Vidéo de Six-Fours-les-Plages

Antoine Cousyn, François Louange et Geoff Quick

Mars 2017

Données du problème

Le vendredi 3 février 2017, aux alentours de 18h, une photographe chasseuse d'orages se trouvait sur le flanc de la colline où se situe le fort de Six-Fours-les-Plages, à 50 mètres en contrebas du fort. Elle était en train de photographier un fort orage au-dessus de Toulon à l'aide d'une caméra *Canon 400 D*, et elle décida de prendre également une vidéo à l'aide de son smartphone *iPhone 5c*.

Bien que n'ayant rien remarqué sur place, la photographe découvrit le phénomène objet de cette étude en visionnant sa vidéo : à 1'1" du début de la vidéo, un objet ou phénomène lumineux rougeoyant apparaît sur la droite de l'écran, semble toucher le sol vers le milieu de l'écran après une trajectoire rectiligne et « rebondir » vers le ciel avant de disparaître, le tout sur une durée totale d'environ 0,3 s (7 images consécutives, la fréquence vidéo étant de 24 images/s). Le long de sa trajectoire, le phénomène apparaît alternativement lumineux et sombre.

Le smartphone de la photographe, vérifié plus tard par un spécialiste, n'a montré aucune anomalie.

Plusieurs hypothèses pouvaient être envisagées au départ :

- Trucage de la vidéo
- Météore (chute de météorite)
- Phénomène électrique lié à la foudre
- Tir de balle traçante
- Cendre de cigarette incandescente
- Insecte illuminé près de l'objectif

Par ailleurs, un cas de vidéo très similaire a pu être rapproché de celui-ci grâce à Chris Isbert (*UFO-Pragmatism*, groupe de discussion Facebook) à travers le lien suivant (en anglais) :

http://www.abovetopsecret.com/forum/thread363918/pg1

Dans cet autre cas également, la vidéo avait été prise par un photographe chasseur d'orages, dans la même région, le 5 novembre 2005. L'aspect et la durée du phénomène étaient très similaires : 0,25 s de durée totale, trajectoire rectiligne suivie d'un rebond, alternance lumineux/sombre.

Analyse de la vidéo

L'image suivante, extraite du début de la vidéo lors d'un éclair très puissant, permet de situer le paysage illuminé, avec Toulon à gauche et Six-Fours-les-Plages à droite :

Cette même perspective a pu être retrouvée sur *Google Maps* grâce aux indications précises de la photographe, transmises par M. Simon Fontvieille, journaliste de Var-Matin :

Les 7 images consécutives sur lesquelles apparaît le phénomène, nommées respectivement de *SixFours_1* à *SixFours_7*, sont les suivantes :

SixFours_1

SixFours_2

SixFours_3

SixFours_4

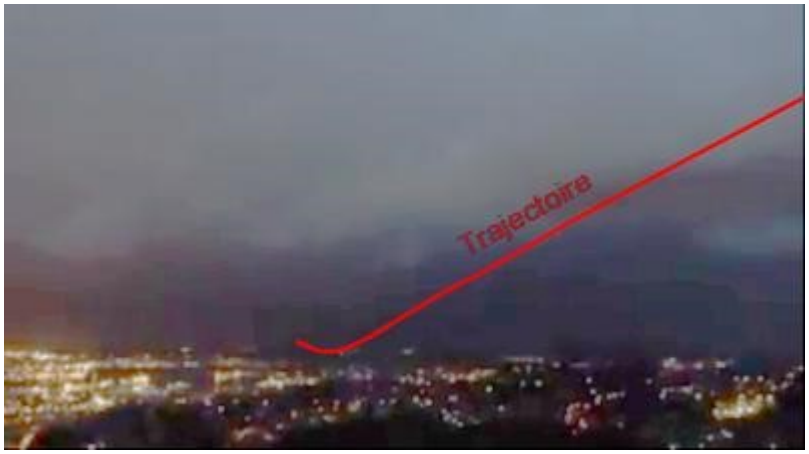
SixFours_5

SixFours_6

SixFours_7

La sommation de ces 7 images, suivie d'un léger renforcement de luminosité, donne le résultat suivant (en ne tenant pas compte du léger mouvement latéral de la caméra au cours des 0,3 secondes de la séquence) :

Un graphique concrétisant la trajectoire observée peut être superposé à cette image :

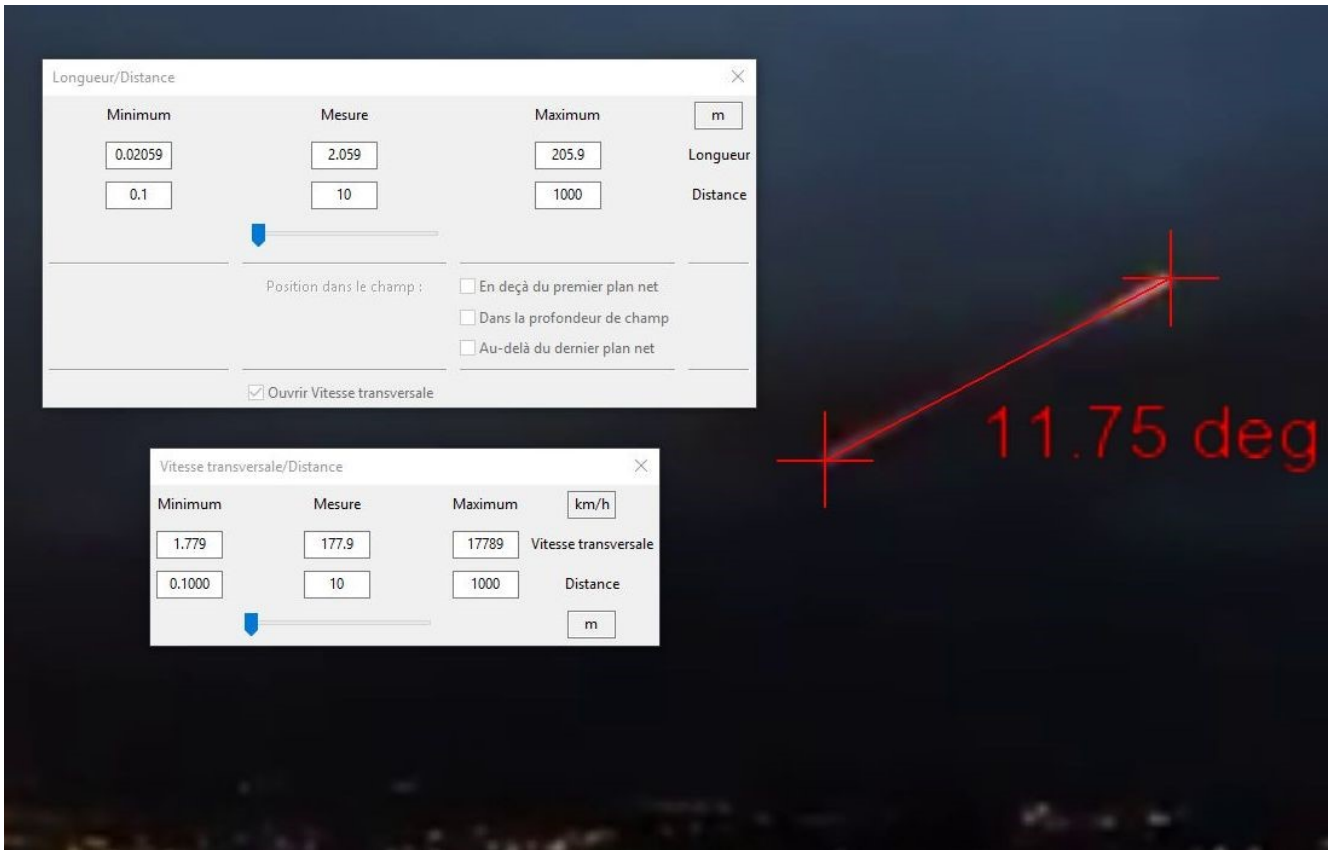


Estimation de vitesse

L'image *SixFours_2* montre un segment lumineux qui est jointif avec les segments lumineux respectivement observés dans l'image précédente et dans l'image suivante. Il représente donc bien la trajectoire effectivement décrite par le phénomène au cours du 1/24e de seconde de temps d'exposition correspondant à une image de la vidéo.

Les données techniques du smartphone *iPhone 5c* (mode vidéo) figurant dans le catalogue CamCAT, le logiciel IPACO permet de réaliser les 3 mesures successives suivantes:

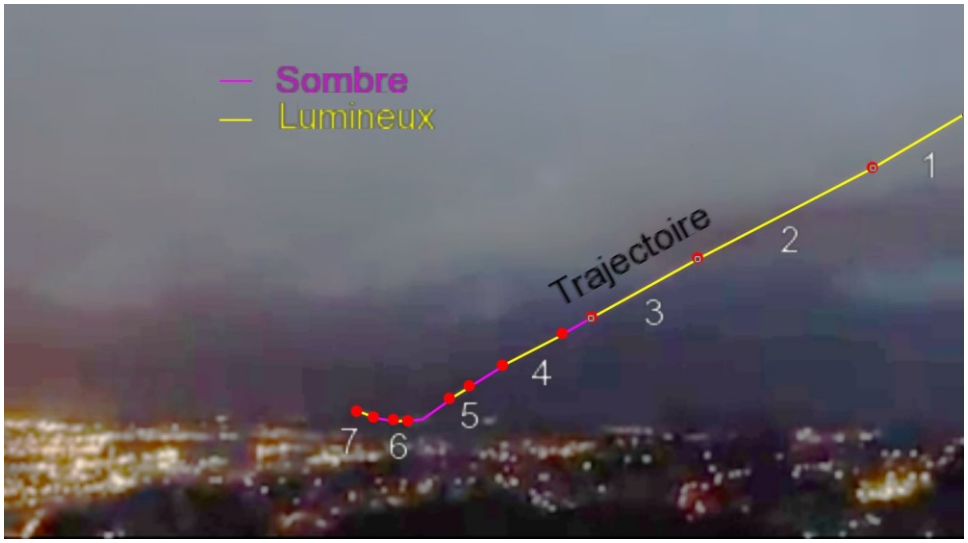
- Taille angulaire du segment
- Longueur transversale du segment en fonction de la distance entre le milieu de ce segment et l'objectif du smartphone
- Vitesse transversale du phénomène (supposé quasi ponctuel) en fonction de la distance entre le milieu de ce segment et l'objectif du smartphone



Les vitesses transversales ainsi mesurées sont les suivantes, en fonction de la distance moyenne entre le smartphone et le phénomène (image SixFours_2) :

Distance (m)	0,1	1	10	100	1 000
Vitesse transversale (Km/h)	1,8	18	180	1 800	18 000

Par ailleurs, le relevé des limites des segments lumineux correspondant respectivement à chacune des 7 images montre clairement que si la vitesse du phénomène était constante, ce dernier s'éloignait de la photographe :



Cet éloignement implique que la vitesse réelle du phénomène était effectivement supérieure à la vitesse transversale mesurée ci-dessus. En supposant une trajectoire rectiligne sur la durée d'exposition de l'image *SixFours_2*, si l'angle entre cette droite et la ligne de visée du milieu du segment était θ, la relation suivante était applicable :

$$\text{Vitesse réelle} = \text{Vitesse transversale} / \sin \theta$$

On notera qu'à partir d'une distance de 70 mètres, la vitesse transversale du phénomène, et a fortiori sa vitesse réelle, aurait dépassé la vitesse du son (environ 1 235 Km/h). Pour θ = 45°, par exemple, la vitesse du son aurait été dépassée dans l'image *SixFours_2* pour une distance supérieure à 50 m.

Analyse des hypothèses

Trucage de la vidéo

Les trucages vidéo consistent le plus souvent à incruster dans une ou plusieurs images consécutives un artefact numérique ou à y modifier un élément existant. Ici, il s'agirait de l'incrustation dans les 7 images concernées de traces lumineuses présumées d'un objet volant.

L'observation détaillée de la répartition des pixels (position, couleur) dans les 7 images extraites et surtout l'analyse fine de certaines métadonnées associées au fichier vidéo d'origine (que toute altération du fichier modifie) montrent qu'aucune modification n'a été apportée à ce fichier après son acquisition.

Hypothèse éliminée.

Météore (chute de météorite)

L'aspect « bolide » du phénomène observé peut faire penser à un météore, ou plus précisément à la chute d'une météorite qui rebondirait au sol.

Cette hypothèse ne peut être retenue pour plusieurs raisons :

- La photographe n'a rien vu, ce qui est parfaitement illogique étant donnée la puissance lumineuse qu'impliquerait cette hypothèse, la photographe lui faisant face
- Aucune rentrée de météorite n'a été détectée ce jour-là par les réseaux de détection BOAM et FRIPON
- L'approche apparente du sol par le phénomène n'est accompagnée d'aucun accroissement de l'éclairement de la zone concernée dans le paysage.
- La chute d'une météorite, dans sa phase terminale est plutôt proche de la verticale et aucun rebond de type « ricochet » n'a jamais été observé
- Les calculs précédents indiquent qu'une météorite, nécessairement située à une distance de la photographe supérieure à 70 m, serait tombée à une vitesse bien supérieure à celle du son, avec les conséquences sonores bien connues.
- D'après le site *20minutes.fr*, l'astronome François Colas de l'IMCCE, après avoir observé la vidéo, a conclu qu'il ne pouvait en aucun cas s'agir d'un météore ni d'un bolide

Hypothèse éliminée.

Phénomène électrique lié à la foudre

Cette hypothèse mérite une attention toute particulière, du fait de la très forte ressemblance entre deux vidéos prises par deux chasseurs d'orage dans des conditions similaires, montrant des phénomènes quasiment identiques.

Cependant, le Dr Raymond Piccoli, chercheur français reconnu sur la foudre en boule, après avoir examiné cette vidéo, en a conclu qu'elle n'était absolument pas cohérente avec la typologie d'un phénomène de foudre en boule déjà observé ou rapporté.

Cette hypothèse se heurte également au fait que la photographe n'ait rien remarqué, malgré l'impact lumineux qu'aurait dû avoir un tel évènement, alors qu'elle lui faisait face.

Hypothèse éliminée.

Tir de balle traçante

Les caractéristiques du phénomène observé sont a priori très semblables à celles de balles traçantes, qui peuvent effectivement rebondir sur une surface solide ou liquide, comme on peut le vérifier sur les deux liens suivants :

https://www.youtube.com/watch?v=H06ByCkunA4
https://www.youtube.com/watch?v=eZhVc5b2RkY

Cependant, l'idée du tir délibéré d'une balle traçante (réputée extrêmement dangereuse), provenant éventuellement du fort militaire de Six-Fours-les-Plages, semble aberrante compte tenu de son axe de visée, orienté vers une zone fortement urbanisée.

Par ailleurs, le rebond constaté en fin de séquence impliquerait la présence d'un support solide ou liquide à une distance raisonnablement courte, incompatible avec le paysage observé.

Enfin, pour expliquer la compatibilité des mesures de vitesse précédentes avec la vitesse d'une balle traçante (inférieure à celle du son), il aurait fallu qu'elle passe à très faible distance de la photographe, ce qui n'aurait pas manqué d'attirer, au minimum, son attention.

Hypothèse éliminée.

Cendre de cigarette incandescente

Au moment de l'observation, la photographe ne fumait pas, et elle était seule sur les lieux, ce qui élimine définitivement cette hypothèse.

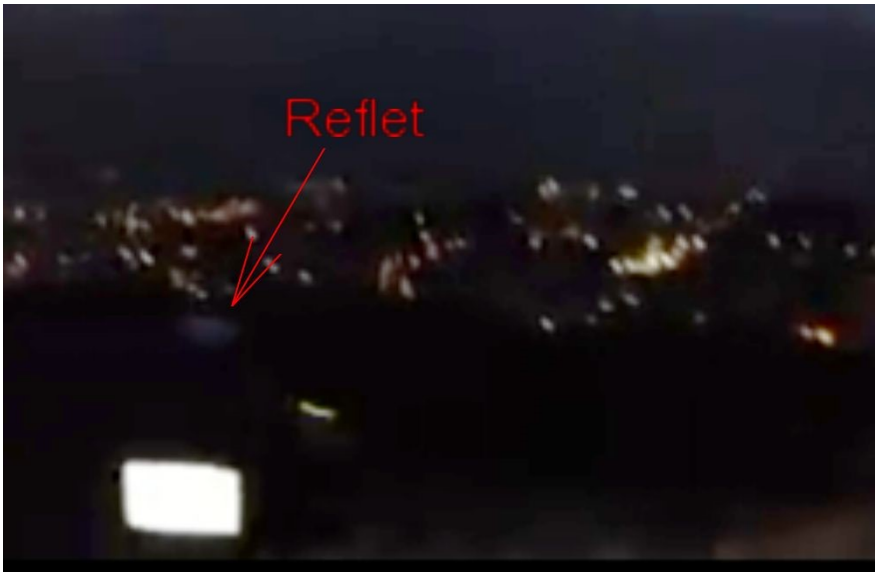
Hypothèse éliminée.

Insecte illuminé près de l'objectif

Cette hypothèse repose sur l'existence avérée d'un éclairage issu de projecteurs situés en haut des murs du fort, qui se trouve à une cinquantaine de mètres derrière la photographe :

L'impact (limité) de cet éclairage est confirmé par deux éléments visibles dans la vidéo :

- Des reflets sur le haut du module de flash de l'appareil photo Canon, qui apparaît dans le champ peu après l'apparition du phénomène :



- L'éclairage (faible) du sol aux pieds de la photographe, visible juste après :

Compte tenu du caractère extrêmement sombre de l'ensemble du paysage filmé, à un moment où aucun éclair ne se produit, on peut supposer que la lumière reflétée par un insecte volant tout près du smartphone suffise à produire une trace très brillante dans la vidéo, étant donnée la dynamique du capteur (optique adaptative).

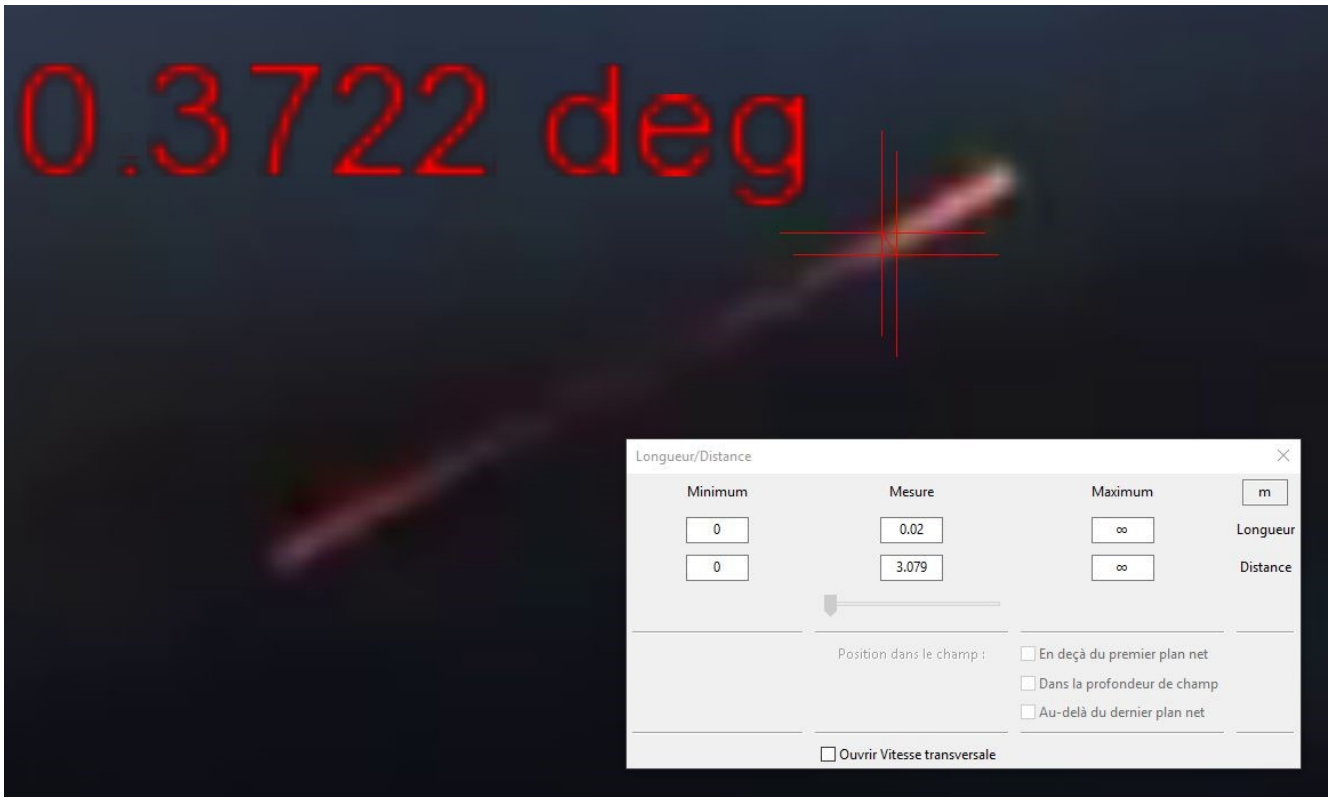
Une recherche a été conduite pour tenter de recenser les espèces d'insectes volants susceptibles de se trouver dans le Var à cette époque de l'année et à cette heure de la journée.

Espèce			Présence attestée dans le Var	Vol de nuit ou crépusculaire	Présence début février	Type de vol	Longueur (cm)	Envergure (cm)	Vitesse (Km/h)	Fréquence du battement des ailes (Hz)	Notes
	Nom commun	Nom vernaculaire									
Papillons	Vulcain	Vanessa atalanta	Oui	A l'étude	Oui	rapide et erratique	5.8 à 7.6	5 à 6	25 à 30	8 à 12	
	Belle-Dame	Vanessa cardui	Oui	Non	Rare	rapide et erratique	4.2 à 6.6	5	25 à 30	50 à 80	
	Sphinx du liseron	Agrius convolvuli	Oui	Oui	Non	rapide et droit		8 à 12	50 à 100		
	Sphinx tête de mort	Acherontia atropos	Oui	Oui	Non	rapide et droit		12 à 13			
	Sphinx colibri	Macroglossum stellatarum	Oui	Oui	Oui	rapide et droit	4 à 4.5	4 à 5	40 à 50	75	Diurne mais peut voler au crépuscule
	Sphinx phoenix	Hippotion celerio	Oui	Oui	Oui	rapide et droit		7,5	55		Migrateur - rare
Frelons	Frelon asiatique	Vespa velutina	Oui	Non	Oui	rapide et droit	3	4	20	160	
	Frelon européen	Vespa crabo	Oui	Oui	Non	rapide et droit	2.7 à 3.9		20	160	

Il en ressort un candidat nettement plus probable que les autres : le papillon *Sphinx colibri*. Ce papillon, susceptible d'être présent à cet endroit-là et à ce moment-là, a des dimensions de l'ordre de 4 cm et vole à une vitesse pouvant atteindre 50 Km/h (voir tableau ci-dessus). Il peut également parcourir des lignes droites sur des durées égales ou supérieures au quart de seconde.

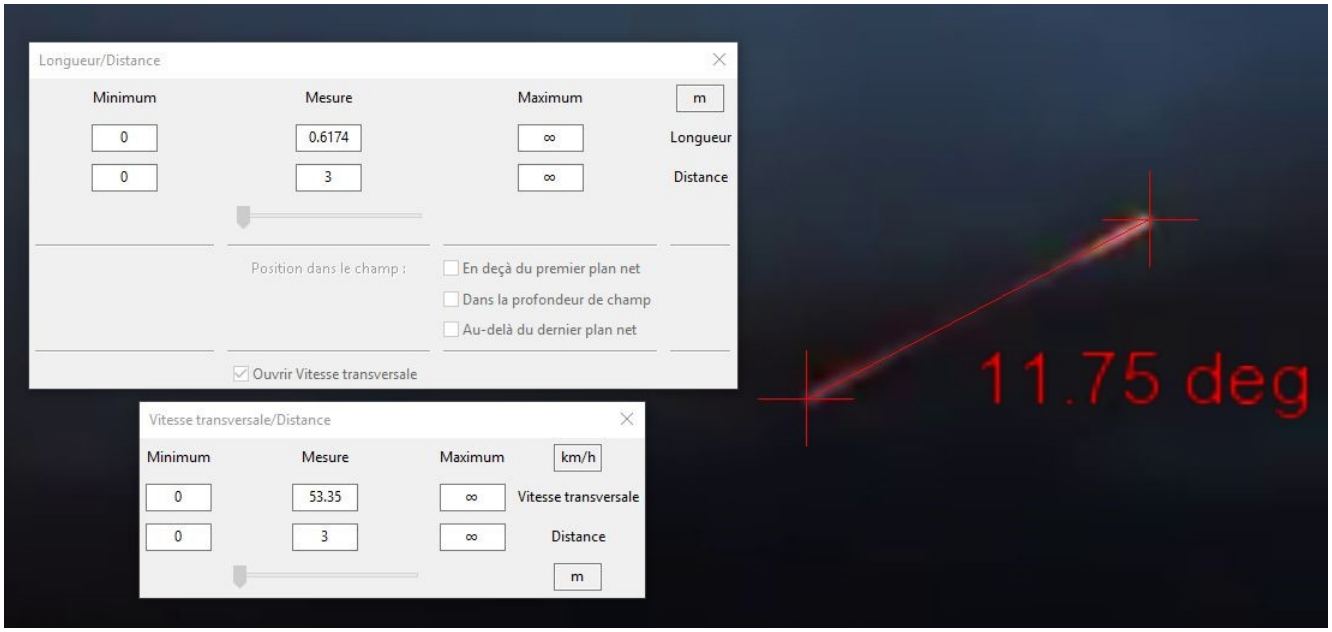
On voit sur ces photos que la partie la plus réfléchissante correspond à une partie de l'abdomen et surtout aux deux grandes taches rouge orangé sur ses ailes. L'ordre de grandeur de la taille de la zone réfléchissante peut être évalué à 2 cm.

En se reportant à l'image *SixFours_2*, il est possible d'utiliser IPACO pour mesurer la distance approximative du papillon (si c'en est un), en se référant à la largeur de la trace lumineuse, supposée correspondre à la dimension de la zone réfléchissante de 2 cm évaluée précédemment.



On constate que si la largeur de l'objet est égale à 2 cm, sa distance du smartphone est de l'ordre de 3 m.

En reportant cette distance de 3 m à la longueur du segment lumineux, sachant que le temps de pose correspondant à cette image extraite de la vidéo est égal à 1/24 s, on peut en déduire la longueur du segment décrit et la vitesse transversale de l'objet :



On trouve ainsi une vitesse de l'ordre de 50 Km/h, compatible avec les performances connues du papillon *Sphinx colibri*.

Le fait que la trajectoire ait été rectiligne de l'image *SixFours_1* à l'image *SixFours_5*, c'est-à-dire sur une durée de l'ordre de 0,2 s, est également conforme aux caractéristiques connues des déplacements du papillon *Sphinx colibri* (voir plus haut).

Par ailleurs, en visualisant attentivement les images fortement zoomées, on distingue le long de la trace lumineuse des zones plus rouges. En particulier, sur l'image résultant de la sommation des deux images *SixFours_1* et *SixFours_2* (partie la plus lumineuse de la trajectoire observée), on peut noter empiriquement ces zones à l'aide de cercles rouges :

Dans la partie sombre de l'image notée 2 (dans l'hypothèse d'un papillon, cette zone sombre peut correspondre à l'ombre portée par un objet ou par la photographe elle-même, par rapport à l'éclairage venant du fort, à l'arrière), une interpolation a été faite (cercle vert).

Sur la base de cette hypothèse, on constate qu'au cours du 1/24 s d'exposition de l'image SixFours_2, la zone plus rouge serait apparue 3 fois. En attribuant cette couleur rouge aux taches rouge orangé caractéristiques des ailes du papillon *Sphinx colibri*, on en déduit une fréquence de battement des ailes de l'ordre de 3 x 24 battements par seconde, compatible avec les 75 Hz caractéristiques de cette espèce.

Conclusion

Après avoir éliminé toutes les autres explications qui pouvaient être initialement envisagées, il est apparu que celle d'un **papillon *Sphinx colibri***, éclairé (même faiblement) par les projecteurs du fort de Six-Fours-les-Plages, était compatible avec les estimations de distance et de vitesse issues des données disponibles.

Il s'agit donc de l'explication probable du phénomène observé dans la vidéo de Six-Fours-les-Plages.

Bien que la vidéo de Nice, a priori similaire, n'ait pas fait l'objet d'une nouvelle étude, on peut supposer qu'une explication du même type puisse éventuellement lui être apportée. En effet, le propre des vidéos nocturnes des chasseurs d'orages est qu'en dehors des évènements lumineux associés à la foudre, ce sont par principe des vidéos prises devant des paysages entièrement sombres. Dans ces conditions, l'apparition dans le champ proche d'un insecte éclairé, même faiblement, modifie alors notablement l'histogramme des images captées et agit au maximum sur la sensibilité de la caméra.