

# Les photos de Santa Ana

*(François Louange, Antoine Cousyn et Geoff Quick)*

Le 3 août 1965 vers 12h30, Rex Heflin, inspecteur de la circulation du comté d'Orange (Californie), arrêta sa camionnette de travail pour photographier un panneau de signalisation masqué par des branches d'arbre. Il dit avoir alors observé un engin argenté volant lentement de gauche à droite, qu'il prit pour un avion expérimental. Heflin le photographia à l'aide de son appareil Polaroid modèle 101 chargé avec un film de 3000 ASA, une première fois à travers son pare-brise, alors qu'il semblait stationnaire, puis une deuxième et une troisième fois à travers la vitre côté passager après avoir observé un faisceau lumineux sortant de l'objet qui semblait osciller, puis qui disparut en laissant derrière lui un anneau de fumée qu'il photographia après être sorti de sa camionnette.

La première déclaration connue de Heflin sur cet incident fut faite le 18 septembre 1965 à Edward Evers (NICAP1/LANS).

Les principales études conduites par la suite furent :

- 1968 : Le rapport Condon (cas 52), qui discute la séquence des photos, les tests pratiques, la possibilité d'un petit objet proche : voir [ici](#).
- Milieu des années 70 : Ground Saucer Watch (William Spaulding) classe les photos Heflin comme canular ou anomalie photographique. Des sources ultérieures lui attribuent l'identification d'une ligne pouvant correspondre à un fil de suspension.
- 2000 : Une réanalyse des photos de Heflin, par Druffel, Wood et Kelson, revient sur la chaîne historique, critique l'interprétation par fil/suspension, réexamine les clichés et redonne une place importante aux documents plus anciens, y compris la déclaration de 1965 et les travaux de McDonald : voir [ici](#).
- 2006 : "Goodbye, Rex Heflin", par Ann Druffel, est un texte rappelant l'histoire du cas, l'appareil et le film utilisés, ainsi que les débats successifs autour des quatre photos : voir [ici](#).
- Des analyses sceptiques ont également été publiées, mentionnant un petit objet possiblement accroché à un fil, notamment par Robert Sheaffer : voir [ici](#).

Le présent document vise à examiner si les quatre photographies de Heflin, dont d'excellentes numérisations au format TIFF nous ont été aimablement mises à disposition par la famille Druffel (que nous remercions), sont compatibles avec le récit d'un objet aérien de plusieurs mètres, ou si elles s'expliquent mieux par un objet de petite taille proche de l'appareil, éventuellement suspendu.

---

<sup>1</sup> Dossier du NICAP sur le 3 août 1965 : voir [ici](#).



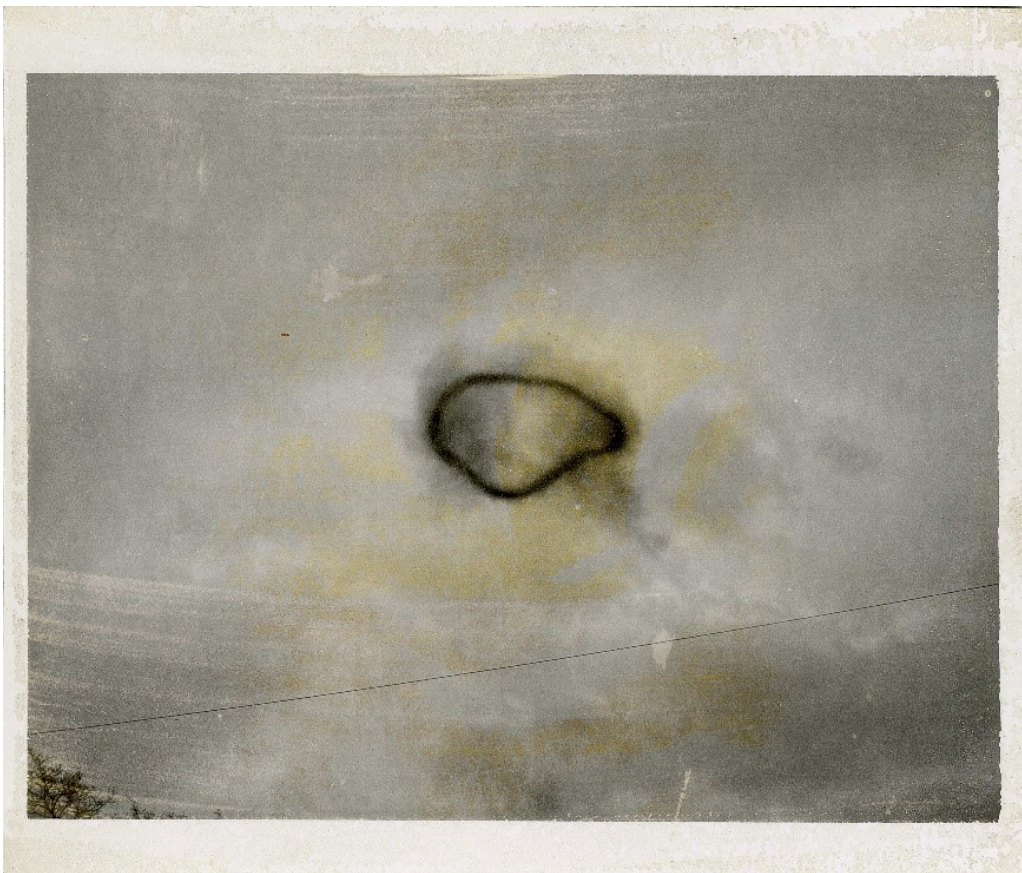
**Photo H<sub>1</sub>**



**Photo H<sub>2</sub>**



**Photo H<sub>3</sub>**



**Photo H<sub>4</sub>**

# Appareil photographique et paramètres



Modèle d'appareil :	Polaroid modèle 101 semi-automatique
Taille des photos :	3,25 × 4,25 pouces (8,255 × 10,705 cm)
Longueur focale :	114 mm
Diaphragme :	f/42 (valeur imposée pour 3000 ASA)
Temps d'exposition :	inconnu (variable de 10 s à 1/200 s)
Sensibilité :	3000 ASA

Documentation technique du Polaroid 101 : voir [ici](#).

## Préparation des données

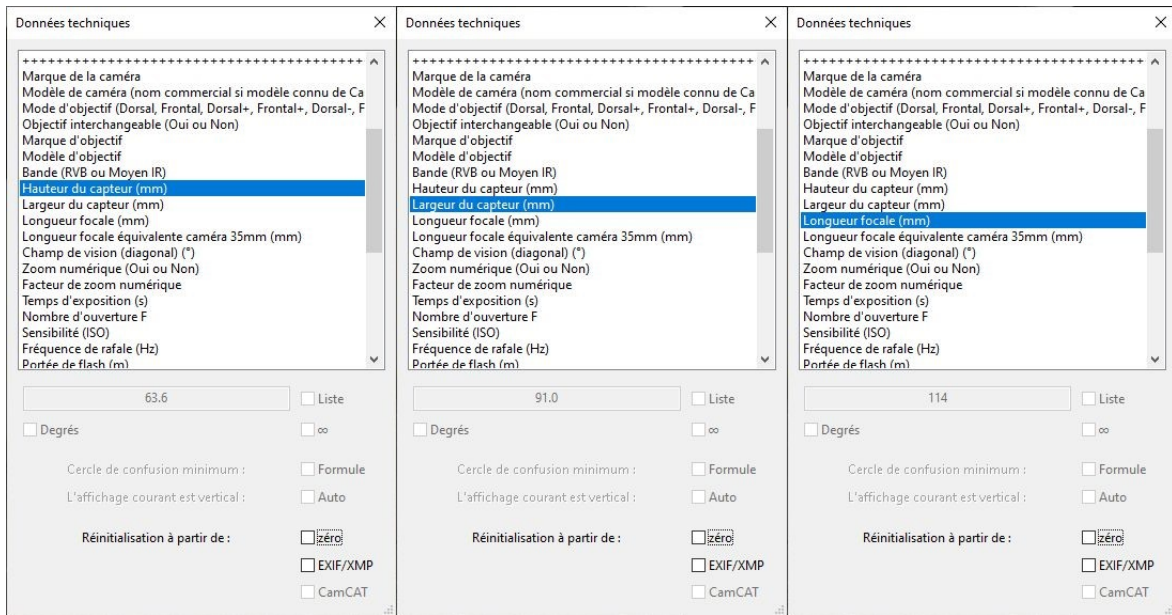
Nous commençons par importer les images  $H_1$  à  $H_4$  dans notre outil logiciel dédié **IPACO**, puis activons la fonction **Caméra/Données techniques** afin d'introduire les valeurs des paramètres requis pour les mesures angulaires.

La longueur focale est connue (**114 mm**) ainsi que les dimensions physiques des photos (8,255 × 10,705 cm). Mais ces dimensions englobent les marges blanches qui entourent la zone image qui correspond à la surface sensible de l'appareil (« capteur » dans IPACO). Pour déterminer les dimensions réelles de cette surface, il faut mesurer précisément sur les photos les fractions « utiles » en largeur et en hauteur. Ces mesures ont été faites avec la fonction **Mesures géométriques locales** d'IPACO.

Les dimensions en pixels des 4 photos étant légèrement différentes, on doit se contenter de valeurs moyennes :

- En hauteur : fraction capteur/image  $\approx 0,77$
- En largeur : fraction capteur/image  $\approx 0,85$

Les dimensions du « capteur » prises en compte sont donc : **6,36 × 9,10 cm**.



## Analyse géométrique

Ce paragraphe ne concerne que les 3 premières photos, qui montrent un objet bien défini. La quatrième photo, très différente, fera l'objet d'un paragraphe à part.

La première étape de l'analyse consiste à mesurer la taille angulaire de l'objet dans les 3 premières photos ( $H_1$ ,  $H_2$  et  $H_3$ ) et à en déduire un rapport longueur/distance.

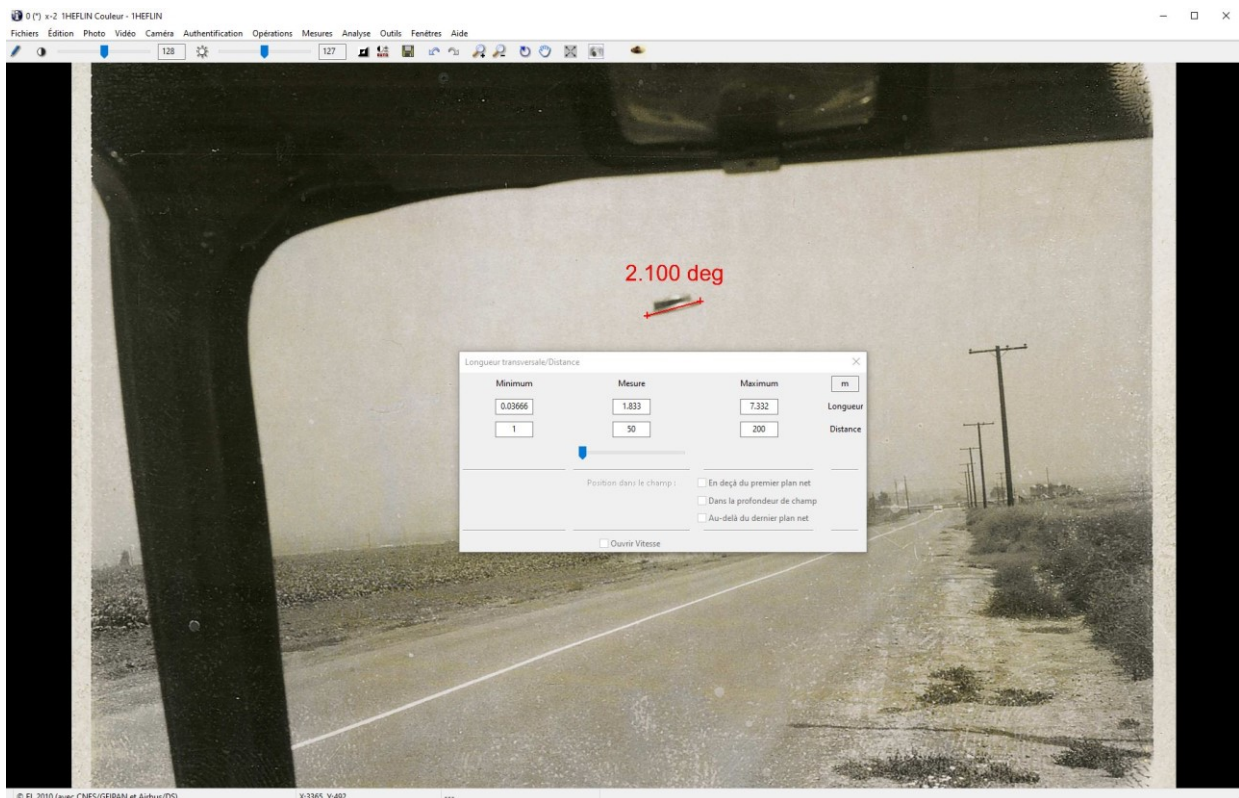
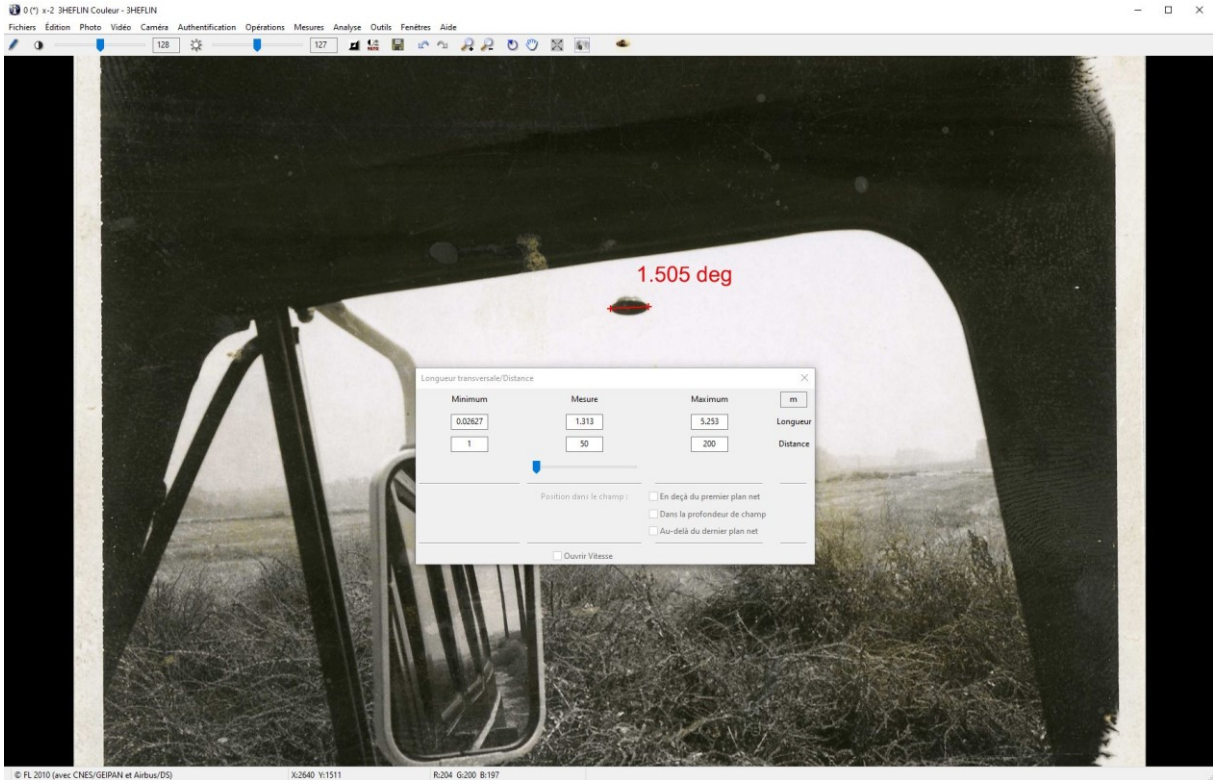
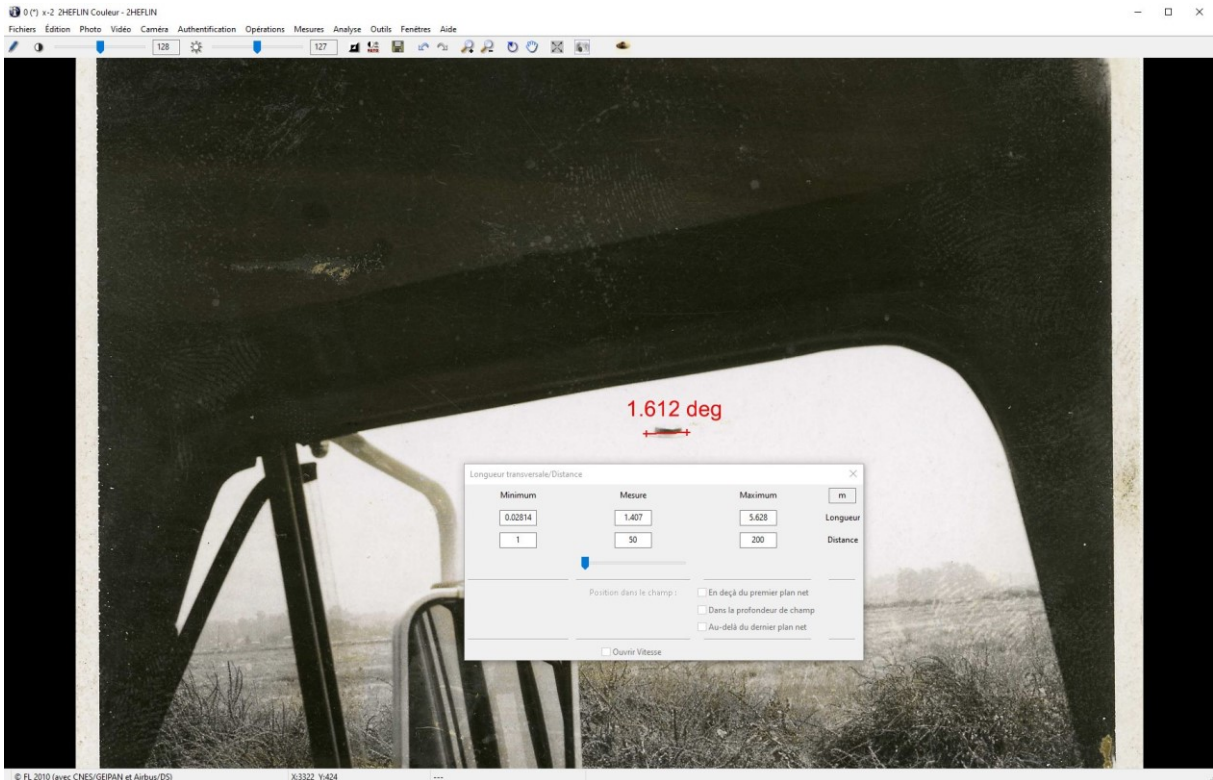


Photo  $H_1$



**Photo H<sub>2</sub>**



**Photo H<sub>3</sub>**

Les rapports entre la longueur de l'objet et sa distance de la caméra, pour chacune des 3 photos, sont fournis par la fonction **Longueur/Distance** d'IPACO :

	<b>Photo H<sub>1</sub></b>	<b>Photo H<sub>2</sub></b>	<b>Photo H<sub>3</sub></b>
<b>Longueur/Distance</b>	0,037	0,026	0,028

Le tableau suivant présente, pour chacune des 3 photos, la longueur en mètres de l'objet en fonction d'une distance supposée :

<b>Distance (m)</b>	<b>Photo H<sub>1</sub></b>	<b>Photo H<sub>2</sub></b>	<b>Photo H<sub>3</sub></b>
<b>1</b>	0,037	0,026	0,028
<b>2</b>	0,073	0,053	0,056
<b>5</b>	0,18	0,13	0,14
<b>10</b>	0,37	0,26	0,28
<b>50</b>	1,8	1,3	1,4
<b>100</b>	3,7	2,6	2,8
<b>200</b>	7,3	5,3	5,6

Plus parlant, le tableau suivant présente, pour chacune des 3 photos, la distance en mètres de l'objet en fonction d'une longueur supposée :

<b>Longueur (m)</b>	<b>Photo H<sub>1</sub></b>	<b>Photo H<sub>2</sub></b>	<b>Photo H<sub>3</sub></b>
<b>0,01</b>	0,27	0,38	0,36
<b>0,02</b>	0,55	0,76	0,71
<b>0,05</b>	1,4	1,9	1,8
<b>0,1</b>	2,7	3,8	3,6
<b>0,5</b>	14	19	18
<b>1,0</b>	27	38	36
<b>2,0</b>	55	76	71
<b>5,0</b>	140	190	180

De ces tableaux on peut déjà tirer quelques conclusions :

- Dans l'hypothèse d'une taille réelle constante de l'objet et d'un contour comparable entre les trois images, la distance apparente déduite des mesures angulaires varie entre les trois prises de vue :

Si cette distance est égale à **D** pour la photo **H<sub>1</sub>**  
 elle est égale à **1,4 D** pour la photo **H<sub>2</sub>**  
 et à **1,3 D** pour la photo **H<sub>3</sub>**.

- Le rapport longueur/distance calculé à partir des estimations de Rex Heflin pour la photo **H<sub>1</sub>** est du même ordre de grandeur que le résultat présenté plus haut (**0,037**), donc plutôt correct aux incertitudes près :

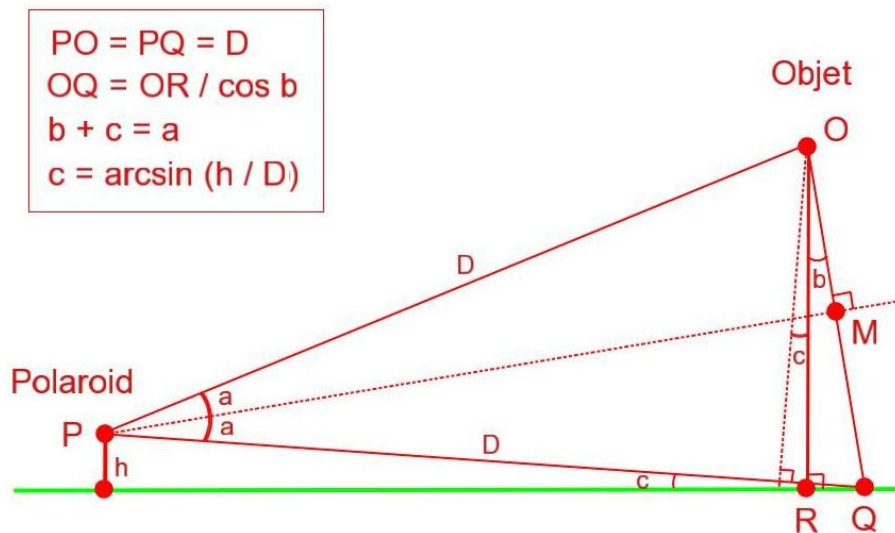
Distance estimée à "1/8 mile", soit  $D = 201$  m  
 Taille estimée à "20 feet", soit  $6,10$  m  
 => Rapport longueur/distance selon Heflin = **0,030**

- En revanche, l'estimation de hauteur de l'objet au-dessus du sol par Heflin ( $H = 150$  feet, soit  $45,7$  m) est incompatible avec son estimation de la distance et donc de la taille de l'objet, dans les 3 photos.

Cela est mis en évidence dans les images suivantes, qui matérialisent la hauteur **H** de l'objet au-dessus du sol s'il se trouvait réellement à une distance de 201 m de l'appareil photo dans la photo **H<sub>1</sub>**, et donc de  $(1,4 \times 201)$  281 m dans la photo **H<sub>2</sub>**, et de  $(1,3 \times 201)$  261 m dans la photo **H<sub>3</sub>**.

On suppose que cette hauteur **H** (45,7 m) est restée à peu près constante entre les 3 photos, et que Heflin maintenait son appareil photo à peu près horizontal (à moins de 5° près).

Le calcul s'appuie sur le schéma suivant, tracé sur le plan vertical passant par l'appareil photo Polaroid **P** et l'objet **O** :



Dans ce schéma :

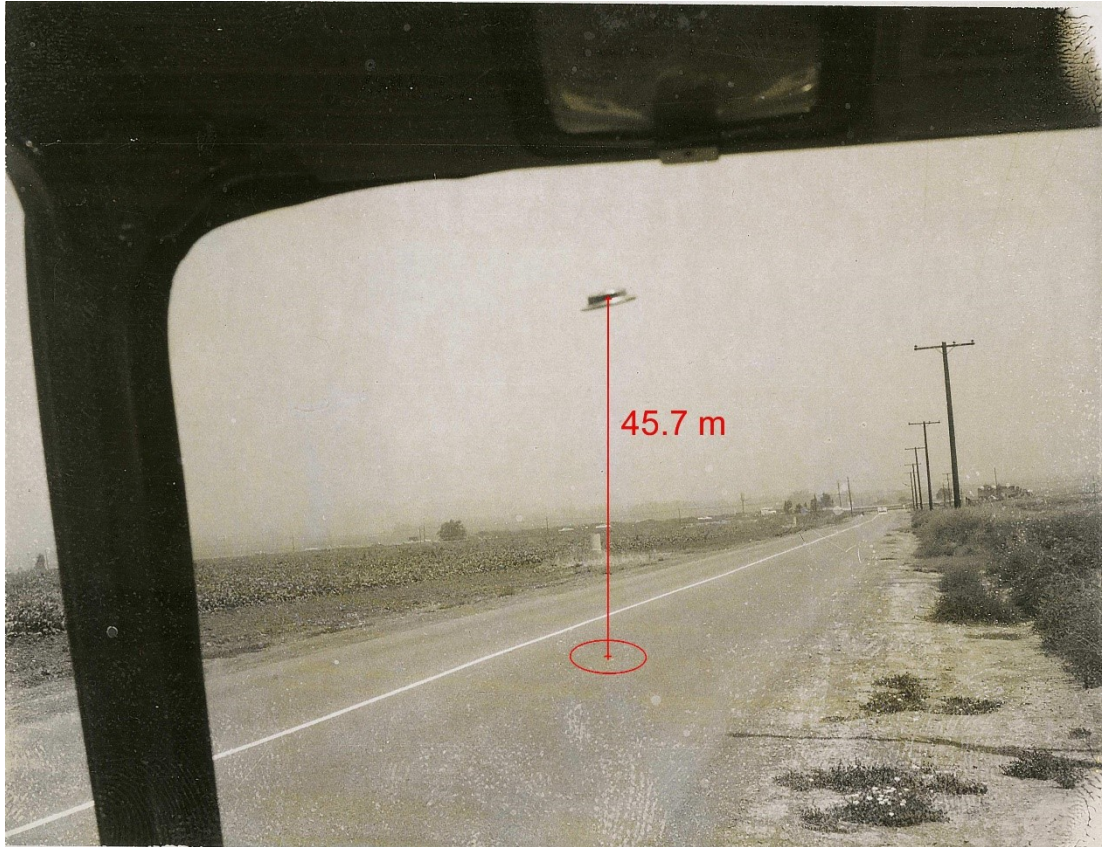
- D = PO = PQ = distance entre l'objet et le Polaroid
- h = hauteur du Polaroid au-dessus du sol
- OR = hauteur de l'objet au-dessus du sol

La hauteur **h** ne peut être déterminée précisément, en l'absence des dimensions de la camionnette et de la taille de Rex Heflin. Elle peut se situer dans une fourchette de 1,3 m à 1,9 m, et nous utiliserons la valeur moyenne de 1,6 m, avec une incertitude de 0,3 m.

Le calcul se fait par approximations successives :

1. Calcul de l'angle  $c = \arcsin (h/D)$
2. Choix intuitif d'une valeur de l'angle **a**
3. Calcul de l'angle  $b = a - c$
4. Calcul de  $PM = D \cos a$
5. À l'aide de la fonction **Angle** d'IPACO, tracé sur la photo d'un segment correspondant à un angle égal à **2a** sur la photo, à partir du centre de l'objet verticalement vers le bas
6. Activation, à partir de cet angle, de la fonction **Longueur/Distance**, en introduisant une « Distance » égale à **PM** et en récupérant une « Longueur » égale à **OQ**
7. Calcul de  $OR = OQ \cos b$
8. Si  $OR = H$  (estimation de la hauteur de l'objet au-dessus du sol, soit 45,7 m), fin du calcul et validation du segment vertical associé à l'angle « **2a** ».  
Sinon, retour au point 2 avec une nouvelle valeur de **a**, et itération jusqu'à la validation de **OR = H**.

L'emplacement de la projection verticale sur le sol de l'objet est matérialisé sur chacune des photos par une ellipse.



**Photo H<sub>1</sub>** : angle  $2a = 13,15^\circ$ , distance  $D = 201$  m, hauteur  $H = 45,7$  m



**Photo H<sub>2</sub>** : angle  $2a = 9,37^\circ$ , distance  $D = 1,4 \times 201 = 281$  m, hauteur  $H = 45,7$  m



**Photo H<sub>3</sub>** : angle  $2a = 10,10^\circ$ , distance  $D = 1,3 \times 201 = 261 \text{ m}$ , hauteur  $H = 45,7 \text{ m}$

### Sensibilité aux variations de la hauteur $h$ de l'appareil photo (Photo H<sub>1</sub>)

Si  $h = 1,3 \text{ m}$ , l'angle  $2a$  passe de  $13,15^\circ$  à  $13,13^\circ$

Si  $h = 1,9 \text{ m}$ , l'angle  $2a$  reste égal à  $13,15^\circ$

*Les variations de position des ellipses sont à peine décelables sur toute la plage de valeurs possibles pour  $h$ , ce qui montre que les résultats sont peu sensibles à ce paramètre.*

Pour les 3 photos, la modélisation conduit à une projection au sol qui semble beaucoup plus proche de la camionnette que ne le suggère l'estimation de distance du témoin.

Pour quantifier cette impression, il est possible d'évaluer sur chaque photo la distance entre l'ellipse et l'appareil photo, en s'appuyant sur la ligne d'horizon (tracée en vert ci-dessous).

Cette distance  $d$  est donnée par la formule suivante :

$$d = (R + h) \sin A - \sqrt{[R^2 - (R + h)^2 \cos^2 A]} \text{ avec :}$$

$R$  = rayon moyen de la Terre  $\approx 6\,371 \text{ km}$

$h$  = hauteur du Polaroid au-dessus du sol

$A$  = angle de dépression (angle d'observation au-dessous de l'horizon)

L'horizon est tracé minutieusement sur les photos, mais il reste toujours une imprécision de l'ordre de  $0,3^\circ$  sur la valeur de l'angle  $A$ .

À la suite des calculs qui suivent, une étude de sensibilité montrera l'influence réelle des incertitudes concernant les valeurs de  $h$  et de  $A$  sur le résultat  $d$ .

Les 3 images qui suivent montrent la valeur de l'angle  $A$  mesurée sur chacune des photos.



**Photo H<sub>1</sub>**



**Photo H<sub>2</sub>**



**Photo H<sub>3</sub>**

La formule de calcul de la distance **d** entre le Polaroid et l'ellipse, qui représente la projection orthogonale au sol de l'objet, donne les résultats suivants :

Photo	Angle A	<b>d</b>
<b>H<sub>1</sub></b>	4,863°	18,8 m
<b>H<sub>2</sub></b>	2,517°	36,5 m
<b>H<sub>3</sub></b>	3,063°	29,9 m

*Sensibilité aux variations de la hauteur **h** de l'appareil photo*

Si  $h = 1,3$  m, le tableau devient :

Photo	Angle A	<b>d</b>
<b>H<sub>1</sub></b>	4,863°	15,3 m
<b>H<sub>2</sub></b>	2,517°	29,7 m
<b>H<sub>3</sub></b>	3,063°	24,4 m

Si  $h = 1,9$  m, le tableau devient :

Photo	Angle A	<b>d</b>
<b>H<sub>1</sub></b>	4,863°	22,4 m
<b>H<sub>2</sub></b>	2,517°	43,2 m
<b>H<sub>3</sub></b>	3,063°	35,6 m

### Sensibilité aux variations de tracé de la ligne d'horizon

Si  $0,3^\circ$  de moins pour  $A$ , le tableau devient :

Photo	Angle $A$	$d$
<b>H<sub>1</sub></b>	4,563°	20,1 m
<b>H<sub>2</sub></b>	2,217°	41,4 m
<b>H<sub>3</sub></b>	2,763°	33,2 m

Si  $0,3^\circ$  de plus pour  $A$ , le tableau devient :

Photo	Angle $A$	$d$
<b>H<sub>1</sub></b>	5,163°	17,8 m
<b>H<sub>2</sub></b>	2,817°	32,6 m
<b>H<sub>3</sub></b>	3,363°	27,3 m

On constate que les variations testées des paramètres  $h$  et  $A$  modifient les valeurs numériques, mais leur incidence ne change pas l'ordre de grandeur de la distance  $d$ .

On en déduit que si Heflin a réellement observé un objet en l'air, il s'est trompé dans ses estimations à l'occasion de la photo **H<sub>1</sub>** : soit la distance de l'objet était nettement inférieure à 201 m, et donc sa taille nettement inférieure à 6,1 m, soit son altitude était nettement inférieure à 45,7 m, le facteur d'erreur étant au moins de l'ordre de **10** dans les deux cas.

À ce stade de l'analyse, il convient de rappeler qu'une erreur d'estimation par un témoin ne prouve pas en soi qu'il y ait eu nécessairement supercherie.

Cependant, dans le cas présent, une erreur d'un facteur de l'ordre de 10 ou plus signifie que soit la distance de l'objet était inférieure à 20 m et donc sa taille inférieure à 61 cm, soit la hauteur de l'objet au-dessus du sol était inférieure à 4,6 m.

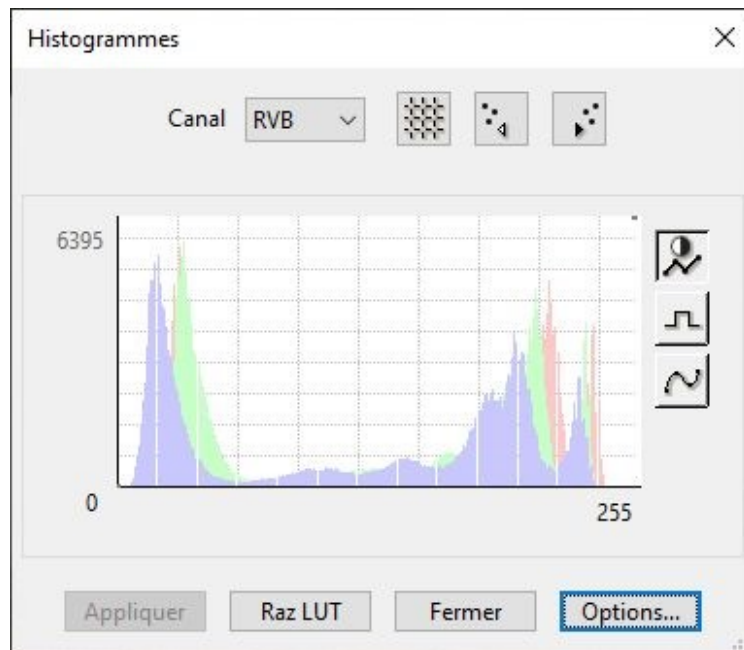
Dans les deux cas, la validité des estimations du témoin devient très difficile à soutenir.

# Analyse radiométrique

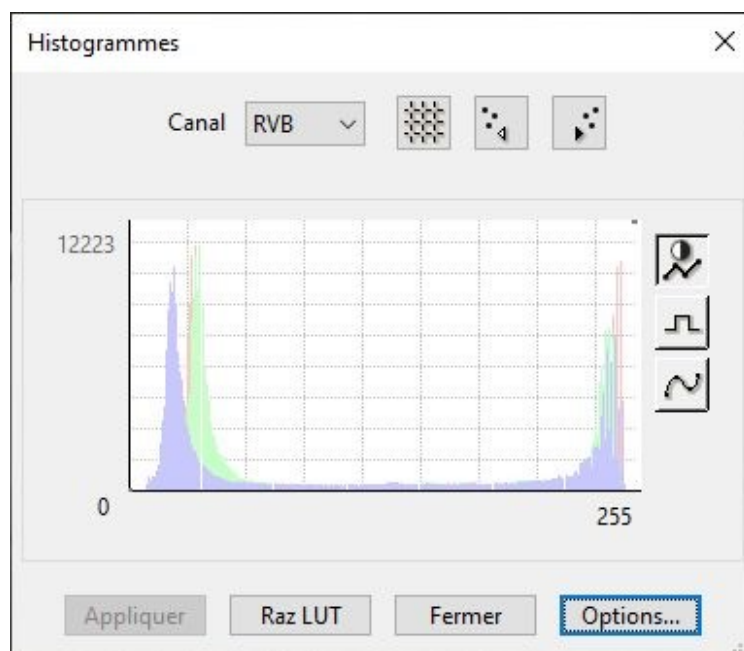
Ce paragraphe présente une tentative d'analyse des propriétés radiométriques des photos, en s'intéressant au niveau de gris des pixels, qui est représentatif de leur luminance. Puisque les photographies originales sont en noir et blanc, nous nous intéressons uniquement à la moyenne des niveaux rouge, vert et bleu des pixels issus de la numérisation.

## Histogrammes

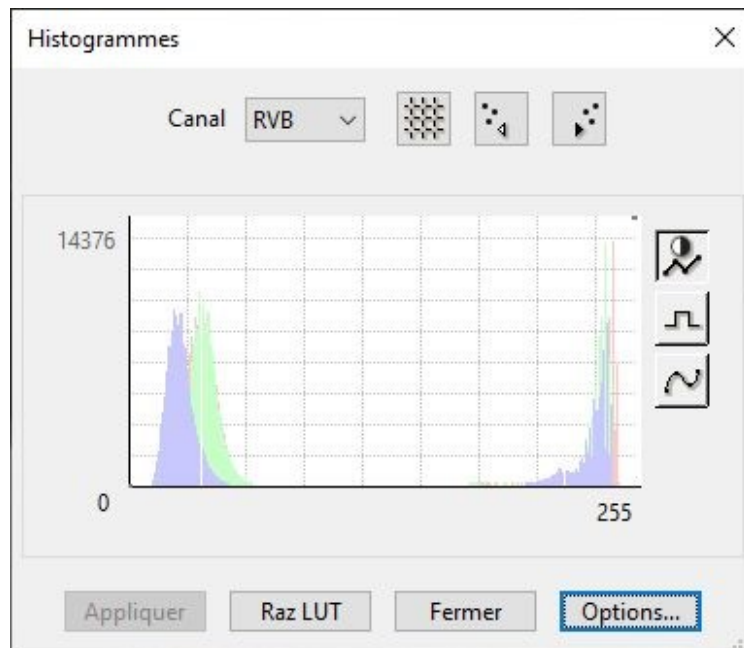
Un histogramme montre la répartition des pixels d'une image en fonction de leur valeur entre 0 (noir) et 255 (blanc). Les histogrammes respectifs des 3 photos sont les suivants :



**Photo H<sub>1</sub>**



**Photo H<sub>2</sub>**



**Photo H<sub>3</sub>**

On note que les photos **H<sub>2</sub>** et **H<sub>3</sub>** sont globalement plus sombres et contrastées que la photo **H<sub>1</sub>**.

### Niveaux de gris

Pour évaluer des distances possibles, une méthode standard consiste à tenter de comparer les parties noires (ou très sombres) de l'image, si elles existent, sachant que plus son éloignement de l'appareil de prise de vue est important, plus un « corps noir » apparaît clair en raison de la diffusion atmosphérique. Plus précisément, si la luminance du ciel est égale à  $L_H$ , la luminance  $L$  d'un corps noir dépend de  $L_H$ , de la distance  $x$  de l'appareil de prise de vue et d'une constante  $a$  qui dépend notamment des conditions météorologiques, selon la loi :

$$L = (1 - 10^{-ax}) L_H$$

La partie supérieure de l'objet est visiblement plutôt claire ("silvery" selon Heflin), donc d'aucune utilité pour tenter une évaluation de distance par comparaison. En revanche, la partie inférieure de l'objet, qui n'est visible que sur la photo **H<sub>2</sub>**, apparaît comme très sombre ("dark underside" selon Heflin), voire noire. Il est donc justifié de comparer son « niveau de gris », à celui d'autres éléments très sombres de la photo **H<sub>2</sub>**.

La fonction **Coupe radiométrique** d'IPACO permet de visualiser la variation du niveau de gris le long d'un axe choisi par l'analyste. Nous avons tracé un axe qui traverse toutes les parties très sombres de la photo **H<sub>2</sub>**, y compris l'objet étudié.

On voit dans l'image suivante que le niveau de gris de l'objet est voisin de celui des parties quasi noires du véhicule (plafond, réflexion dans le rétroviseur des bords de la camionnette et de poteaux, herbe proche), ce qui fait penser qu'il ne se trouvait pas très loin.

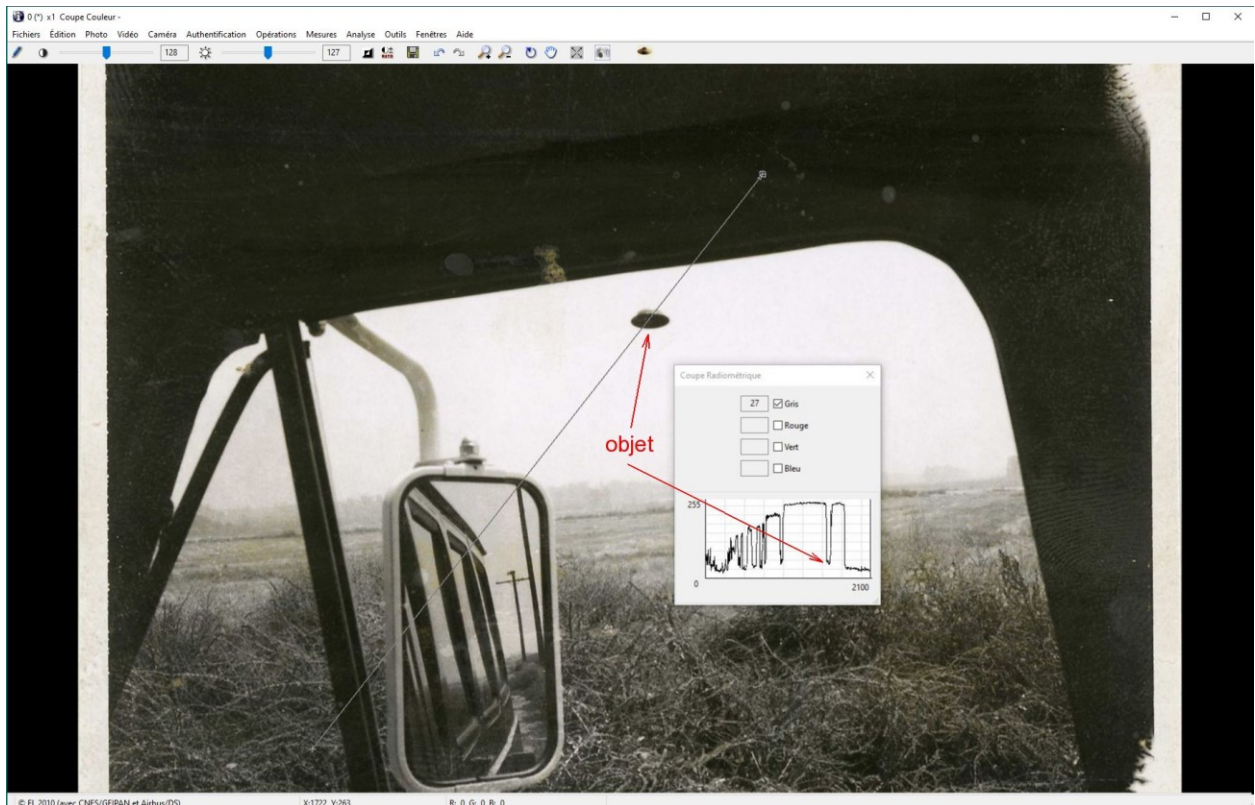


Photo H<sub>2</sub>

La fonction **Zone** permet de déterminer le niveau de gris le plus bas dans une surface donnée de l'image. Nous pouvons ainsi déterminer le point le plus sombre de l'objet dans la photo H<sub>2</sub> :

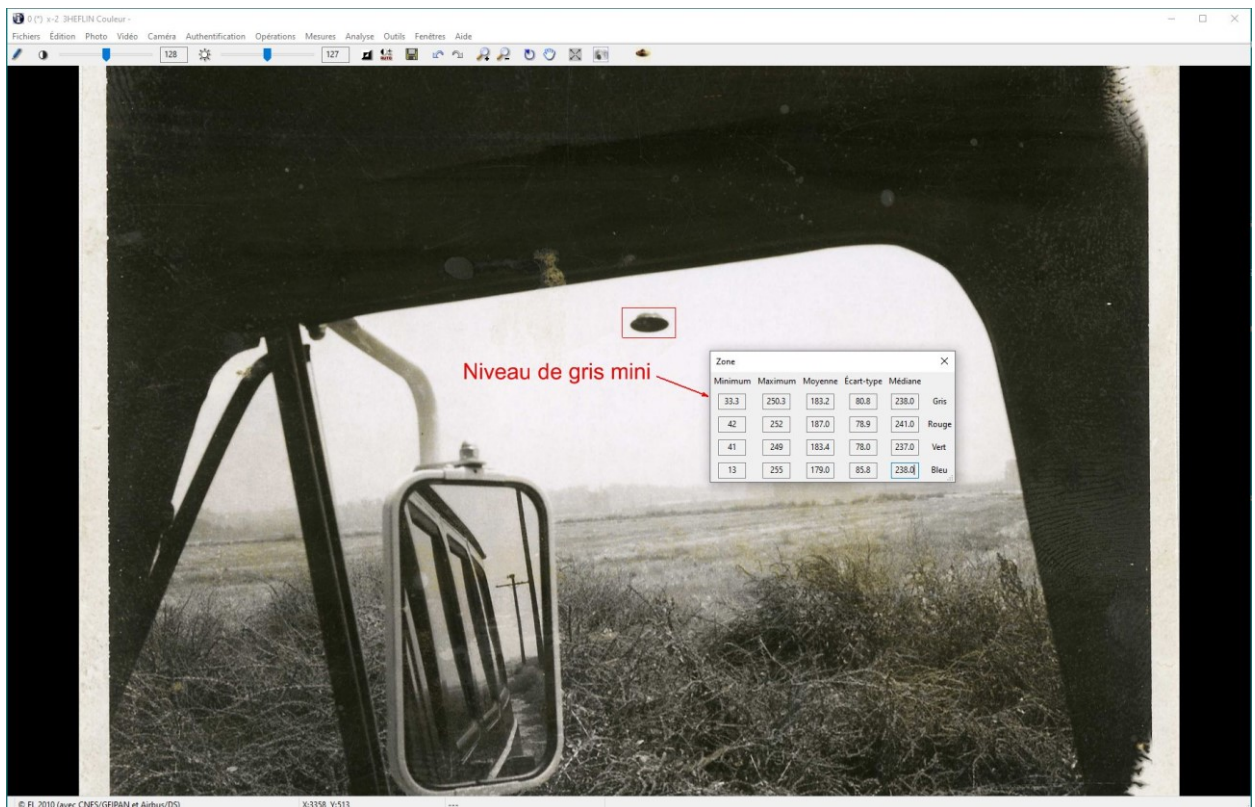


Photo H<sub>2</sub>

Ce point le plus sombre de l'objet a pour niveau de gris : **33,3**.

Nous allons comparer ce niveau aux niveaux de gris minimaux relevés dans plusieurs zones représentatives de parties homogènes de la scène, délimitées par des polygones. La fonction **Zone** d'IPACO fournit le niveau de gris du pixel le plus sombre de chacune de ces zones. Lorsqu'il s'agit de parties de l'image très « bruitées » (cas typique de la végétation), il y a statistiquement toujours des pixels dans l'ombre et donc sombres, ce qui justifie la démarche.

La première image montre une zone délimitée en rouge correspondant à l'intérieur de la camionnette, donc à une distance de l'appareil photo de moins d'un mètre :



On voit que le niveau de gris minimal dans cette zone est égal à **0,3** (proche de 0 du noir absolu).

La deuxième image montre 2 zones de buissons proches de la camionnette :



Les niveaux de gris minimaux des 2 zones sont respectivement égaux à **5,0** et **0,3**.

L'image suivante montre 2 zones de champs un peu plus éloignées de la camionnette :



Les niveaux de gris minimaux des 2 zones sont respectivement égaux à : **72,0**, et **96,7**.

Ces mesures sont donc compatibles avec un objet plus proche que l'arrière-plan des champs, même si elles ne permettent pas, à elles seules, de fixer une distance absolue.

Pour mettre en évidence les ordres de grandeur, on peut évaluer la distance entre le Polaroid et un point au sol inclus dans la zone de champs présentée ci-dessus, grâce à un calcul similaire à celui de la page 10 s'appuyant sur la ligne d'horizon (en vert).

Ce calcul montre que le point sur le sol marqué en jaune dans l'image ci-dessous se situe à une distance d'environ 25 m de l'appareil photo, ce qui est très inférieur aux 281 m résultants pour la photo **H<sub>2</sub>** de l'estimation initiale de Heflin, et même très inférieur à cette estimation de 201 m faite pour la photo **H<sub>1</sub>**. Or le niveau de gris autour de ce point jaune est très supérieur à celui de l'objet, et celui-ci ne peut donc se situer qu'à une distance nettement inférieure à celle du point jaune.

Cette distance maximum de l'objet, égale à 25 m, correspondrait une taille maximum de l'objet égale à 65 cm (voir plus haut).

Un objet dont la taille est inférieure (voire très inférieure) à 65 cm ne correspond pas à la description faite par Heflin.

Par précaution, il faut rappeler que les fichiers images analysés sont issus d'une chaîne partant des photos originales sur papier, numérisées sous forme de fichiers de format TIFF (non compressé). Contrairement aux paramètres géométriques, qui restent immuables au long de cette chaîne, les paramètres radiométriques peuvent avoir été altérés, rendant des mesures de niveaux de gris moins fiables.

Cependant, dans la mesure où nous ne nous intéressons ici qu'aux pixels les plus sombres, on peut estimer raisonnablement que ces pixels restent les mêmes tout au long de la chaîne.



Cette mesure renforce la crédibilité de l'hypothèse d'un petit objet.

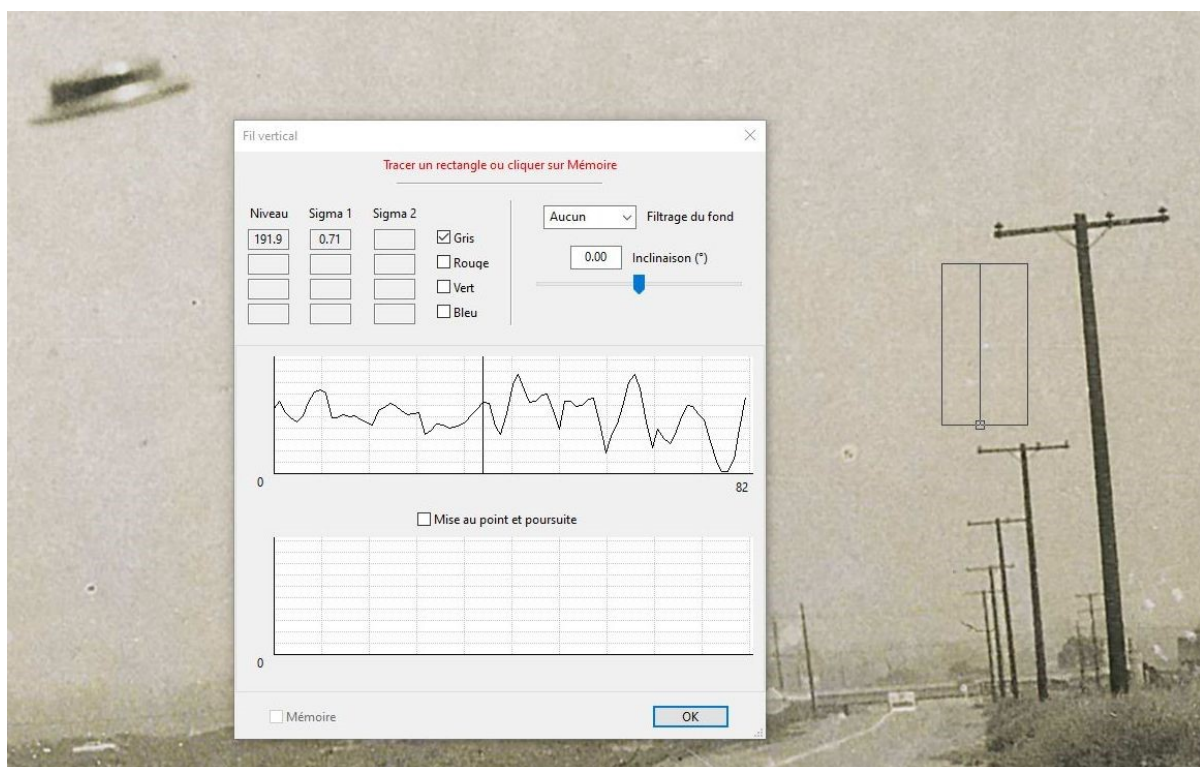
# Fil de suspension

La fonction **Fil vertical** du logiciel IPACO est fondée sur un algorithme original spécifiquement dédié à la mise en évidence d'un fil à peu près vertical dans une photo présumée d'OVNI. On trouvera une description détaillée de la logique adoptée dans la section « Méthodologie d'analyse » du site, ainsi que dans le *Manuel d'utilisation* d'IPACO (Menu **Analyse**).

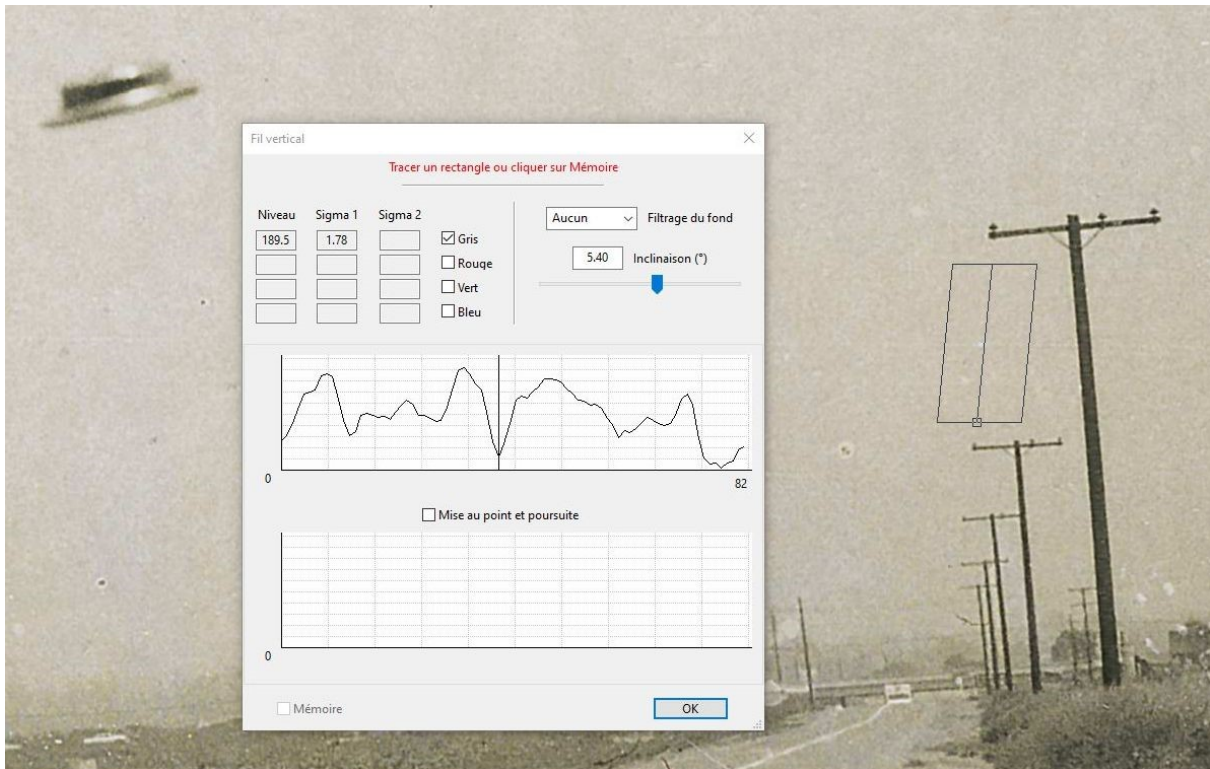
L'idée de base est que s'il existe la trace d'un fil dans les pixels d'une photo, au-dessus d'un objet suspendu à ce fil (ou au-dessous d'un ballon captif) et si cette trace se trouve « noyée dans le bruit » correspondant au fond de ciel (bruit dû à la diffusion atmosphérique et/ou au processus de numérisation), il doit être possible d'augmenter le rapport signal sur bruit et de faire ainsi ressortir le fil, en sommant les pixels le long de colonnes parallèles à ce fil. On remarquera que ce principe rend l'outil a priori inopérant si, dans la photo, le fond du ciel n'apparaît pas uniforme dans la zone au-dessus de l'objet.

Afin d'explicitier et de justifier la méthode, prenons pour exemple l'un des fils électriques présents dans la photo **H<sub>1</sub>** et à peine perceptibles. Les étapes sont les suivantes :

1. Désigner un rectangle vertical couvrant la zone où peut se situer le fil de suspension, ici entre les deux premiers poteaux. Une fenêtre présente la courbe de variation de la valeur moyenne des pixels (ici en gris) dans les colonnes du rectangle.
2. Positionner un curseur sur le côté inférieur du rectangle, près de l'emplacement supposé du point d'attache du fil. Cette position est visualisée en permanence à l'aide d'une barre verticale sur la courbe dans la fenêtre. La moyenne des pixels de la colonne correspondant à la position de la barre est constamment affichée, ainsi que l'écart entre cette valeur et la moyenne de la courbe, normalisé par l'écart-type (nombre de sigma).



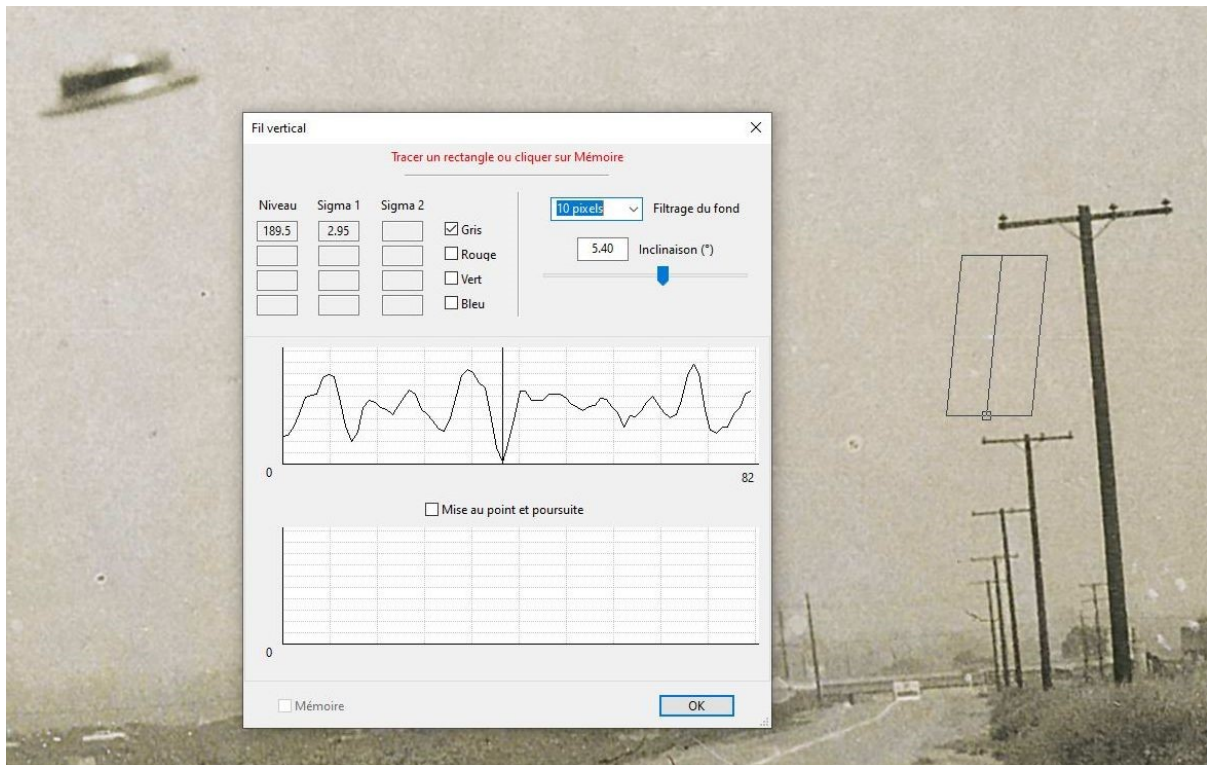
- Le fil étant rarement parfaitement parallèle à l'axe vertical de la photo, faire pivoter interactivement le rectangle, d'un angle compris entre  $-30^\circ$  et  $+30^\circ$  autour de la verticale. Plus précisément, le rectangle se transforme en un parallélogramme, dont le côté inférieur reste fixe et la hauteur constante. Les colonnes de sommation des pixels sont inclinées du même angle, et la courbe se transforme au fur et à mesure des variations de l'angle.
- Rechercher interactivement une valeur d'angle, si elle existe, pour laquelle apparaît un pic significatif en face de la position supposée du point d'accrochage. L'existence d'un tel pic indique une probabilité d'existence d'un fil, d'autant plus forte que l'écart entre ce pic et la moyenne est important.



Sur la photo **H<sub>1</sub>**, nous constatons la présence très nette d'un pic négatif (fil plus sombre que le ciel) correspondant exactement au point d'accrochage supposé, avec un écart de 1,78 sigma, pour un angle de  $+5,4^\circ$ .

- Pour s'affranchir des variations lentes de luminosité du fond du ciel, il est possible d'effectuer un filtrage spatial passe-haut sur la courbe de sommation. Ici, le fond est filtré à l'aide d'une fenêtre de 10 pixels de large, et l'écart atteint 2,95 sigma.

À noter que le choix d'un tel filtre modifie la courbe mais ne peut pas induire un pic qui n'existait pas.



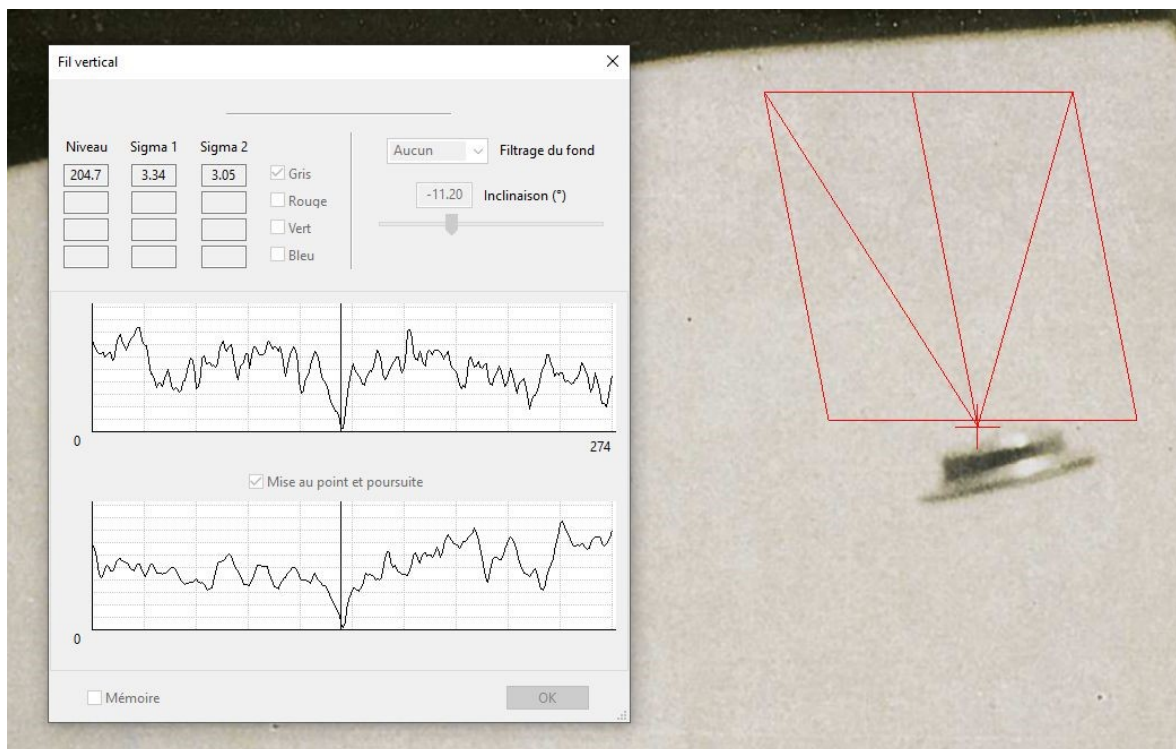
6. L'outil logiciel permet, à ce stade, de lancer une optimisation automatique, pour affiner la valeur de l'angle et la position de la barre, en maximisant le nombre de sigma.
7. Une vérification complémentaire est alors effectuée : à partir de la droite représentant l'emplacement du fil, et de la position présumée du point d'accrochage sur cette droite, un balayage circulaire est opéré autour de ce point, et les pixels des colonnes prises en compte pour la sommation sont ceux compris à l'intérieur du parallélogramme. Une seconde courbe s'affiche dans la fenêtre, représentant la variation de la valeur moyenne des pixels de chaque colonne au cours du balayage.

Si un pic apparaît, pour la valeur d'angle trouvée précédemment (même position de la barre), on peut considérer que la présence d'un fil est certainement mise en évidence, d'autant plus que l'écart entre ce pic et la moyenne de la seconde courbe est significatif.



On constate la parfaite correspondance des deux pics pour un angle de  $+6,04^\circ$ , avec des écarts supérieurs à 3 sigma. Le fil électrique a donc bien été détecté.

L'application de la fonction **Fil vertical** aux 3 photos de Heflin donne les résultats suivants :



**Photo H<sub>1</sub>**

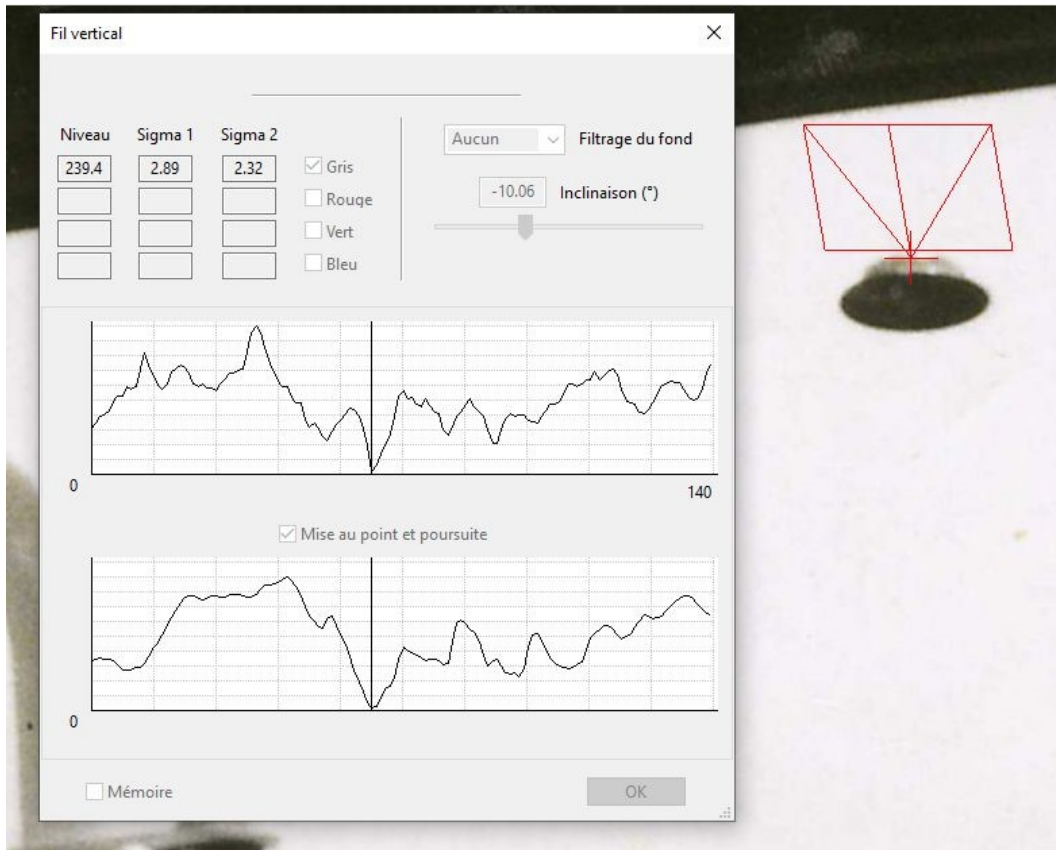


Photo H<sub>2</sub>

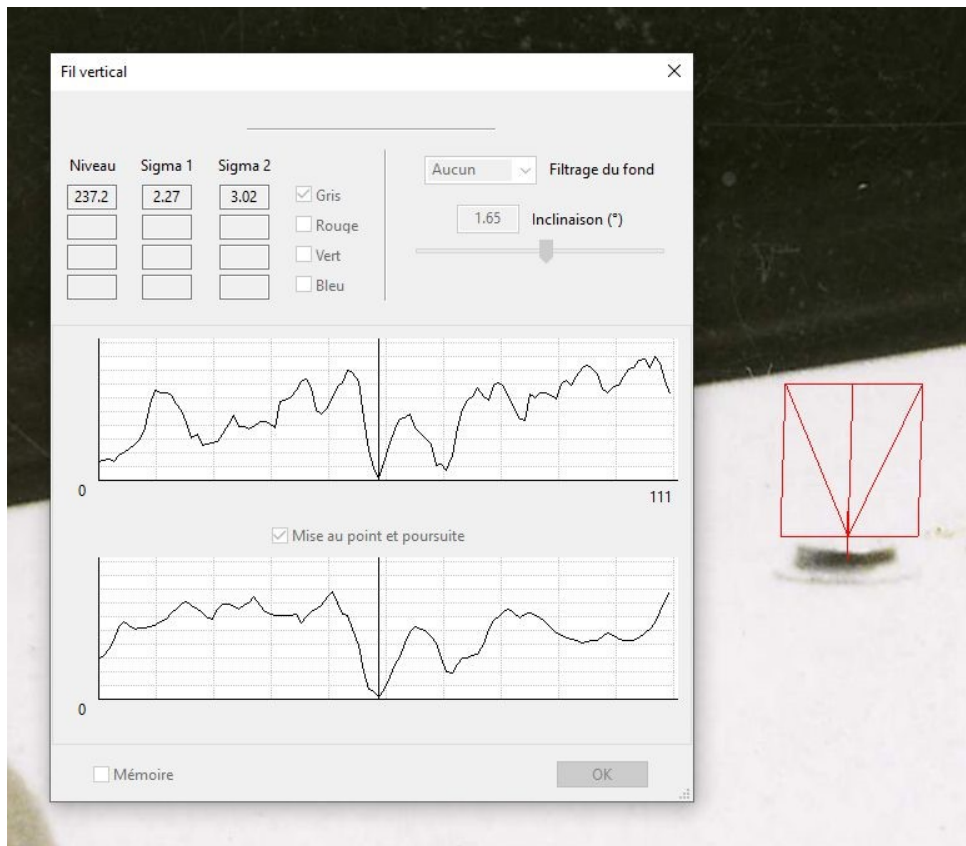
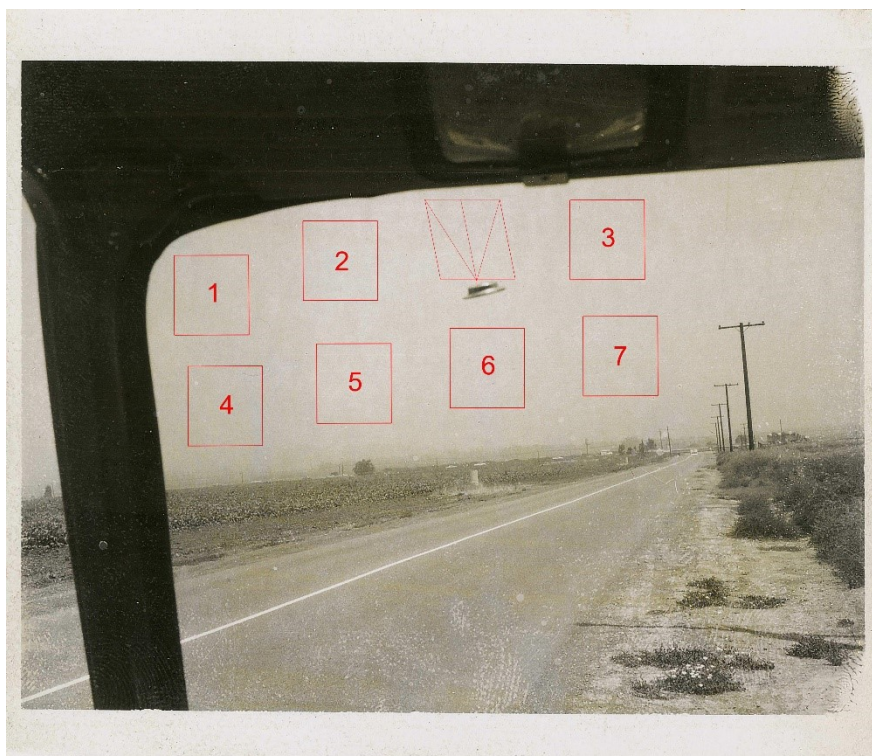


Photo H<sub>3</sub>

La netteté des résultats constatés sur les 2 courbes relatives à chacune des 3 photos, ainsi que la coïncidence des pics négatifs avec la position du point d'accrochage supposé de l'objet et la compatibilité des orientations du fil et de l'objet, plaident pour la validité de la démonstration.

### Sensibilité aux faux positifs

Bien entendu cette méthode, qui met en jeu le bruit, peut parfois générer des « faux positifs ». Sur la photo **H<sub>1</sub>** nous avons exécuté la même séquence que précédemment en partant de 7 rectangles (numérotés) de la même taille, et nous avons recherché d'éventuels « faux positifs », en balayant tous les angles possibles (de  $-30^\circ$  à  $+30^\circ$ ).



Les résultats sont les suivants :

<b>Rectangle n°</b>	<b>Faux positif</b>	<b>Angle</b>	<b>Sigma</b>
1	<i>oui</i>	$+8,3^\circ$	2,14
2	<i>non</i>	--	--
3	<i>oui</i>	$+28,1^\circ$	2,77
4	<i>non</i>	--	--
5	<i>non</i>	--	--
6	<i>oui</i>	$-20,4^\circ$	2,38
7	<i>oui</i>	$+0,30^\circ$	2.61

On constate qu'effectivement il y a des faux positifs pour certains angles dans certains cas.

Néanmoins, la probabilité pour qu'un faux positif se produise exactement à l'endroit où le fil de suspension est attendu, avec une orientation compatible avec celle de l'objet, reste faible.

Et pour que cela se reproduise sur 3 images différentes, la probabilité devient extrêmement faible.

## Conclusion pour les 3 premières photos

Les résultats des analyses géométrique et radiométrique des trois premières photos ont montré que l'objet photographié devait avoir une taille, une distance de l'appareil photo et une hauteur au-dessus du sol très inférieurs aux estimations de Rex Heflin :

Taille << 60 cm	au lieu 6,1 m
Distance << 20 m	au lieu de 201 m
Hauteur << 4,6 m	au lieu de 45,7 m

L'objet était donc probablement assez petit et sans doute accroché par un fil au bout d'une perche.

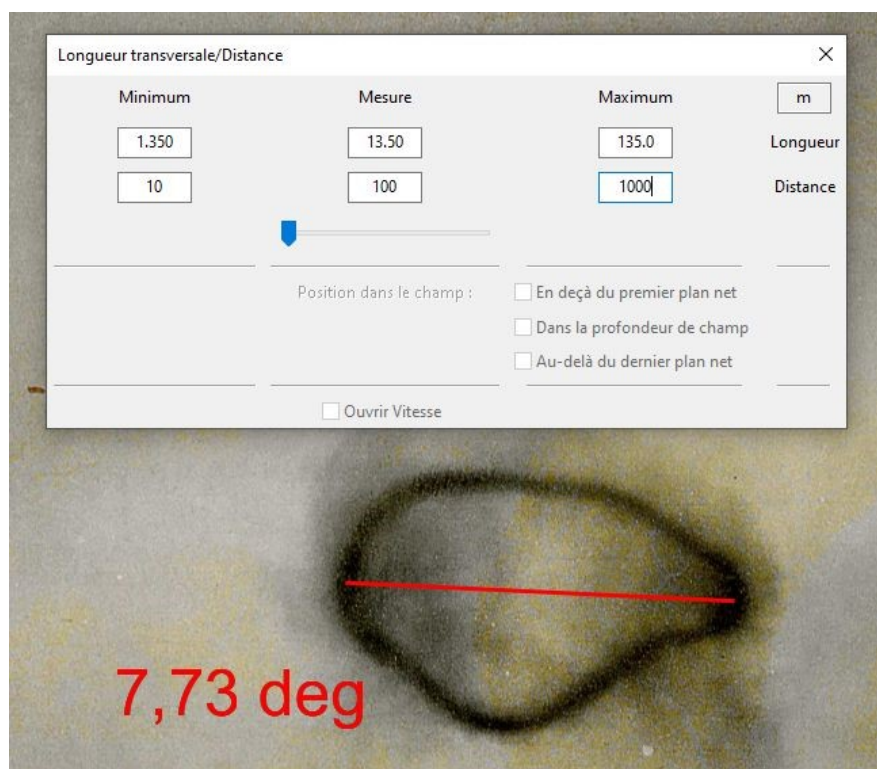
Il restait à examiner si ce fil pouvait être détecté, et avec la démonstration ci-dessus la fonction **Fil vertical** d'IPACO a permis de démontrer que c'était le cas avec une très forte probabilité.

Il résulte de ce qui précède que **l'OVNI de Santa Ana était très probablement une maquette suspendue à un fil.**

## Quatrième photo

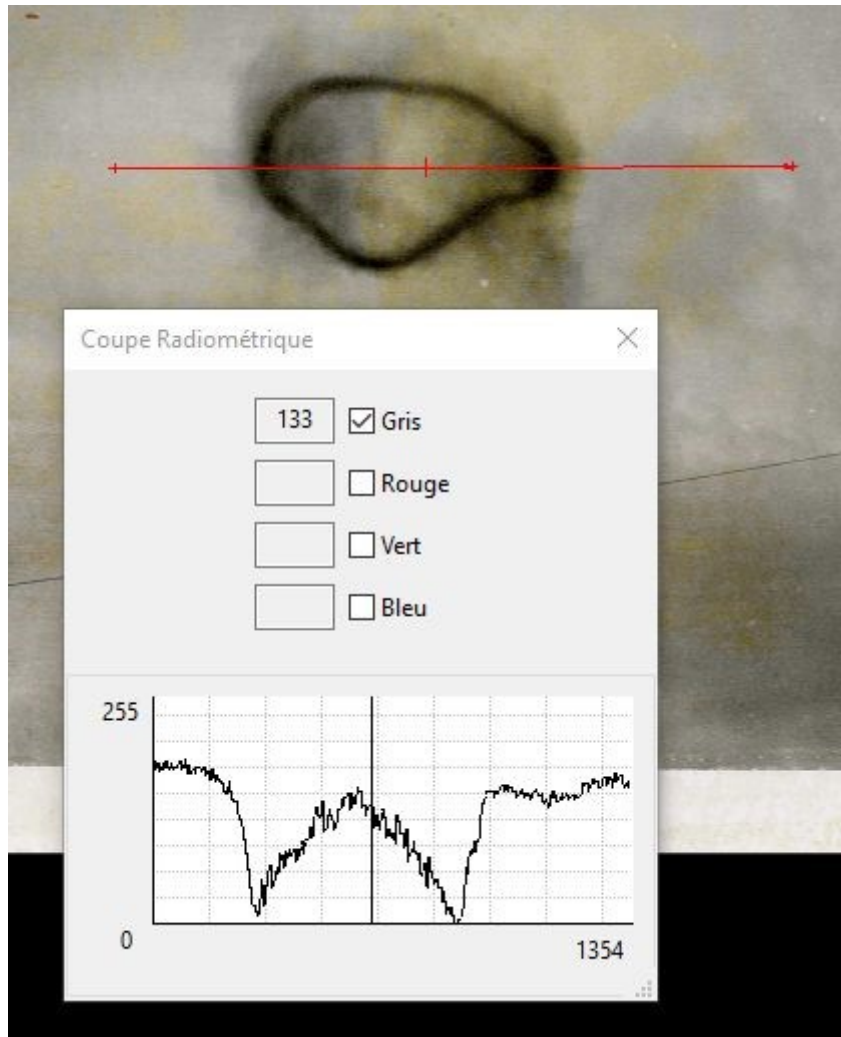
La quatrième photo **H4** est d'une nature très différente des trois premières, et se prête difficilement à une analyse quantitative.

Sur le plan géométrique, on peut simplement mesurer la taille angulaire de la « couronne sombre » photographiée et en déduire un rapport taille/distance :



Le rapport longueur/distance est égal à **0,135**.

Sur le plan radiométrique, on peut simplement afficher une coupe le long d'un axe horizontal :



Nous n'avons pas trouvé d'explication simple pour cette quatrième photo, qui semble n'avoir rien à voir avec les trois précédentes, et dont l'intervalle de temps qui la sépare de la troisième photo a varié selon les rapports publiés.

Nous avons choisi d'arrêter là notre analyse, car notre conclusion pour les trois premières photos rend le dossier dans son ensemble nettement moins motivant.