Rapport d'expertise IPACO

Nom de l'expert	*Date du rapport*	*Dernière mise à jour*
Antoine COUSYN	24/09/2013	12/01/2020

Type	*Classe*	*Explication*	*Complément*
IFO	**A**	Avion de ligne MD80 avec ses feux d'atterrissage en bout d'aile allumés	Vibrations interférant durant le temps d'exposition

Document	*Lieu de prise de vue*	*Date de prise de vue*
Photographie	Bolingbrook, Illinois USA	13 septembre 2013 à 20:18:34 CST

Photographie n°DPP_7018

I. Circonstances de la prise de vue

Le résumé suivant est extrait du rapport écrit par l'enquêteur certifié de terrain du MUFON #16776, Daniel J. Snow.

- RÉSUMÉ

Le témoin se trouvait dans son jardin afin d'observer les étoiles, la nuit était douce et claire, sans couverture nuageuse et la lune se trouvait positionnée dans le ciel vers le sud.

Il décida de sortir son appareil photographique équipé d'un trépied afin de photographier les étoiles, chose qu'il n'avait jamais essayée auparavant. Le trépied était positionné sur une table, dans le jardin à l'arrière de sa maison, avec l'appareil photographique incliné d'environ 80° vers le haut, au-dessus de l'horizon. Il se trouvait à environ 1,50 m du sol. Il prit plusieurs séries de photographies mais n'a pas pu se souvenir pour chacune des séries dans quelle direction était pointé l'appareil.

Il n'a pas observé l'objet à l'œil nu et l'a seulement découvert une fois les photographies visionnées plus tard. Dans trois séries de photographies, il remarqua la présence d'objets dont il ne pouvait expliquer la nature. [*Note : nous ne nous intéresserons dans cette étude qu'à une seule anomalie*]

Deux lignes ondulées parallèles apparaissent sur la seconde photographie (7018) du premier groupe de trois photographies prises à 10 secondes d'intervalle, et n'apparaissant ni sur la première ni sur la troisième.

- INTERVIEW DU TÉMOIN :

Une interview téléphonique fut conduite et permission fut donnée à l'enquêteur de l'enregistrer. Le témoin, en premier lieu, raconta le déroulement intégral des évènements en produisant le plus de détails possible, tels que la position, la direction d'observation, le déplacement et les mouvements de l'objet. Durant cette narration, l'enquêteur a formulé quelques questions additionnelles afin de compléter les détails de l'observation et les champs de données du rapport CMS.

De plus, l'enquêteur est également revenu sur certains détails vagues, concernant en particulier la taille et le déplacement de l'objet, lesquels détails ont été incorporés dans le rapport CMS.

- PHÈNOMÉNE NATUREL OU OBJET MANUFACTURÉ :

Satellites/ISS – Cette confusion se produit souvent lorsque le ciel est clair et la pollution lumineuse faible. La meilleure opportunité pour observer les satellites se trouve pendant les heures qui suivent le coucher du soleil, lorsque les rayons du soleil se reflètent sur leur surface ou sur leurs panneaux solaires. Ces satellites sont nombreux et circulent selon des trajectoires très variées. Le logiciel Stellarium est très utile lorsqu'il s'agit de vérifier la présence de planètes, d'étoiles et de satellites. L'ISS en particulier est source de nombreuses confusions, car elle est plus brillante que Vénus, traverse le champ de vision en 4 à 7 minutes et est une source lumineuse constante, sans clignotements, empruntant différents trajets toutes les 90 minutes. Il est à noter également le lancement d'un nouveau type de satellite émettant de fortes lumières LED rouges clignotantes (il s'agit de satellites de type **FITSAT-1**).

- INFORMATIONS MÉTÉOROLOGIQUES :

Le site "*Weather underground*" indique pour minuit une température de 22.7°C, une humidité de 81%, une visibilité de 16.1 kms, avec un plafond nuageux possible minimal de 275 m et des vents calmes.

- ÉVIDENCE/ENQUÊTE :

Le témoin indique qu'il est possible qu'il ait provoqué lui-même des vibrations produisant les effets visible sur la seconde photographie (7018), soit une image double des étoiles et la petite ondulation visible sur l'étoile se trouvant à droite et en-dessous des deux lignes parallèles ondulées.

- CRÉDIBILITÉ DU TÉMOIN :

Le témoin a fourni de bonnes informations biographiques; c'est un étudiant en journalisme de 25 ans, avec un certain entraînement en matière de photographie. Il semble sincère dans son récit, qui ne semble pas être frauduleux, ayant signé en ce sens une « *attestation de bonne foi* ».

- CAS SEMBLABLES:

L'enquêteur a vérifié dans la base de données CMS du MUFON s'il existait des observations semblables dans l'Illinois cinq jours avant et après cet évènement et n'en a pas trouvé.

II. Caractéristiques de l'appareil utilisé

L'appareil photo utilisé est un Canon EOS 50D, dont les caractéristiques techniques sont visibles en détail ici :

III. Examen des données

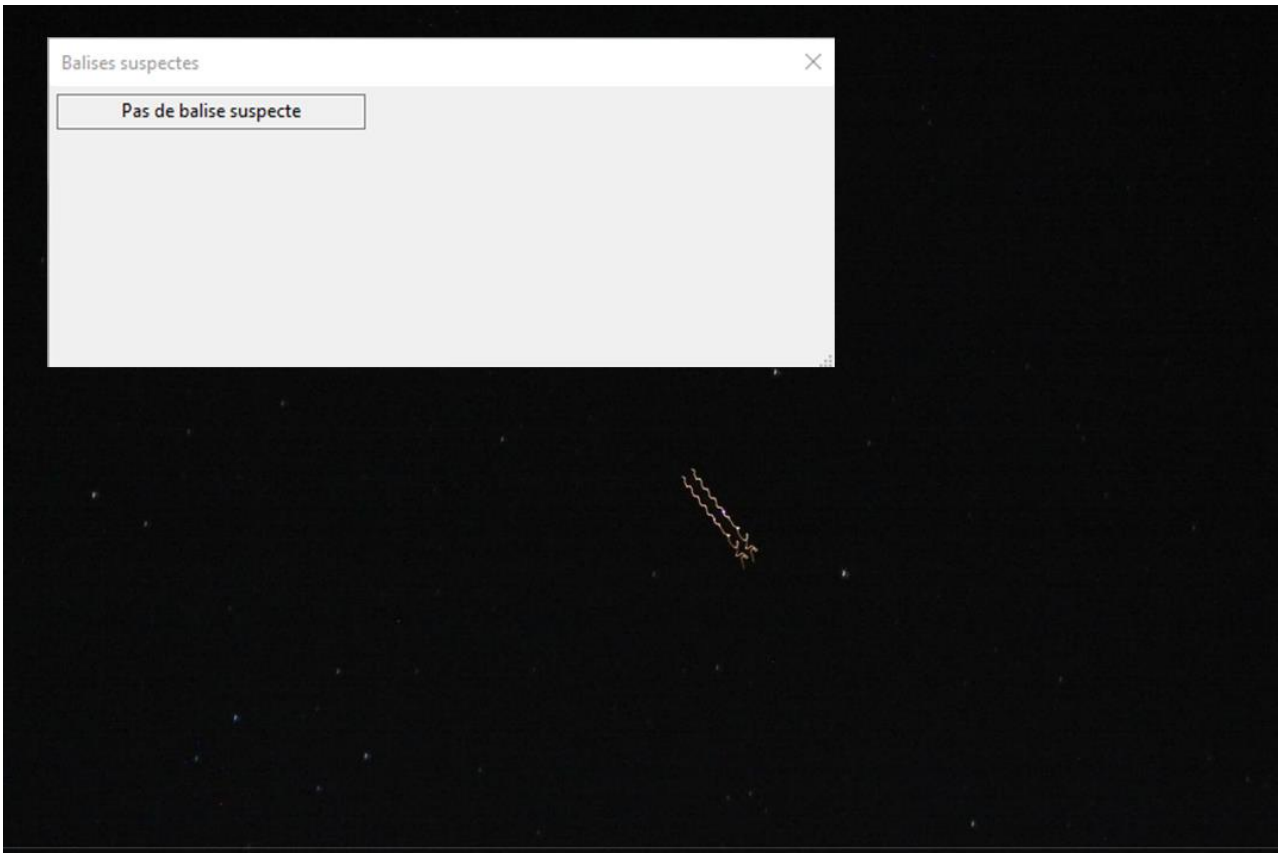
1. Vérifications de l'authenticité

Le photographe a fourni le cliché d'origine en format .jpeg.

Un document est réputé authentique, au sens de la « *méthodologie d'analyse d'IPACO* », s'il résulte d'une copie directe du fichier d'origine créé dans la caméra.

Toute modification, effectuée soit le fichier étant encore dans la mémoire de la caméra, soit postérieurement, pourra être détectée par IPACO avec le module « *Authentification* », et ce, à l'aide de trois outils complémentaires.

L'outil « *Balises suspectes* », en particulier, peut être utilisé afin de déterminer par exemple l'utilisation éventuelle d'un logiciel tiers, ou une modification des dimensions du fichier (image recoupée) :



Aucune balise suspecte n'a été détectée. En conclusion, la photographie est très certainement originale et non retouchée.

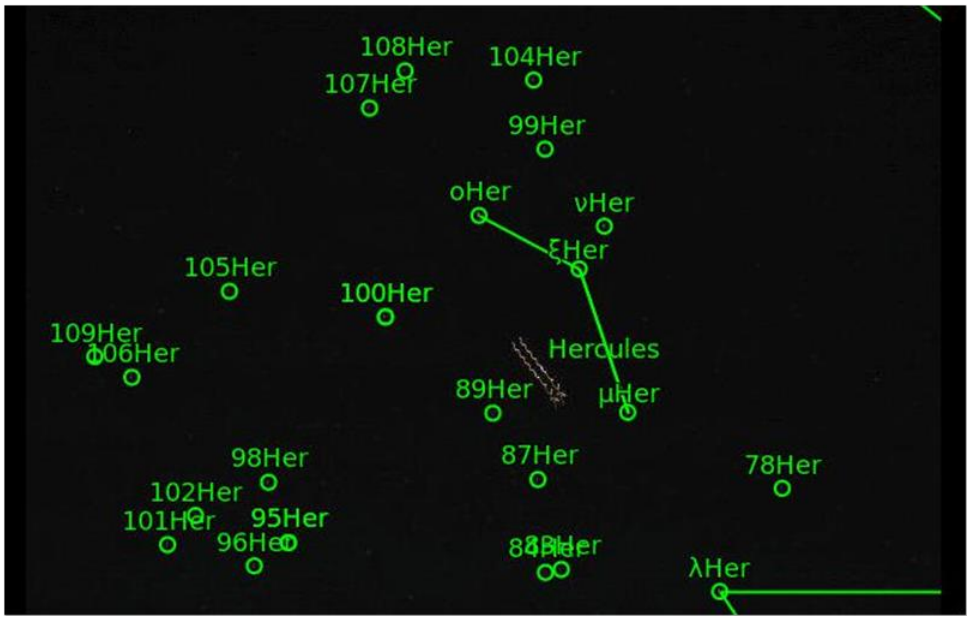
Nous notons par ailleurs que la durée d'exposition est de 1.6 s, cette donnée pouvant s'avérer utile pour des mesures et calculs ultérieurs.

2. Essai de localisation de la zone du ciel où la photographie a été réalisée

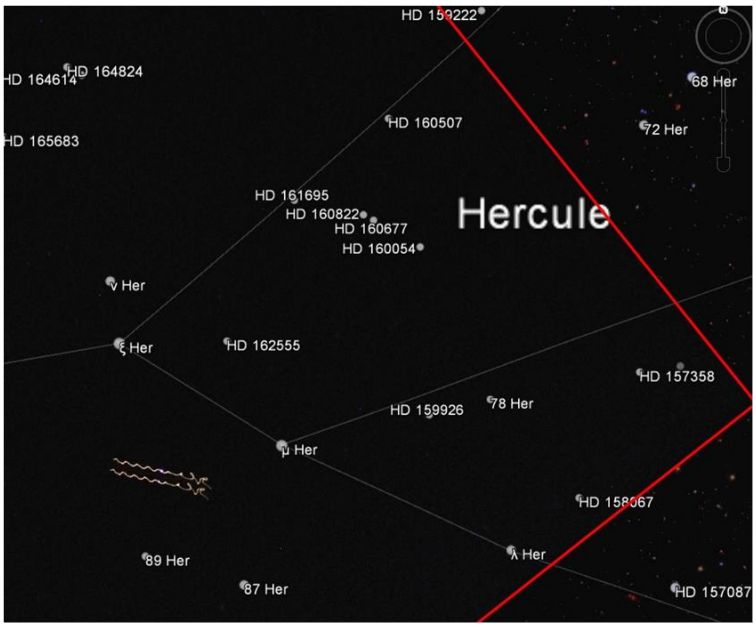
Le témoin ne se souvenant pas exactement vers quelle direction pointait son appareil, nous pouvons tenter de déterminer la portion du ciel concernée en utilisant le service de calibration astrométrique en ligne nova astrometry.

En chargeant simplement une image sur le site, il renvoie les métadonnées de calibration, plus une liste d'objets astronomiques connus rentrant dans le champ de vision.

En dépit de la présence de l'objet inconnu dans le champ de vision, l'outil a fonctionné avec succès. Les résultats se trouvent ci-dessous:



Avec un fichier .kmz :



Les lignes rouges délimitent le champ de vision de l'appareil photographique.

Nous pouvons donc conclure que **l'objet se trouvait dans la constellation d'Hercule**, avec les résultats de calibration suivants:

Centre (RA, Dec) : (270,442 ; 27.451)

Centre (RA, hms) : 18h 01m 46,101s

Centre (Dec, dms) : +27° 27' 02,989"

Taille : 17,7 x 11,8°

Radius : 10,637°

Échelle du pixel : 26,8 arcsec/pixel

Orientation : le haut se trouve à -139° E du N

En vérifiant à l'aide de Stellarium (avec l'heure CST corrigée à l'heure UTC: +5) l'angle exact de l'azimut et de la hauteur de l'objet, nous obtenons :

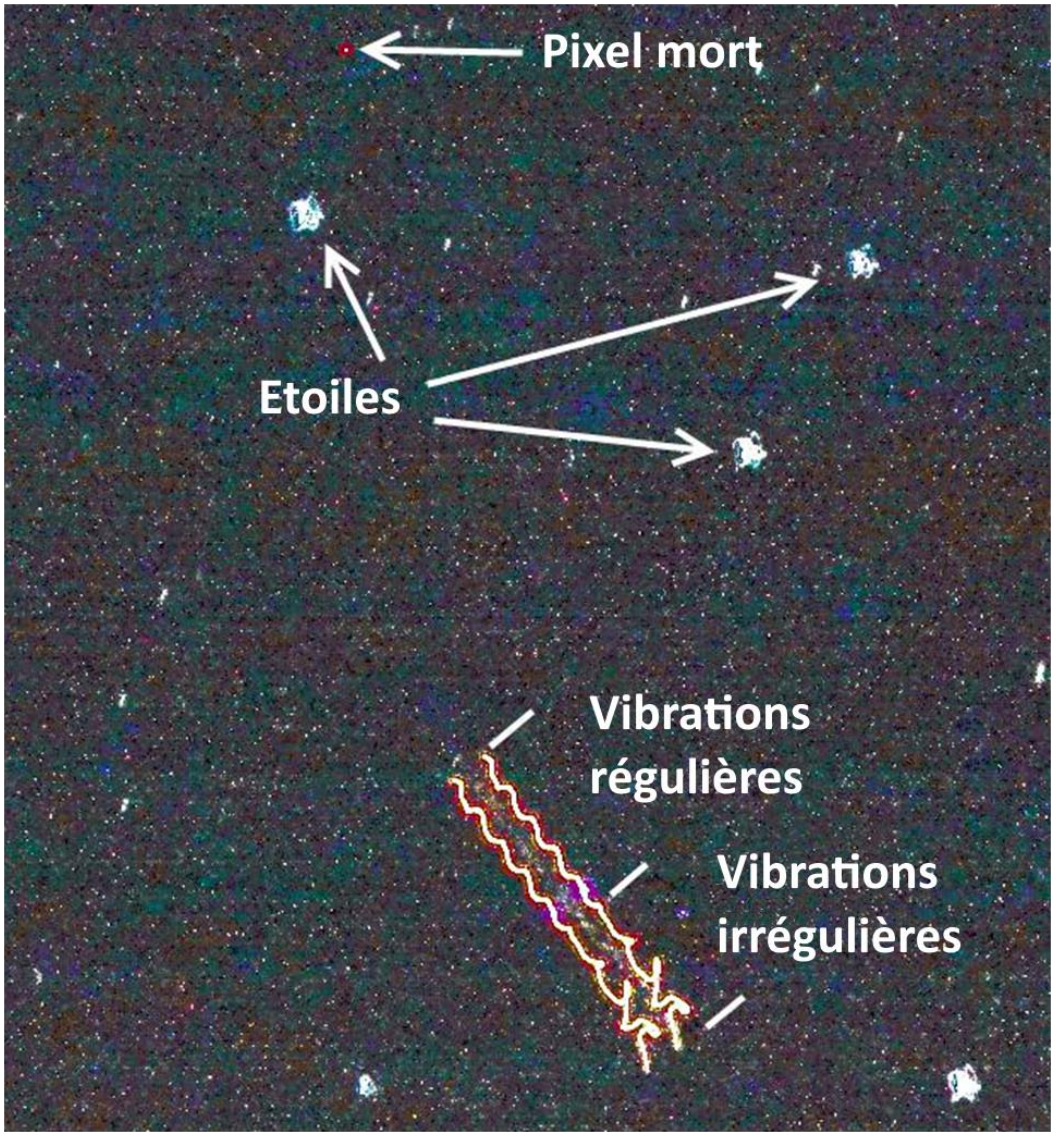
L'objet était donc visible entre environ +225°/+71° et +228°/+70°, (azimut/hauteur) au sud-ouest de la position du témoin et selon un axe général sud-ouest/nord-est, ce qui est conforme, à 10° près, aux déclarations du témoin : « *l'appareil photographique était incliné d'environ 80° vers le haut, au-dessus de l'horizon* ».

Deux questions relatives à l'apparence du phénomène méritent d'être éclaircies avant de tenter de déterminer sa nature :

➢ Pourquoi les deux lignes sont-elles ondulées ?

Bien que l'utilisation d'un trépied soit une bonne idée lorsqu'il s'agit de photographier des sujets en longue exposition, il faut être conscient qu'il est très sensible à toute vibration.

Les étoiles visibles dans la photographie devraient apparaître comme des points lumineux bien définis. A première vue, si nous regardons la photographie globalement, cela semble être le cas, mais lorsque la luminosité et le contraste sont améliorés et en zoomant, nous constatons en fait que non :

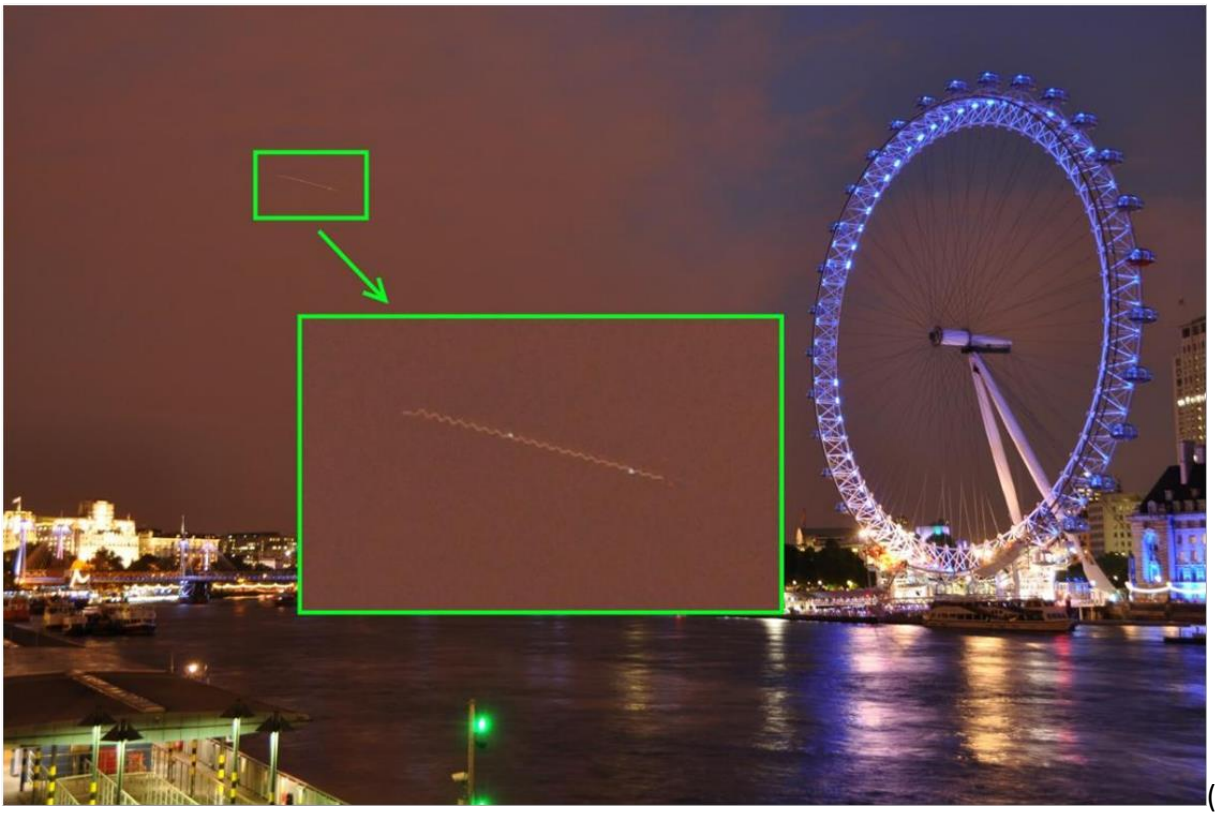


Les étoiles ont ici un aspect de "*pelote de laine*", qui est typique de petites vibrations affectant l'appareil photographique durant le temps d'exposition.

Bien entendu, comme ces vibrations ont un effet sur l'ensemble de l'image, tout objet lumineux se déplaçant régulièrement durant le temps d'exposition n'apparaîtra pas comme une ligne droite, mais plutôt comme une sinusoïde (ou ligne ondulée). Cela dépend également des composantes de la vibration qui, dans le cas présent, ne peuvent pas être uniquement parallèles à l'axe principal des lignes ondulées, dans l'hypothèse qu'il s'agisse d'un objet se déplaçant dans cet axe.

On peut également noter que les sinusoïdes sont séparables en deux composantes distinctes : une avec une fréquence très régulière, qui est le signe de la résonance des vibrations sur le support (trépied, table…), et une autre irrégulière, probablement provoquée par l'intervention directe du photographe durant la portion concernée du temps d'exposition.

Un exemple très similaire est visible ci-dessous, sur cette photographie prise en longue exposition et où les feux d'un avion sont visibles, depuis le pont de Westminster à Londres, et qui a été analysée par l'équipe IPACO pour le GEIPAN :

 (1)

Exemple 1 - ©CNES/GEIPAN/Cedricleroutard42

Cette photographie présente le même effet, provoqué par le trafic routier intense passant sur ce pont pendant les 2,5 s d'exposition, créant ainsi des vibrations régulières se matérialisant pour un des feux de l'avion par une sinusoïde. On peut également noter la présence de deux lumières ponctuelles blanches, qui sont les feux anticollision de l'appareil, clignotant à une fréquence de 1Hz.

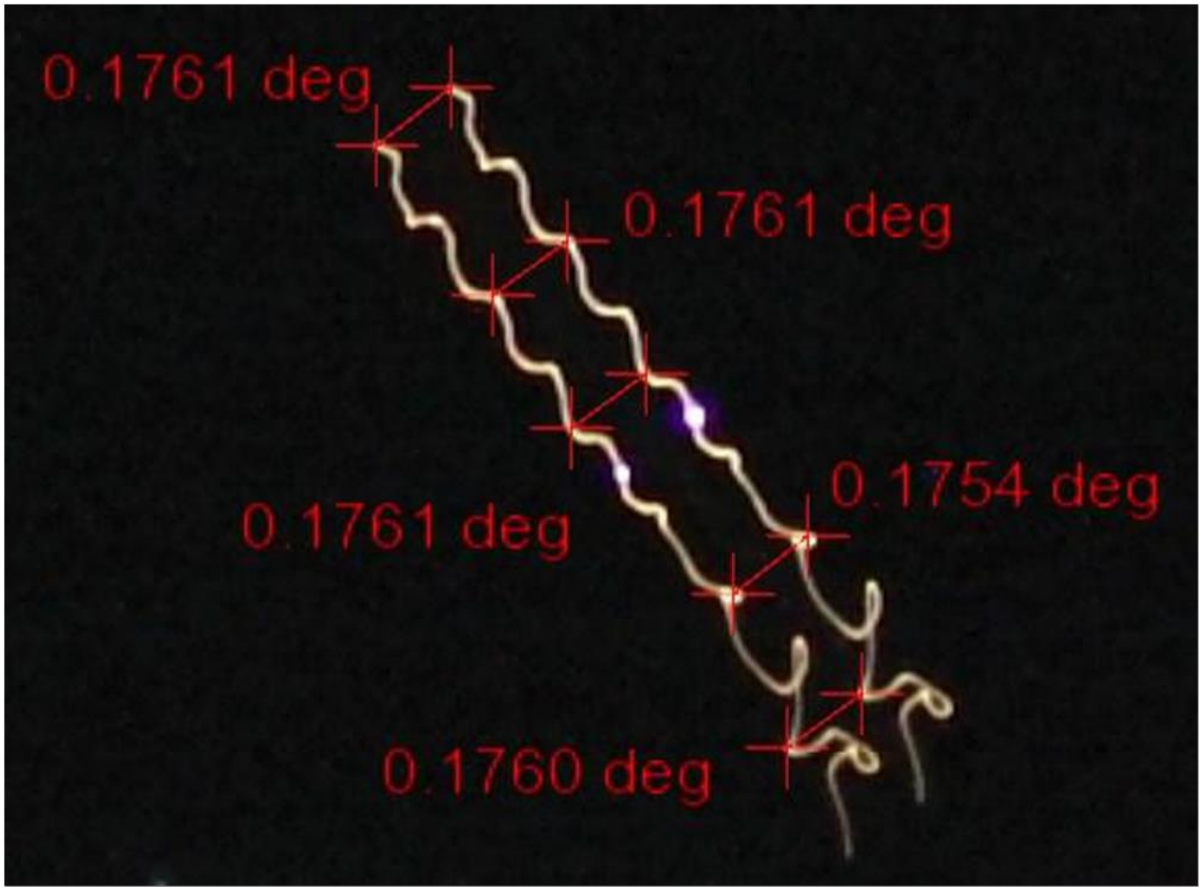
En conclusion, l'aspect ondulé de ces deux lignes est très certainement dû à quelques vibrations indésirables transmises depuis le support de l'appareil photographique au boîtier.

➢ Les sinusoïdes représentent-elles deux objets distincts ?

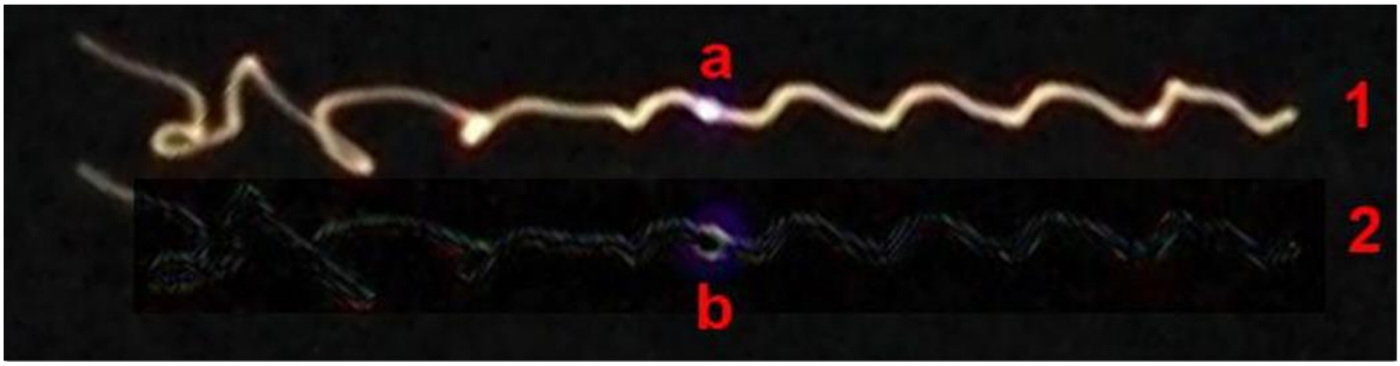
Ces deux lignes ne peuvent pas résulter d'une double exposition, par exemple, puisqu'elles ne sont visibles nulle part ailleurs sur la photographie.

Leur aspect et leur distance l'une de l'autre sont remarquablement constants :

- Séparation angulaire entre les deux sinusoïdes sur des lignes parallèles :

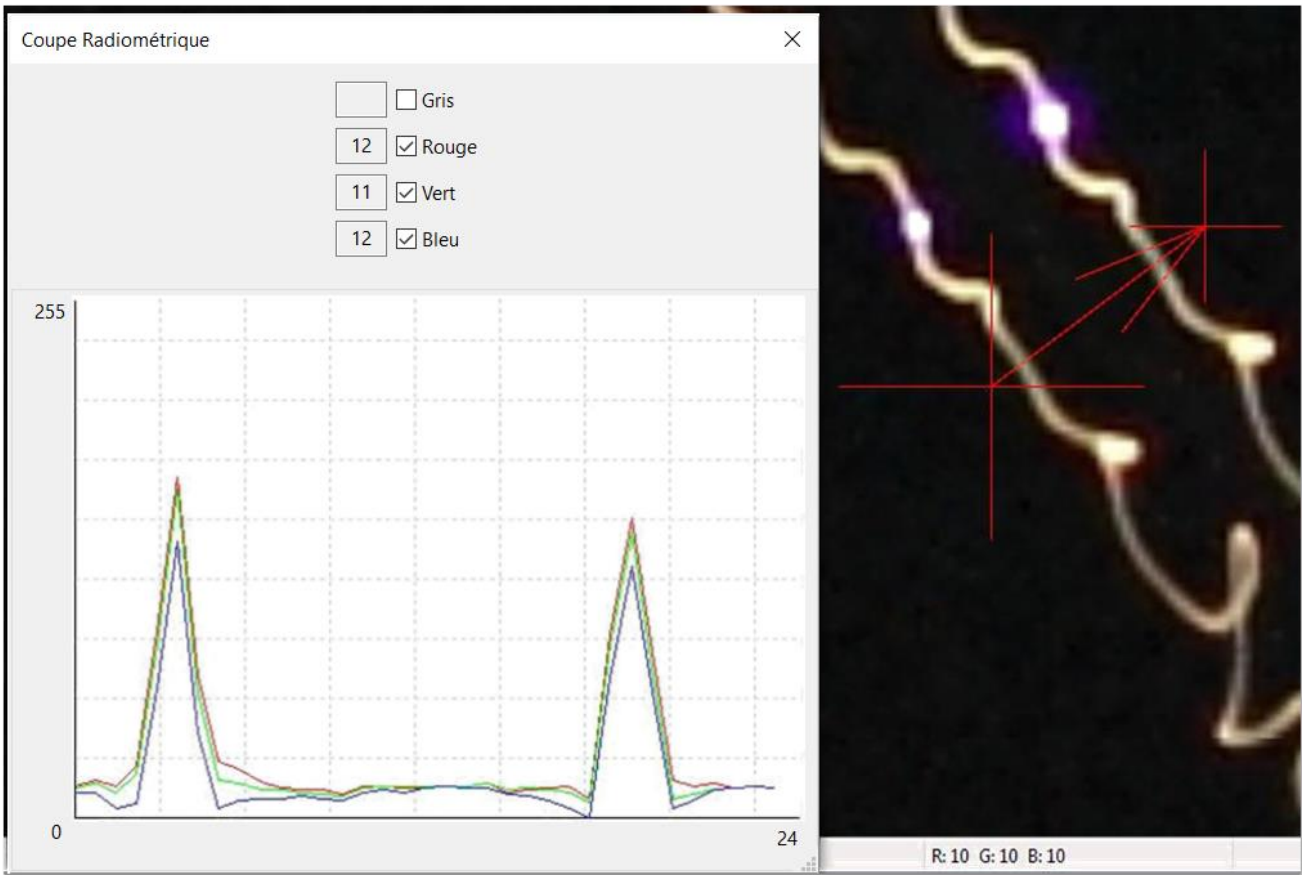


- Superposition de la sinusoïde « 1 » à la sinusoïde « 2 » avec un calque en mode différence :

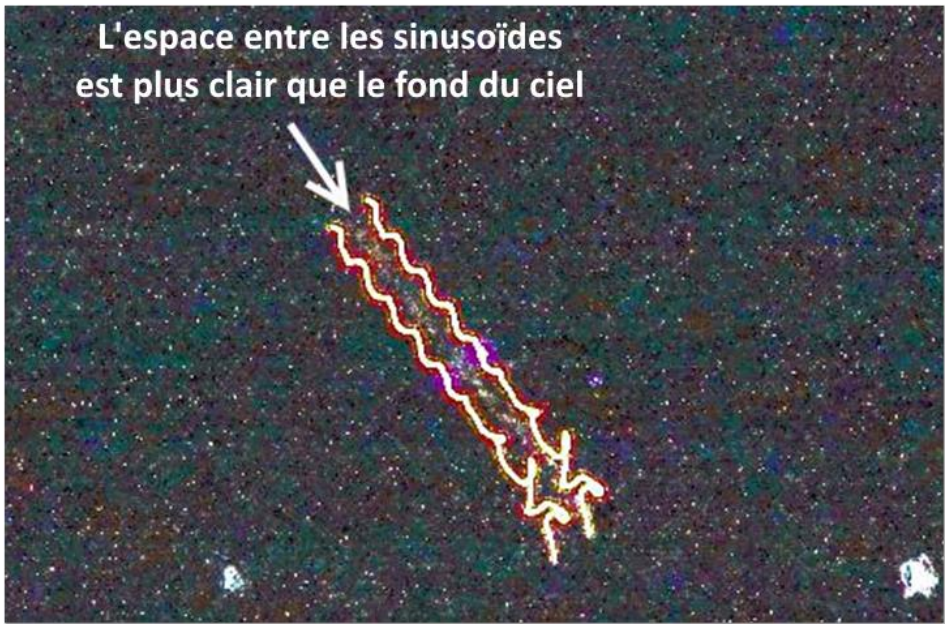


Notons que, excepté pour les lumières marquées "a" et "b", qui ne doivent pas être confondues avec des étoiles mais font partie de l'objet, il n'y a absolument aucune différence entre "1" and "2".

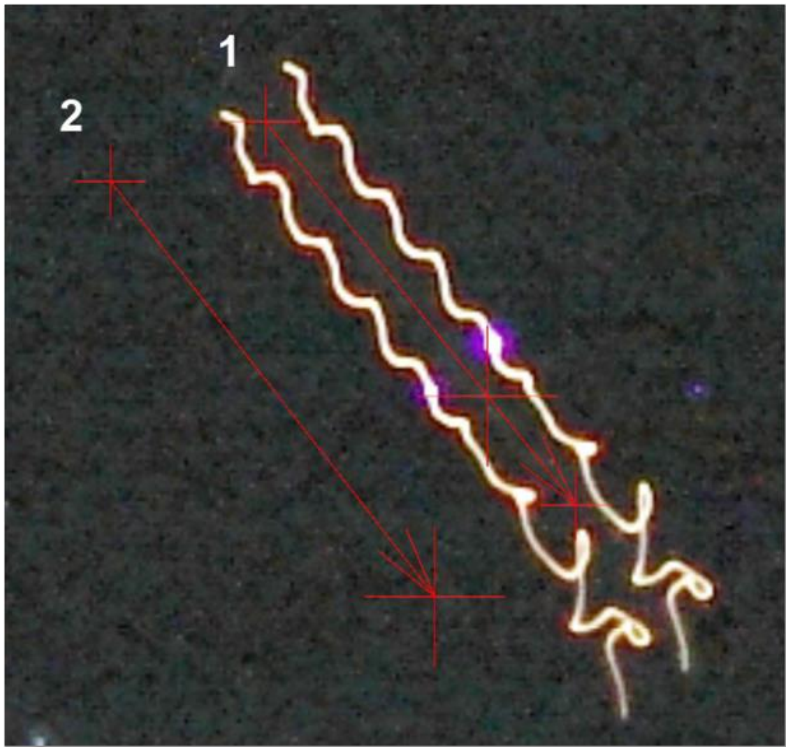
Une coupe radiométrique des deux sinusoïdes, perpendiculaire à leur grand axe, confirme cette impression générale, la courbe des trois canaux RVB gardant le même aspect général, la même valeur et le même espace entre elles dans les deux sinusoïdes :

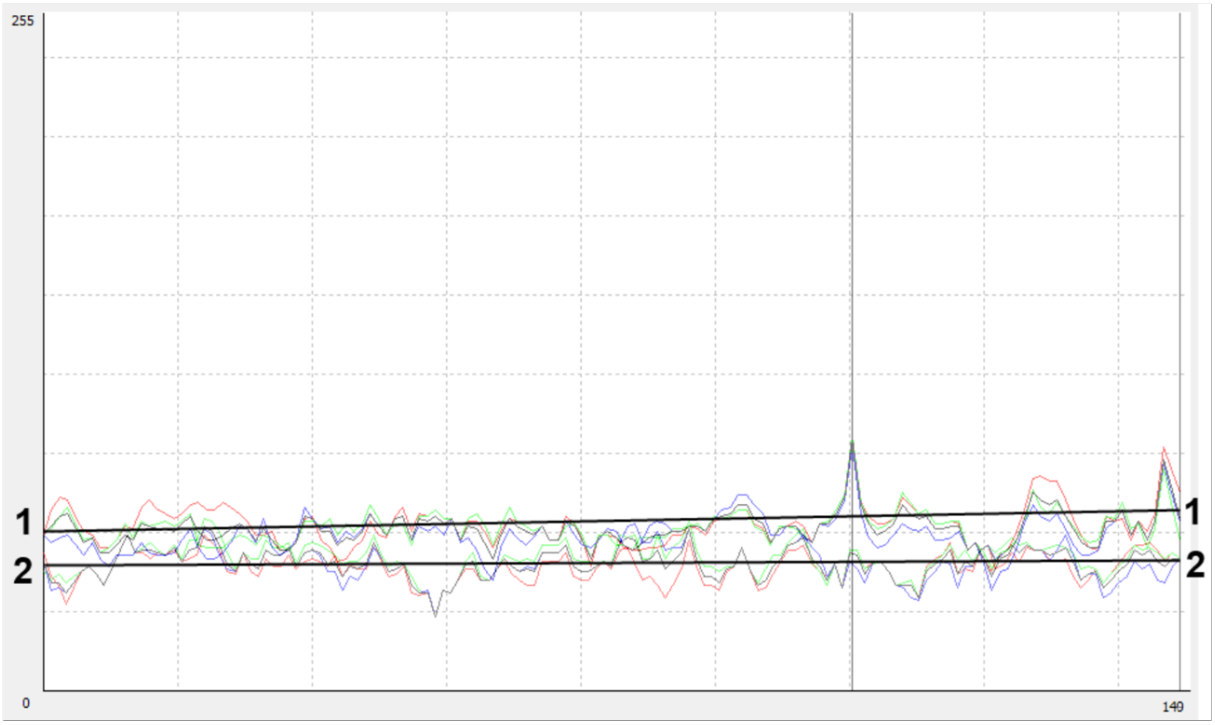


Pour terminer, si nous prenons à nouveau notre amélioration précédente de l'image, nous constatons que l'espace situé entre les deux sinusoïdes est plus clair que le fond du ciel environnant :



Ceci peut être confirmé par une comparaison entre deux coupes radiométriques effectuées de manière parallèle entre elles, l'une prise entre les deux sinusoïdes (« 1 »), l'autre à l'extérieur (« 2 ») :





Cette différence entre les valeurs radiométriques indique probablement la présence d'un objet matériel entre les deux sinusoïdes.

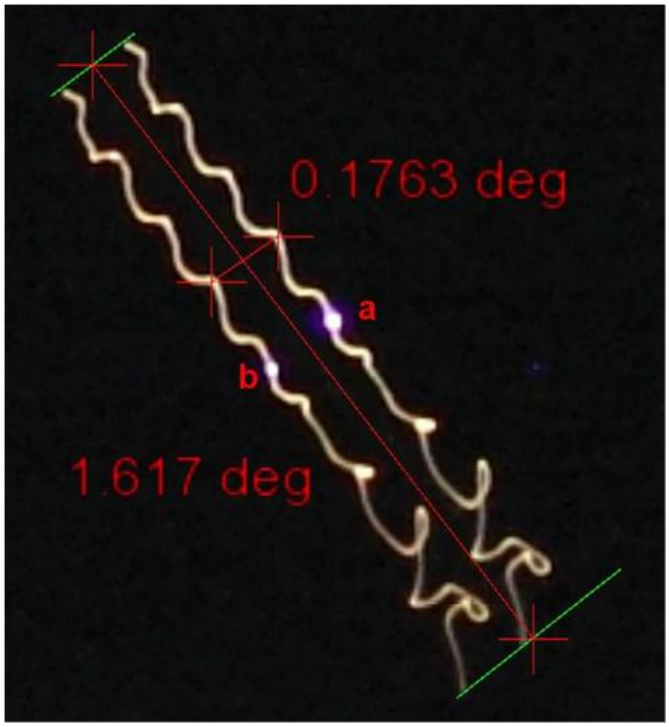
En conclusion de ce chapitre, l'ensemble de ce qui précède suggère fortement que ces deux sinusoïdes sont de même nature et font partie d'un même objet « solide ».

3. Estimations de tailles, d'altitudes et de vitesses possibles

Compte tenu des conclusions des points précédents, considérons pour l'instant que ces deux sinusoïdes sont les feux réguliers d'un avion de ligne en vol, capturés durant le temps d'exposition de 1,6 s et affectés d'un effet ondulatoire dû à des vibrations indésirables.

Cette théorie est-elle compatible avec les résultats obtenus par IPACO concernant les estimations de taille, d'altitude et de vitesse?

La première étape consiste à mesurer la longueur angulaire de l'espace séparant les deux sinusoïdes ainsi que leur longueur totale :



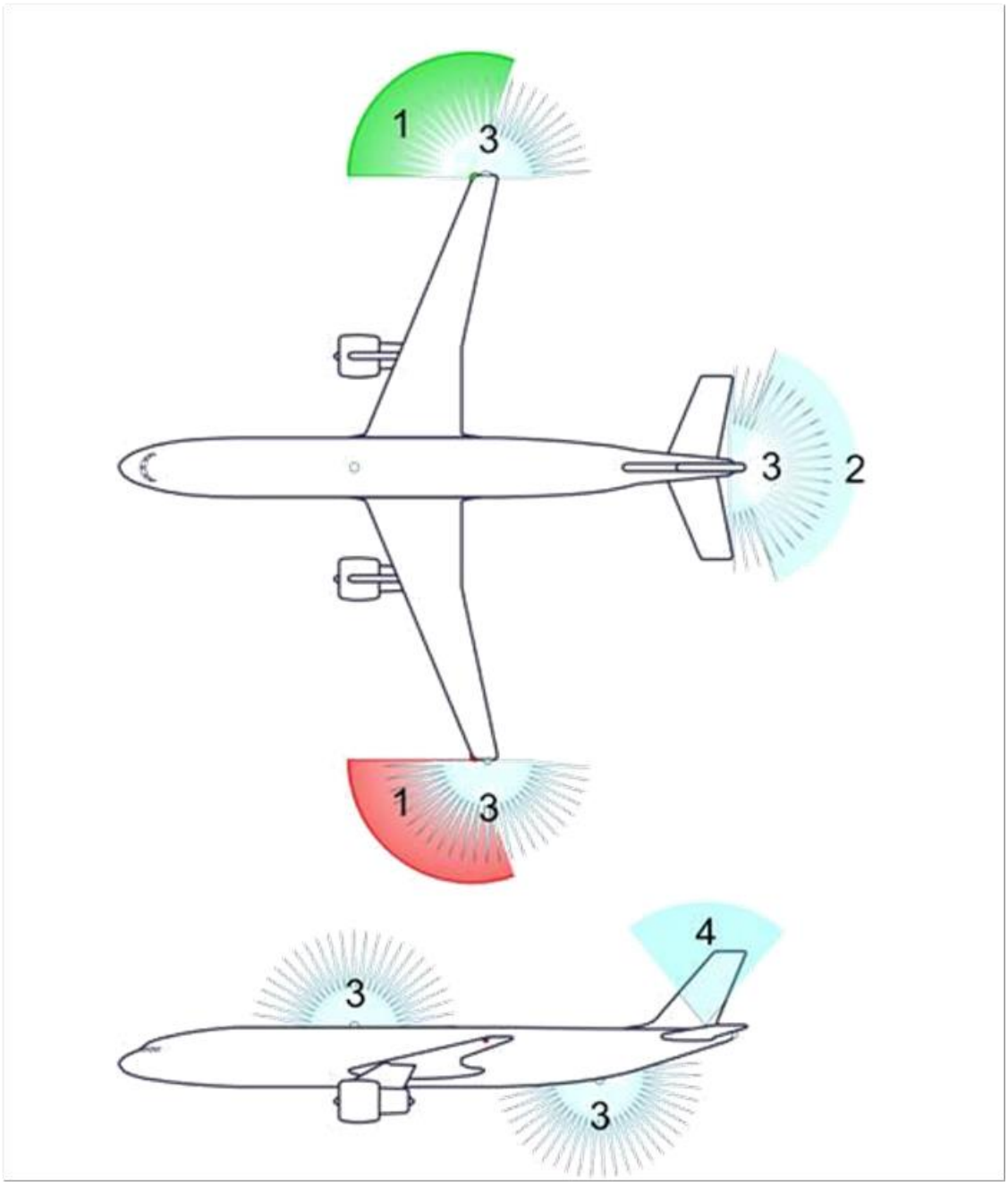
La seconde étape est de tenter de déterminer la nature des lumières visibles.

Les deux points lumineux notés "a" et "b" ci-dessus sont vraisemblablement des feux à éclats (faisant partie du système anticollision de l'avion), qui sont habituellement des flashs blancs situés au bout des ailes des avions.

Plus précisément, ces feux à éclats peuvent se situer en bout d'aile, sur la queue ou sur le fuselage ("3" sur le schéma ci-dessous). Leur position, nombre et usage varie selon le modèle de l'avion et les réglementations de vol en vigueur du pays concerné.

Par exemple, sur l'Airbus A320, en service aux USA, trois feux anticollision blancs à éclats sont présents ; deux en bout d'aile et un sur la queue.

Dans notre photographie, seuls deux feux étant visibles depuis le dessous, il ne peut s'agir du feu situé sur la queue, mais plus probablement des feux situés sur les ailes.



(2)

Signalisation lumineuse typique d'un avion de ligne – Les feux anticollision sont en « 3 »

Un indice intéressant pour la détermination du modèle d'avion en question est le fait que **ces deux feux à éclats sont situés au même endroit que les deux lumières blanches continues**, qui apparaissent sur la photographie comme des sinusoïdes et qui sont vraisemblablement, au vu de leur intensité, des feux d'atterrissage.

En effet, les lumières les plus puissantes sont les lumières de décollage et d'atterrissage qui se trouvent habituellement situées sur les avions modernes sur les ailes et le nez, et NON en bout d'aile :

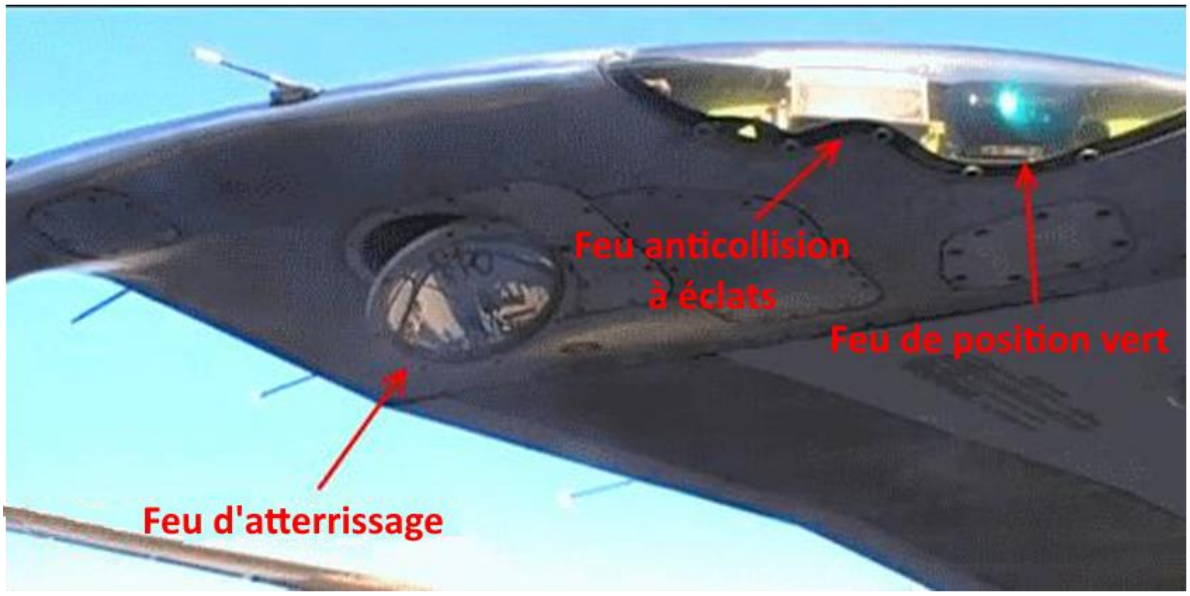
(3)

Feux d'atterrissage d'un A310 Royal de Jordanie

Il existe cependant quelques modèles d'avions pour lesquels ces feux sont bien situés en bout d'aile, et ***à proximité*** des feux à éclats, comme c'est le cas par exemple pour le MD80, ces feux étant particulièrement visibles de dessous, comme dans cet exemple (voir au chapitre VI. Annexe pour plus de détails sur la séquence d'allumage de ces feux) :

(4)

MD80 avec ses feux d'atterrissage de bout d'aile et de nez allumés



(5)

Emplacement des feux d'atterrissage, des feux à éclats et des feux de position en bout d'aile d'un MD80

Ainsi, la distance angulaire mesurée de 0,1763° séparant ces deux feux à éclats peut être considérée comme étant également celle de l'envergure de l'avion, s'il s'agit bien d'un MD80.

Aux États-Unis, les feux d'atterrissage ne sont pas obligatoirement présents ni utilisés sur de nombreux types d'avions, mais leur usage est fortement recommandé par la régulation aérienne, pour le décollage et l'atterrissage, mais également pour toute manœuvre en-dessous de 6000 pieds du niveau du sol ou dans les 10 miles nautiques (11,5 km) d'un aéroport.

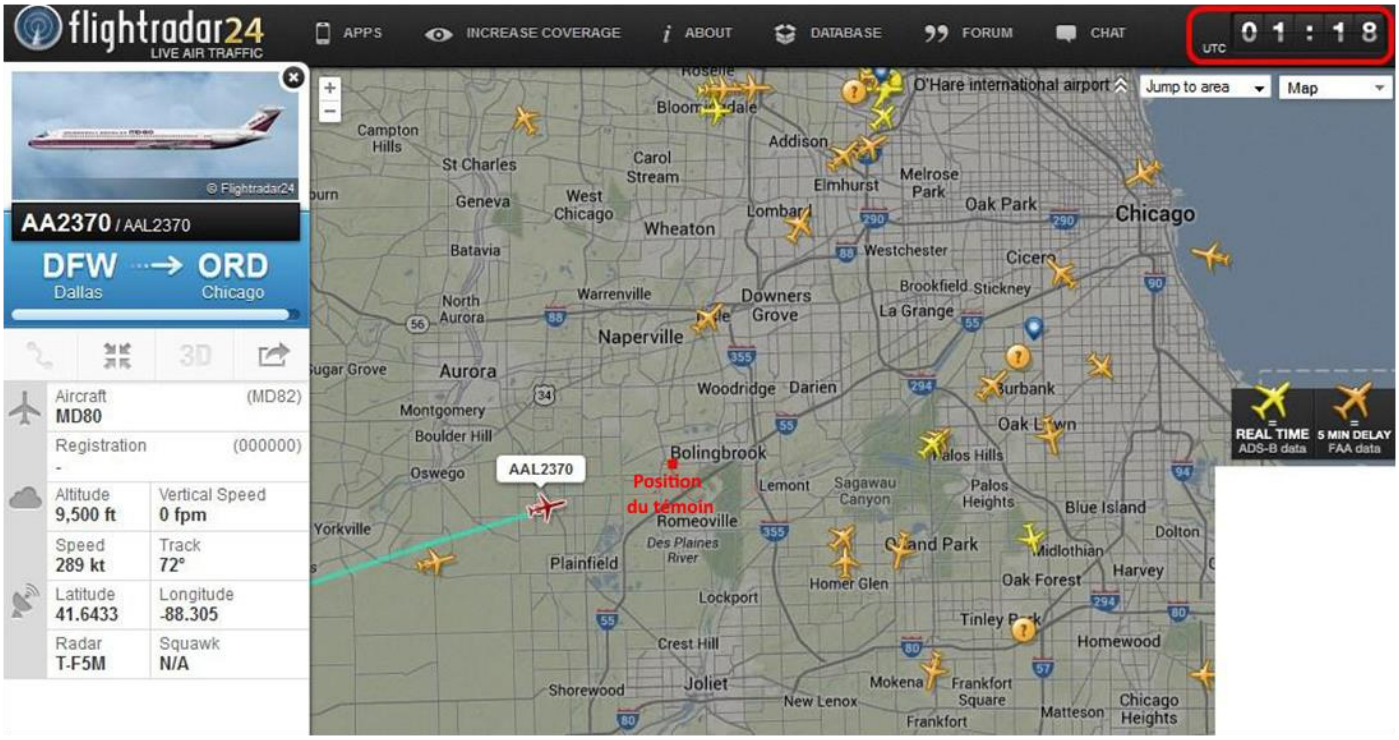
La distance séparant la ville de Bolinbrook (en considérant que l'objet se situait juste au-dessus, ce qui n'est pas strictement exact, étant probablement un peu plus loin vers le sud-ouest) et l'aéroport le plus proche (O'Hare – Chicago) est d'environ 36 km (22,3 miles ou 19,3 miles nautiques).

La prochaine étape sera donc d'essayer de déterminer s'il ne pouvait pas se trouver à proximité de Bolinbrook un avion pouvant avoir des caractéristiques (envergure, altitude, vitesse…) compatibles avec celles calculées par IPACO pour l'objet inconnu figurant sur la photographie. Cet éventuel avion pourrait être soit en phase d'approche soit avoir décollé depuis peu de l'aéroport O'Hare de Chicago.

Il existe un outil en ligne capable de retrouver n'importe quel avion de ligne, dans le monde entier : flight radar 24. La fonction "*playback*" permet à l'utilisateur de remonter jusqu'à un mois en arrière et de visualiser la route du vol concerné, l'altitude, la vitesse et le modèle de l'avion à n'importe quel endroit sur une carte.

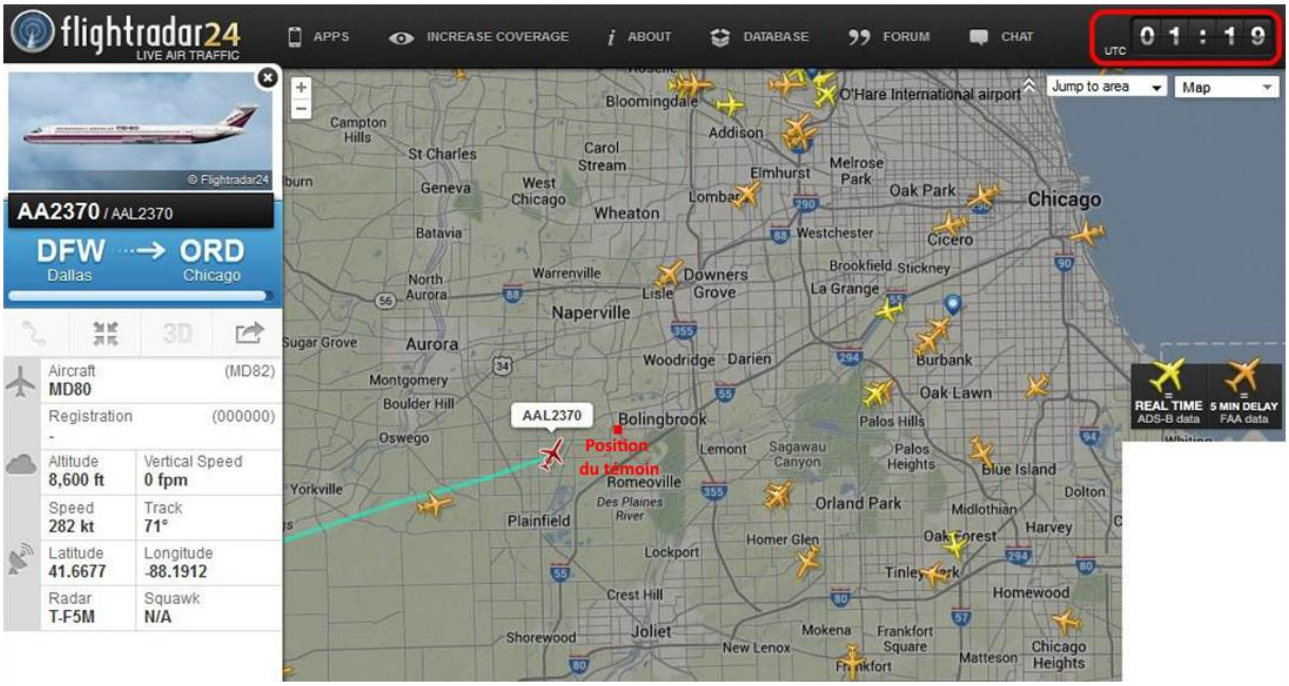
Le vol le plus proche à l'heure exacte (20 :18 CST/01 :18 UTC) de la prise de vue était le vol n°AAL2370. Il s'agissait d'un avion de ligne **MD80** volant de Dallas à Chicago commençant, selon FlightRadar24, son approche sur l'aéroport international O'Hare en diminuant son altitude de 9500 pieds (2895 m) à **8600 pieds (2621 m)** et sa vitesse de 289 nœuds (535 km/h, 332,5 mph) à **282 nœuds (522 km/h, 324,5 mph)**, entre 1 :18 et 1 :19 UTC.

À noter qu'avant 1 :18 UTC, l'altitude de croisière du MD80 était de **11000 pieds** et sa vitesse de croisière de **300 nœuds.**



Carte 1

Au moment exact à laquelle la photographie a été prise, l'avion de ligne était en train de changer sa trajectoire (comme on peut le voir sur la carte 2 ci-dessous à 1 :19 UTC) de l'ouest-sud-ouest/est-nord-est au sud-ouest/nord-est pour s'aligner avec les pistes de l'aéroport O'Hare. Il s'en trouvait à cet instant à environ 43 km de distance.



Carte 2

Maintenant que nous avons trouvé un possible candidat pouvant éventuellement être l'objet inconnu figurant sur la photographie, vérifions avec IPACO si les données mesurées et calculées se conforment à cette hypothèse.

Il existe une différence entre l'altitude au-dessus du niveau du sol de l'avion telle que donnée par "*Flight Radar 24*" (perpendiculaire au sol) et la distance entre le photographe et l'avion de ligne (non perpendiculaire au sol), l'avion ne se trouvant pas au zénith au moment de la prise de vue, mais, s'il s'agit bien de l'objet inconnu, photographié avec un angle d'environ 70° au-dessus de l'horizon (déterminé précédemment dans le chapitre III.2 « *essai de localisation de la zone du ciel où la photographie a été réalisée* », page 5).

Considérons donc le triangle ABC, où A est la position de l'avion, B la position du témoin et C la position de la projection orthogonale au sol de l'avion (décomposée en C_1 à 1h18 UTC lorsqu'il se trouve à 9500 pieds d'altitude et C_2 lorsqu'il entame son virage et se trouve à 8600 pieds d'altitude [2621 m], à 1h19 UTC) :

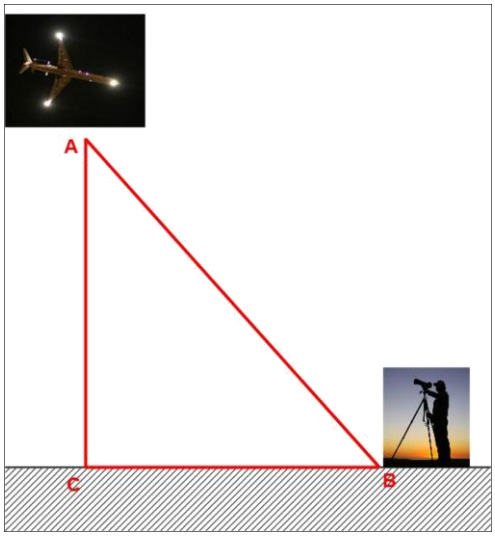
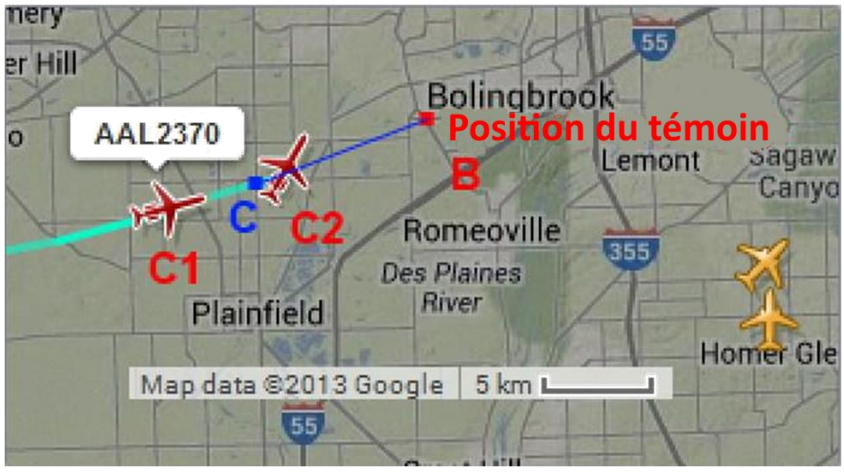


Schéma de principe

Sur la carte de "*Flight Radar 24*" se trouve une échelle permettant à l'utilisateur d'avoir une bonne estimation des distances au sol.



Carte 3 - Vue rapprochée de la zone survolée par le MD80

Connaissant la valeur de l'angle B et de la longueur AC_2, nous pouvons facilement calculer la valeur de BC (distance entre la projection orthogonale de A au sol et la position du photographe) et AB (distance photographe/avion) :

- Tan 70° = AC_2/BC_2
  Tan 70° = $2621/BC_2$

BC_2 = 2621 / Tan 70°
BC_2 ~ 954 m (~ 3130 pieds)

- $AB^2 = BC_2^2 + AC_2^2$
  AB^2 = 9542 + 26212
  AB = ~ 2790 m (~ 9150 pieds)

Ces résultats peuvent être visionnés sur un nouveau schéma à l'échelle :

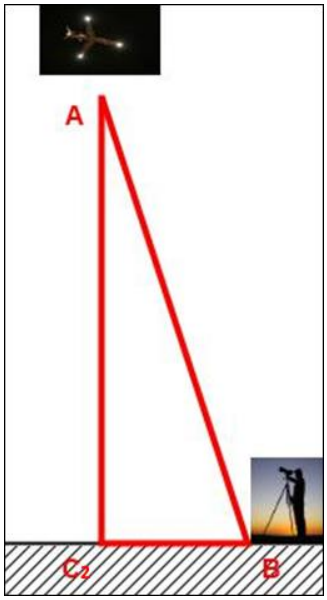


Schéma à l'échelle : 1 pixel = 10 m

La distance BC_2 sur la carte 3 est bien plus importante (plus de 5 km) que celle calculée ci-dessus. Les données fournies par FlightRadar24 ne sont pas toujours très précises et il est tout à fait possible qu'en réalité l'avion se soit trouvé à 1h19 UTC bien plus près du témoin qu'indiqué sur la carte 3.

Il est ainsi plus probable que l'avion ait emprunté une route similaire à celle-ci :

Connaissant à présent la distance séparant le témoin de l'avion, et ayant déjà déterminé avec l'outil « *Mesure d'angle* » l'écart séparant les deux sinusoïdes (environ 0.18°), nous pouvons vérifier si cet écart se conforme à l'envergure du MD80.

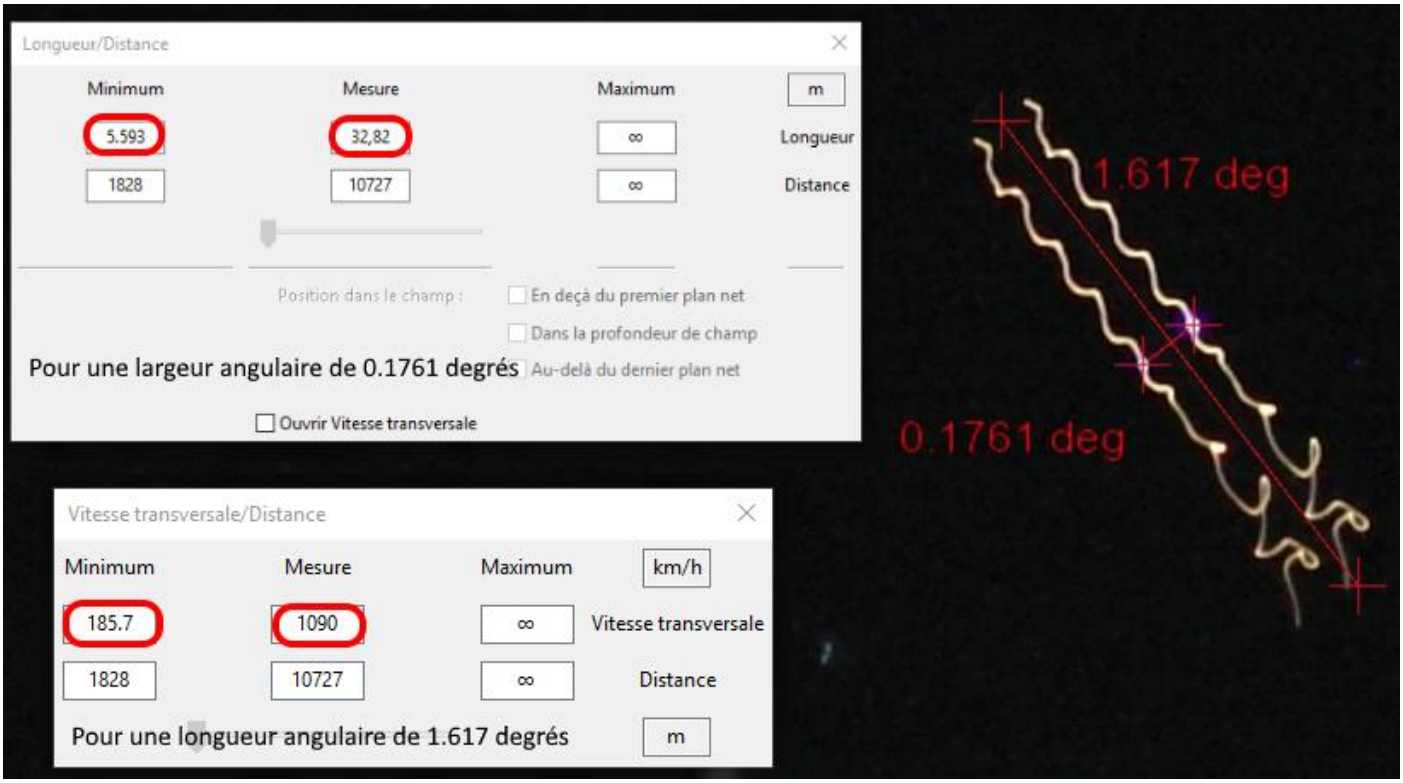
Le MD80 est un avion de ligne commercial utilisé pour des vols court et moyen-courrier. Il possède une envergure de 107 pieds 8 pouces (32.82 m).

Puisque les feux d'atterrissage du MD80 se trouvent en bout d'aile, nous pouvons considérer que la largeur angulaire (0.1763°) correspond à celle de l'envergure du MD80 (32.82 m). Si nous reportons cette valeur dans l'outil « *Longueur/Distance* » d'IPACO, nous obtenons une distance (10727 m) qui **ne correspond pas** à l'altitude de l'avion, mais à la distance entre lui et le photographe.

Cette distance est très supérieure à celle estimée ci-dessus (2790 m) à partir des données fournies par FlightRadar24.

D'autre part, nous pouvons calculer la vitesse (en km/h) de l'objet avec l'outil "*Longueur/Distance*" et "*Vitesse transversale/Distance*" d'IPACO en fonction des données suivantes :

a) Altitude maximale possible en-dessous de laquelle la régulation aérienne américaine recommande que les feux d'atterrissage soient allumés **(1828 m)** ***ou*** altitude déterminée ci-dessus à partir de l'envergure du supposé avion MD80 **(10727 m)**
b) Longueur angulaire du déplacement total pendant la durée d'exposition de 1,6 s : **1,617°**



Les résultats ne sont clairement compatibles qu'avec l'hypothèse de l'avion MD80 volant à haute altitude (10727 m) à une vitesse de 1090 km/h.

IV. Conclusion

En conséquence de l'analyse qui précède, nous pouvons émettre une conclusion en plusieurs points :

- Toutes les données (altitude, vitesse et envergure) concordent et confirment que l'objet inconnu est sans aucun doute un avion MD80, se trouvant à environ 43 km de l'aéroport O'Hare de Chicago (Illinois) et entamant son approche.

- La position de cet avion, aussi bien en altitude qu'en coordonnées géographiques, est erronée telle que mentionnée par FlightRadar24. L'altitude est encore importante.

- Une partie des feux d'atterrissage (ceux situés en bouts d'ailes) étaient allumés au moment où le témoin a réalisé sa photographie. Le train d'atterrissage avant n'était pas encore sorti, ce qui explique l'absence de lumière centrale en avant des deux autres.

- Les deux feux blancs lumineux se trouvant au milieu des lignes ondulées sont des feux à éclats faisant partie du système anticollision de l'avion, également situés en bout d'aile. Leur fréquence est au moins égale à 0,8 Hz, supérieure au temps d'exposition de 1,6 s et ayant flashé une seule fois durant cette exposition.

- L'aspect ondulé de ces lignes est dû à des vibrations indésirables transmises par l'opérateur au support de l'appareil photographique pendant la durée de l'exposition.

V. Sources - Crédits photos - Remerciements

Mes remerciements vont en premier lieu au témoin et à l'enquêteur du MUFON pour les états de l'Illinois et du Michigan, monsieur Daniel J. Snow, pour leur aide à cette enquête et analyse.

Merci également à mes partenaires, François Louange et Geoff Quick pour leur relecture attentive et la correction de la version anglaise de ce rapport.

Crédits photographiques :

(1) Reproduit avec l'autorisation du photographe ("Cedricleroutard42") et du CNES/GEIPAN.
(2) Page Wikipédia à propos des feux de navigation (en anglais)
(3) Page Wikipédia à propos des feux d'atterrissage (en anglais)
(4) Photographie libre de droits
(5) Capture d'écran de la vidéo Youtube : *"MD80 Landing Light Extension"* (supprimée en 2020)
(6) Photographie du membre "*Route Pack Six*" du forum « *forum.dallasmetropolis.com* »
(7) Boeing MD-80 à American Airlines
(8) Simviation forum
(9) Bob Garrard à cette galerie Flickr
(10) Feux extérieurs du MD80 à Hilmerby

VI. Annexe : précisions à propos des feux d'atterrissage du MD80

Nous avons déjà vu au chapitre 4 que les deux feux à éclats sont situés au même endroit que les deux feux d'atterrissage, à savoir en bout d'aile.

Cependant, le MD80 possède en tout quatre feux d'atterrissage, et non deux :

- Un sur chaque extrémité d'aile
- Deux sous le nez, cachés à l'emplacement du train d'atterrissage lorsque celui-ci est rentré, et y étant attachés.

Par ailleurs, comme on peut le lire dans le manuel des opérations, les "*feux de nez*" peuvent être contrôlés indépendamment des « *feux d'aile* ». De plus, ces feux sont sur la position « ON » uniquement lorsque le train d'atterrissage est sorti.

(8)

MD80 avec le train d'atterrissage sorti et les feux de nez allumés

(9)

MD82 avec le train d'atterrissage et les feux de nez se rétractant

Ainsi, dans notre cas photographique, si nous ne voyons que les deux feux d'atterrissage d'aile, c'est très certainement parce que le train d'atterrissage n'est pas encore sorti. De cette source à propos des feux extérieurs du MD80 :

"Feux de nez d'atterrissage et de décollage".

- *ON sur DIM après le démarrage des moteurs, en réponse à l'accord du mécanicien.*
- *ON sur BRIGHT depuis le départ jusqu'à la piste de décollage.*
- *OFF après décollage ou à 1000 pieds.*
- ***Pendant l'approche et l'atterrissage ON sur DIM après déploiement du train d'atterrissage et BRIGHT (en fonction du temps) normalement après accord de la tour de contrôle pour l'atterrissage.***

(10)