

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

Toulouse, le 24/03/2019  
DSO/DA//GP

## COMPTE RENDU D'ENQUÊTE

[AERO EASY JET] de PARIS (75) vers LISBONNE (PT.11) 21.08.2014

### CAS D'OBSERVATION

#### 1 – CONTEXTE

Le GEIPAN est contacté le 09.09.2014 par mail par le témoin au sujet d'une observation faite depuis un avion de ligne le 21.08.2014.

Accompagnant ce mail se trouvent les onze pièces suivantes :

- Le questionnaire d'observation standard complété
- Cinq photographies renommées, une seule d'entre elles montrant le PAN.
- Une portion de l'image montrant le PAN, agrandie.
- Trois croquis faits par le témoin représentant la scène (2) et le PAN (1).
- Une photographie et un dessin représentant une référence visuelle proche de l'aspect du PAN (« poisson Japonais »).

#### 2- DESCRIPTION DU CAS

Voici la description du cas, extraite de la partie narration libre du questionnaire :

*« Au cours de mon trajet entre Paris et Lisbonne, à peu près à la moitié de mon trajet je pense, j'ai regardé par le hublot le ciel ; j'étais assis à côté. Mais en regardant tranquillement, j'ai aperçu quelque chose que j'ai pris tout d'abord pour un drone ou un oiseau car je ne voyais pas d'autres explications.*

*J'ai cherché à comprendre comment ce drone pouvait voler car il semblait faire de la fumée et j'ai cru que c'étaient ses propulseurs. Il se trouvait à la même altitude que l'avion, à quelques centaines de mètres je pense. Je voyais comme une petite boîte noire côté tête de l'avion et des traînées en forme de nageoires de poisson japonais depuis cette boîte, côté queue de l'avion. J'ai donc cru que cet objet se propulsait dans la même direction que l'avion.*

*Et puis il a dû faire quelques mouvements se rapprochant un petit peu par la gauche (je le voyais au 1/3 gauche de mon champ de vision), puis il s'est rapproché vers le milieu de mon champ de vision et j'ai eu un moment d'inquiétude qu'il ne se mette dans les réacteurs de l'avion ou le touche en s'en rapprochant trop, mais à ce moment-là il s'est éloigné en face de moi puis sur la droite.*

*Les trainées étaient moins visibles quand il semblait se rapprocher ou s'éloigner, j'ai donc cru que cela venait de sa propulsion. Les trainées de ce que je pensais être sa propulsion n'étaient pas horizontales toutefois, mais tombantes, comme les nageoires de poissons japonais.*

*J'ai tout d'abord regardé l'objet un moment (2 à 3 minutes), puis me rendant compte que c'était plutôt particulier comme objet, j'ai voulu prendre une photo. J'avais laissé le flash (photo jointe avec l'objet dont j'ai extrait un zoom) et j'ai ensuite essayé de faire d'autres photos mais l'objet s'était déjà éloigné car j'ai eu du mal à retirer le flash de l'appareil photo (mon téléphone), j'ai donc perdu du temps. »*

### **3- DEROULEMENT DE L'ENQUÊTE**

L'observation s'étant déroulée à haute altitude en avion, les données météorologiques ne peuvent être établies avec certitude.

Nous pouvons par ailleurs essayer de déterminer la position approximative à la verticale de l'avion au moment où la photographie montrant le PAN a été faite, soit à exactement à 12h45'51''.

Le vol n°EZY3761 est un vol Easyjet effectuant la liaison régulière Paris-Lisbonne en semaine, le 21.08.2014 étant un jeudi. Le témoin indique que l'observation s'est faite environ à la moitié du trajet.

Cependant, le départ de ce vol de l'aéroport de Roissy Charles de Gaulle était à 11h et le temps de vol moyen à bord d'un Airbus A319-111 pour ce trajet est d'environ 2h05'. L'observation aurait donc plutôt été faite environ ¼ d'heure à 20 minutes avant l'atterrissage.

Grâce au site « *Planefinder.net* », nous pouvons retracer n'importe quel vol, même avec une observation ancienne datant de plus de trois ans.

A 10h45'51UTC, l'A319 volait au cap 210° à une altitude de 39.025 pieds (environ 13 km) et à une vitesse de 391 nœuds. Il n'avait pas encore entamé sa descente vers l'aéroport de Lisbonne et se trouvait non loin de la frontière hispano-portugaise.

Paris CDG → Lisbon LIS

GET PLANE FINDER ON YOUR MOBILE DEVICES  
[App Store](#) [Google Play](#)

Reg	Flight No.	Callsign
G-EZDY	U23761	EZY3761

Altitude	Speed	Course
39,025ft	391kts	210°

Additional live tracking data >

**Aircraft Type**  
Airbus A319-111

Age	First Flight	ADSEX
9 years	07-01-09	40SD12

Additional information on this aircraft >

**Airline**  
easyJet

**Days of Operation**  
M T W T F S S

Google

2014-08-21 10:45:51 UTC  
30 of 2376 visible

Nous pouvons noter la présence, à l'ouest de la position de l'Airbus et à une distance d'environ 14 km, du vol Aer Lingus EI883 effectuant la liaison Malaga (Espagne) – Cork (Irlande). Cet avion, un Airbus A320-214, se trouvait à une altitude de 36.000 pieds et se déplaçait au cap 304° à une vitesse de 385 nœuds.

EI883 / EIN883

Malaga AGP → Cork ORK

GET PLANE FINDER ON YOUR MOBILE DEVICES  
[App Store](#) [Google Play](#)

Reg	Flight No.	Callsign
EI-DVG	EI883	EIN883

Altitude	Speed	Course
36,000ft	385kts	304°

Additional live tracking data >

**Aircraft Type**  
Airbus A320-214

Age	First Flight	ADSEX
10 years	09-11-07	4CAG3A

Additional information on this aircraft >

**Airline**  
Aer Lingus

**Days of Operation**  
M T W T F S S

Google

2014-08-21 10:45:51 UTC  
2 of 2376 visible

~14 km

U23761 / EZY3761

Paris CDG → Lisbon LIS

GET PLANE FINDER ON YOUR MOBILE DEVICES  
[App Store](#) [Google Play](#)

Reg	Flight No.	Callsign
G-EZDY	U23761	EZY3761

Altitude	Speed	Course
39,025ft	391kts	210°

Additional live tracking data >

**Aircraft Type**  
Airbus A319-111

Age	First Flight	ADSEX
9 years	07-01-09	40SD12

Additional information on this aircraft >

**Airline**  
easyJet

**Days of Operation**  
M T W T F S S

Google

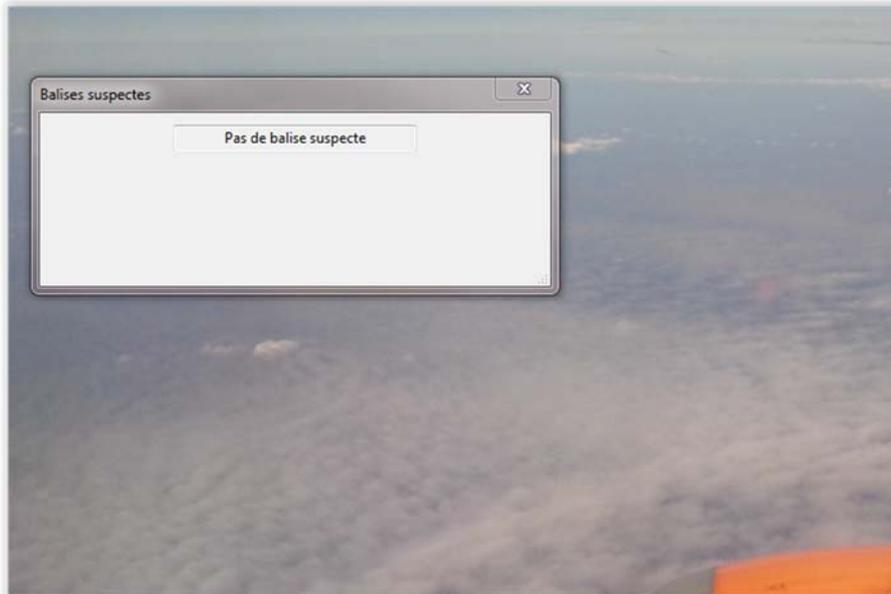
2014-08-21 10:45:51 UTC  
2 of 2376 visible

Aucun autre vol recensé par *Planefinder* ne se trouve dans les environs.

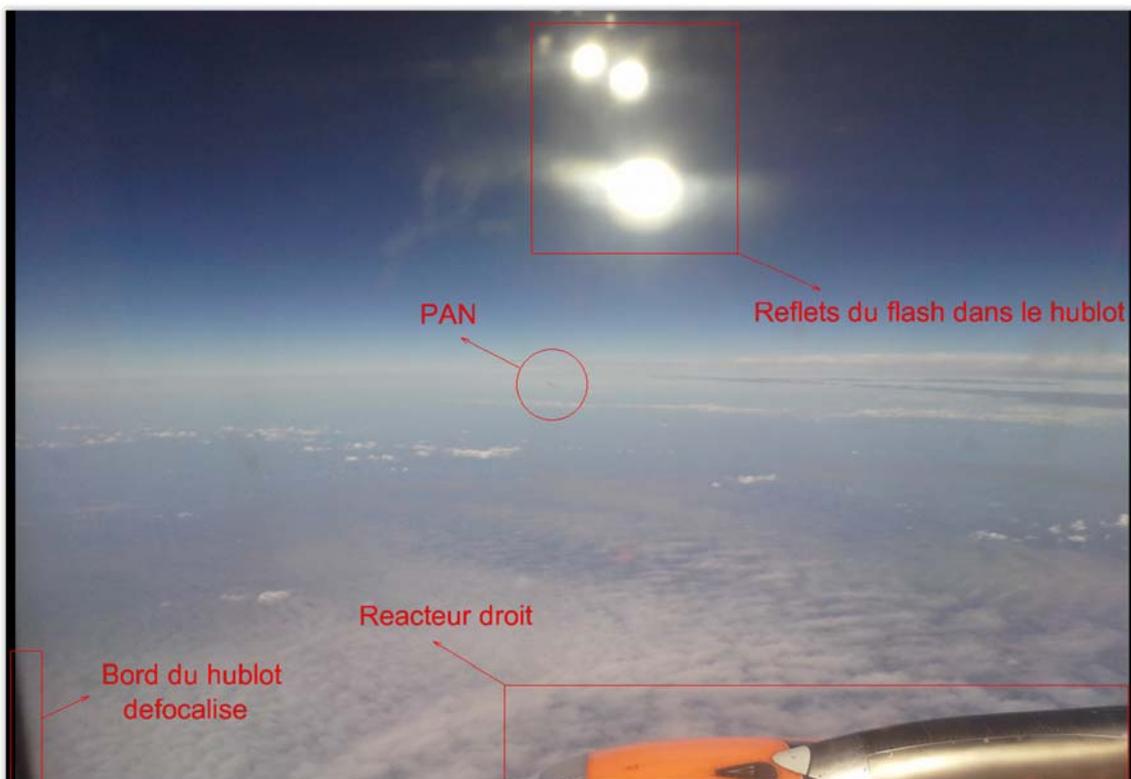
## Analyse photographique

Une seule photographie dans laquelle le PAN est visible a été faite. Les quatre autres ont été prises ultérieurement, une fois le PAN disparu.

Cette image est originale authentique, dans le sens où aucune trace d'altération du fichier n'a été détectée, ainsi que l'atteste le module « *authentification* » du logiciel IPACO :



Un examen détaillé et minutieux de l'image nous permet de bien nous représenter la scène :

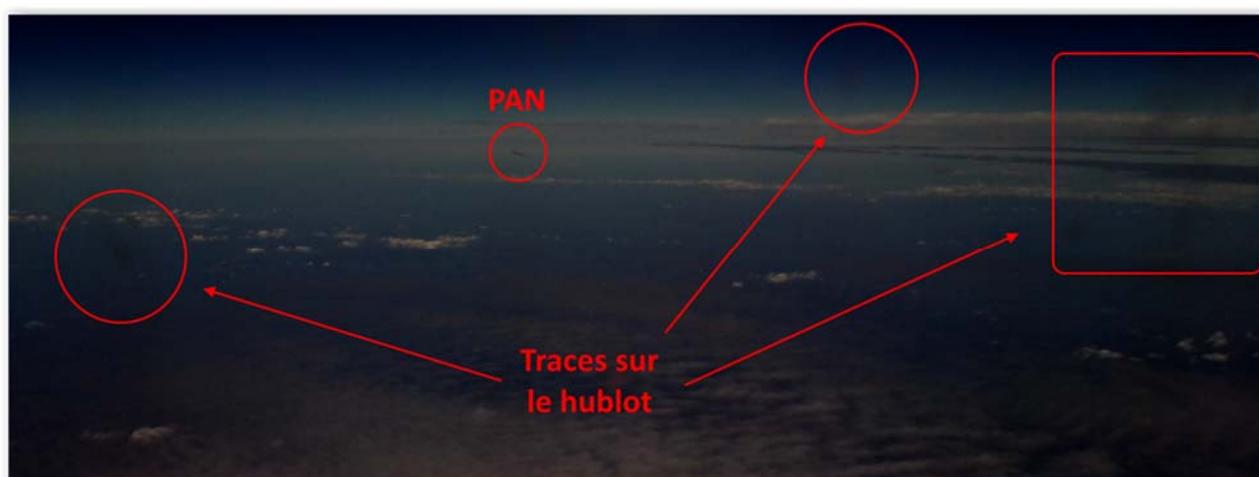


Le reflet du flash est multiplié dans les couches de verre successives du hublot, dont le bord défocalisé est à peine visible dans le coin inférieur gauche de l'image.

Le réacteur droit de l'avion est bien visible en bas de l'image et est bien net.

Sur de telles photographies réalisées à l'aide de smartphones la profondeur de champ est très grande ce qui fait que tout objet de la scène sera net, depuis une distance courte jusqu'à l'infini. Ici, le bord du hublot est bien flou, ne se trouvant probablement qu'à quelques centimètres du témoin, tandis que le réacteur est déjà suffisamment éloigné pour être dans la profondeur de champ et se trouver par conséquent net. Par ailleurs, sans être aussi net que le réacteur, il est visible que le PAN n'est pas aussi flou que le bord du hublot.

D'autre part, une augmentation des contrastes et une diminution de la luminosité met en avant la présence sur le hublot d'impuretés et de traces noirâtres, comme pour le PAN, mais fortement défocalisées, contrairement à l'image du PAN :



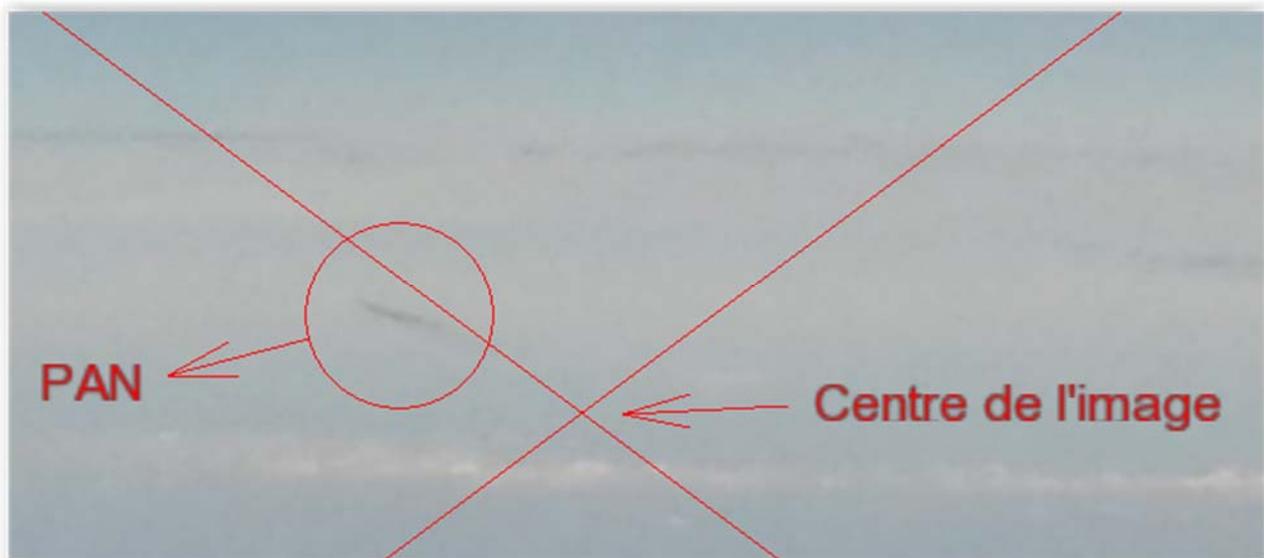
Nous pouvons donc considérer que l'image du PAN est nette et que le PAN se trouve bien en-dehors de l'avion.

On note la présence quasi uniforme d'une couche nuageuse constituée de stratocumulus (altitude comprise entre 500 et 2500 m), ainsi que de quelques nuages épars plus élevés s'apparentant à des fragments d'altocumulus ou de cumulus (altitude entre 2000 et 6000 m). Plus loin se trouvent deux autres types de nuages, semblant situés soit à plus haute altitude soit beaucoup plus loin. Il s'agit vraisemblablement de cumulus en développement vertical pour l'un d'entre eux. L'autre type de nuages est plus difficile à déterminer. Il se présente sous la forme de strates grisâtres dont la particularité est d'avoir la même teinte que celle du PAN.

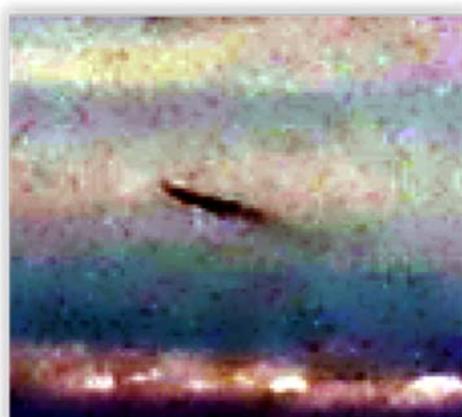


Le PAN semble évoluer au-dessus de certaines de ces couches nuageuses, et en-dessous de la ligne d'horizon. Il se trouve probablement à une altitude légèrement inférieure à celle de l'Airbus.

Nous pouvons noter également que le témoin a remarquablement cadré le PAN qui se trouve pratiquement au centre de l'image :



Enfin, divers essais d'amélioration de cette image ont été faits :



Le PAN se présente sous une apparence identique à celle d'une traînée de condensation courte, de couleur grise, se dissipant rapidement (en « dégradé », note le témoin). La « tête en forme de petite boîte noire » notée par le témoin n'est pas visible sur la photographie, mais le reste de la description cadre bien avec le reste du PAN tel que visible sur l'image, à savoir la « traînée de propulsion tombante ».

Concernant son déplacement, le témoin précise l'avoir vu faire diverses « manœuvres », se déplaçant tantôt dans le même sens que l'avion, tantôt dans le sens opposé, ou encore en s'en rapprochant ou s'en éloignant (mais la traînée toujours orientée vers la queue de l'avion, bien que moins visible).

Le témoin, sur ses dessins, a représenté le PAN se déplaçant par rapport aux positions fixes du hublot et de l'aile de l'avion, toujours dans une même zone assez petite, et ce pendant un laps de temps finalement assez long, que le témoin estime de l'ordre de 3 à 5 minutes.

La photographie a été prise en toute fin d'observation, probablement juste avant que le PAN ne fasse une dernière évolution pour s'éloigner en sens inverse du déplacement de l'avion. Le PAN n'est pas visible sur la photographie suivante prise par le témoin, 6 secondes plus tard. Il est cependant difficile d'être affirmatif à 100%, cette photographie étant très floue, l'objectif s'étant focalisé sur la vitre du hublot et non à l'infini, comme pour la photographie précédente.

### 3.1. SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS COLLECTÉS

#### TEMOIN N° 1

#	QUESTION	REPONSE (APRES ENQUETE)
A1	Commune et département d'observation du témoin (ex : Paris (75))	/
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	<b>VOL EZY3761 EASYJET</b>
<i>Conditions d'observation du phénomène (pour chaque témoin)</i>		
B1	Occupation du témoin avant l'observation	<b>LISAIT</b>
B2	Adresse précise du lieu d'observation	<b>SURVOLE DE LA FRONTIERE HISPANO-PORTUGAISE</b>
B3	Description du lieu d'observation	<b>DANS L'AVION, SUR UN SIEGE COTE HUBLOT</b>
B4	Date d'observation (JJ/MM/AAAA)	<b>21/08/2014</b>
B5	Heure du début de l'observation (HH:MM:SS)	<b>12:43:00</b>
B6	Durée de l'observation (s) ou Heure de fin (HH :MM :SS)	<b>12:47:50</b>
B7	D'autres témoins ? Si oui, combien ?	/
B8	(opt) Si oui, quel lien avec les autres témoins ?	/
B9	Observation continue ou discontinue ?	<b>CONTINUE</b>
B10	Si discontinue, pourquoi l'observation s'est-elle interrompue ?	/
B11	Qu'est ce qui a provoqué la fin de l'observation ?	<b>LE PAN S'EST ELOIGNE</b>
B12	Phénomène observé directement ?	<b>OUI</b>

B13	PAN observé avec un instrument ? (lequel ?)	<b>OUI – APPAREIL PHOTO DU SMARTPHONE SAMSUNG GT-I8730 (GALAXY EXPRESS)</b>
B14	Conditions météorologiques	<b>CIEL DEGAGE A FAIBLEMENT NUAGEUX</b>
B15	Conditions astronomiques	/
B16	Equipements allumés ou actifs	<b>TELEPHONE PORTABLE ET EQUIPEMENTS DE L'AVION</b>
B17	Sources de bruits externes connues	/
<i>Description du phénomène perçu</i>		
C1	Nombre de phénomènes observés ?	<b>1</b>
C2	Forme	<b>« PETIT VOLUME EN RECTANGLE (EN TETE) AVEC 3 OU 4 LONGUES TRAINÉES COMME DE LA FUMÉE » SE DISSIPANT</b>
C3	Couleur	<b>NOIRE</b>
C4	Luminosité	/
C5	Trainée ou halo ?	<b>OUI NOIRE</b>
C6	Taille apparente (maximale)	<b>« TETE GROSSE COMME UN BALLON DE FOOT ET TRAINÉES LONGUES DE 4M ENVIRON »</b>
C7	Bruit provenant du phénomène ?	<b>NON</b>
C8	Distance estimée (si possible)	<b>« QUELQUES CENTAINES DE METRES »</b>
C9	Azimut d'apparition du PAN (°)	/
C10	Hauteur d'apparition du PAN (°)	/
C11	Azimut de disparition du PAN (°)	/
C12	Hauteur de disparition du PAN (°)	/
C13	Trajectoire du phénomène	<b>GAUCHE, DROITE, AVANT ET ARRIERE</b>
C14	Portion du ciel parcourue par le PAN	/
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	<b>OUI</b>
E2	Emotions ressenties par le témoin pendant et après l'observation ?	<b>OUI</b>
E3	Qu'a fait le témoin après l'observation ?	<b>OUI</b>
E4	Quelle interprétation donne-t'il à ce qu'il a observé?	<b>OUI</b>
E5	Intérêt porté aux PAN avant l'observation ?	<b>OUI</b>
E6	Origine de l'intérêt pour les PAN ?	<b>NON</b>
E7	L'avis du témoin sur les PAN a-t-il changé ?	<b>OUI</b>
E8	Le témoin pense-t-il que la science donnera une explication aux PAN ?	<b>OUI</b>

#### 4- HYPOTHESES ENVISAGEES

Les seules hypothèses ayant été retenues par le témoin sont celles d'un oiseau ou d'un drone. Elles sont toutes deux hautement improbables.

En effet, concernant les oiseaux, seules quelques rares espèces sont capables d'atteindre une altitude de 9600 m, c'est le cas en particulier de l'oie à tête barrée et du vautour de Rüppel qui ont été observés à des altitudes avoisinant respectivement 10.000 et 11.000 m. Cependant, en aucun cas ces oiseaux ne peuvent effectuer des manœuvres telles que celles décrites par le témoin à ces altitudes. Par ailleurs l'apparence du PAN ne ressemble pas à celle d'un tel oiseau.

Il en est de même pour l'hypothèse du drone, dont l'utilisation à de telles altitudes est par ailleurs formellement interdite, en raison des risques de collision avec des avions de ligne.

Une confusion avec un phénomène astronomique ou météorologique connu est à exclure, rien dans l'apparence ni dans le comportement du PAN ne se rapproche d'un tel phénomène.

Les déplacements du PAN rappellent un peu ceux faits par des engins de voltige aérienne (avions, ULMs, parachutes...), mais en aucun cas de tels exercices de voltige se feraient à une aussi haute altitude et aussi près d'un couloir aérien.

Par ailleurs, la durée assez longue d'observation et le fait que le PAN se maintienne durant cette durée au même niveau que l'avion (soit à une vitesse d'environ 800 km/h) tout en continuant ses apparentes manœuvres rendent cette hypothèse peu crédible.

#### Hypothèse : Trainée de l'avion civil croisé vol Aer Lingus EI883 repéré dans le relevé de navigation.

- Analyse géométrique : (Logiciel SolidWorks – Modeleur 3D) : la trainée de l'avion est un marqueur de la position et orientation de la trajectoire de ce dernier. Il s'agit donc de vérifier que la trajectoire de l'avion vue du témoin évolue en orientation et position dans le hublot comme le PAN.

##### ➤ Reconstitution des trajectoires des deux avions vu de dessus.

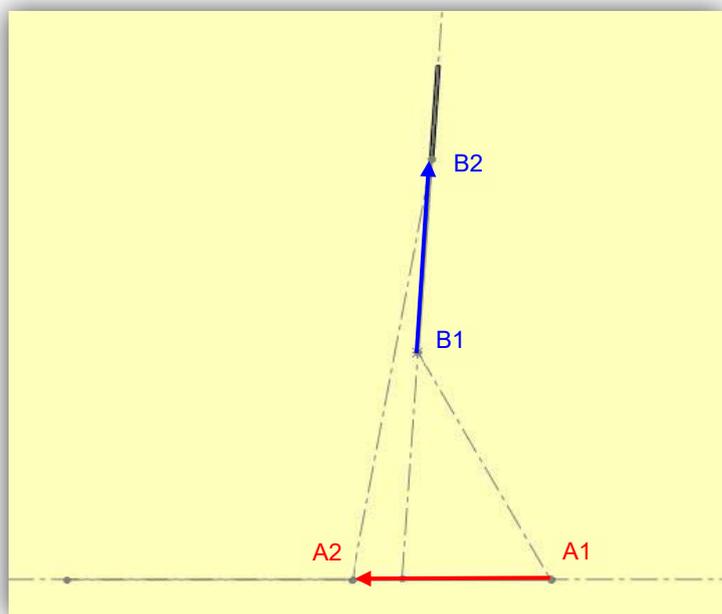
**1 - En rouge :** Avion du témoin Airbus A319-111 Cap 210° 391 nœuds

**2 - En bleu :** Airbus A320-214 Cap 304° 385 nœuds

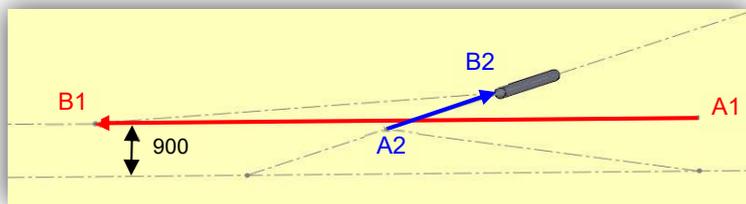
Les points A correspondent à la position des avions à l'heure mentionnée. (Distance A1-A2 = 14 km)

Les points B correspondent à la position des avions **52 sec** plus tard (explication plus bas).

Note : pour ne pas nuire à la lisibilité des croquis, la trainée de l'avion **2** est placée « devant » l'avion, l'idée initiale étant simplement de figurer son orientation de manière rapidement perceptible.



- Reconstitution des trajectoires dans une vue en perspective  
Elle représente le fait que **1** vole 900m au-dessus de **2**



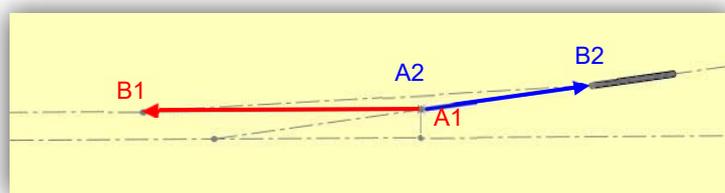
- Trajectoire de **2** telle que vue par le témoin dans **1**  
Comme les deux trajectoires d'avion se croisent (en survol) selon un angle très ouvert, au moment du croisement l'orientation de la trajectoire de **2** telle que vue par **1** traduit essentiellement l'évolution de distance relative entre les deux avions. Il s'agit alors d'un éloignement de **2** et la traînée de **2** apparaît à **1** selon une montée quasi verticale dans le ciel car **2** évolue plus bas que **1**.

Avant ce moment, **2** évolue dans un plan vertical transverse et en avant par rapport au déplacement de **1**. La trajectoire de **2** apparaît à **1** selon la composante montante d'éloignement et aussi celle de déplacement transverse qui ici est vers la droite. La traînée de **2** apparaît alors oblique montante vers la droite selon un angle d'autant plus prononcé que cela précède le croisement. Inversement après ce moment, la traînée apparaît oblique montante vers la gauche.

Par ailleurs, en parallèle avec son changement d'orientation, la traînée se déplace de la gauche vers la droite et ce point est conforme à la description du témoin.

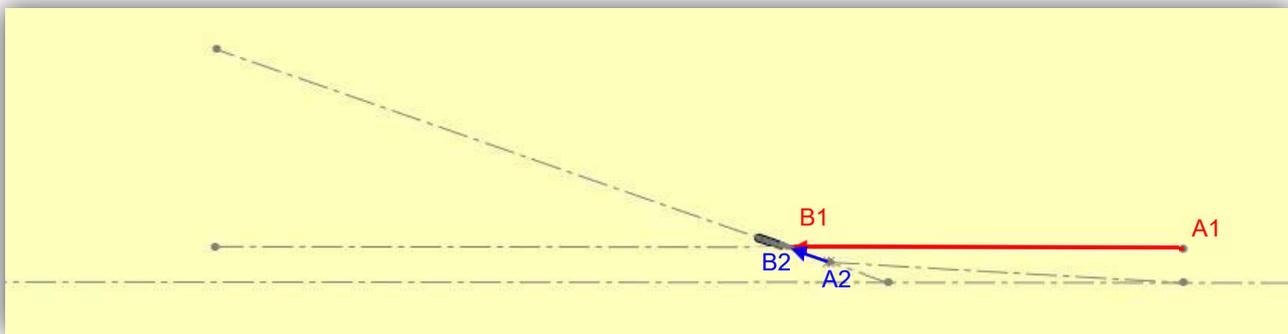
Regardons plus précisément ce qu'il en est de la conformité des orientations.

La vue ci-dessous est selon l'axe reliant les deux avions **1** et **2** alignés à l'instant A de la prise de la photo. (**A1** et **A2** confondus). Ce point de vue correspond à la vision de la trajectoire **2** pour une personne située dans l'avion **1**.



On se trouve bien en avant le croisement, et l'orientation de la trajectoire (traînée) vers la gauche n'est pas compatible de la photo prise à cet instant A.

Par contre si on se place à l'instant B (B1 et B2 confondus) 52 secondes plus tard, on retrouve une orientation parfaitement conforme à la photo avec notamment un angle de 20°.



N.B : échelle agrandie pour distinguer la trajectoire de l'avion 2.

On reconstitue donc l'orientation de la trainée photographiée, mais 52 secondes après le moment de la prise de la photo.

D'où peut provenir ce décalage ?

- Un mauvais réglage de l'heure du téléphone :
  - Radio pilotage désactivé (ou perturbé par le fait d'être en avion ?).
  - Mise à l'heure réalisée à l'allumage du téléphone (pas éteint depuis plusieurs jours).
  - ...
- Une imprécision dans le relevé du logiciel Planefinder (par exemple une localisation incrémentielle par intervalle de temps trop large et non synchronisée entre avion qui introduirait une imprécision répartie sur les positions des deux aéronefs).
- Une imprécision (issue du point précédent mais pas seulement) sur le relevé de distance de 14 km.
- De même une imprécision sur le relevé des caps suivis.

Et au final un cumul défavorable de ces diverses imprécisions.

En conclusion, si l'on accepte l'idée qu'un écart de 52 sec peut résulter de telles imprécisions, la trainée de 2 peut parfaitement rendre compte de l'observation rapportée.

Dans le cas contraire, il est remarquable de constater qu'à quelques dizaines de secondes près, une configuration spatiale produirait la même perspective entre les deux avions qu'entre l'avion 1 et un PAN, ce qui est statistiquement fort improbable.

De même, dans l'hypothèse où le PAN ne pourrait être assimilé à l'avion 2, il reviendrait à expliquer pourquoi les deux ne sont pas simultanément visibles sur la photo.

Et si la réponse tenait au fait que l'avion 2 est « hors champ » sur la gauche au moment de la photo, se poserait alors la question suivante : pourquoi le témoin n'aurait-il pas réagit 52 secondes plus tard, au moment où l'avion 2 « rejouait » le même scénario que le PAN ?

- Pourquoi ici une trainée noire alors qu'elle est généralement blanche ? :

Cette couleur noire est naturelle et causée par un effet atmosphérique et optique. L'*annexe 1* donne des exemples de trainées d'avion noires. Elle donne aussi les conditions qui favorise cette couleur et qui sont ici plutôt réalisées :

- soleil à l'arrière du témoin. Il est 10H45 UTC, c'est-à-dire que le soleil est encore à l'Est du témoin alors que la trainée est à l'ouest.

- Arrière plan (de la trainée) suffisamment lumineux pour assurant un contraste négatif pour la trainée. Ceci s'observe sur la photo, le PAN est vu sous l'horizon avec un arrière fond de brumes ou nuages blancs.

Nous pouvons d'ailleurs remarquer, comme déjà noté plus haut, que la couleur sombre de la trainée du PAN est identique à certains autres nuages. Ce sont les mêmes phénomènes qui sont en jeu et cela consolide cette explication de couleur.



#### 4.1. SYNTHÈSE DES HYPOTHÈSES

HYPOTHÈSE			EVALUATION*
<b>Trainée d'avion civil</b>			<b>80%</b>
ITEM	ARGUMENTS POUR	ARGUMENTS CONTRE ou MARGE D'ERREUR	POUR/CONTRE
- forme et orientation	- forme compatible d'une trainée. - orientation compatible d'un avion selon une trajectoire parallèle mais en montée, et/ou d'une trajectoire croisant par la droite celle du témoin mais dans un plan situé en arrière par rapport déplacement du témoin.		1.00
- couleur de la trainée noire	- conditions particulières ici plutôt favorables pour que la trainée soit noire et non blanche (soleil plutôt en arrière du témoin, arrière-plan de la trainée plutôt lumineux). - la couleur noire d'un des nuages présent sur la photo résulte du même phénomène et valide les condition.		1.00
- durée d'observation	- compatible.		1.00
Vraisemblance en lieu et date	- un avion est présent (relevé Planefinder) et le mouvement relatif des deux avions permet de reconstituer précisément l'évolution de la position et de l'orientation de la trajectoire (et donc de la trainée) telle que vue par le témoin. - L'erreur de reconstitution peut provenir d'un combiné de mauvais réglage de l'heure du téléphone (radio pilotage désactivé ou perturbé) et d'imprécision dans le relevé du logiciel Planefinder ayant servi à la reconstitution (par exemple une localisation incrémentielle par intervalle de temps trop large et non synchronisée entre avion qui introduirait une imprécision sur les caps et positions respectives). - Si pas le PAN, très peu probable qu'à	-la reconstitution n'est conforme que 52 secondes après la date de la photo.	0.6

quelques dizaines de secondes près, une configuration spatiale produise la même perspective entre les deux avions qu'entre l'avion du témoin et un PAN.

- Si pas le PAN, difficile d'expliquer pourquoi l'avion et le PAN ne sont pas simultanément visibles sur la photo ou pourquoi le témoin déjà alerté n'aurait-il pas réagi 52 secondes plus tard, au moment où l'avion « rejouait » le même scénario que le PAN ?

*\*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%)*

## 5- CONCLUSION

Le témoin a très probablement observé la traînée d'un avion de ligne qui apparaît sur le relèvement de trafic et qui vient de croiser (de gauche à droite et 900 m plus bas) la trajectoire de l'avion du témoin.

Les conditions favorisent une couleur noire de traînée (soleil plutôt en arrière du témoin, arrière-plan de la traînée plutôt lumineux) et la couleur noire d'un des nuages présents sur la photo résulte des mêmes conditions et les valide.

Le mouvement relatif des deux avions permet de reconstituer précisément l'évolution de la position et de l'orientation de la trajectoire (et donc de la traînée) telle que vue par le témoin. Mais cette reconstitution n'est conforme que 52 secondes après la date de la photo.

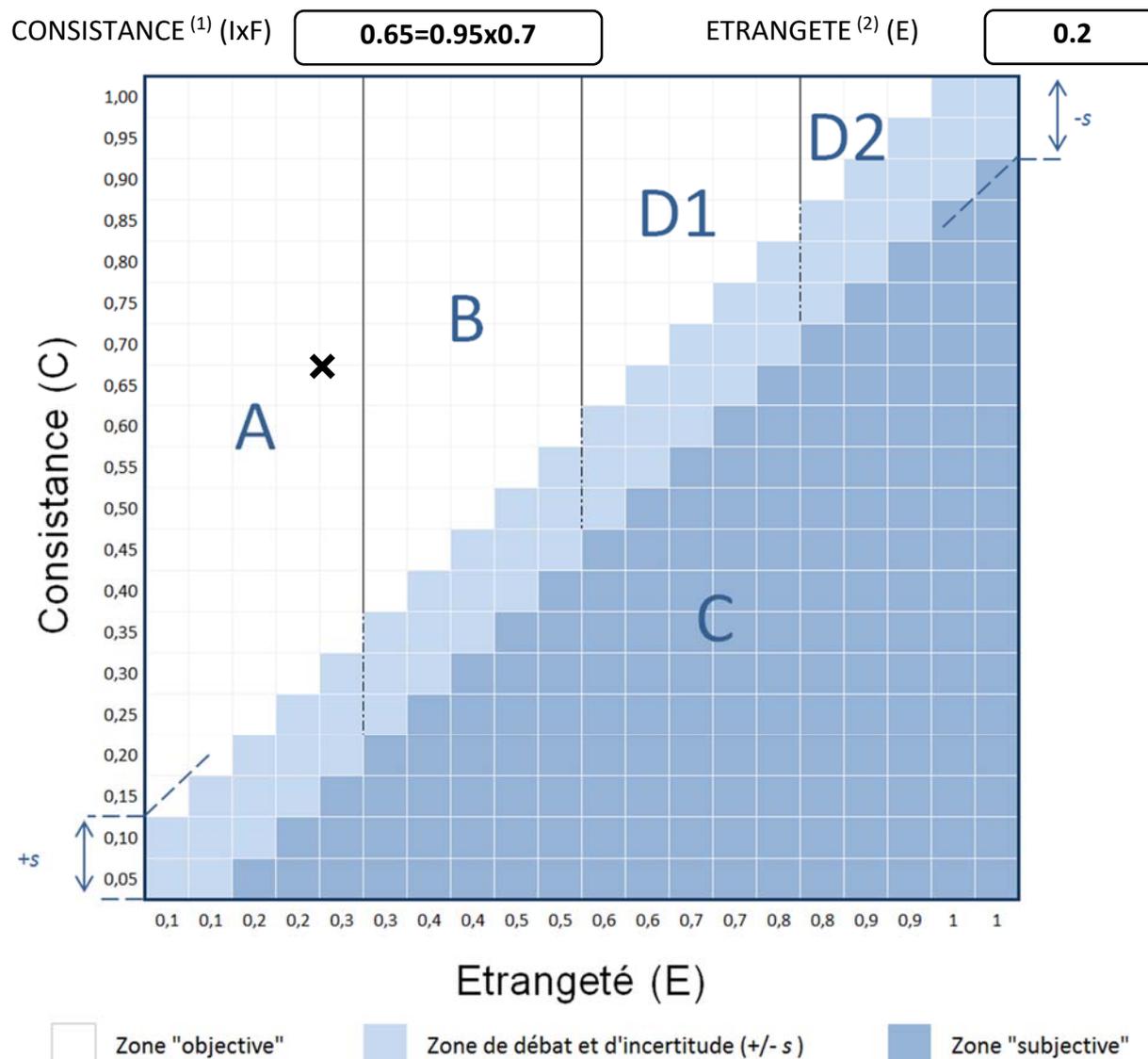
Cette erreur de reconstitution peut provenir d'un combiné de mauvais réglage de l'heure du téléphone (radio pilotage désactivé ou perturbé) et d'imprécision dans le relevé du site Planefinder ayant servi à la reconstitution (par exemple une localisation incrémentielle par intervalle de temps trop large et non synchronisée entre avion qui introduirait une imprécision sur les caps et positions respectives).

Si le PAN n'était pas cet avion, il serait très peu probable qu'à quelques dizaines de secondes près, une configuration spatiale produise la même perspective entre les deux avions qu'entre l'avion du témoin et un PAN. De même il serait difficile d'expliquer pourquoi l'avion et le PAN ne sont pas simultanément visibles sur la photo ou pourquoi le témoin déjà alerté n'aurait pas réagi 52 secondes plus tard, au moment où l'avion « rejouait » le même scénario que le PAN.

Le témoignage est très consistant, avec suffisamment de données fournies par le témoin et exploitables. Il existe par ailleurs une photographie qui a pu être analysée.

En conséquence le GEIPAN classe le cas en « A » : observation de traînée d'un avion de ligne.

## 5.1. CLASSIFICATION



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

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

## ANNEXE 1

### Couleur noire de la trainée avion

Cette annexe a pour but d'expliquer les mécanismes en jeu (physiques, atmosphériques, optiques...) permettant la formation de trainées de condensations (nommées ci-après « *trainées* ») d'avions de couleur noire telle que celle observée dans le cas objet de l'enquête.

De nombreux exemples photos et vidéos de telles trainées noires existent sur Internet, nous pouvons en particulier citer :

Une vidéo (<https://www.youtube.com/watch?v=PZmf5RHGPXI>) réalisée le 21.03.2018 à bord du vol commercial QTR211 reliant Doha à Athènes et se trouvant au moment de l'observation au-dessus de la mer Egée à environ 36000 pieds d'altitude.

Quelques captures d'écran :





Une vidéo (<https://vimeo.com/88080046>) qui est une compilation de divers trainées noires laissées par des avions commerciaux.

Quelques captures d'écran :



Nous remarquons ci-dessus que l'avion est vivement éclairé par le soleil tandis que la trainée reste noire.



Dans cet exemple, deux voire trois avions sont filmés simultanément.



Et enfin voici deux captures d'écran d'une vidéo où il est possible d'observer une variation dans la teinte de la trainée, au fur et à mesure de son approche de l'avion à partir duquel la séquence est filmée ( <https://www.youtube.com/watch?v=bY15pilSx4I#action=share>):





### Explication du phénomène :

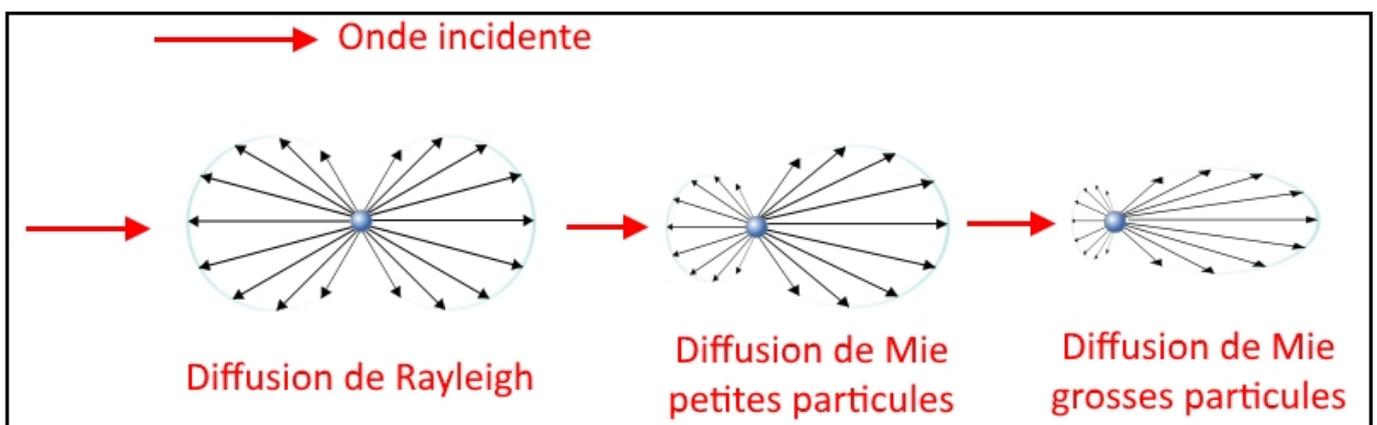
Comme les nuages de type cirrus, les trainées sont constitués d'aérosols de minuscules cristaux de glace, eux-mêmes incolores.

La couleur blanche d'une trainée est due à la dispersion de la lumière du soleil sur ces cristaux. Pour la même raison, les trainées au lever et au coucher du soleil acquièrent des teintes rouges.

Une trainée apparaîtra sombre si la quantité de lumière qu'il diffuse vers l'observateur est inférieure à la quantité de lumière provenant de son arrière-plan, par un effet de contraste s'expliquant comme suit.

La plus grande partie de la diffusion atmosphérique est produite par deux types distincts : la diffusion de Rayleigh par des molécules de gaz et la diffusion de Mie par des particules d'aérosol.

La diffusion de Rayleigh est une diffusion isotrope élastique qui ne concerne que les cas où la longueur d'onde est plus grande que la taille des particules diffusantes (au niveau moléculaire). Elle explique par exemple la couleur du ciel.



Lorsque les particules sont plus grosses (particules sphériques de taille quelconque) face à la longueur d'onde du rayon incident, la diffusion de Mie s'applique. C'est une diffusion dont l'anisotropie dépend directement de la taille des particules diffusant le rayon incident ; plus ces particules sont grosses, plus la diffusion est orientée dans la direction opposée à l'onde incidente.

Il est ainsi possible de dire que la diffusion de Rayleigh n'est qu'un cas limite du modèle de la diffusion de Mie.

Le modèle de Mie explique par exemple la couleur blanche des nuages composés de gouttelettes d'eau.

Ainsi, la couleur visible de la trainée dépend des facteurs suivants :

- 1- Positions relatives du soleil, de l'observateur et de la trainée.
- 2- Quantité de lumière diffusée par l'arrière-plan qui conditionne le contraste selon lequel est perçu la trainée, cela dépend de la nature de cet arrière-plan (ciel bleu, nuages, brume...).

Ainsi, puisque les aérosols composant les trainées diffusent davantage de lumière vers l'avant que vers l'arrière, par rapport au rayon incident, les trainées observées lorsque le soleil se trouve derrière l'observateur pourront en théorie apparaître noires, pour peu que l'arrière-plan soit lui-même suffisamment lumineux.

Dans cet exemple :



La trainée apparaît sombre non pas parce qu'il n'est pas éclairé (et l'avion est bel et bien éclairé par le soleil), mais parce qu'il est *plus sombre* que l'arrière-plan et parce que le soleil se trouve derrière l'observateur. Ici, l'arrière-plan est la brume dont la lumière provient de sa diffusion dans un volume d'air d'une centaine de kilomètres de profondeur.

La trainée est assez épaisse pour bloquer la majeure partie de cette lumière, de sorte que la plus grande partie de la lumière que nous recevons de la trainée est celle qui est réfléchi par lui (ou plus exactement, réfractée et dispersée par lui). Dans ce cliché, il y a simplement moins de lumière réfléchi par la trainée que de lumière réfléchi par la brume, ainsi, la trainée semble plus foncée.

L'altitude joue aussi un rôle prépondérant dans l'observation de telles trainées. Il sera ainsi (presque) impossible d'observer de telles trainées noires depuis le sol.

En effet, en schématisant, les trainées de condensation se forment normalement à des altitudes où la pression atmosphérique (environ 250 kPa) ne représente qu'un quart de celle du niveau de la mer.

Cela signifie que la majeure partie (les trois quarts) de l'air se trouve en dessous des trainées. La lumière diffusée par les molécules de cet air (diffusion de Rayleigh) rend les trainées moins visibles mais pas plus sombres, pour un observateur situé au sol.

En revanche, pour les trainées situées à peu près aux mêmes altitudes que l'observateur, il y a beaucoup plus d'air derrière ces trainées que devant. L'intensité de la lumière diffusée par l'énorme masse d'air de fond peut en principe dépasser l'intensité de la lumière diffusée par une trainée frontale.

Enfin, il peut y avoir d'autres facteurs qui peuvent faire pencher la balance vers des « trainées sombres ».

La présence d'un brouillard de haute altitude atténuera la trainée de condensation en réduisant la lumière directe du soleil tout en augmentant la lumière de fond, tandis que la lumière réfléchi par le sol ou les nuages bas s'ajouteront à l'éclairage de fond.



## Références

- «OVNI» filmé depuis un avion de ligne au-dessus de la Turquie – 21 mars 2018 :  
<https://www.metabunk.org/claimed-ufo-filmed-from-airliner-over-turkey-21st-march-2018.t9608/>

-Trainées noires d'avions commerciaux au-dessus de l'Europe :  
<https://www.metabunk.org/debunked-look-up-org-uks-smokers-video.t3220/>

-Trainées noires derrière des avions lumineux : <https://www.metabunk.org/explained-dark-contrails-behind-bright-planes.t5957/>

-Théorie de Mie : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie\\_de\\_Mie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie_de_Mie)

-Diffusion de Rayleigh : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Diffusion\\_Rayleigh](https://fr.wikipedia.org/wiki/Diffusion_Rayleigh)