

Direction Technique et Numérique

Direction Adjointe

Groupe d'Etudes et d'Information sur les Phénomènes Aérospatiaux Non identifiés

DTN/DA/GP

Toulouse, le 27/07/2023

COMPTE RENDU D'ENQUÊTE

CAS D'OBSERVATION

GIGNY (89) 14.09.2019



**PARIS - Les Halles
SIÈGE**

2, place Maurice Quentin
75039 Paris Cedex 01
☎ +33 (0)1 44 76 75 00

**PARIS - Daumesnil
DIRECTION DES LANCEURS**

52, rue Jacques Hillairet
75612 Paris Cedex
☎ +33 (0)1 80 97 71 11

**TOULOUSE
CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE**

18, avenue Édouard Belin
31401 Toulouse Cedex 9
☎ +33 (0)5 61 27 31 31

**GUYANE
CENTRE SPATIAL GUYANAIS**

BP 726
97387 Kourou Cedex
☎ +594 (0)5 94 33 51 11

RCS Paris B 775 665 912
Siret 775 665 912 000 82
Code APE 731 Z
N° identification :
TVA FR 49 775 665 912

1 – CONTEXTE

Le 16/09/2019, le GEIPAN reçoit le témoignage d'un témoin pour une observation datant du samedi 14 septembre 2019 à GIGNY (89).

L'étrangeté n'est pas très élevée et l'observation semble avoir un possible lien avec une information transmise par un enquêteur.

Avant d'aller plus loin, le GEIPAN demande donc à cet enquêteur d'examiner cette possible corrélation par une enquête à distance.

2- DESCRIPTION DU CAS

Récit libre du témoin extrait du questionnaire technique :

« Samedi 14 septembre 2019. Nous étions dans un gîte « La Grande Vesvre » à Gigny dans le 89. Nous étions 5 personnes attablées dont un ami prof de science physique et fêru d'astronomie, très rationnel. En regardant le ciel dégagé qui prenait une belle teinte orangée, j'ai remarqué au nord-ouest du gîte un point noir dans le ciel vers 19 h 30. L'objet semblait très loin et très haut. Mon ami prof a pensé de suite à une montgolfière même si elle me semblait très haute.

Nous avons tranquillement passé la soirée en observant la montgolfière. Le problème était qu'elle ne bougeait pas du tout. Nous avons callé l'observation de l'objet sur une branche de la cour pour voir s'il se déplaçait mais ce n'était pas le cas.

Nous avons donc commencé à réfléchir à ce que ça pourrait être. N'étant pas chez nous, nous n'avions pas d'appareil photo, ni de jumelle ou télescope. Nous avons pris une photo au smartphone avec le Zoom numérique. Mais on voit juste le point dans le ciel (pièce jointe).

Nous avons alors pensé à un ballon sonde même si l'objet semblait très haut, très loin et donc très grand. Le soleil se couchait pratiquement derrière l'objet, il ne semblait y avoir aucun reflet d'une quelconque surface. Nous sommes restés là-dessus jusqu'à ce que la nuit commence à tomber. Était-ce dû à la l'obscurité naissante, mais l'objet semblait diminuer de taille tout en restant à la même place.

C'est dans ce crépuscule que nous avons pu tous les cinq, observer des lumières qui clignotaient sous le point en se déplaçant de gauche à droite comme si les lumières faisaient le tour de la base de l'objet. Nous avons aussi l'impression que les lumières dessinaient des rayons mais l'objet étant proche d'un nuage, cela était peut-être dû à la densité de ce dernier. »

Lorsque la nuit a vraiment commencé à tomber, nous espérions observer encore plus le phénomène. Nous ne distinguons déjà plus le point sombre, mais les lumières étaient bien visibles.

Mais soudain, tout a disparu. Nous sommes restés un moment à regarder le ciel, mais il n'y avait vraiment plus un seul signe d'activité. L'objet a disparu et n'est jamais revenu »

Croquis du témoin :



Au début de l'observation

A la fin de l'observation (crépuscule)

Comme on peut le voir, le témoin envisage dès le départ la présence dans le ciel d'une montgolfière. Toutefois, quelques éléments d'étrangeté subsistent et conduisent les témoins à s'interroger. En effet, l'immobilité apparente de l'objet, l'apparition de lumières lorsque la nuit tombe ainsi que la disparition soudaine sont des éléments pouvant raisonnablement introduire un doute quant à la validité de cette hypothèse.

Il est vrai que si les montgolfières volent de manière privilégiée au moment du crépuscule (matin ou soir), le départ se fait généralement au plus tôt après les premières lueurs du jour et l'atterrissage se fait au plus tard avant la tombée de la nuit.

Il y a donc 5 témoins dont deux couples de quadragénaires ainsi qu'un adolescent de 16 ans. L'environnement est campagnard. L'endroit est très calme. La météo est bonne et les témoins sont d'esprit plutôt très cartésien. La situation ne génère aucun stress particulier et l'observation se déroule dans le calme et sur une longue durée (~1h1/2).

L'**Annexe 1** précise la situation géographique et topographique des lieux.

3- DEROULEMENT DE L'ENQUÊTE

Un enquêteur GEIPAN avait informé le GEIPAN du déroulement d'une compétition d'aérostats sur plusieurs jours à compter du 13/09/2019 et signalé le risque de recevoir des témoignages associés. A la réception et lecture du témoignage, le responsable du GEIPAN a pensé que cette observation pouvait correspondre à cet événement.

Il a donc transmis les informations reçues à l'enquêteur en charge de ce cas.

L'enquêteur reprend donc l'étude à distance du cas et compare les données issues du témoignage transmis avec celles disponibles en regard de ladite compétition.

Il parvient rapidement à la conclusion qu'il y a effectivement un lien entre le survol de la région par des aérostats et le témoignage en question.

L'enquête à distance est donc officiellement confiée à cet enquêteur qui outre les informations déjà disponibles sur internet, prend contact avec le témoin en vue de préciser certains détails et avec les organisateurs de la compétition en vue d'obtenir quelques informations complémentaires.

Données disponibles sur la compétition d'aérostation.

Il s'agit en l'occurrence de la célèbre « Gordon Bennett Cup » (GBC) qui est la plus réputée au niveau mondial des compétitions de ballons à gaz. En effet, il ne s'agit pas de traditionnelles montgolfières, mieux connues du public.

Le ballon à gaz se différencie de la montgolfière par le fait qu'au lieu d'utiliser la poussée d'Archimède en chauffant l'air contenu dans l'enveloppe, il utilise une enveloppe fermée contenant un gaz plus léger que l'air (*hydrogène, gaz d'éclairage ou hélium*).

Pour s'élever, il doit lâcher du lest (*sable ou eau*) et pour descendre il doit lâcher du gaz (*les sacs de sables sont visibles (en rouge) sur l'image ci-contre*).

Note : il existe aussi la Rozière (*aéro-montgolfière*) qui combine les deux dispositifs : la suspension générale est assurée par la partie ballon (*hélium*)



et l'adaptation de l'altitude est obtenue par la partie externe dont l'air est plus ou moins chauffée (*ce qui évite d'avoir à jeter du lest*).

Par chance, la technologie permet désormais un suivi permanent des appareils à l'aide de balises GPS et le site internet de la compétition met-il en ligne un « tracking », consultable en direct, permettant de suivre l'évolution de chaque concurrent.

Cet outil est d'une aide précieuse pour la vérification à mener ici puisqu'il va permettre de savoir si, comme pressenti, un ou plusieurs de ces ballons pouvaient se trouver dans la zone d'observation des témoins. Lien : <https://live.gordonbennett.aero/>

Ce suivi en ligne (depuis 2016) contribue largement au succès populaire croissant de la GBC.

L'édition 2019 était organisée à partir de Montbéliard (25200) d'où partaient les équipages.

Le but étant de s'éloigner le plus loin possible du point de départ (sans interruption), le vol dure en moyenne 3 ou 4 jours pour les meilleurs. La GBC est la plus ancienne compétition de ce type puisque la première édition remonte à 1906 !

20 équipages s'affrontaient donc pour cette 63^{ème} édition (3 ballons maxi par pays).

L'**annexe 2** présente l'analyse du « tracking » de la compétition.

L'**annexe 3** présente l'analyse de la photographie réalisée par le témoin.

L'**annexe 4** présente la situation météorologique.

L'**annexe 5** présente quelques éléments d'information sur la Gordon Bennett Cup 2019.

L'**annexe 6** présente quelques informations sur l'éclairage de nuit des ballons à gaz.

L'**annexe 7** présente la situation astronomique.

L'**annexe 8** présente la confirmation de trajectoire par Flightradar24.

ELEMENTS COLLECTES

TEMOIGNAGE UNIQUE

#	QUESTION	REPONSE (APRES ENQUETE)*
A1	Commune et département d'observation du témoin (ex : Paris (75))	GIGNY (89)
A2	(opt) si commune inconnue (pendant un trajet) : Commune de début de déplacement ; Commune de Fin de déplacement	N/A
A3	(opt) si pendant un trajet : nom du Bateau, de la Route ou numéro du Vol / de l'avion	N/A
<i>Conditions d'observation du phénomène (pour chaque témoin)</i>		
B1	Occupation du témoin avant l'observation	Repas hors domicile et hors lieu de travail.
B2	Adresse précise du lieu d'observation	Lat. 47.842868 Lon. 4.31941
B3	Description du lieu d'observation	Territoires agricoles - Zones agricoles hétérogènes - Territoires agro-forestiers Ciel.
B4	Date d'observation (JJ/MM/AAAA)	14/09/2019
B5	Heure du début de l'observation (HH:MM:SS)	19h30
B6	Durée de l'observation (s) ou Heure de fin (HH :MM :SS)	01h30m
B7	D'autres témoins ? Si oui, combien ?	5

B8	(opt) Si oui, quel lien avec les autres témoins ?	« Mon épouse de 42 ans, mon fils de 16 ans et un couple d'amis d'une quarantaine d'année. »
B9	Observation continue ou discontinue ?	Continue
B10	Si discontinue, pourquoi l'observation s'est-elle interrompue ?	N/A
B11	Qu'est ce qui a provoqué la fin de l'observation ?	« Mais soudain, tout a disparu. »
B12	Phénomène observé directement ?	OUI
B13	PAN observé avec un instrument ? (lequel ?)	Non
B14	Conditions météorologiques	Belles éclaircies ou peu nuageux.
B15	Conditions astronomiques	Aucune étoile (observation de jour, ou ciel obscurci).
B16	Equipements allumés ou actifs	Néant
B17	Sources de bruits externes connues	Néant
<i>Description du phénomène perçu</i>		
C1	Nombre de phénomènes observés ?	1
C2	Forme	2D - Rond ; 3D - 2 axes de symétrie - Sphérique, Boule.
C3	Couleur	Noir
C4	Luminosité	Intensité - Douce, modérée, ex : étoiles les plus fortes, croissant de Lune (mag. -5 à 0).
C5	Trainée ou halo ?	Néant
C6	Taille apparente (maximale)	0.041 0.038 0.041
C7	Bruit provenant du phénomène ?	Aucun, silence total.
C8	Distance estimée (si possible)	>10000m
C9	Azimut d'apparition du PAN (°)	292°
C10	Hauteur d'apparition du PAN (°)	Entre 10 et 15°
C11	Azimut de disparition du PAN (°)	292°
C12	Hauteur de disparition du PAN (°)	Entre 10 et 15°
C13	Trajectoire du phénomène	Stationnaire, Immobile.
C14	Portion du ciel parcourue par le PAN	Aucun.
C15	Effet(s) sur l'environnement	...
D1	Reconstitution sur croquis /plan / photo de l'observation ?	OUI
E1	Emotions ressenties par le témoin pendant et après l'observation ?	« Le début de l'observation était normal. Nous pensions à une montgolfière. En l'absence de mouvement, nous avons commencé à nous interroger sérieusement. L'arrivée des lumières nous a perturbé beaucoup plus et la disparition de l'objet nous a définitivement inquiété. Nous en avons beaucoup parlé entre nous. Notre ami prof, très rationnel, a reconnu n'avoir

		aucune explication possible et a trouvé ce phénomène anormal. »
E2	Qu'a fait le témoin après l'observation ?	« Nous en avons parlé à la propriétaire du gîte qui s'est un peu moqué de nous. Lorsque nous lui avons bien décrit le phénomène, elle a changé d'avis et nous a appris que sa maman qui était une femme très terre à terre avait observé un phénomène étrange du même style. J'en ai discuté avec d'autres personnes dont une qui s'y connaît en Montgolfière et qui nous a confirmé que ce n'en était pas une. J'ai fait beaucoup de recherche notamment sur les ballons sondes mais la couronne de lumière clignotante sous l'objet et sa disparition soudaine semble ne pas correspondre. »
E3	Quelle interprétation donne-t-il à ce qu'il a observé ?	« J'aime observer le ciel. J'habite à la campagne et mon ciel est assez propre au niveau pollution lumineuse. Je sais faire la différence entre un avion, un satellite, une météorite qui se désagrège dans l'atmosphère, etc... Là, je n'avais jamais rien vu de pareil. Cette immobilité parfaite, les lumières, la disparition soudaine. Je pense que je vais longtemps chercher à savoir et partager notamment sur les réseaux sociaux pour avoir d'autres avis ou explications. »
E4	Intérêt porté aux PAN avant l'observation ?	« J'ai toujours été très intéressé par ces phénomènes donc, en toute objectivité, enclin à espérer en voir un. Sur ce phénomène, je suis resté très rationnel étrangement et j'ai presque du mal à croire ce que j'ai vu. »
E5	L'avis du témoin sur les PAN a-t-il changé ?	« Non »
E6	Le témoin pense-t-il que la science donnera une explication aux PAN ?	« Je l'ignore. »
E7	L'expérience vécue a-t-elle modifié quelque chose dans la vie du témoin?	« Non, mais je vais observer encore plus le ciel maintenant. »

4- HYPOTHESES ENVISAGEES

4.1. ANALYSE DES HYPOTHESES

La seule hypothèse envisagée est celle du survol de la région par un ballon à gaz de la Gordon Bennett Cup 2019, compétition mondiale d'aérostats.

4.2. SYNTHESE DES HYPOTHESES

HYPOTHESE(S)	EVALUATION*
1. Aérostat - Ballon à Gaz - Compétition Gordon Bennett Cup 2019	0.938

*Fiabilité de l'hypothèse estimée par l'enquêteur: certaine (100%) ; forte (>80%) ; moyenne (40% à 60%) ; faible (20% à 40%) ; très faible (<20%) ; nulle (0%)

1. Aérostat - Ballon à Gaz - Compétition Gordon Bennett Cup 2019 - Evaluation des éléments pour l'hypothèse # 50949			
ITEM	ARGUMENTS POUR	ARGUMENTS CONTRE ou MARGE D'ERREUR	POUR/CONTRE
Forme	Décrite comme sphérique or les ballons à gaz sont sphériques.		0.95
Couleur(s)	Noire car ballon éloigné et à contre-jour dans le ciel du couchant		0.95
Taille app. max.	Très petit car éloigné. Taille apparente sur photo = 0,0427° (IPACO) identique à taille calculée selon données recueillies : 0,0426°		0.95
Forme Traject.	Quasi immobile. Or le vent est très faible, la distance dépasse 16km et le ballon concerné décrit une petite boucle donc se déplace très peu au moment de l'observation.	Le témoin rapporte que "soudain, tout a disparu"	0.80
Azimut (préciser: début/fin)	Colle parfaitement avec la position du ballon concerné par la photo		0.95
Elevation (préciser: début/fin)	Colle parfaitement avec celle (~10°) du ballon concerné		0.95
Vitesse app.	Quasi nulle ce qui colle avec la vitesse très faible du vent et la distance élevée d'observation.		0.95
Date/Heure	L'observation coïncide parfaitement avec le passage du ballon concerné		0.95
Contexte	Le ballon concerné est un concurrent de la Gordon Bennett Cup 2019, en l'occurrence l'équipage USA-1		0.95
Lumières	Apparitions de lumières (dont clignotantes) à la tombée de la nuit cohérente avec l'obligation d'allumer de nuit un éclairage réglementaire comportant des "stobes".		0.95

Absence de bruit	Les ballons à gaz sont très silencieux et la distance est très importante (~17km)	0.95
-------------------------	---	-------------

Afin de faciliter la lecture de ce rapport, plusieurs analyses et informations sont formulées en annexes :

- L'annexe 1 détaille la situation géographique et topographique
- Les annexes 2a, 2b et 2c précisent le parcours réalisé et analysent le parcours de la compétition en regard du témoignage
- L'annexe 3 donne notre analyse de la photo fournie par le témoin
- Les annexes 4a, 4b et 4c donnent les conditions météorologiques : Situation météorologique, Force et direction du vent en altitude et emagrammes
- Les annexes 5a, 5b donnent les informations sur la Gordon Bennet Cup et sur le ballon observé (ballon USA-1 (N707-GH))
- Les annexes 6a et 6b précisent les capacités d'éclairage de nuit
- L'annexe 7 est l'analyse de la situation astronomique
- L'annexe 8 est la trajectoire du ballon enregistrée par Flihtadar24

4.3. SYNTHÈSE DE LA CONSISTANCE

Ce cas est de bonne consistance : bien qu'un seul témoin ait témoigné, cinq personnes ont vu le phénomène, le phénomène est très bien décrit et il y a une photographie qui permet des calculs d'azimut et de hauteur angulaire.

5- CONCLUSION

Le 14 septembre 2019, à Gigny (89), cinq personnes observent durant 1h30 l'évolution d'un point noir quasi immobile dans le ciel qui semblait très loin et très haut. Sur la fin de l'observation, alors que la nuit tombe, des lumières apparaissent. Une seule personne témoigne auprès du GEIPAN.

Ce cas est de bonne consistance : bien qu'un seul témoin ait témoigné, cinq personnes ont vu le phénomène, celui-ci est très bien décrit et une photographie permet des calculs d'azimut et de hauteur angulaire.

Les témoins ont observé un ballon à gaz, le ballon USA-1 de la Gordon Bennett Cup 2019. Toutes ses caractéristiques sont connues et correspondent en tous points au témoignage recueilli.

Les témoins avaient initialement pensé à une montgolfière mais étaient perplexes à cause de son immobilité apparente et de l'apparition des lumières.

Or cette étrangeté s'explique de la manière suivante :

- Immobilité : distance très élevée et faible vitesse du vent,
- Apparition des lumières : le règlement de la compétition impose aux ballons de disposer d'un balisage de nuit, d'un « strobe » aéronautique et d'un projecteur d'atterrissage. Leur allumage nocturne est donc obligatoire, dès la tombée de la nuit.

Ce cas est classé A : observation d'un ballon à gaz, le ballon USA-1 de la Gordon Bennett Cup 2019

6- CLASSIFICATION

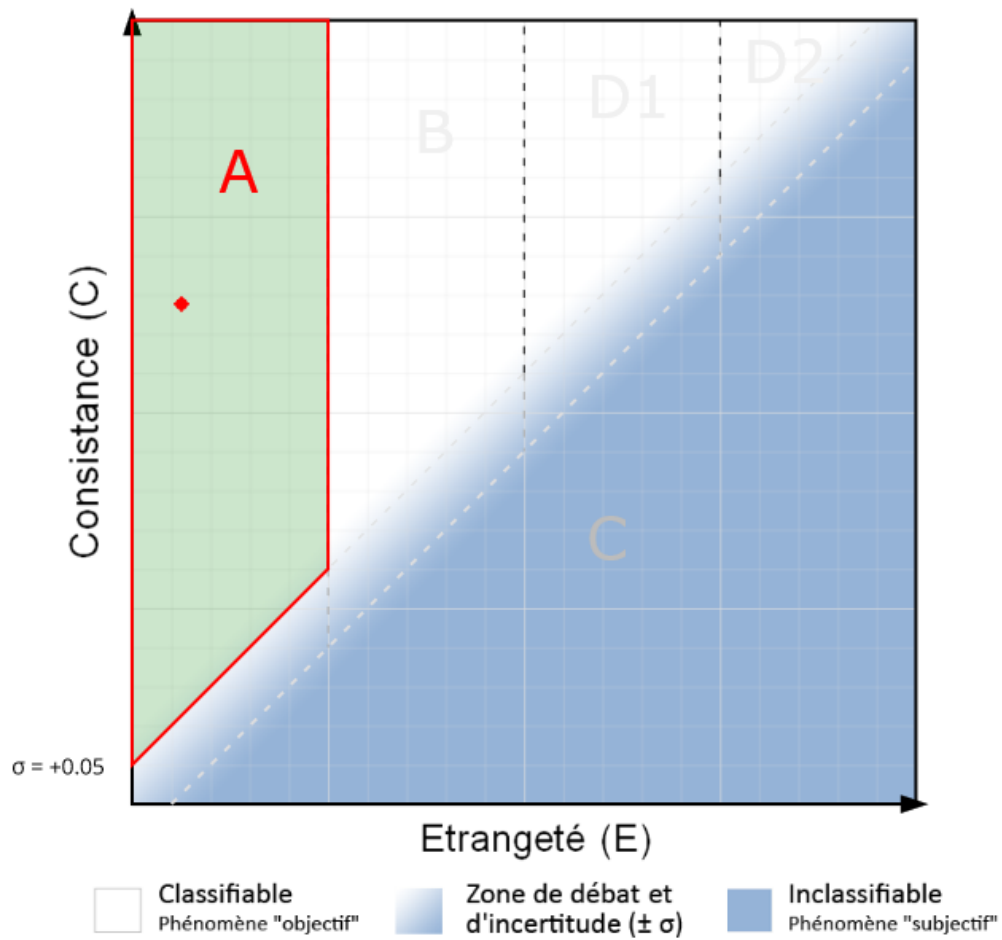
Etrangeté [E]

Consistance [C] = [I]x[F]

Fiabilité [F]

Information [I]

Classé A



ANNEXE 1





Situation géographique et topographique

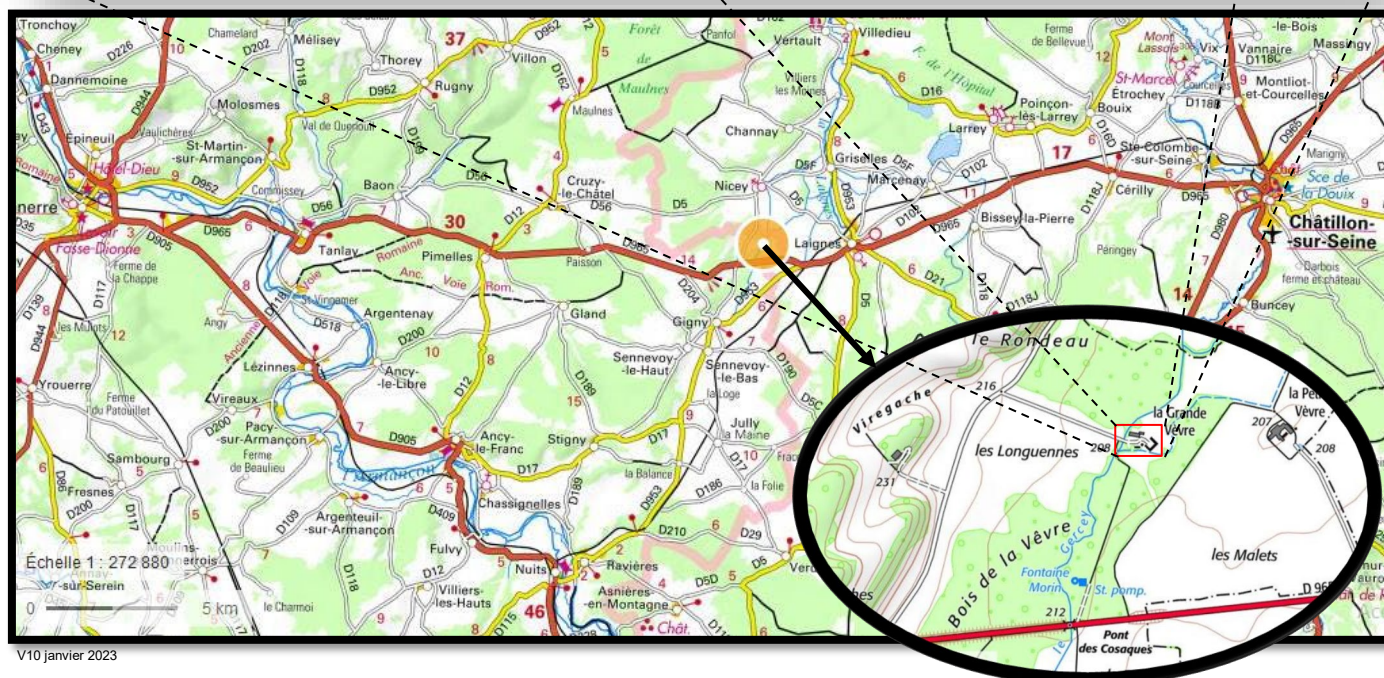
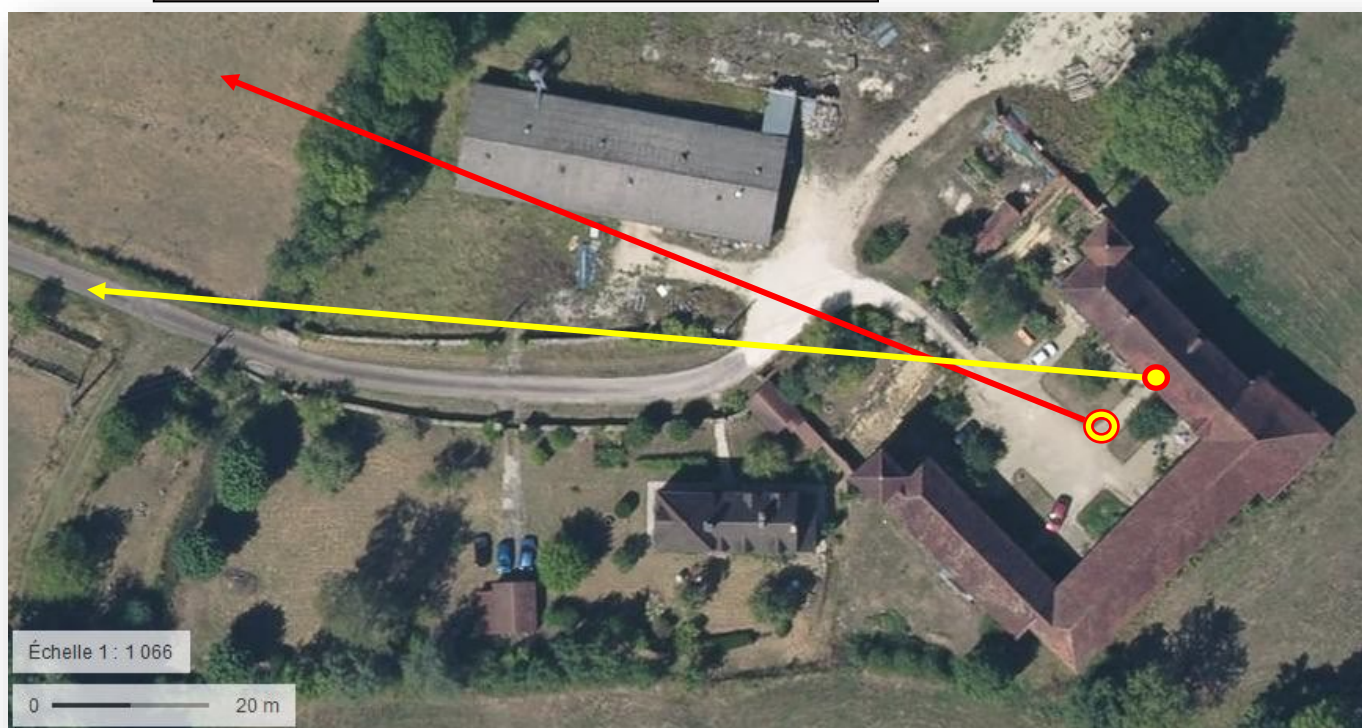
GIGNY (89160) ~100 hab. Alt 207 à 305m – 47°49'N & 4°18'E

Lieu-dit : **La Grande Vèvre** (ou Vevre).

Lat : 47°50'35.9" N Long : 4°19'26" E – Alt 208m.

Légende :

-  Position des témoins.
-  Direction d'observation selon témoignage.
-  Position du photographe (1^{er} étage).
-  Direction de prise de vue.

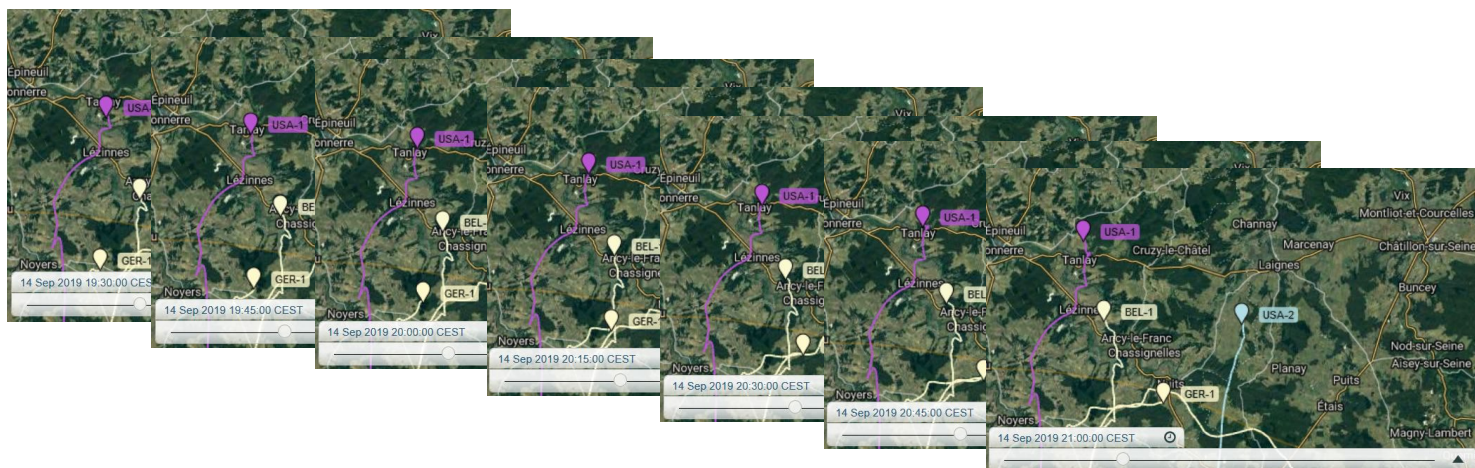


ANNEXE 2a

Analyse du « tracking » de la compétition

Une visualisation des parcours suivis par les concurrents de la GBC permet de repérer rapidement le secteur et les horaires concernés.

Séquence de 7 captures d'écran du « Tracking » : de 19h30 à 21h00 (HL ou CEST) espacées de 1/4heure.

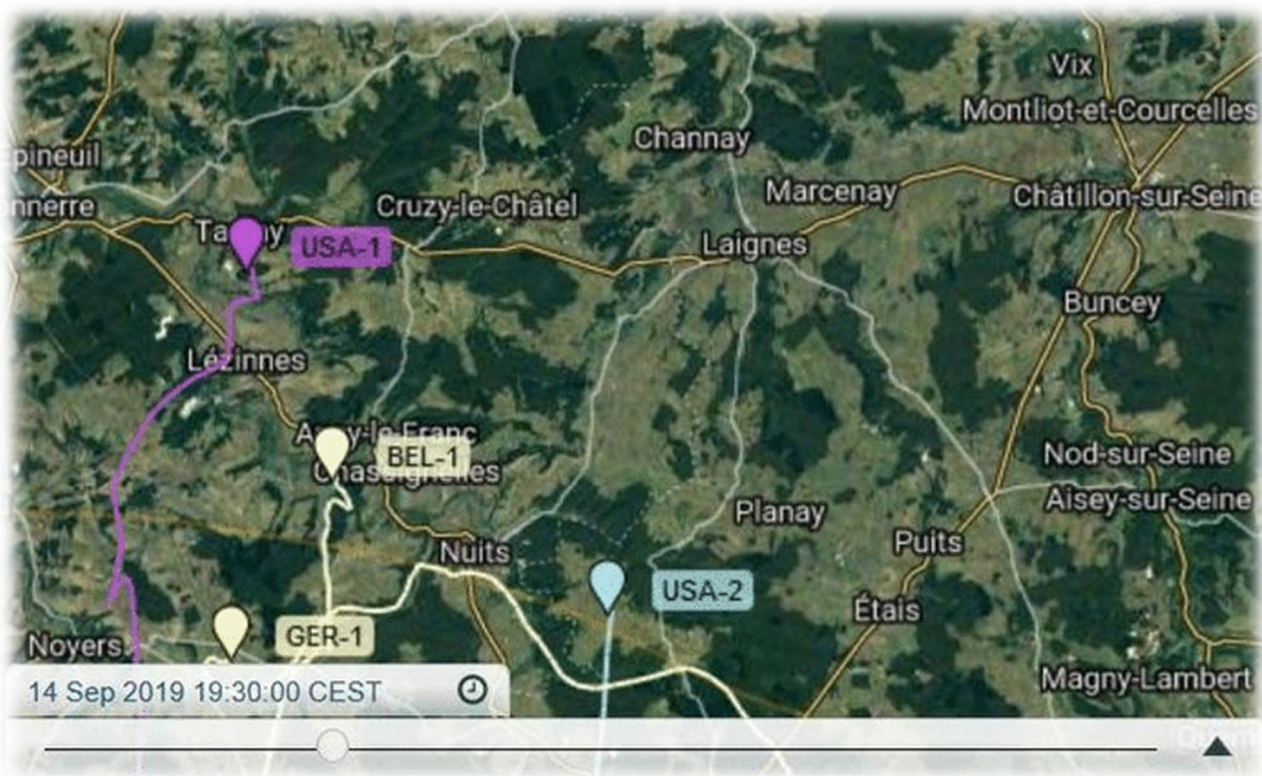


On y remarque la présence de 4 ballons (il y en a d'autres plus à l'est) dans le secteur de **Tonnerre**, **Tanay**, **Cruzy-le-Châtel** et **Laignes** (d'Ouest en Est).

Il s'agit des ballons : **USA-1**, **BEL-1**, **GER-1** et **USA-2**.

Toutefois, vers 19h30, seul le ballon **USA-1** a atteint la latitude de **Tanay**.

(GIFMaker)



[Cliquer ici pour visionner l'animation GIF](#) : (Ce GIF est réalisé avec ces 7 captures)

Nécessite de disposer sur votre machine d'un logiciel le permettant.

ANNEXE 2b

Il convient donc d'étudier plus en détail la trajectoire du ballon **USA-1**.

Pour cela, le choix d'incrément de 1/4h est conservé.

Le tableau ci-dessous rassemble les données liées à cette trajectoire :

Paramètres réels du ballon USA-1											
Num	Heure HL	Latitude	Latitude	Longitude	Longitude	Vit/sol	Cap	Altit.	Dist.	Élévat.	Azim.
---	h min sec	° ' "	°décimaux	° ' "	°décimaux	km/h	°/NG	m	km	°	°
1	19h30	47°50'4,8"	47,8347	4°5'30"	4,0917	3,4	344,65	2801	17,29	9,20	267,06
2	19h45	47°50'39"	47,8442	4°5'33,6"	4,0927	5,3	9	3163	17,18	10,43	270,55
3	20h00	47°51'18"	47,853	4°5'51,6"	4,0977	4,1	25,69	3228	16,68	10,95	273,95
4	20h08	47°51'16,8"	47,8547	4°5'57"	4,0992	0,6	83,46	3070	16,54	10,51	274,63
5	20h15	47°51'14,4"	47,854	4°5'59,4"	4,0999	1,1	156,63	3150	16,48	10,82	274,40
6	20h30	47°51'5,4"	47,8515	4°5'54,6"	4,0985	1,7	226,16	2938	16,57	10,05	273,40
7	20h45	47°51'18,6"	47,8552	4°5'40,2"	4,0945	2,8	323,06	2935	16,89	09,85	274,72
8	21h00	47°51'58,8"	47,8663	4°5'33,6"	4,0927	5,9	352,44	2923	17,17	09,66	278,84
9	21h15	47°53'21"	47,8891	4°5'18,6"	4,0885	10,9	355,71	2908	18,03	09,16	286,70

Légende :

L'heure Légale (HL) correspond à l'heure CEST (*Central European Summer Time*) ou heure d'été.

Latitude et Longitude sont indiquées selon deux formats (*degrés hexadécimaux et degrés décimaux*).

La vitesse est mesurée par rapport au sol pris comme référence et supposé fixe.

Le cap suivi est mesuré à partir du Nord Géographique, dans le sens horaire de la carte (ouest = 270°).

L'altitude est mesurée par rapport au sol.

La distance est mesurée entre position des témoins et projection au sol (supposé sphérique) du ballon.

L'élévation (ou hauteur angulaire) est l'angle (°) de vision entre la direction de visée et l'horizontale.

L'azimut est l'angle mesuré (*dans le plan horizontal*) entre la direction du Nord Géographique et le plan vertical contenant la direction de visée.

Tracé de la trajectoire :

Nous pouvons aussi visualiser la trajectoire du ballon en 3D (*Google Earth*) en reconstituant le trajet projeté au sol puis 3D, en relevant tous ces points en fonction de leurs altitudes respectives.

Légende de la figure :

Le point (T) en haut à droite positionne les témoins : Gite « La Vesvre » à Gigny (89).

La courbe en « bleu ciel » représente la projection au sol de la trajectoire de USA-1.

Déplacement de 1 à 9 (*Note* : le point 9 est donné à titre indicatif est postérieur (21h15) à la fin de l'observation).

Les points 1' à 9' représentent les positions réelles (*en altitude*) de USA-1 (*même remarque pour 9'*).

Note : les points 7', 8' et 9' ne semblent pas se situer à la verticale de leurs homologues 7, 8 et 9.

Ceci est dû à une déformation de l'image (*perspective*) créée par Google Earth.

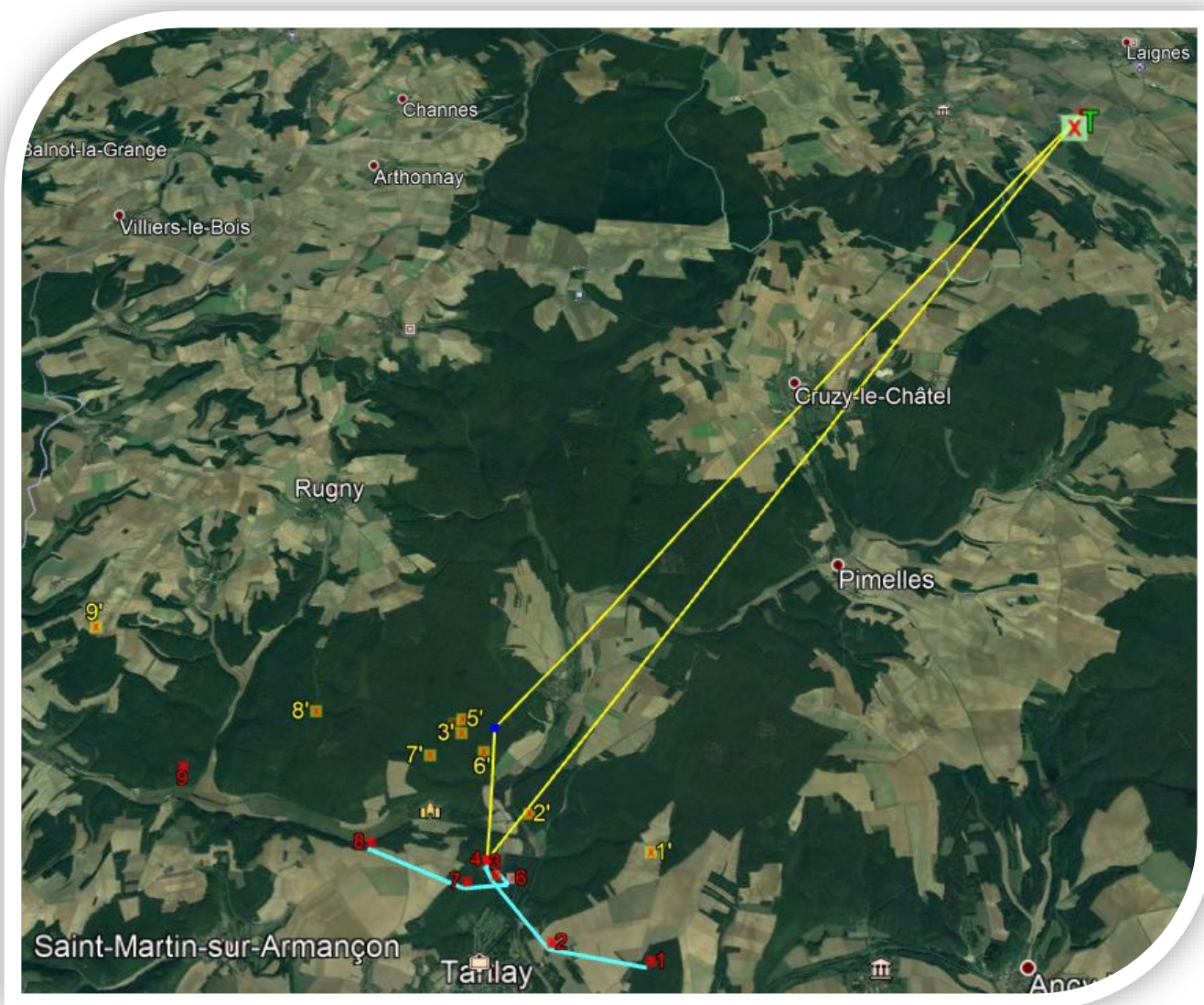
Le triangle jaune représente la vision des témoins au moment de la prise de vue (*point 4 à 20h08HL*).

Le point 4' est remplacé par un point bleu qui correspond à la position réelle du ballon à cet instant.

Ce triangle visualise l'altitude (3070m), la distance au sol (16,54km) ainsi que l'angle d'élévation (10,51°).

De fait, la **distance réelle** au moment de la prise de vue est de : $\text{dist-sol} / \cos(10,51) = \mathbf{16,82 \text{ km}}$.

ANNEXE 2c



Trajectoire de USA-1 et sa projection au sol

Immobilité apparente du ballon :

Le témoin principal signale que le point paraît immobile (*repère = branches*). Notons qu'effectivement, la vitesse de déplacement angulaire moyenne durant l'ensemble de l'observation est de $11,78^\circ/\text{heure}$ ce qui est très faible (*~ largeur du poing, bras tendu*). De plus cette vitesse angulaire est de $\sim 14^\circ/\text{h}$ au départ et de $\sim 16,5^\circ$ à la fin (*quasi nuit*) mais elle est beaucoup plus faible dans la phase centrale de l'observation (*notamment à 20h08 lors de la prise de vue*). La raison en est que la direction du vent étant instable, le ballon effectue une petite « boucle » (*visible sur sa projection au sol*) et que cette phase dure quasiment 45 minutes (*positions 3 à 7*). Il est probable que l'observation attentive des témoins (*dont la photo*) s'est produite durant cette période pour laquelle la vitesse angulaire était quasiment nulle.

Taille angulaire :

Selon le règlement de la GBC, le volume maximum d'un ballon est de $1000\text{m}^3 (\pm 5\%)$. Cela lui confère un diamètre de l'ordre de $12,5\text{m}$ (*assimilé à une sphère*).

Sa taille apparente à la distance de $16,82\text{ km}$ est donc de $\sim 0,0426^\circ$ soit $\sim 2,55'$ d'arc.

Autrement dit le ballon doit apparaître sur la photo presque 12x plus petit que la Lune !

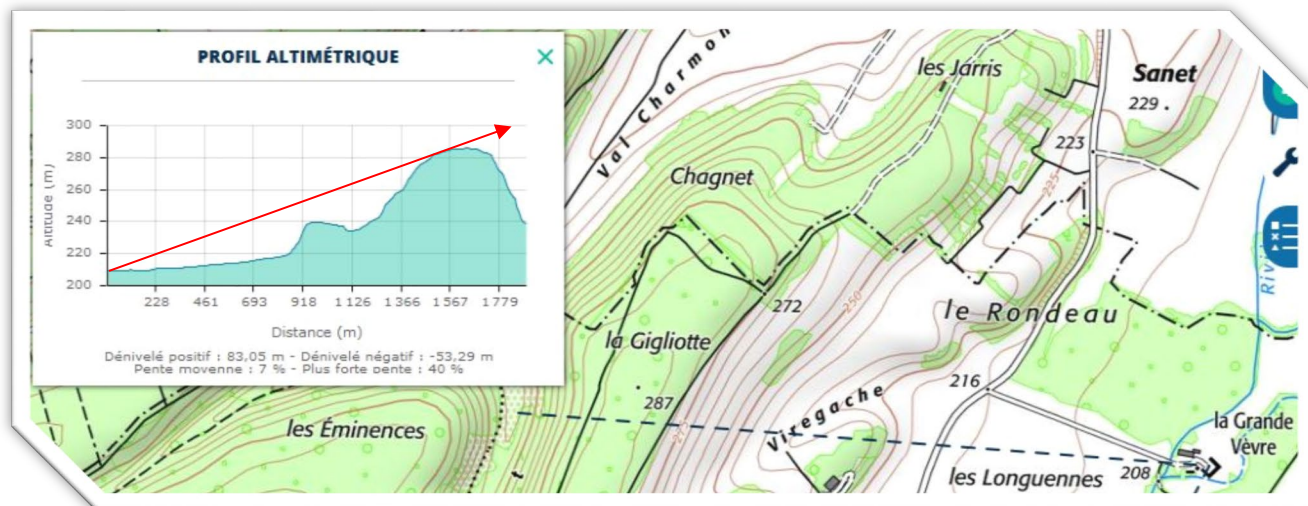
ANNEXE 3

Analyse de la photo

Hauteur angulaire de l'horizon et du ballon :

Un profil altimétrique réalisé sur Géoportail permet de calculer la hauteur angulaire de l'horizon dans la direction de prise de vue du ballon (20h08-CEST), en l'occurrence l'azimut 274,63°.

Nous obtenons : $h = \text{Atan} [(285 - 208) / 1460] = 3^\circ$ (environ).



Une mesure angulaire réalisée à l'aide du logiciel IPACO permet de situer le ballon à $\sim 7^\circ$ au-dessus de l'horizon apparent. *Cf image ci-contre.*

Si l'on y ajoute les $\sim 3^\circ$ de l'élévation précédemment calculée, nous pouvons en déduire que la hauteur angulaire du ballon au moment de la prise de vue (20h08-CEST) est de : $7 + 3 = 10^\circ$ environ.

Si nous la comparons avec la hauteur calculée à partir de l'altitude et de la distance du ballon, à savoir $10,51^\circ$, nous pouvons constater la bonne cohérence de ces deux valeurs (aux incertitudes près).

Note : il n'est pas précisé si l'altitude fournie par le tracking est relative au sol ou au niveau de la mer.

Dans le second cas il faudrait retrancher 200m à l'altitude ce qui ramène la hauteur angulaire à $9,84^\circ$.

Taille angulaire :

De même, IPACO permet de mesurer la taille angulaire du ballon ce qui donne : $\sim 0,0427^\circ$ à comparer avec celle de $\sim 0,0426^\circ$ précédemment calculée à partir de la taille et de la distance.

Difficile de faire plus cohérent !



Mesure de la taille angulaire (IPACO) :

ANNEXE 4a

Situation météorologique

Le ballon **USA-01** se situant à proximité de la bourgade de **Tanlay** (89430) la situation météo recherchée correspond donc à cette commune et non à celle où se situaient les témoins. Au demeurant, la météo était sensiblement la même sur toute la région.

Les bulletins météo retrouvés pour le samedi **14/09/2019** indiquent qu'au sol et pour la région concernée, la température minimale n'a pas été inférieure à 10°C alors que la maximale n'a pas excédé 28°C. La situation était anticyclonique (haute pression) et aucune précipitation n'a été relevée. Le vent au sol n'a jamais dépassé 27 km/h.

Les deux stations météorologiques les plus proches relèvent de Météo-France.

Voici les principaux paramètres obtenus :

- Station la plus proche des témoins :

Cruzy-le-Châtel (89740) (7km) - lat. 47°51'7.2" long. N – 4°13'28.2" E - alt. 291m.

Pas d'information sur les vents.

- Station la plus proche du PAN (~ 8,1km) :

Tonnerre-Joudre (89700) - lat. 47°52'05 N – Long. 3°59'42 E - alt. 200m - N° : 89418007.



Paramètres fournis par la station	Heures des mesures (UTC)			
	17h00	18h00	19h00	20h00
RR1 : hauteur de précipitation (en mm)	0	0	0	0
FF : Vitesse du vent horaire (en m/s)	4,1	0,7	0,6	0,9
DD : Direction du vent à 10m du sol (Rose de 360°)	360°	210°	290°	330°
FXI : Vitesse du vent instantané maxi horaire (en m/s)	7,3	6,7	2,7	3,9
DXI : Direction du vent maxi instantané horaire (Rose de 360°)	20°	20°	340°	20°
HXI : Heure du vent maxi instantané horaire (en heure/minute)	16h09	17h04	18h37	19h16
FXY : Vitesse du vent moyen sur 10 min maxi horaire (en m/s)	4,5	4,1	1	1,6
DXY : Direction du vent moyen sur 10 min maxi horaire (Rose de 360°)	360°	10°	20°	20°
HXY : Heure du vent moyen sur 10 min maxi horaire (en heure/minute)	16h24	17h24	18h41	19h16

Conclusion :

Durant la période d'observation (19h30-21hHL), le vent à 10m du sol reste proche de 2,5km/h avec un maximum très épisodique de ~ 24km/h vers 18h00 UTC (20h HL).

La direction du vent moyen au sol ne s'écarte que peu de la direction du Nord (direction vers laquelle le PAN a lentement dérivé).

ANNEXE 4b

Force et direction du vent en altitude

Plusieurs emmagrammes permettant d'analyser la situation des vents en altitude ont été recherchés. Comme il n'y a pas de station de radio-sondage à proximité de la zone, il a été fait appel à la simulation numérique et en l'occurrence à celles fournies par le « Modèle Arôme » de Météo-France.

Ce modèle permet de générer des emmagrammes prévisionnels pour tout point géographique. Ont donc été générés les emmagrammes suivant :

A 12hUTC : 17h-18h-19h UTC

A 15hUTC : 17h-18h-19h UTC

A 18hUTC : 18h-19h UTC

La situation météorologique étant très stable ce jour là, la fiabilité des simulations est forte.

Les pages suivantes présentent les deux derniers emmagrammes générés à 18hUTC soit quasiment à l'heure médiane de l'observation.

Le point de calcul est le même dans tous les cas. Il correspond en l'occurrence à la position présumée du ballon à **47° 06' Nord** et **4° 06' Est**.

Pour rappel les positions successives du ballon évoluent entre les deux valeurs extrêmes suivantes (très proches) :

17h30-UTC (19h30-HL) : 47° 50,05'N et 4°05,50'E Altitude 2801m

19h00-UTC (21h00-HL) : 47° 51,98'N et 4°05,99'E Altitude 2908m

Les emmagrammes ont été générés pour une pression de 700 hPa ce qui correspond à une altitude voisine de 3000m (tableau ci-contre).

Note : la flèche rouge (page suivante) donne la température probable (6°) au niveau du ballon (~idem à 19h UTC).

Elle est obtenue en suivant la courbe de température (inclinée) à partir du point d'interception de la courbe noire et du niveau d'altitude de 3000m qui correspond à une pression atmosphérique de ~700 hPa.

Conclusion :

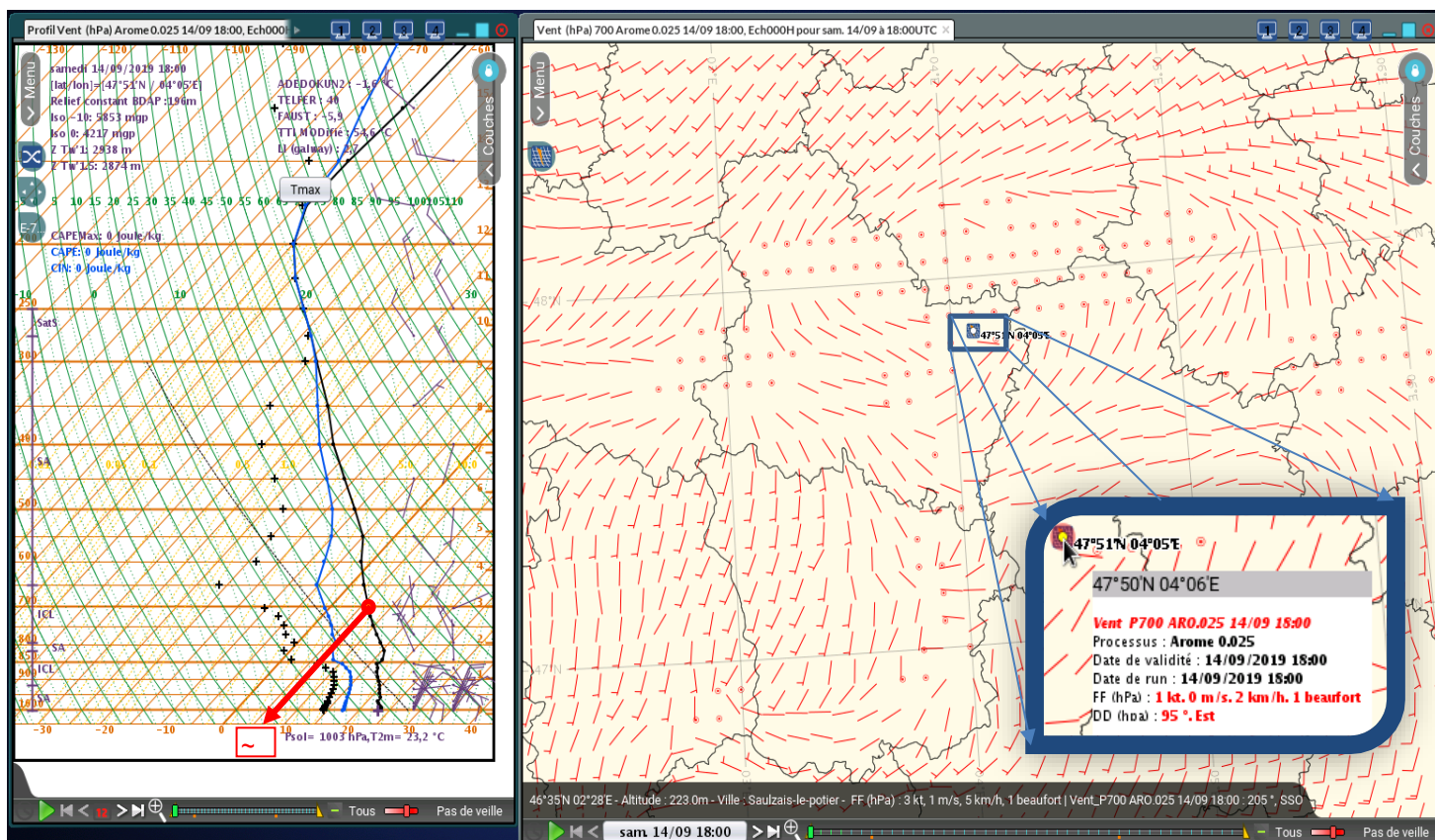
Le vent à 3000m est insignifiant et sa direction est souvent perpendiculaire à la direction d'observation.

De fait l'immobilité apparente du PAN est logique au vu de la grande distance le séparant du témoin (~17km).

Altitude	Pression en hPa
0 m	1013,25
500 m	954,61
1000 m	898,76
1500 m	845,58
2000 m	794,98
2500 m	746,86
3000 m	701,12
3500 m	657,68
4000 m	616,45
4500 m	577,33
5000 m	540,25
6000 m	471,87
7000 m	410,66
8000 m	356,06
9000 m	307,48
10000 m	264,42
11000 m	226,37

ANNEXE 4c

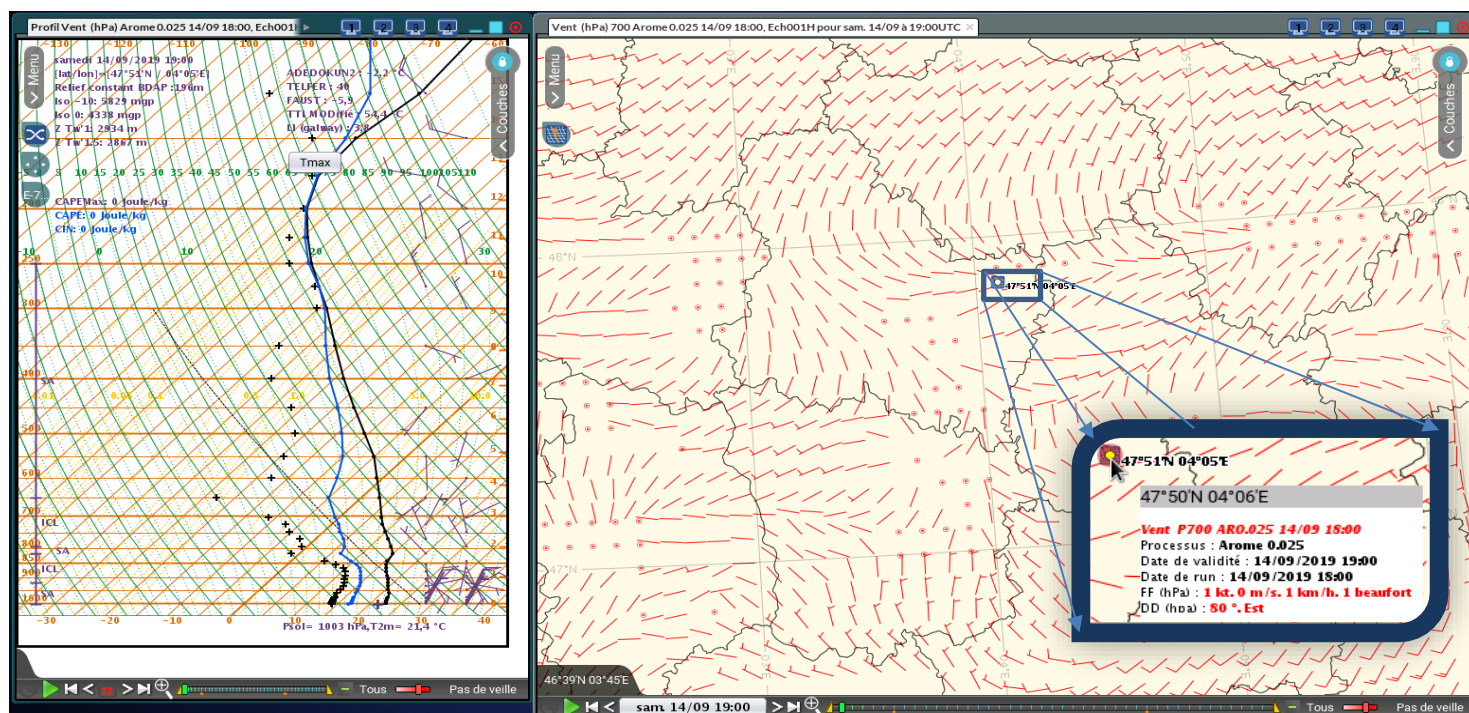
Emmagramme 20h(HL) soit 18h(UTC)



Comme l'indique le document, le vent à 3000m était orienté vers l'azimut 95° (~Est) et sa vitesse était de 2 km/h.

ANNEXE 4d

Emmagramme 21h(HL) soit 19h(UTC)



Comme l'indique le document, le vent à 3000m était orienté vers l'azimut 80° (~Est) et sa vitesse était de 1 km/h.

ANNEXE 5a

Informations sur la Gordon Bennet Cup

Fédération aéronautique internationale (FAI)



Le site internet de l'édition 2019 fournit beaucoup d'informations sur la 63^{ème} édition qui vient de se dérouler : <https://www.gordonbennetmontbeliard2019.com/>
On y trouve notamment le tracking (initialement en « live »), le programme de toute la manifestation, la liste et les caractéristiques des équipages engagés ainsi que le tableau des résultats finaux.

Le site de la FAI (rubrique ballooning) :

https://www.fai.org/sport/ballooning?upcoming=1&f%5B0%5D=fai_event_year%3A2019&display=list

Qui permet d'accéder aux pages dédiées sur les réseaux sociaux (Facebook, Twitter, Youtube) ou encore à des galeries photos.

Voir aussi l'animation retraçant (en accéléré) le tracking complet.

<https://www.fai.org/news/winners-gordon-bennett-2019?type=term&id=30>

Le site d'information général sur la Gordon Bennett Cup.

<https://legends.gordonbennett.aero/>

Voir aussi : https://fr.wikipedia.org/wiki/Coupe_a%C3%A9ronautique_Gordon_Bennett

Résumé de quelques points essentiels :

- Le vainqueur est celui qui s'éloigne le plus du point de départ (sans atterrissage intermédiaire).
- Le volume de gaz ne peut excéder 100m³ (5%) ce qui, au niveau de la mer et à 20°, correspond approximativement à une force ascensionnelle de 1450daN (pour l'hydrogène). En limitant au maximum le poids de l'enveloppe (~100 à 140kg), de la nacelle (1m²), de l'équipement, des 2 passagers, de l'eau et de la nourriture, il reste une différence qui correspond au lest (sable + eau) qui peut être embarqué. Plus il y a de lest et plus les chances de gagner augmentent.
- La coupe existe de puis 1906 (sauf de 1914 à 1919, 1931, 1939 à 1982).
- L'édition 2019 engageait 20 équipages représentant 11 pays (3 maxi par pays). La victoire revient à l'équipage du ballon **Suisse-1** (Laurent Sciboz et Nicolas Tieche) qui a parcouru 1774,76 km en 3j 11h 18min 10sec. Seul l'équipage australien n'a pas été classé.

Le règlement de la compétition peut être consulté ici :

<https://www.ballooning.nu/index.php/pilots-corner/balloondocuments/andere-documenten/75-gb2015-coupe-aeronautique-gordon-bennett-rules-regulations-final/file>

Extrait :

CHAPITRE 4 INSTRUMENTS, ÉQUIPEMENT ET AUTRES

4.1 INSTRUMENTS DE VOL

Chaque ballon doit disposer d'au moins,

1 altimètre barométrique,

1 variomètre,

1 barographe ou autre enregistreur d'altitude,

1 radio VHF 720 canaux, radio minimum 5 watts + 1 radio de secours,

1 strobe avec luminosité minimale requise pour les aéronefs,

1 projecteur de lumière pour l'atterrissage de nuit,

1 GPS,

1 radeau de sauvetage ou une suite de survie sont prévus pour tout vol prévu au-dessus de grandes étendues d'eau,

1 transpondeur Mode S,

ANNEXE 5b

En outre, chaque ballon ELT sera équipé d'un S-ELT ou EPIRB numérique 406 MHz qui devrait contenir une balise de détresse analogique intégrée (121,5 MHz) et être enregistré auprès de Cospas-Sarsat.

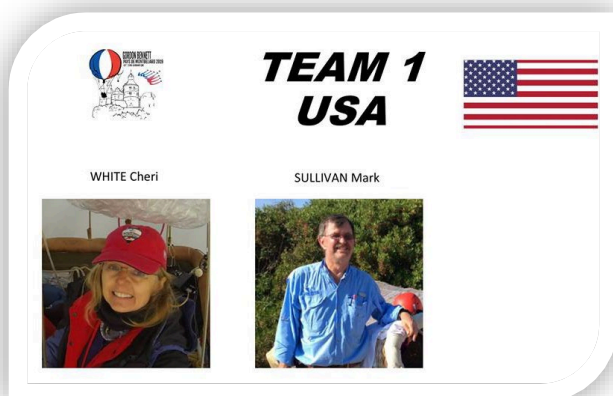
De plus, chaque ballon transportera un enregistreur GPS / dispositif de suivi fourni par l'organisateur. Les organisateurs publieront des informations sur les altitudes des ballons pendant le vol - si les enregistreurs GPS / dispositifs de suivi ne sont pas en mesure de transmettre en toute sécurité les informations d'altitude.

.../...

Chaque ballon doit porter un GPS de secours qui constitue un journal de suivi de sauvegarde en cas de défaillance du pisteur. Les transpondeurs doivent être allumés avant le lancement et le rester après.

Informations sur le ballon concerné

Il s'agit du ballon **USA-1 (N707-GH)** piloté par le tandem Cheri White et Mak Sullivan.



Cheri White : seule femme de cette édition. Record de participation féminine (12).

Mark Sullivan : second au classement des participations (23).

Un équipage très expérimenté qui se classe 14^{ème} cette année.

Le ballon **USA-1** a déjà participé à la GBC.

Le voici à l'extrême gauche sur la photo ci-dessous :



USA-1
en vol de nuit
2018

ANNEXE 6a

Eclairage de nuit

Comme nous l'avons vu plus haut, le ballon doit être obligatoirement équipé d'un « strobe » conforme à la réglementation aéronautique.

Il s'agit d'un feu clignotant (les témoins ont signalé le clignotement de certaines lumières).

La réglementation est assez complexe au regard des nombreux textes qui régissent la navigation aérienne et de leur évolution.

Le lien suivant (2012) concerne l'éclairage de nuit pour les vols en ballons libres :

https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/certification-docs-special-condition-SC-D-01-31HB_GB-External-and-Internal-Lights-for-Free-Balloon-Night-Flight-Issue-2.pdf

Ce texte est donné à titre d'exemple.

Extrait (traduit) :

.../...

Le système de feux anticollision répond aux critères suivants : blanche) lumière (s) avec une fréquence de flash effective d'au moins 40, mais pas plus de 140 cycles par minute (2). La lumière fournit une couverture horizontale de 360 ° et une couverture verticale d'au moins 60 ° au-dessus et au-dessous du plan horizontal (3) Le feu anticollision se trouve sur ou à proximité du ballon (voir AMC 31HB / GB.65 (b) (3)). (4) Le feu anticollision est au moins visible depuis une distance de 3,7 km (2 NM) la nuit, dans des conditions atmosphériques dégagées.

.../...

Strobe blanc

Nous pouvons résumer les choses en disant que sur le plan de l'éclairage, l'équipage du ballon doit disposer au minimum de :

- un feu anticollision clignotant (blanc),
- de feux de navigations,
- d'un éclairage de bord pour les instruments,
- d'un projecteur d'atterrissage,
- de lampes torches.

Certaines de ces lumières sont conçues pour être vues de loin et sur 360°. Certaines sont placées en-dessous de la nacelle. Certaines sont allumées épisodiquement.

De fait, il n'est aucunement surprenant que le témoignage évoque des lumières clignotantes, des lumières mobiles et même des faisceaux lumineux.

C'est plutôt leur absence qui serait troublante.

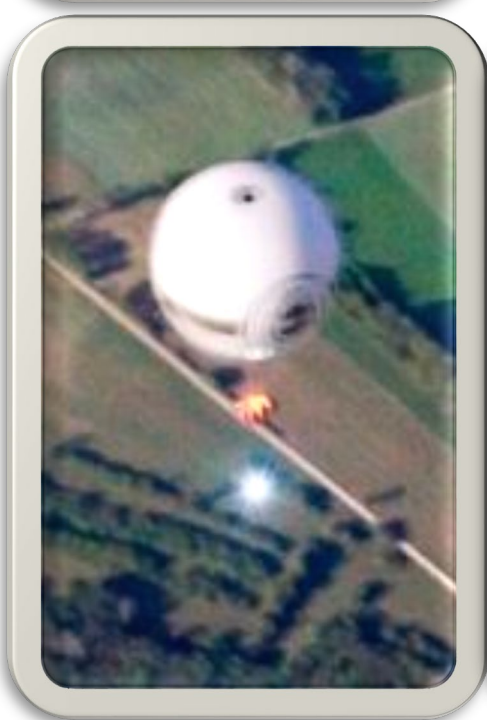
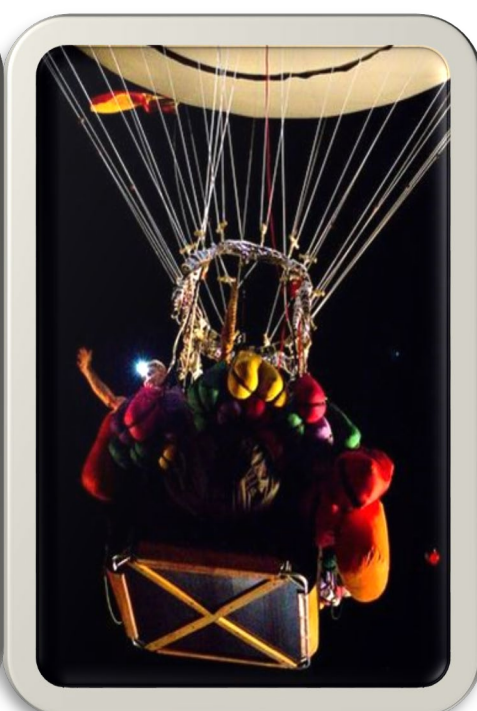
Ci-dessous et page suivante, quelques exemples d'images (peu nombreuses) donnant un petit aperçu de ces lumières, notamment le feu blanc anticollision (souvent placé en dessous), lampes torches, ...

Sources des images pour tout ce rapport :

- Captures Googlemaps et Géoportail.
- Captures partielles réalisées à partir d'images publiées sur les divers sites en liaison directe avec la FAI et la Gordon Bennett Cup.



ANNEXE 6b



ANNEXE 7

Situation astronomique



Au début de l'observation (~19h30HL) le soleil flirte avec l'horizon (4°) dans l'azimut 270° (ouest).

Note : ce paysage fictive correspond parfaitement avec le paysage réel au niveau de l'horizon apparent.



En fin d'observation (~19h30HL) le soleil est couché (-11°) mais le ciel est encore clair car le crépuscule nautique (-12°) n'est pas encore atteint (*encore moins le crépuscule astronomique de -18°*).

ANNEXE 8

Trajectoire du ballon enregistré par Flightradar24

The screenshot displays the Flightradar24 interface for flight N707GH. The left sidebar contains the following information:

- Flight ID:** N707GH (Private owner)
- Aircraft Photo:** Aircraft photo not available. Prompt: "If you have a photo and want it to appear on Flightradar24, upload it to jetphotos.com"
- Airport:** AUF AUXERRE (CEST (UTC +02:00))
- Actual Time:** 19:02
- Aircraft Type:** Ballonbau Wörner NL-STU/1000
- Registration:** N707GH
- Country of Registration:** USA
- Serial Number (MSN):** 1077
- Age (Jan 2001):** 18 years
- Recent Flights:** Section for recent flights.
- Current Status:** CALIBRATED ALTITUDE: 8,925 ft; VERTICAL SPEED: 0 fpm; GPS ALTITUDE: N/A; TRACK: 314°
- Speed & altitude graph:** Section for performance graphs.
- Ground Speed:** 0 kts; **True Airspeed:** N/A
- Indicated Airspeed:** N/A; **Mach:** N/A
- Wind:** N/A; **Temperature:** N/A

The main map shows the flight path of N707GH in a light blue color, starting from the bottom left and moving towards the top right. A red dot marks the current position of the balloon near Tanlay. A red line with a "No callsign" label points to this position. A yellow line indicates a loop in the northeast of Tanlay. The map includes various geographical features and other flight paths.

Text overlay: La trace en « bleu ciel » représente la trajectoire du ballon N707GH, autrement dit USA-1 entre 19h30 HL (en bas) et 21h HL (symbole rouge). La « boucle » effectuée dans le secteur nord-est de Tanlay et aux alentours de 20h HL est bien visible.

Playback controls: Sat, Sep 14, 2019, 19:04. Speed: 12x. Timeline from 15:00 to 19:00.