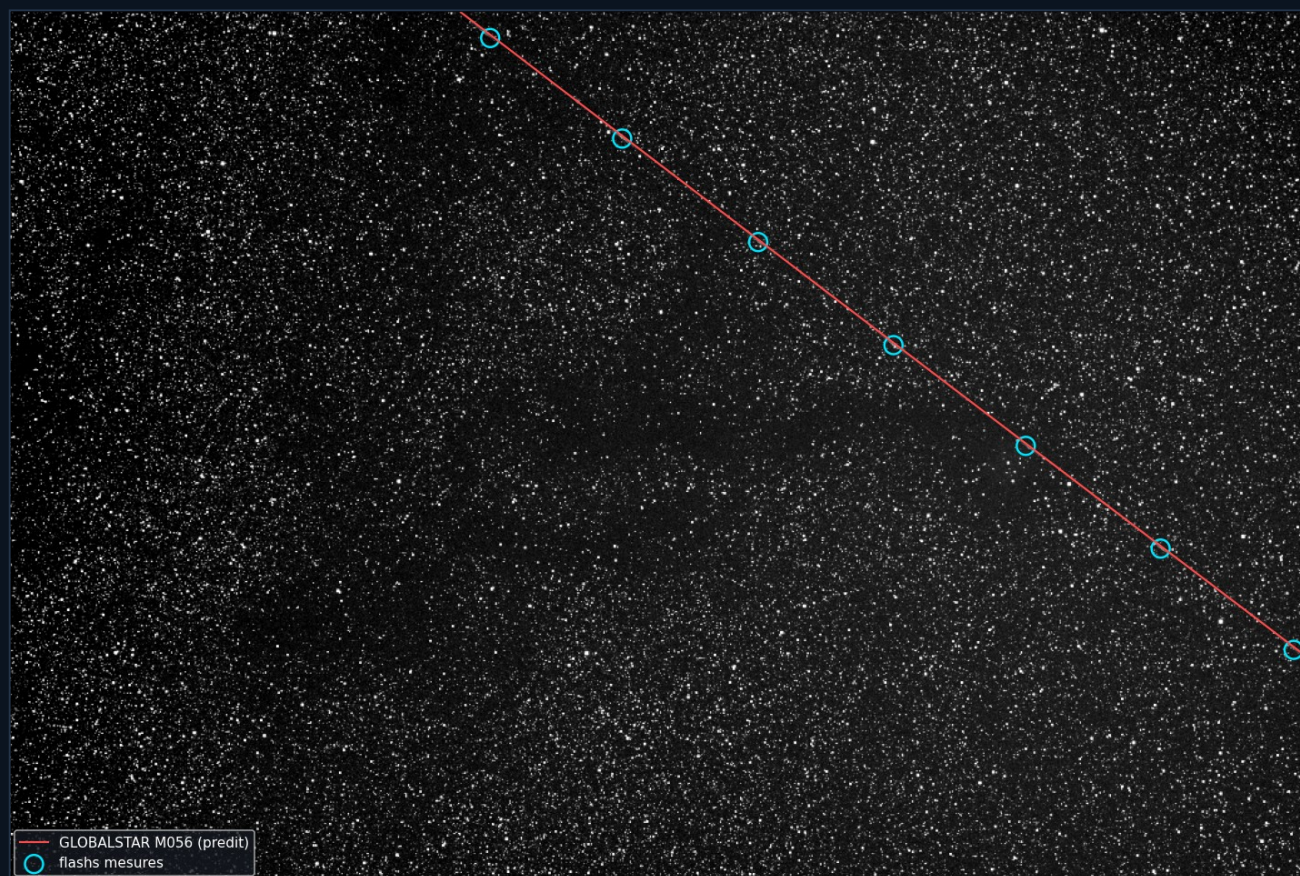


Sept éclats dans le Cygne

Identification d'un satellite en rotation libre
à partir d'une seule pose de 60 secondes



OBJET

GLOBALSTAR M056

NORAD

25945

ALTITUDE

1655 km

ROTATION

3,573 s

§ 01

L'observation, et une fausse piste

Le 27 juillet 2026 à 21 h 04 min 14,85 s UTC, une pose de 60 secondes sur la nébuleuse du Cocon enregistre une série d'éclats alignés. L'image aurait pu finir au rebut : le rejet statistique de l'empilement l'aurait effacée sans laisser de trace. Elle contenait pourtant de quoi identifier formellement un objet en orbite, mesurer son altitude au kilomètre près et déterminer sa période de rotation.

PARAMÈTRE	VALEUR
Date et heure de début (DATE-OBS)	2026-07-27 21:04:14,851 UTC
Temps de pose	60,0 s
Capteur	ZWO ASI2600MM Pro, gain 100, -10,1 °C
Focale / échantillonnage	299,19 mm — 2,592 "/px
Centre du champ	21h 46m 33,9s +47° 31' 31"
Élévation du champ / azimut	49,1° / 66,7° (ENE)
Hauteur du Soleil	-11,9°

La première hypothèse formulée fut celle d'un flash Iridium. Elle est aujourd'hui impossible : la constellation d'origine, dont les trois antennes polies produisaient ces embrasements caractéristiques, a été désorbitée entre 2017 et fin 2019. Le dernier flash observable date de décembre 2019. Les Iridium NEXT qui leur ont succédé ne possèdent pas ces surfaces réfléchissantes planes.

Restait une certitude géométrique. Avec un Soleil à -11,9° et une visée à 49° d'élévation, l'ombre de la Terre le long de la ligne de visée plafonne entre 150 et 300 km d'altitude : tout ce qui orbite au-dessus était éclairé. Fin juillet à 48° de latitude nord, aucune orbite n'est à l'abri.



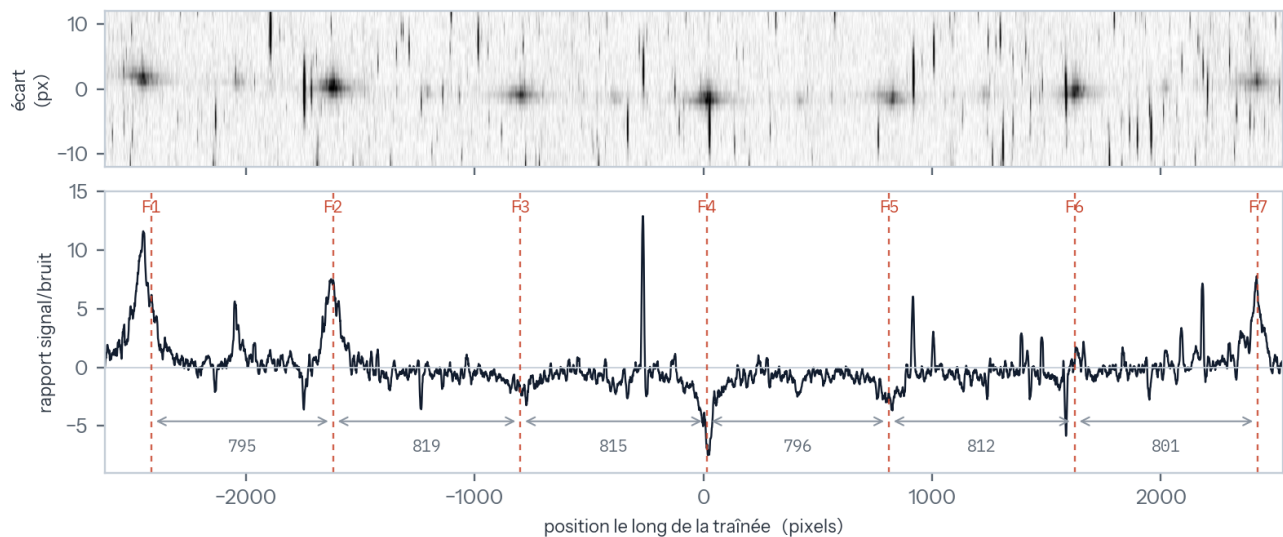
Détail à l'échelle native, autour des trois premiers éclats. Chaque trace fait environ 95 pixels de largeur à mi-hauteur et se détache sur un fond d'étoiles du Cygne oriental.

§ 02

Une seule trace, et non sept objets

L'intuition immédiate — plusieurs satellites d'un même plan orbital, façon train Starlink — est démentie par la mesure. La détection procède par ouverture morphologique directionnelle : on érode puis dilate l'image avec un élément structurant linéaire, testé sur 120 orientations. Une étoile, compacte, est effacée ; une trace continue survit. Le procédé isole sept segments et rien d'autre.

CONSTAT	MESURE	CONSÉQUENCE
Orientation des sept segments	37,2° (identique)	même trajectoire
Écart à la droite ajustée	1,4 px RMS sur 4 857 px	colinéarité stricte
Détections hors de cette droite	aucune	un seul objet
Espacement des éclats	806 ± 9 px (1,1 %)	modulation périodique



En haut : la traînée redressée, l'image ayant été rééchantillonnée le long de la droite ajustée. En bas : le profil de brillance et la position des sept éclats, avec l'espacement mesuré entre chacun, en pixels.

Sept segments alignés au pixel près sur près de cinq mille pixels ne peuvent pas appartenir à sept engins distincts : chacun aurait tracé sa propre corde à travers le champ, et les traces se seraient confondues en une ligne continue. Un espacement régulier à 1 % près désigne au contraire une modulation périodique de l'éclat — la signature d'un corps unique en rotation, présentant une facette réfléchissante à intervalle constant.

Cette conclusion en entraîne une autre. Un satellite opérationnel est stabilisé trois axes : son orientation est maintenue, il ne peut pas clignoter avec une période de quelques secondes. Le clignotement est donc, à lui seul, la preuve que le contrôle d'attitude est perdu.

§ 03

Une ambiguïté que l'image seule ne lève pas

La trace entre par un bord du capteur et ressort par l'autre. On connaît donc la distance angulaire parcourue — $3,705^\circ$, la corde complète — mais pas la durée du trajet. L'objet a pu traverser en six secondes ou en soixante : l'image est rigoureusement identique dans les deux cas. Or c'est cette durée qui fixe la vitesse apparente, donc l'altitude.

TRAVERSÉE	VITESSE APPARENTE	ALTITUDE	PÉRIODE DE FLASH
60 s	222 "/s	$\approx 4\,700$ km	9,4 s
30 s	445 "/s	$\approx 2\,500$ km	4,7 s
10 s	1 334 "/s	≈ 900 km	1,6 s
6 s	2 223 "/s	≈ 540 km	0,94 s

Une seule famille de solutions, un paramètre libre. La population orbitale étant très largement dominée par l'orbite basse, le pari raisonnable penchait vers une traversée de cinq à douze secondes. Mais un pari n'est pas une mesure : il fallait sortir de l'image.

§ 04

Le catalogue, et trois éliminations

Le catalogue complet des objets suivis a été téléchargé auprès de Space-Track à l'époque de l'observation — 29 596 objets, débris et étages de fusée compris, que les catalogues publics restreints aux satellites actifs ne contiennent pas. Chacun a été propagé par SGP4 sur la fenêtre de pose, puis filtré sur deux critères indépendants : passer à moins de 3° du centre du champ, et être éclairé par le Soleil.

CANDIDAT	ÉCART D'ANGLE	TRAVERSÉE	VERDICT
CZ-6A DEB	$88,9^\circ$	8,3 s	écarté — trajectoire perpendiculaire
GLOBALSTAR M056	$3,1^\circ$	22,8 s	retenu
MOLNIYA 1-91	$82,6^\circ$	461 s	impossible — trop lent
KUIPER-00247	$19,5^\circ$	7,3 s	écarté sur l'angle

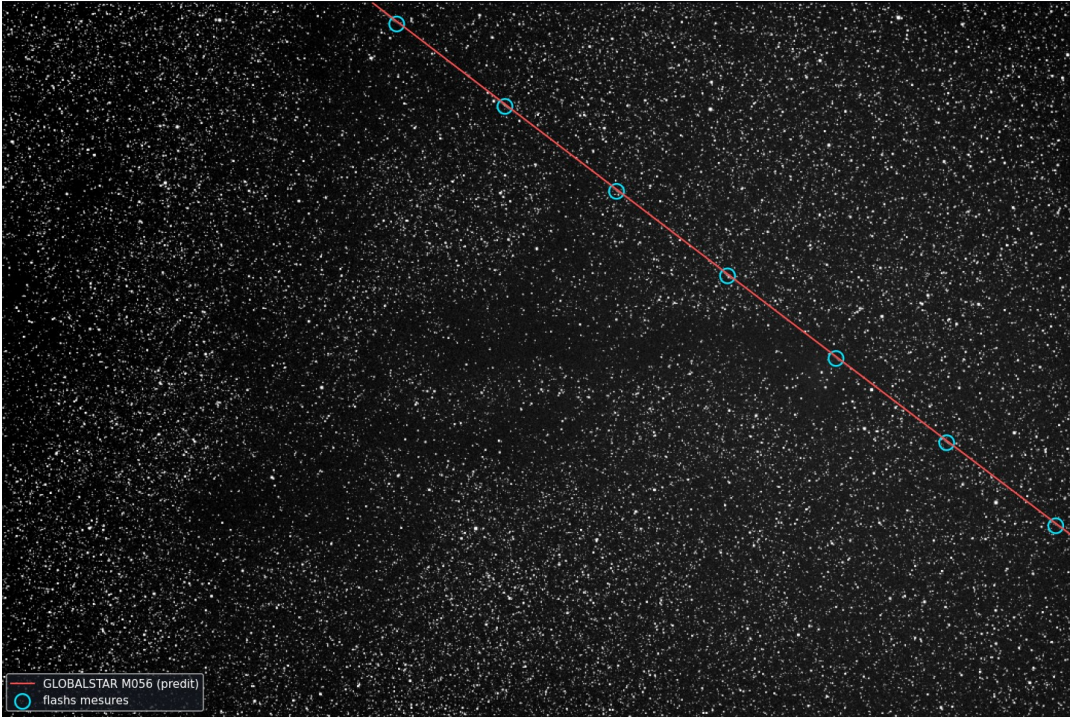
Le débris de Longue Marche 6A passait le plus près du centre du champ — $0,22^\circ$ — mais suivait une direction faisant 89° avec la trace mesurée. C'est précisément pour éviter ce piège que le filtrage porte sur l'angle de position et non sur la seule proximité.

Le satellite Molniya, lui, est éliminé sans même invoquer sa direction : à $28,9$ "/s, il lui faudrait près de huit minutes pour parcourir les $3,7^\circ$ de la corde. La pose n'en dure qu'une. La cinématique suffit.

§ 05

La vérification

Une correspondance statistique ne vaut pas preuve. La trajectoire prédite pour GLOBALSTAR M056 a donc été reprojétée en coordonnées pixel via la solution astrométrique de l'image, puis superposée aux éclats mesurés.



En rouge, la trajectoire calculée par propagation SGP4 ; en cyan, la position des sept éclats mesurés sur l'image. Résidu médian : 25 secondes d'arc.

La trajectoire enfile les sept éclats sur 5 150 pixels. À cette échelle, une coïncidence fortuite est exclue. Le résidu de 25 " pour un jeu d'éléments orbitaux vieux d'un jour est d'ailleurs remarquablement faible — indice supplémentaire que l'objet ne manœuvre plus.

GRANDEUR	VALEUR	REMARQUE
Fenêtre de traversée	$t = +18,9 \text{ s à } +41,6 \text{ s}$	22,7 s sur une pose de 60 s
Distance topocentrique	2 033 → 2 108 km	l'objet s'éloigne
Altitude, à l'entrée	1 656 km	déduite de l'élévation 50,19°
Altitude, à la sortie	1 655 km	déduite de l'élévation 46,73°
Période orbitale	119,4 min	vitesse 7,044 km/s
Résidu prédit / mesuré	25 " (0,42')	TLE d'un jour d'âge

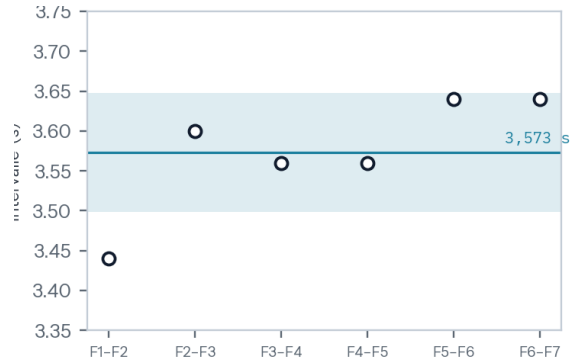
Les deux extrémités de la trace, traitées séparément, donnent la même altitude à un kilomètre près. Cet accord valide d'un seul coup toute la chaîne : solution astrométrique, système de coordonnées de l'image, et propagation orbitale.

§ 06

Ce que l'objet raconte

Datés par le modèle orbital, les sept éclats se succèdent toutes les $3,573 \pm 0,074$ s, avec une dispersion de 2,1 %. La rotation vaut donc 3,57 s si une seule face réfléchit, 7,15 s si deux faces opposées le font — le cas le plus probable compte tenu des deux panneaux solaires plans de la plateforme.

La légère dérive apparente des intervalles, à 2,7 sigma, ne doit pas être surinterprétée : les écarts valent 15 à 30 pixels le long de la trace, pour des éclats larges de 95 pixels et de rapport signal/bruit compris entre 2,5 et 7,6. C'est du bruit de centrage.



GLOBALSTAR M056 a été lancé depuis Baïkonour le 18 octobre 1999, avec trois de ses jumeaux. C'est un satellite de première génération, bâti sur la plateforme SS/Loral LS-400 : corps trapézoïdal, deux panneaux solaires déployés, stabilisation trois axes. Ces deux grandes surfaces planes constituent exactement la géométrie qui produit des réflexions spéculaires.

Un dernier indice referme le dossier. L'altitude mesurée, 1 655 km, se situe 240 km au-dessus de l'orbite opérationnelle de la constellation, à 1 414 km. C'est l'orbite de rebut vers laquelle la première génération a été relevée en fin de vie. Deux raisonnements indépendants — la rotation libre déduite du clignotement, l'altitude déduite de la géométrie — convergent vers le même constat : l'objet est hors service et abandonné.

SYNTHÈSE

Objet	GLOBALSTAR M056 — NORAD 25945 — COSPAR 1999-058C
Altitude	1 655 km (orbite de rebut, +240 km sur la constellation)
Période orbitale	119,4 minutes
Distance à l'observateur	2 033 à 2 108 km
Période de rotation	$3,573 \pm 0,074$ s (ou 7,15 s si deux faces)
État	hors service, en rotation libre

Traitement : détection par ouverture morphologique directionnelle, ajustement gaussien des éclats, propagation SGP4 sur éléments Space-Track, reprojection par la solution astrométrique du fichier FITS. Chaîne logicielle : Siril, Astropy, Skyfield, SciPy. La pose demeure exploitable pour l'empilement : le rejet statistique éliminera la traînée, celle-ci n'apparaissant que sur une image de la série.