



Première analyse topologique des vidéos dites de la tour du Midi à Bruxelles 11/10/2015

Introduction et contexte

Le 12/10/2015 à 00:52 le COBEPS est sollicité par un certain Olivier Leclecrq. Qui a filmé quelque chose et il nous demande s'il peut s'agir d'un drone. Suivent quelques brefs échanges pour obtenir une information plus complète, mais nous n'obtenons pas vraiment de précision utile. A priori pour le COBEPS, il pourrait peut-être s'agir d'un drone mais sa vitesse ascensionnelle semble très importante, ce pourrait être un fake, par exemple réalisé avec un drone, assez proche du témoin, plutôt que purement numérique. À un moment, Olivier annonce sur sa page Facebook une seconde vidéo réalisée par une certaine Céline. La seconde vidéo offre un second angle et plus de précision dans l'image. En tant que curieux, je me demande si cette seconde vidéo peut permettre de mettre un trucage en évidence, sur base topologique. Ce texte est le fruit de ces investigations. L'essentiel de ce travail est achevé le 18/10/2015 en matinée. Un autre texte raconte le volet médiatique de cette affaire.

1. La vidéo d'Olivier



Figure 1 : Image 45, tirée de la vidéo d'Olivier

La partie « brute », qui contient uniquement l'information visuelle de l'observation, en temps réel, contient 202 images de 400x222 pixels avec 24 im/sec, soit une durée de 8,42 sec. Cette vidéo est recadrée et compressée. Il y a un montage, la seconde partie est recadrée et agrandie et aucune il n'y a aucune donnée Exifs. Il faut travailler avec les repères présents sur l'image. Par chance la tour du midi est « graduée » comme on le voit à la Figure 1.

1.1. Les repères et dimensions sur la vidéo

La façade Nord-Est de la tour du midi est visible à l'arrière-plan. Elle fait 150 m de hauteur au dernier étage sur 38 niveaux (rez-de-chaussée compris) (Wikipédia). Sa base est globalement carrée. Chaque étage fait à peu près 3,85 m, tenant compte que le rez-de-chaussée a une hauteur double. La tour est marquée par des repères de niveau à partir de l'étage 29 : une ligne claire par étage.

La largeur de la façade avant où se trouve le logo et la zone verticale plus foncée, fait 40 m selon google Earth et une mesure réalisée à l'aide des cartes de l'IGN (<http://www.ngi.be/topomapviewer/public?lang=fr&>). Ces deux caractéristiques sont uniques et ne se trouvent pas sur d'autres faces du bâtiment.

Le mobilier urbain visible au premier plan, style lampadaire, correspond à celui que l'on voit sur la Figure 2. On en trouve que tout au long de l'Esplanade de l'Europe et jusqu'au Boulevard Poincaré (petite ceinture de Bruxelles).

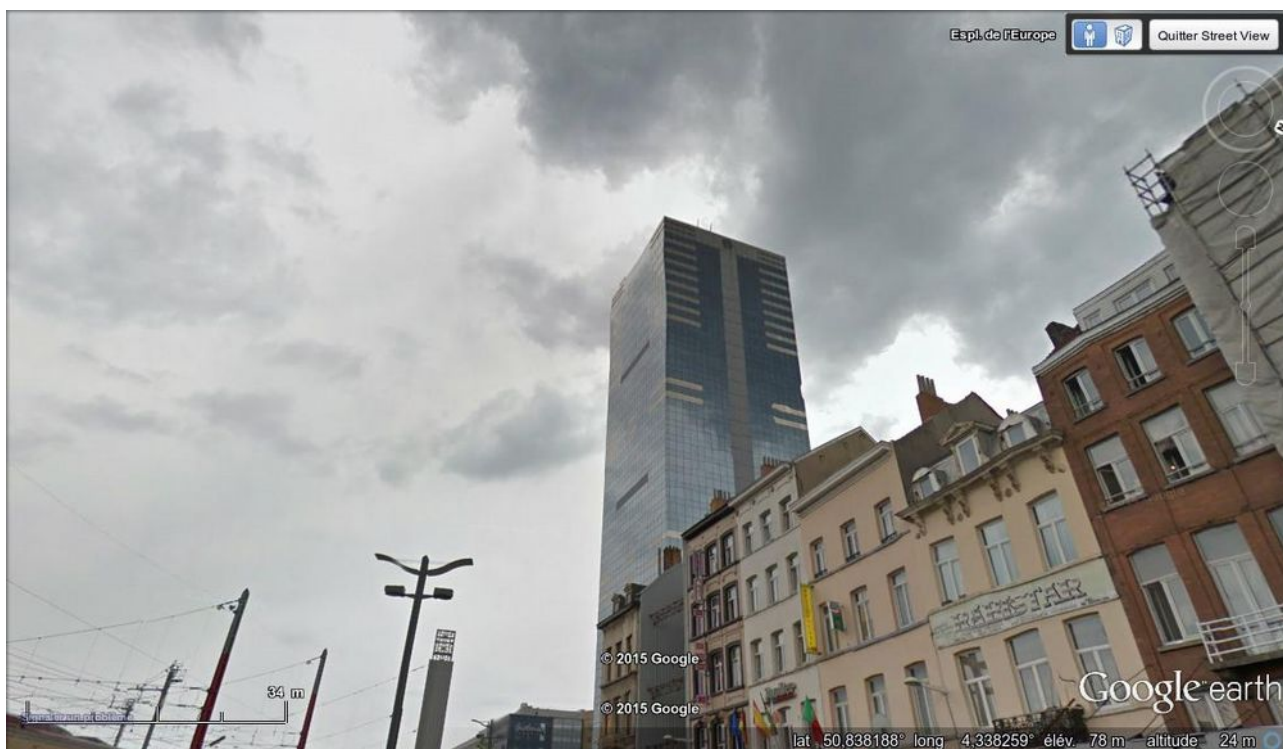


Figure 2 : vue de Googel Street View depuis l'Esplanade de l'Europe

On peut à l'aide de plusieurs photos de google Street View dimensionner la largeur des éclairages à $\pm 1,75$ m au niveau des lampes. La hauteur du dispositif est d'environ 10,5 m (dimensionné grâce aux repères disponibles dans les photos de Google Street View).

Il s'agit d'approximations raisonnables établies à l'aide de plusieurs images et des données de Wikipédia pour la tour du midi

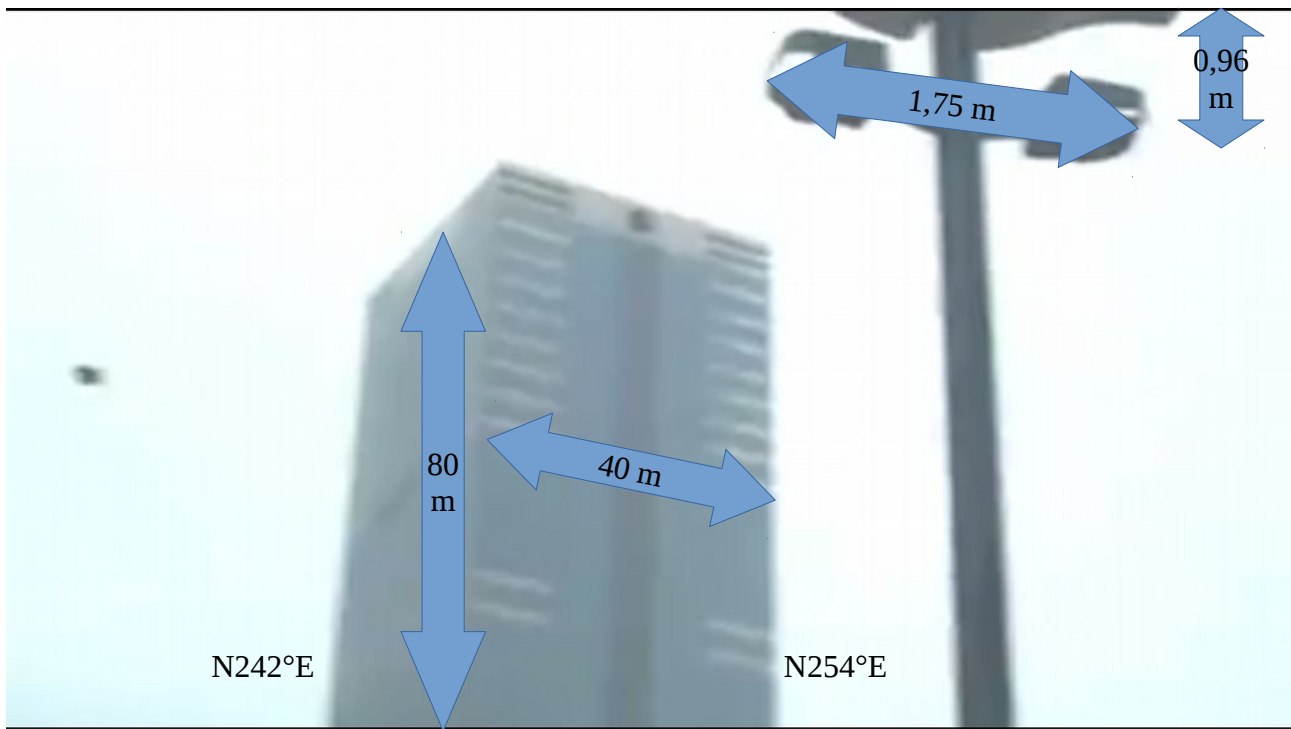


Figure 3 : image 1 de la vidéo d'olivier et les dimensions de l'avant et l'arrière-plan

1.2 La position probable d'Olivier et de l'objet

En observant la vidéo, nous voyons qu'Olivier avance en ligne droite, globalement dans une direction parallèle à la façade Sud-Est de la tour, le long de l'Esplanade de l'Europe. Ce déplacement, de quelques mètres, est visible de l'image 0 à l'image 52 (moment où le lampadaire disparaît de l'image). **Au moment où l'objet s'arrête**, Olivier s'arrête jusqu'à la fin de la séquence. Olivier est donc statique, à proximité immédiate d'un lampadaire. Voici ce que donnent les azimuts des bords gauche et droit de la tour pour la position d'un témoin situé à côté des cinq lampadaires les plus éloignés de la tour du midi. Nous pouvons en déduire un rapport entre les repères horizontaux de l'image et des angles d'azimut et donc calculer l'azimut de l'objet.

Tableau 1 : azimut de l'objet depuis la position d'Olivier

Pos.	Az bord Droit	Az coin	Az bord Gauche	° D-C	° D-G	Pixels D-G	°/pixel	Pixel Objet	Az ° Objet
Lamp1	252	243	240	9	12	133	0,09	167	236,9
Lamp2	255	245	240	10	15	133	0,11	167	236,2
Lamp3	258	247	241	11	17	133	0,13	167	236,7
Lamp4	264	250	242	14	22	133	0,17	167	236,4
Lamp5	281	262	245	19	36	133	0,27	167	235,8

Pos = position ; Lamp = lampadaires ; Az = azimut ; D = bord droit de la tour ; coin = angle visible dans la tour ; G = bord gauche ; ° = degrés ; Pixels = nombre de pixels ; Pixel Objet = nombre de pixels du bord droit au centre de l'objet

Quelle que soit la position du témoin, l'azimut de l'objet reste assez constant entre N236°E et N237°E (Tableau 1 dernière colonne).

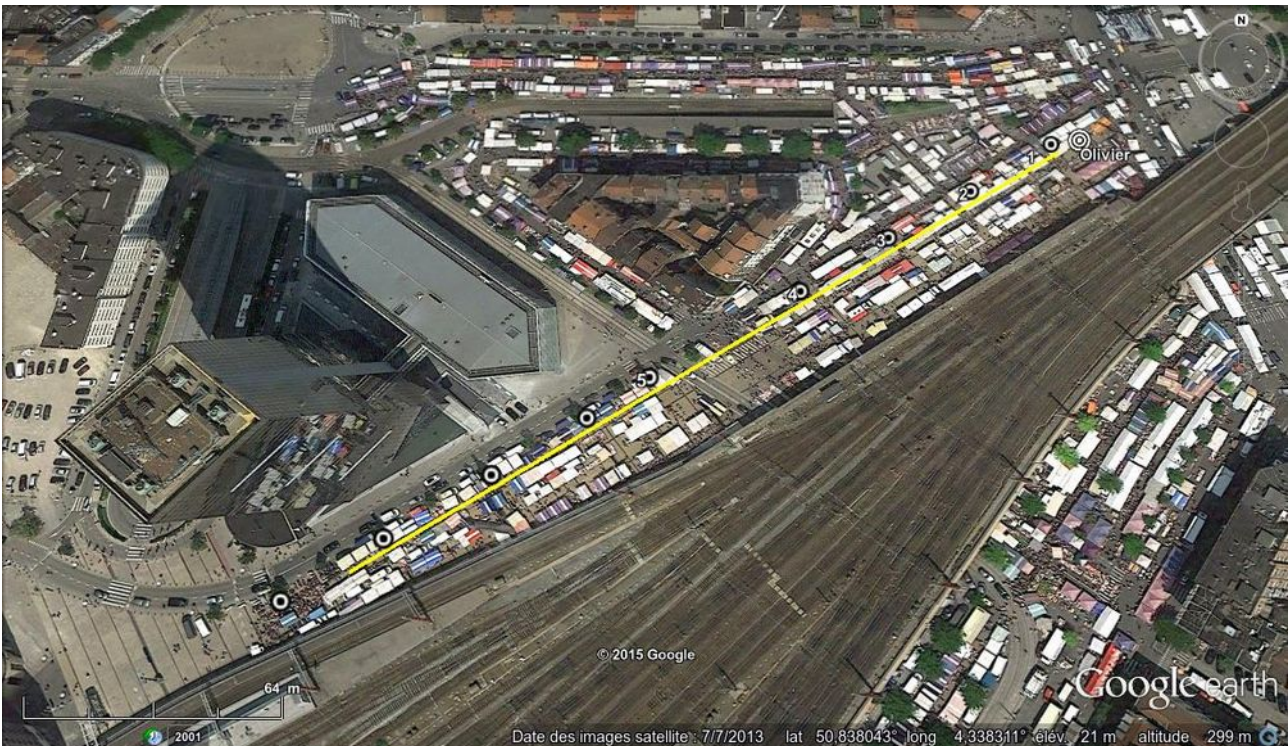


Figure 4 : Olivier se trouve sur l'Esplanade de l'Europe à côté d'un des cinq lampadaires, probablement assez loin par rapport à la tour, sur la ligne jaune

1.3. Les distances des repères sur l'image

Celles-ci peuvent être théoriquement établies si deux repères distants (le lampadaire et la tour) sont dans la zone de netteté de l'image.

Dans ces conditions : on peut appliquer :

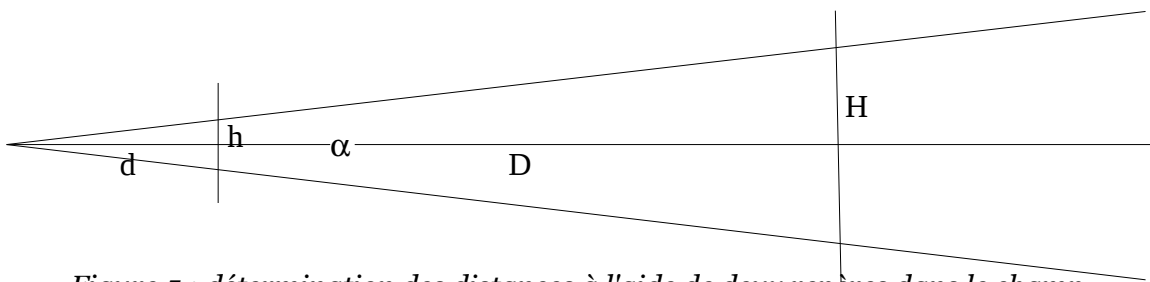


Figure 5 : détermination des distances à l'aide de deux repères dans le champ

"h" étant la taille réelle du champ en avant-plan, "H" en arrière-plan, "d" la distance de l'objet en avant-plan et "D" en arrière-plan et "a" l'angle d'ouverture du champ de l'appareil photo sur le plan vertical.

On sait grâce aux formules trigonométriques que :

$$(1) \quad \tan \alpha/2 = 1/2 h/d = 1/2 H/D$$

Donc par simplification :

$$(2) \quad \tan \alpha/2 = h/H \quad \text{et donc (3)} \quad \alpha = 2 \operatorname{Atan} h/H$$

Une autre formule des triangles rectangle nous dit que :

(4) $D = H/2 \sin \alpha/2$ et (5) $d = h/2 \sin \alpha/2$

Les résultats, calculés sur base de l'image 1, selon que l'on mesure le côté gauche ou droit de la façade de la tour, et moyennant une correction due à l'angle horizontal (Figure 3), donnent des **valeurs aberrantes de $\alpha=8^\circ$ $d= 45-46$ m pour le lampadaire et $D=616-662$ m pour la tour**. La distance la plus grande sur l'esplanade de l'Europe est de 237-253 m, selon que l'on considère le bord gauche et droit de la tour. L'écartement entre deux lampadaires est de 20 à 35 m (35 de façon assez systématique dans la partie la plus proche du Boulevard : lampadaires 1 à 4). Nous ne pensons pas que la faible netteté de l'image puisse expliquer de telles différences avec la réalité du terrain. La distance de l'objet sur fond de ciel reste donc inconnue.

1.4. Vitesse ascensionnelle

On ne peut évaluer la vitesse moyenne¹ en posant une hypothèse concernant la taille de l'objet. Il faut postuler que la vidéo n'a pas été ralentie ou accélérée.

Au moment du départ vertical de l'objet, on relève sa taille en pixels sur l'axe vertical. On relève également le nombre de pixels avant la sortie du champ de la vidéo. Voici ce que donnent les calculs sur base de deux tailles sur l'axe verticale l'objet :

Tableau 2 : vitesse ascensionnelle sur base de la taille

Taille (m)	Taille Pixels	Distance Pixels	Distance (m)	Nb images	images/sec	Durée	Vitesse (m/sec)	Vitesse (Km/h)
0,5	7	149	10,64	12	24	0,5	21,29	76,63
1	7	149	21,29	12	24	0,5	42,57	153,26

Ces vitesses sont incompatibles avec les performances des drones actuels.

¹ En fait il s'agit d'un mouvement dont la vitesse varie. Il y a une accélération. La durée étant très brève, nous considérerons une vitesse moyenne.

2. Céline

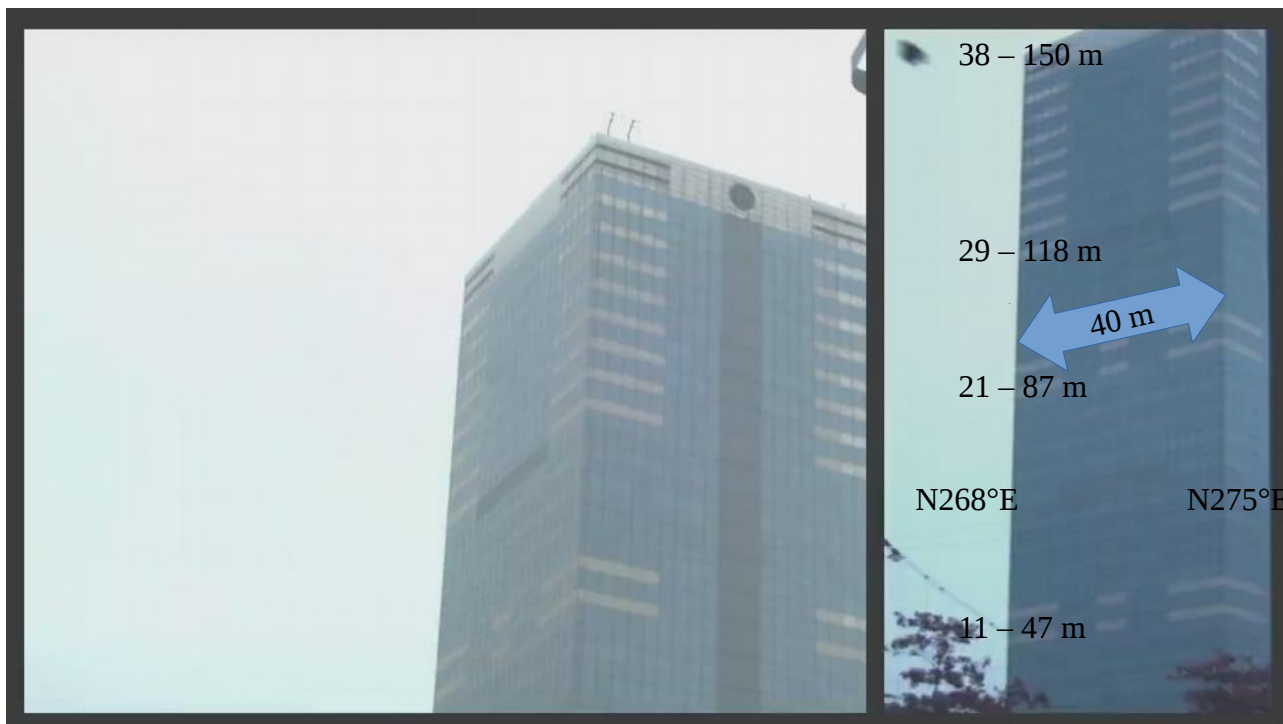


Figure 6 : image 3 de la seconde vidéo : Olivier à gauche et Céline à droite

Nous ne disposons toujours pas d'un fichier original, mais d'un montage et toujours pas d'Exifs. La définition est bien meilleure (1280x720) mais elle intègre dans un panneau comparatif : à gauche la vidéo d'Olivier, à droite celle de Céline, recadrée. Viennent ensuite, les images de l'objet vu par « Céline » encore davantage agrandies et recadrées. Cette vidéo est diffusée sur la page Facebook d'Olivier et largement reprise sur des sites ufologiques. Si on considère que la durée « brute » de la vidéo initiale correspond à la partie comparaison, il y a 160 images mais à 25 images/sec soit une durée réduite de 6,4 sec.

2.1. Les repères et dimensions sur la vidéo

On voit sur l'image 3 : le sommet de deux arbres, un support de caténaire pour l'alimentation électrique des trains et la façade Sud-Est de la tour (Figure 6). Les repères d'étages et de hauteur par rapport au sol sont sur la photo tirée de la vidéo. Les repères en avant-plan ne sont pas suffisants pour être dimensionnés.

2.2 La position probable de Céline et de l'objet

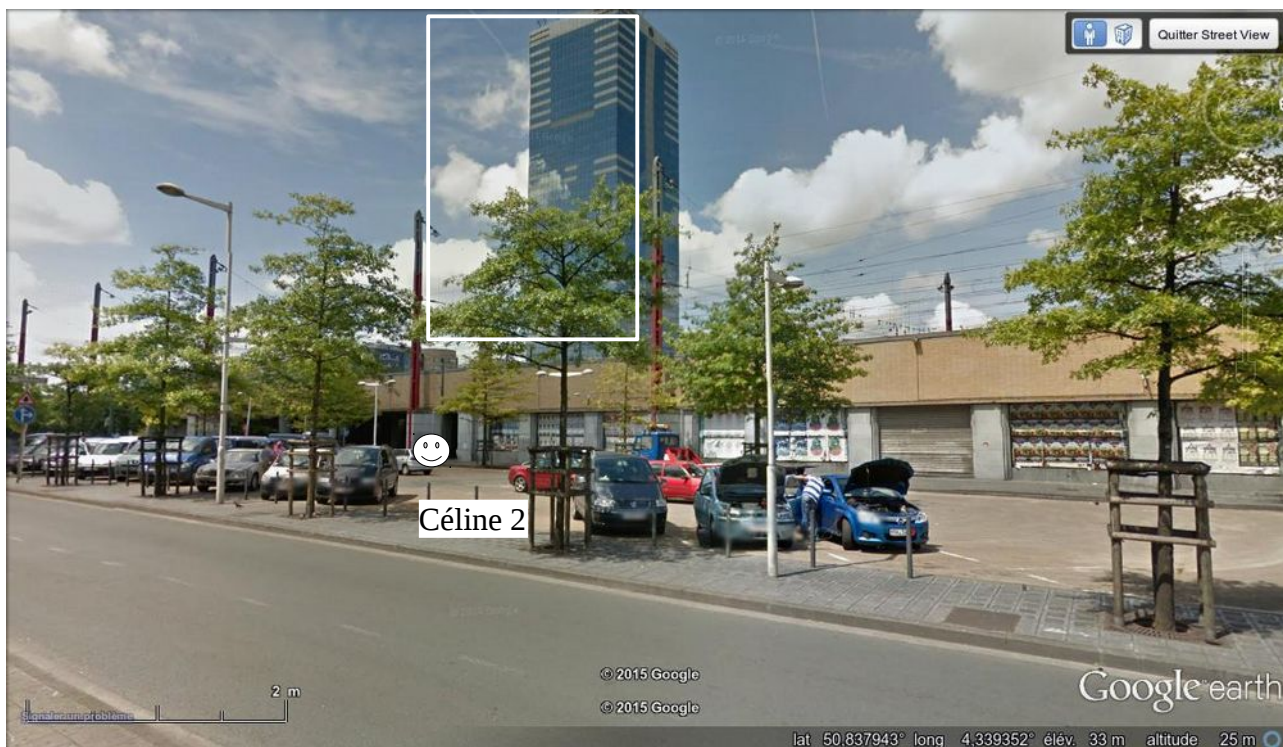


Figure 7 : voici la vision Google Street View depuis la chaussée, Céline est sur le trottoir au croisement du Boulevard Poincaré et de l'Avenue Fonsny = Céline 1 – le cadre blanc correspond à l'image recadrée dans la vidéo

Céline pourrait aussi se trouver sur le parking de l'Avenue Fonsny à l'emplacement du visage ci-dessus (Figure 7) ; c'est-à-dire en position 2 comme sur la carte ci-dessous.



Figure 8 : deux positions possibles de Céline ; en bleu la position de l'objet par triangulation

Voici les calculs au moment où l'objet s'arrête à côté de la tour (image 32 de la vidéo de Céline). Nous avons pris le centre de l'objet comme point de référence.

Tableau 3 : Azimuts d'observation de l'objet depuis les positions de Céline

Position	Az. ° bord Droit	Az. ° coin	Az. ° bord Gauche	° C-G	Pixels C-G	°/pixels	Pixels Objet	Az. ° Objet
Céline 1	279	275	265	4	215	0,018605	66	266,2
Céline 2	285	280	271	5	215	0,023256	66	272,5

Ces deux azimuts croisent l'azimut d'observation de l'objet par Olivier sur l'Esplanade de l'Europe, devant la façade Sud-Est de la tour du midi Dans une zone dont la précision est de l'ordre de 10-15 m (Figure 8).

1.3. Les distances et les tailles

Il est maintenant possible de connaître la distance entre Céline (suivant les deux hypothèses de position) et l'objet ainsi que sa taille **grâce à la triangulation**. On connaît, grâce à Google Earth et à la connaissance de la tour du midi, l'altitude relative de l'objet par rapport au témoin. À partir de ces deux données, grâce à Pythagore, on peut calculer la distance témoin/objet (D) qui correspond à l'hypoténuse. On néglige les dénivelé (-2 m) et la taille du témoin (~+1,6 m).

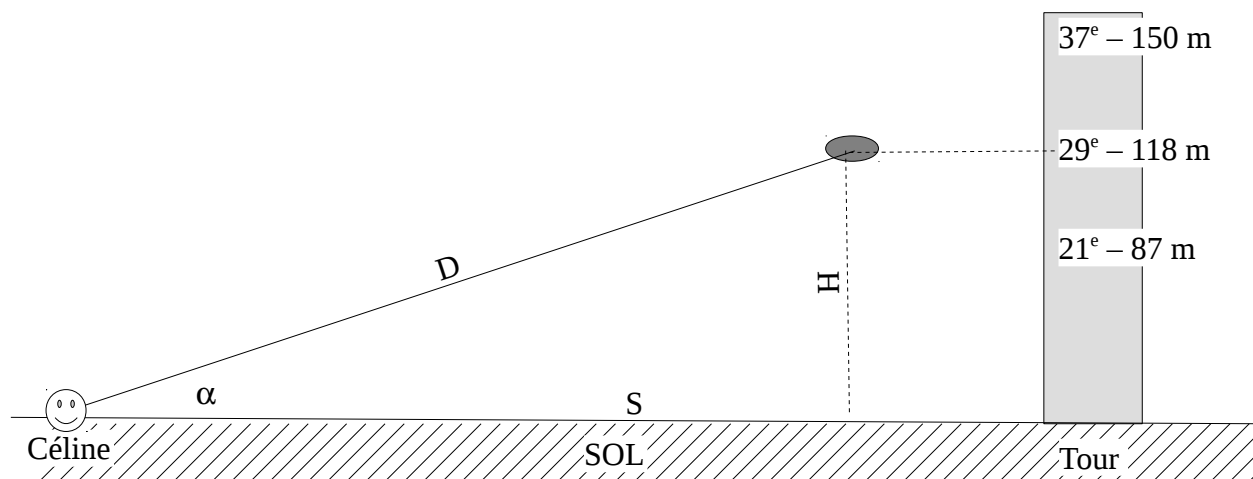


Figure 9 : situation de l'objet et grandeurs utilisées dans les formules

$$(6) \quad D = \sqrt{H^2 + S^2}$$

$$(7) \quad \alpha = \tan(H/D)$$

Taille horizontale de l'objet

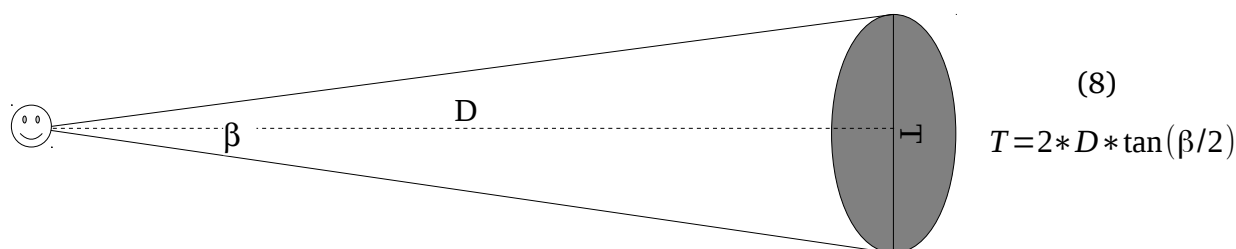


Figure 10 : transformation Taille apparente – Taille réelle

Connaissant la taille angulaire de l'objet « β », grâce aux azimuts des angles de la tour et les pixels de la photo, on peut convertir en dimensions métriques grâce à la formule (8).

Tableau 4 : dimension horizontale de l'objet à partir de l'image 148 de la vidéo de Céline

Positions	S (m)	Altitude H (m)	Distance D (m)	Taille (pixels)	°/Pixel	Taille Ap. (°)	Taille T (m)
Céline 1	213	118	244	52	0,018605	0,97	4
Céline 2	155	118	196	52	0,023256	1,21	4

L'élévation est de 26° pour la position « Céline 1 » et 31° pour la position « Céline 2 ».

Taille verticale de l'objet

La formule (8) reste valable, mais il faut obtenir la taille apparente par une autre technique : en utilisant les repères d'étages sur la tour du midi.

Tableau 5 : dimension verticale de l'objet sur base de l'image 148

Position	S _{tour} (m)	H ₁ ^{29e} (m)	H ₂ ^{37e} (m)	Dif. °	Dif. Pixels	°/pixel	Taille (pixels)	Taille Ap. (°)	D (m)	T (m)
Céline 1	255	118	150	5,60	467	0,011985	44	0,53	244	2
Céline 2	203	118	150	6,24	467	0,013353	44	0,59	196	2

Pour obtenir la différence en degré :

$$(9) \quad \text{Dif. } ^\circ = \arctan(H_1^{37e}/D) - \arctan(H_2^{29e}/D)$$

La taille de l'objet est impressionnante ! 2x4 m. Ce qui ne correspond pas à un drone.

Le procédé inverse permet de déterminer la distance entre Olivier et l'objet ; et d'avoir ainsi une confirmation des données recueillies grâce à la vidéo de Céline. Les azimuts des angles de la tour variant selon la distance, il faudra trouver le meilleur ajustement.

Horizontalement

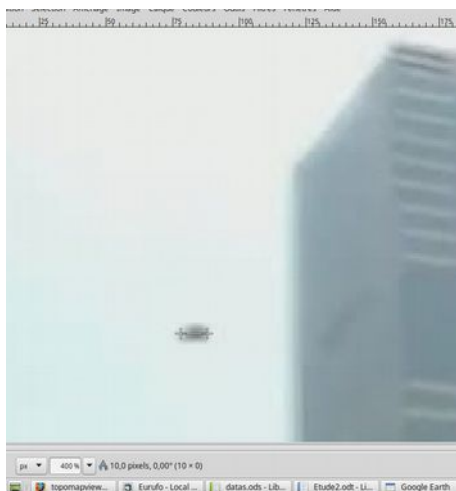


Figure 11 : image 130 de la vidéo d'Olivier

À partir de l'image 130, la plus nette avant la remontée brutale de l'objet, on obtient :

Tableau 6 : distances d'Olivier à l'objet

Position	Taille Pixels	°/pixel	Taille ap. (°)	Taille (m)	D (m) Calc (8)	D (m) Lamp	D (m) Calc (6)	Dif. (6) - (8)
Lamp 1	10	0,09	0,90	4	254	219	249	-5
Lamp 2	10	0,11	1,13	4	203	185	219	16
Lamp 3	10	0,13	1,28	4	179	150	191	12
Lamp 4	10	0,17	1,65	4	139	116	165	27
Lamp 5	10	0,27	2,71	4	85	60	132	48

D Calc (8) = distance calculée à l'aide de la formule (8) qui est fonction de la taille apparente et fixant T ; D Lamp = distance mesurée entre la position de la projection de l'objet au sol (au milieu du cercle bleu de la figure 8) et du lampadaire. ; D Calc (6) connaissant l'altitude de 118 m on peut calculer aussi la distance à l'aide de Pythagore (formule (6)).

Il est probable qu'Olivier se tenait à côté de la Lampe 1 dont la différence est la plus faible (5 m) et compatible avec les erreurs. Il se trouve donc à environ 219 m d'un point situé au sol à la verticale de l'objet et par calcul à une élévation de 28° environ (Formules (7)). Il est proche du point renseigné sur la figure 8.

Notons que dans ces conditions, il est possible qu'Olivier et Céline soient sur le Boulevard de la Petite Ceinture et se voient sous le pont du chemin de fer.

Verticalement

Ce calcul n'est pas indépendant du précédent. À partir de la distance que l'on vient d'obtenir par calcul, on détermine effectivement une taille réelle d'environ 2 m.

2.4. Vitesse ascensionnelle moyenne

En utilisant la même technique que pour la vidéo d'Olivier (point 1.4.), nous obtenons une bonne cohérence dans les vitesses calculées entre les deux vidéos.

Tableau 7 : calcul des vitesses ascensionnelles tenant compte de la taille déterminée

	Taille Pixels	Taille (m)	Distance Pixels	Distance (m)	Nb images	Images / sec	Durée (s)	Vitesse (m/sec)	Vitesse (Km/h)
Olivier	7	2	149	42,57	12	24	0,5	85,14	306,51
Céline	42	2	475	22,62	6	24	0,25	90,48	325,71

Ces vitesses moyennes sont encore beaucoup plus importantes et complètement incompatibles avec les drones, les hélicoptères...

Une méthode alternative de mesure de cette vitesse peut être utilisée. En calculant la distance entre la position à l'arrêt et la sortie de l'écran à l'aide des différents éléments collectés dans l'analyse précédente.

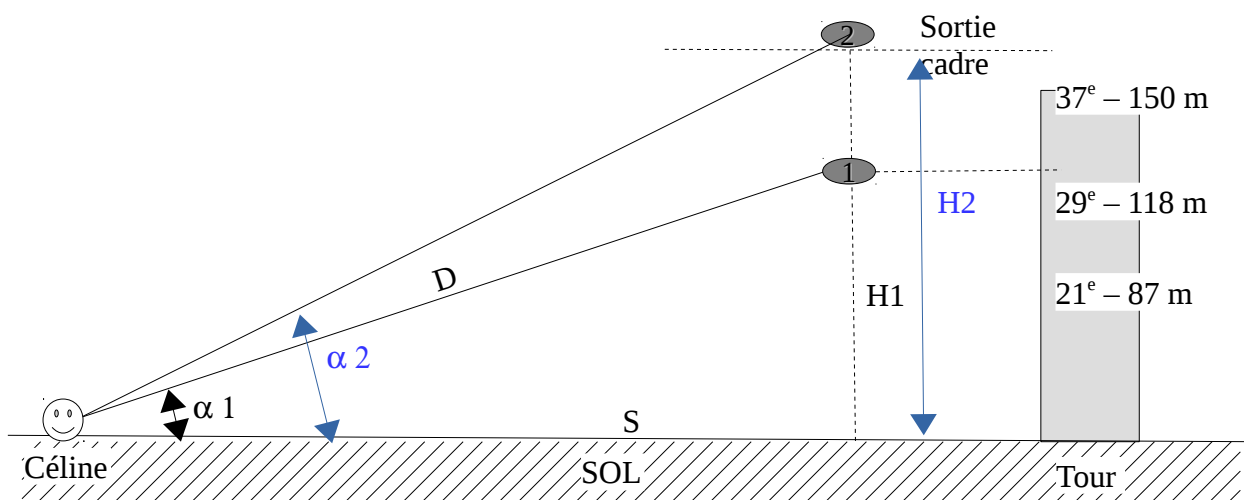


Figure 12 : mesure de la vitesse ascensionnelle

Nous connaissons H1 (118 m) et l'on cherche H2. La différence entre les deux, donne la distance verticale parcourue. Le temps, c'est-à-dire le nombre d'images de la vidéo, nous permettra de calculer la valeur de la vitesse. On peut Trouver H2 si on connaît $\alpha 2$:

$$(10) \quad H2 = S * \tan \alpha 2$$

On connaît le rapport de conversion entre l'angle et les pixels (verticalement voir Tableau 5) et on peut mesurer le nombre de pixels entre la base de l'objet et la limite de l'écran. Cette mesure nous donne $\alpha 2$, ce qui résous notre problème.

Tableau 8 : calcul des vitesses ascensionnelles par une autre méthode

Positions	Pixels	$\alpha 1$ (°)	$\alpha 2$ (°)	H2 (m)	Différ. (m)	Temps (sec)	Vitesse (m/sec)
Céline 1	480	25	31	126	8	0,25	32,32
Céline 2	480	30	37	115	-3	0,25	-10,93
Olivier	151	28	42	138	51	0,5	102,96

Les vitesses obtenues par cette technique donnent des résultats très différents. On voit que le résultat est négatif pour la position Céline 2. Celle-ci ne semble pas compatible.

3. Comparaison des minutages des deux vidéos

Deux points fixes peuvent servir pour la comparaison entre les deux vidéos. Le moment où l'objet s'arrête à proximité de la tour et celui où il part à la verticale. Ce dernier est pris comme point axial pour la comparaison entre **les deux vidéos image par image car il est plus précis, le mouvement est particulièrement net et brutal**. Nous avons également tenté une stabilisation de la vidéo d'Olivier, qui bouge beaucoup, via VidStab à l'aide de l'utilitaire de commande « Transcode » sous « Linux ». La stabilisation ne s'est pas révélée efficace.

Tableau 10 : comparaison des deux vidéos image/image

Repères d'images	N° Image Olivier	N° Image Céline	Seconde Olivier	Seconde Céline	Différence secondes
Arrêt	6	32	0,29	0,92	0,63
Montée verticale	133	149	5,58	6	0,42
Différence images	127	117			

Les deux séquences sont très **légèrement désynchronisées** avec une différence de 0,21 secondes (Tableau 10) ce qui correspond à 5 images. La différence en décompte d'images est de 10 (127-117 - ce qui correspond à ces 5 images plus la différence entre le taux de 24 images par secondes pour Olivier et 25 pour Céline). C'est un peu trop, car on distingue bien les mouvements quand on regarde image par image et donc on pourrait faire une erreur de maximum une image avant et une après autour du pivot considéré. **Ceci plaide en faveur d'une tentative de correction d'ajustement des deux séquences.**

Il est possible de comparer les mouvements verticaux de l'objet sur les deux vidéos moyennant une série d'hypothèses :

1. l'étage initial est défini au 31 (étage établi sur base des images de Céline), l'étage 31 sera le niveau 0 pour les deux vidéos ;
2. on supposera que l'amplitude entre l'étage le plus haut et le plus bas est déterminé par la vidéo de Céline ; l'étage le plus bas étant le 29 soit un niveau -2 ; donc quand on voit descendre l'objet sur la vidéo d'Olivier il descend nécessairement de 2 étages ;
3. le temps t^0 est pris au moment où Olivier s'immobilise (de façon à supprimer une modification de l'élévation dû au déplacement d'Olivier) ;
4. on admettra la synchronicité des deux vidéos en prenant le time-code de celle d'Olivier comme base.

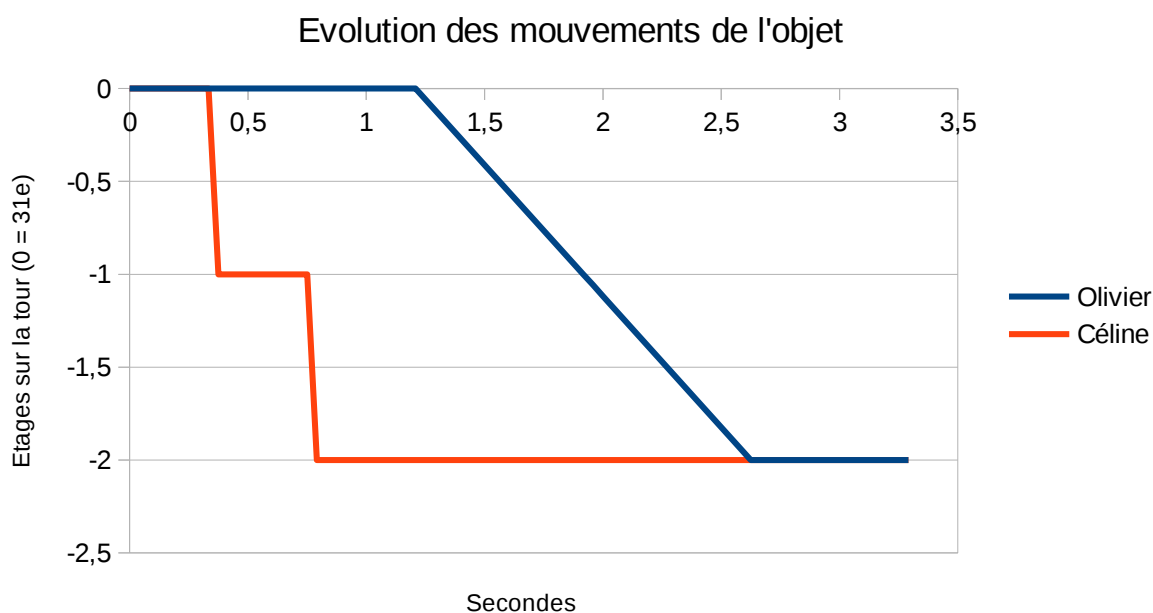


Figure 13 : comparaison des mouvements verticaux de l'objet sur les deux vidéos

Globalement, dans les deux vidéos la tendance est respectée, on voit l'objet descendre mais l'objet sur la vidéo de Céline descend une seconde avant.

Bien que globalement l'orientation des mouvements soit la même la synchronicité n'est pas identique.

Conclusions

À l'heure où j'écris ces lignes de conclusion, j'ai appris qu'il s'agissait d'un canular en vue de promouvoir la diffusion d'Oblivion par la RTBF, ce lundi 19 octobre 2015.

Toutefois l'analyse topologique des images, nonobstant toute autre analyse de crédibilité (déjà mise en doute par le fait que le témoin Olivier puis Céline, ne donnaient pas les originaux et ne régissaient plus), incitait à la conclusion d'un probable canular TRES SOFISTIQUE.

En effet, il y a un grand nombre d'éléments concordant dans les deux vidéos. Ceux-ci permettent de localiser précisément les positions des caméras sur la Petite Ceinture, de part et d'autre du pont de chemin de fer. Ceux-ci permettent de localiser précisément l'objet dans l'espace en 3D par triangulation avec une erreur de moins de 10-15 m. Celle-ci permet de dire que l'objet a une grande longueur de 4 m et une hauteur de 2 m. On pouvait aussi supposer une très grande vitesse ascensionnelle moyenne, qui visuellement sur base des pixels, était située entre 85 et 90 m/sec (Point 1.4.). Donc l'objet n'était pas un drone ou un hélicoptère.

Mais nous avons relevé trois inconsistances :

- les repères sur la seule vidéo d'Olivier donnent des distances incompatibles avec la réalité du terrain ;
- la vitesse ascensionnelle en utilisant la méthode basée sur les dimensions calculées par les processus qui avaient permis de déterminer la position, la taille de l'objet donnait des valeurs inconsistantes avec la méthode dite des pixels (Point 1.4.) ;
- il y a une légère désynchronisation correspondant à 5 images entre les deux vidéos et une désynchronisation les déplacements même si les mouvements se font dans la même direction.

En conclusion, il est probable que les deux caméras ont tourné une scène simultanément. « Olivier » et « Céline » se sont coordonnés par signes, alors qu'ils se trouvaient à portée visuelle sur le Boulevard, de part et d'autre du chemin de fer. Une partie de l'environnement, et en particulier la tour du midi, a été superposée en modèle 3D sur les images des caméras et l'objet et ses mouvements ont été incrustés et coordonnés en référence à ce modèle 3D de la tour (mais pas des lampadaires). Cela peut se faire à l'aide d'un logiciel de type Blender. C'est donc une technique particulièrement complexe qui a été utilisée pour donner une crédibilité visuelle importante à l'observation.

La mariée était trop belle diront certains ; ou le trucage évident. Cette étude n'en valait pas la peine donc. Elle permet cependant de tester des méthodes d'identification de canulars vidéo mais inversement de donner des moyens de calculs de dimensions qu'il est rare d'obtenir si l'objet filmé s'avérait authentique.

On ne peut que regretter que le phénomène OVNI soit, de la sorte, utilisé pour un marketing viral et que le domaine des études ufologiques soit ainsi discrédité.

JM Wattecamps 22/10/2015

