



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
ET DES INFRASTRUCTURES  
Département des transports

Administration des enquêtes techniques

## **RAPPORT FINAL**

# **Atterrissage dur par vent fort d'un ballon à air chaud, Llopis Balloons MA30, F-HMCL, à proximité de Limpach (Luxembourg), 22 Juillet 2013**

Date de publication: 01.02.2017

**ADMINISTRATION DES ENQUÊTES TECHNIQUES**

AVIATION CIVILE – CHEMINS DE FER – MARITIME – FLUVIAL





**Ministère du Développement durable et des Infrastructures**

**Département des transports**

**Administration des enquêtes techniques**

**Rapport N° AET-2017/AC-01**

**RAPPORT FINAL**

**Atterrissage dur par vent fort d'un ballon à air chaud,**

**Llopis Balloons MA30, F-HMCL,**

**à proximité de Limpach (Luxembourg),**

**22 Juillet 2013**

**Administration des Enquêtes Techniques (AET)**

B.P. 1388 L-1013 Luxembourg

Tél.: +352 247-84404

Fax: +352 247-94404

Email: [info@aet.etat.lu](mailto:info@aet.etat.lu)

Web : [www.mt.public.lu/transports/AET](http://www.mt.public.lu/transports/AET)

## **AVANT-PROPOS**

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, au Règlement (UE) No 996/2010 du Parlement Européen et du Conseil et à la Loi luxembourgeoise modifiée du 30 avril 2008 portant création de l'Administration des enquêtes techniques, la finalité d'une enquête de sécurité n'est pas la détermination des fautes ou des responsabilités.

L'unique objectif de l'enquête de sécurité et du rapport final est la prévention d'accidents et d'incidents.

Par conséquent, l'utilisation du présent rapport pour des raisons autres que la prévention d'accidents peut mener à des interprétations erronées.

## CONTENU

<i>Glossaire</i> .....	6
<i>Unités de mesure</i> .....	6
<i>Synopsis</i> .....	7
<b>1. Renseignements de base</b> .....	8
<b>1.1 Déroulement du vol</b> .....	8
<b>1.2 Tués et blessés</b> .....	10
<b>1.3 Dommages à l'aéronef</b> .....	10
<b>1.4 Autres dommages</b> .....	10
<b>1.5 Renseignements sur le personnel</b> .....	10
<b>1.5.1 Pilote</b> .....	10
<b>1.6 Renseignements sur l'aéronef</b> .....	11
<b>1.6.1 Système de dégonflement</b> .....	11
<b>1.6.2 Chargement</b> .....	11
<b>1.7 Conditions météorologiques</b> .....	11
<b>1.7.1 Coucher du soleil</b> .....	11
<b>1.7.2 Prévisions météorologiques « TAF » pour ELLX</b> .....	11
<b>1.7.3 Observations météorologiques « METAR » pour ELLX</b> .....	12
<b>1.7.4 Analyse météorologique de l'Administration de la navigation aérienne (ANA)</b> .....	13
<b>1.7.5 Données météorologiques consultées sur le site agricole français</b> .....	14
<b>1.7.6 Données météorologiques relevées par une station à Obercorn (L)</b> .....	14
<b>1.7.7 Conditions météorologiques lors de vols récents</b> .....	15
<b>1.8 Aides à la navigation</b> .....	15
<b>1.9 Télécommunications</b> .....	16
<b>1.10 Renseignements sur l'aérodrome</b> .....	16
<b>1.11 Enregistreurs de bord</b> .....	16
<b>1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact</b> .....	16
<b>1.13 Renseignements médicaux et pathologiques</b> .....	16
<b>1.14 Incendie</b> .....	16
<b>1.15 Questions relatives à la survie des occupants</b> .....	16
<b>1.16 Essais et recherches</b> .....	17
<b>1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion</b> .....	17
<b>1.18 Renseignements supplémentaires</b> .....	17
<b>1.18.1 Manuel de vol</b> .....	17
<b>1.18.1.1 Limites d'emploi – Conditions atmosphériques</b> .....	17
<b>1.18.1.2 Limites d'emploi – Equipement de sécurité</b> .....	17

<b>1.18.1.3 Procédures d'urgences - Atterrissage violent</b> .....	18
<b>1.18.2 Témoignages</b> .....	18
<b>1.18.3 Manœuvrabilité d'un ballon à air chaud</b> .....	18
<b>2. Analyse</b> .....	19
<b>2.1 Préparations de vol</b> .....	19
<b>2.2 Dégradation rapide des conditions météorologiques en vol</b> .....	19
<b>2.3 Atterrissage</b> .....	20
<b>2.4 Protection des occupants à l'atterrissage</b> .....	20
<b>3. Conclusions</b> .....	21
<b>4. Recommandations de sécurité</b> .....	21

## **Glossaire**

AET	Administration des enquêtes techniques, autorité luxembourgeoise d'enquêtes de sécurité
ANA	Administration de la navigation aérienne
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses (BEA) pour la Sécurité de l'Aviation civile, autorité française d'enquêtes de sécurité
CB	Cumulonimbus
ELLX	Code OACI pour l'aérodrome de Luxembourg
METAR	Meteorological Terminal Aviation Routine Weather Report, bulletin des conditions météorologiques
TAF	Terminal Aerodrome Forecast, bulletin des prévisions météorologiques
TCU	Towering Cumulus ou Cumulus Congestus, cumulus bourgeonnant
UTC	Temps universel coordonné; temps local en été : UTC +2
Z	p.ex. 1800z ; Heure zulu, temps universel coordonné

## **Unités de mesure**

Vitesses : 1 Kts (Nœuds) = 1,852 km/h = 0,514 m/s

1 km/h = 0,278 m/s = 0,540 Kts

1 m/s = 3,6 km/h = 1,944 Kts

*Note 1: Toutes les indications de temps sont en heure locale, sauf si c'est spécifié autrement.*

*Note 2: Le présent rapport de sécurité est basé principalement sur des renseignements et des données recueillis par la police luxembourgeoise dans le cadre d'une enquête judiciaire.*

### **Synopsis**

Le 22 juillet 2013, le pilote et trois passagers décollent vers 19h45 de Gorcy (F) pour un vol local non rémunéré en montgolfière. En cours de vol, les conditions météorologiques se dégradent et le vent s'intensifie. La montgolfière est poussée en direction du Luxembourg, où le pilote décide de se poser à proximité de la localité de Limpach (L). Lors de l'atterrissage vers 20h50, la nacelle heurte le sol à deux reprises avant de s'immobiliser environ 150 m plus loin.

Le pilote et deux passagers sont légèrement blessés, le troisième passager subit des blessures graves et décède le 4 septembre 2013 à l'hôpital.

Aucune recommandation de sécurité n'a été émise dans le cadre de l'enquête de sécurité.

## **1. Renseignements de base**

### **1.1 Déroulement du vol**

Le 22 juillet 2013, le pilote prévoit de faire un vol non rémunéré en montgolfière en fin d'après-midi. Il consulte une première fois vers 9h00 les bulletins météorologiques sur deux sites internet différents, un premier à vocation aéronautique et un deuxième dédié à l'expertise agricole. Ce deuxième site figure dans la rubrique « météo » du site web de la Fédération Française d'Aérostation.

Sur le site à vocation aéronautique, le pilote se procure les informations météorologiques émises pour l'aéroport de Luxembourg (code OACI « ELLX »), situé à environ 37 km au nord-est du site de décollage. Sur le site d'expertise agricole, le pilote prend les informations météorologiques portant sur le département de la Moselle (57). Au vu des prévisions météorologiques favorables, le pilote informe le vice-président du club aérostatique, qui est un des passagers prévu pour le vol du soir, que le vol pourra bien se faire.

Une prochaine consultation de la météo est faite vers 11h30 sur le site agricole uniquement. Les prévisions sont inchangées et toujours bonnes pour effectuer le vol en montgolfière. Vers 18h50, avant de prendre la route pour le site de décollage à Gorcy (F), le pilote refait un point météo sur les deux mêmes sites qu'il a consulté le matin. Sur le site aéronautique, il consulte aussi bien le bulletin dit « METAR » que celui appelé « TAF », tous deux émis pour l'aéroport de Luxembourg vers 14h00. D'après ses souvenirs, la météo annoncée est toujours bonne. Arrivé au site de décollage, le pilote fait une dernière consultation à partir de son smartphone sur le site agricole uniquement, sans changement annoncé. Il n'arrive pas à se connecter au site aéronautique.

Le pilote décolle vers 19h45 avec trois passagers à bord d'une montgolfière de type « Llopis Balloons MA30 » pour un vol local au départ de Gorcy (F)(point 1), situé à environ 6 kilomètres à l'ouest de Longwy (F). Lors du décollage, le ciel est clair et sans nuages et il y a un vent de faible vitesse. Aucune activité orageuse n'est visible aux alentours. La vue du ciel depuis le site de décollage est partiellement masquée par les collines voisines. Au vu de la direction du vent, le pilote prévoit de se poser dans la région de Mexy (F).

Après le décollage, le vent pousse la montgolfière en direction de Cosnes-et-Romain (F), puis Longwy (F). Peu après Longwy (F), en survolant la localité de Saint-Charles (F), le pilote entend un premier coup de tonnerre et constate une dégradation des conditions météorologiques sur Longuyon (F). Le pilote reçoit également un appel radio de la voiture de récupération, l'informant qu'une activité orageuse s'est formée au-dessus du Luxembourg. Alarmé, il décide de se poser et en informe ses passagers. Le pilote choisit un site près d'une ancienne usine dans la vallée de la Moulaine (F) (point 2) afin de rester à l'abri des vents. En s'approchant du sol, le ballon est pris dans une première rafale de vent qui le dirige vers un bois. Le pilote reprend de l'altitude pour sortir de la vallée.

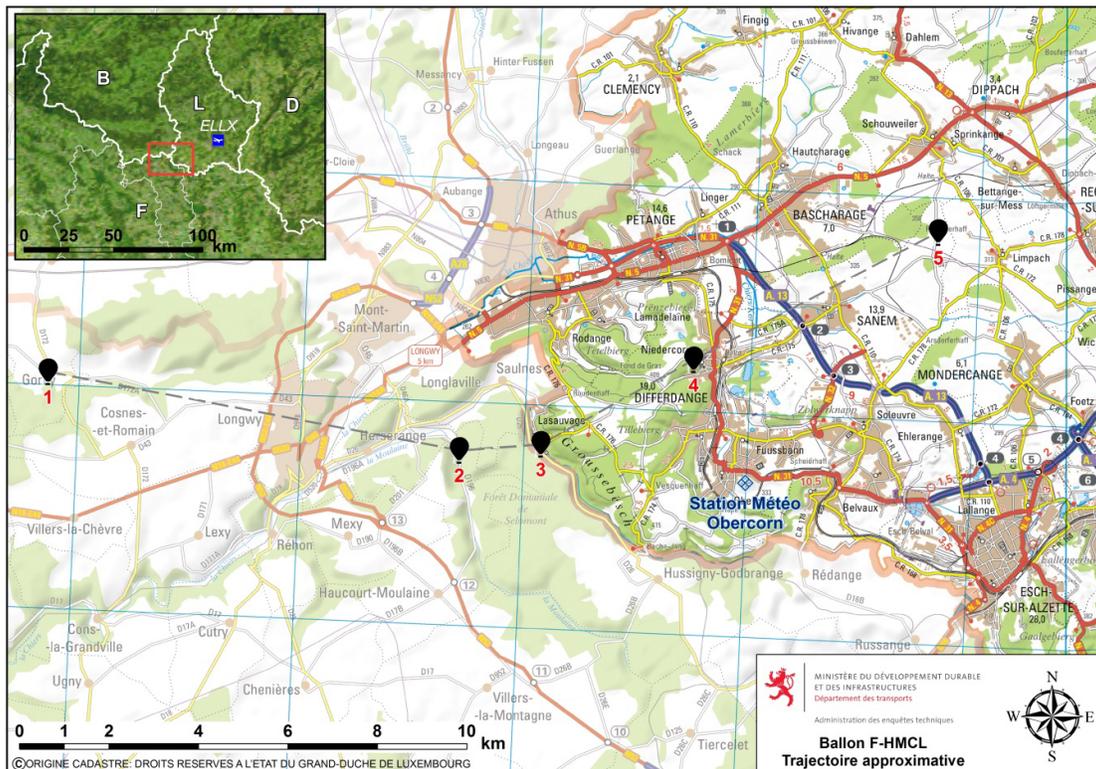
Exposé à un vent soutenu, le ballon se dirige en direction de Lasauvage (L) (point 3) situé sur le territoire du Luxembourg, en survolant du terrain boisé sans possibilité d'atterrir. Une deuxième tentative d'atterrissage dans les environs de Niedercorn (L) (point 4) est également interrompue, le ballon étant poussé en direction d'un bois lors de sa descente. Le ballon touche la cime des arbres avant de remonter.

Le ballon est toujours pris dans un vent de forte intensité qui le dirige vers Bascharage (L). Le pilote doit gagner en altitude pour éviter des lignes à haute tension sur sa trajectoire. Il estime que la vitesse du vent atteint les 50 km/h, avec des turbulences et cisaillements de vent qui font tantôt monter, tantôt descendre le ballon à des vitesses verticales de l'ordre de 7 à 9 m/s. En raison de l'intensité des rafales, le ballon perd momentanément sa forme habituelle et commence à vriller.

En approchant de Limpach (L), le pilote aperçoit sur sa trajectoire, derrière une ligne de haute-tension, un champ dégagé qu'il estime adapté pour se poser. Il entame sa descente avant le survol de la ligne de haute-tension à raison d'environ 2 m/s. A une cinquantaine de mètres après le passage de la ligne de haute-tension, le ballon atteint une hauteur de 15 à 20 m au-dessus du sol, lorsqu'il est soudainement pris dans un vent descendant. Le ballon perd rapidement de l'altitude et heurte violemment le sol. Le pilote essaye d'activer le système de dégonflement rapide appelé « parachute », mais il n'y arrive pas. A l'impact, la nacelle bascule et un premier passager se fait éjecter. Le pilote peut finalement activer le dégonflage rapide. La nacelle étant délestée par l'éjection d'un passager, le ballon rebondit et continue à avancer sous l'effet du vent sur l'enveloppe encore partiellement gonflée. Le ballon survole à faible altitude un chemin rural longé des deux côtés par des clôtures en fil de fer barbelé.

Après le passage du chemin rural, le ballon touche à nouveau le sol et un deuxième passager parvient à quitter la nacelle. La nacelle est encore trainée sur le sol avant de s'immobiliser (point 5) vers 20h50, à environ 150 m du premier impact. Dans la nacelle se trouvent encore le pilote et un passager qui est accroupi au fond de la nacelle. Le pilote s'aperçoit alors que le passager dans la nacelle a subi des blessures graves, notamment au crâne et au visage.

L'autorité judiciaire lance un enquête le jour de l'accident. Après notification de l'évènement à l'Administration des enquêtes techniques (AET), une enquête de sécurité, motivée par la blessure grave d'un passager lors de l'atterrissage du ballon à air chaud, est également ouverte.



Carte topographique – Trajectoire approximative de la montgolfière

## 1.2 Tués et blessés

<i>Blessures</i>	<i>Membres d'équipage</i>	<i>Passagers</i>	<i>Autres personnes</i>
Mortelles	0	0	0
Graves	0	1	0
Légères/Aucune	1	2	0

Le pilote ainsi que deux de ses passagers sont légèrement blessés (contusions, brûlures par frottement). Le troisième passager, âgé de 88 ans, est grièvement blessé lors de l'atterrissage. Il subit un polytraumatisme, notamment au crâne, au visage et à la cheville, et décède le 4 septembre 2013 à l'hôpital.

Il importe de noter que selon la réglementation en matière d'enquêtes de sécurité, une « *blessure mortelle* » est définie comme « *toute blessure que subit une personne au cours d'un accident et qui entraîne sa mort dans les trente jours qui suivent la date de cet accident* ». Le passager étant décédé au-delà de trente jours après l'accident, il est recensé en tant que blessé grave dans le tableau ci-avant.

## 1.3 Dommages à l'aéronef

Pas de dommages apparents à la nacelle et à l'enveloppe.

## 1.4 Autres dommages

Pas d'autres dommages.

## 1.5 Renseignements sur le personnel

### 1.5.1 Pilote

<b>PILOTE</b>	
<b>Age</b>	64
<b>Type de licence</b>	Ballon libre
<b>Type d'aérostat</b>	Air chaud
<b>Licence délivrée le</b>	30 novembre 2007
<b>Valable jusqu'au</b>	30 avril 2015
<b>Certificat médical</b>	Classe 2
<b>Valable jusqu'au</b>	31 mars 2015
<b>Temps de vol / ascensions</b>	
<b>Total</b>	48:00 h / 52
<b>Jour de l'évènement</b>	1:05 h / 1
<b>3 derniers jours</b>	3:20 h / 3
<b>30 derniers jours</b>	3:20 h / 3
<b>90 derniers jours</b>	6:50 h / 6

## 1.6 Renseignements sur l'aéronef

<b>AERONEF</b>	
<b>Constructeur</b>	Llopis Balloons
<b>Type</b>	MA30
<b>Volume</b>	3000 m <sup>3</sup>
<b>Immatriculation</b>	F-HMCL
<b>Classe F.A.I.</b>	AX-8
<b>Masse maximale</b>	950 kg
<b>Nombre de passagers</b>	6
<b>Temps de vol total</b>	67:10 h
<b>Certificat d'immatriculation délivré le</b>	27-juin-11
<b>Certificat de navigabilité délivré le</b>	20-juin-11
<b>Certificat d'examen de navigabilité Date d'expiration</b>	22-juin-14

### 1.6.1 Système de dégonflement

Le ballon dispose d'un système de dégonflement rapide appelé « parachute » qui permet de dégager rapidement l'orifice de dégonflement en tirant sur la corde de parachute, afin que l'air chaud puisse s'échapper de l'enveloppe.

### 1.6.2 Chargement

Le devis de masse permet d'estimer que la masse du ballon au décollage était proche de la masse maximale obtenue avec la courbe de charge compte-tenu des conditions de température et d'altitude.

## 1.7 Conditions météorologiques

### 1.7.1 Coucher du soleil

Heure du coucher du soleil en date du 22 juillet 2013 : 21h30

### 1.7.2 Prévisions météorologiques « TAF » pour ELLX

*TAF (2206/2312):*

*04004KT CAVOK PROB40 TEMPO 2308/2312 6000 SHRA SCT050TCU*

Décodage:

Validité du 22 du mois, de 6h UTC au 23 à 12h UTC, vent de 040° à 4 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, pas de nuages en dessous de 1500 m, pas de précipitations, probabilité de 40% d'avoir temporairement le 23 entre 08h et 12h UTC, visibilité de 6000 m, averse de pluie, Cumulus Congestus épars avec base à 5000 pieds.

*TAF (2212/2318):*

*08005KT CAVOK TEMPO 2218/2223 23015G25KT 7000 SHRA SCT045TCU BECMG 2223/2301*

*VRB03KT PROB40 TEMPO 2312/2318 7000 -SHRA SCT040TCU*

Décodage:

Validité du 22 du mois, de 12h UTC au 23 à 18h UTC, vent de 080° à 5 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, pas de nuages en dessous de 1500 m, pas de précipitations, temporairement le 22 entre 18h et 23h UTC, vent de 230°, vitesse 15 nœuds avec rafales à 25 nœuds, visibilité de 7000 m, averses de

pluie, Cumulus Congestus épars avec base à 4500 pieds, devenant du 22 à 23h UTC au 23 à 01h UTC, vent variable 3 nœuds, probabilité de 40% d'avoir temporairement le 23 entre 12h et 18h UTC, visibilité de 7000 m, faible averse de pluie, Cumulus Congestus épars avec base à 4000 pieds.

### 1.7.3 Observations météorologiques « METAR » pour ELLX

*METAR ELLX 221650Z VRB02KT 9999 FEW050TCU 31/13 Q1015 NOSIG*

Décodage :

METAR du 22 du mois à 16h50 UTC pour ELLX : Vent de direction variable, vitesse 2 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, quelques nuages de type Cumulus Congestus avec base à 5000 pieds, température 31 °C, point de rosée 13 °C, QNH 1015 hPa, pas de changement.

*METAR ELLX 221720Z 15002KT 9999 FEW050TCU 30/13 Q1015 NOSIG*

Décodage:

METAR du 22 du mois à 17h20 UTC pour ELLX : Vent de 150°, vitesse 2 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, quelques nuages de type Cumulus Congestus avec base à 5000 pieds, température 30 °C, point de rosée 13 °C, QNH 1015 hPa, pas de changement.

*METAR ELLX 221750Z 11002KT 9999 -SHRA FEW050TCU 29/17 Q1016 NOSIG*

Décodage:

METAR du 22 du mois à 17h50 UTC pour ELLX : Vent de 110°, vitesse 2 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, faible averse de pluie, quelques nuages de type Cumulus Congestus avec base à 5000 pieds, température 29 °C, point de rosée 17 °C, QNH 1016 hPa, pas de changement.

*METAR ELLX 221820Z 16014G39KT 130V210 9999 -TSRA FEW050CB 21/18 Q1016 RETS REGR NOSIG*

Décodage :

METAR du 22 du mois à 18h20 UTC pour ELLX : Vent de 160°, vitesse 14 nœuds avec rafales à 39 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, faible orage de pluie, quelques Cumulonimbus (CB) avec base à 5000 pieds, température 21 °C , point de rosée 18 °C, QNH 1016 hPa, orage récent, récente grêle, pas de changement.

*METAR ELLX 221850Z 15009KT 110V230 9999 FEW050CB 25/17 Q1016 RETS REGR TEMPO TSRA*

Décodage :

METAR du 22 du mois à 18h50 UTC pour ELLX : Vent de 150°, vitesse 9 nœuds, variant de 110° à 230°, visibilité de 10 km ou plus, quelques CB avec base à 5000 pieds, température 25 °C, point de rosée 17 °C, QNH 1016 hPa, orage récent, récente grêle, temporairement orage de pluie.

*METAR ELLX 221920Z 24012KT 200V290 9999 -TS SCT050CB BKN200 23/17 Q1017 TEMPO*

*18020G40KT 2000 TSGR BKN035CB*

Décodage :

METAR du 22 du mois à 19h20 UTC pour ELLX : Vent de 240°, vitesse 12 nœuds, variant de 200° à 290°, visibilité de 10 km ou plus, faible orage, CB épars avec base à 5000 pieds, nuages fragmentés avec base à 20000 pieds, température 23 °C , point de rosée 17 °C, QNH 1017 hPa, temporairement vent de 180°, vitesse 20 nœuds avec rafales à 40 nœuds, visibilité de 2000 mètres, orage de grêle, CB fragmentés avec base à 3500 pieds.

*METAR ELLX 221950Z 28014KT 1900 R24/P1500N +TSRA BR FEW010 BKN032CB 19/18 Q1018*

*TEMPO 18020G40KT 1000 TSGR BKN030CB*

Décodage :

METAR du 22 du mois à 19h50 UTC pour ELLX : Vent de 280°, vitesse 14 nœuds, visibilité de 1900 mètres, portée visuelle de piste supérieure à 1500 mètres et stable sur la piste 24, fort orage de pluie, brume, quelques nuages à 1000 pieds, CB fragmentés avec base à 3200 pieds, température

19 °C , point de rosée 18 °C, QNH 1018 hPa, temporairement vent de 180°, vitesse 20 nœuds avec rafales à 40 nœuds, visibilité de 1000 mètres, orage de grêle, CB fragmentés avec base à 3000 pieds.

#### **1.7.4 Analyse météorologique de l'Administration de la navigation aérienne (ANA)**

A la demande de l'AET, le service météorologique de l'Administration de la navigation aérienne (ANA) a fait une analyse de la situation météorologique du 22 juillet 2013, à partir de 18h00.

##### **Contexte synoptique général:**

*Masses d'air très chaudes et potentiellement instables avec advection d'air humide en provenance du sud-ouest de la France.*

##### **Analyse chronologique :**

*- A 18h00 aucune cellule orageuse n'est présente sur le territoire luxembourgeois. Des cellules de forte intensité sont observées aux environs de Reims ainsi que des cellules de moindre intensité sur les Ardennes belges.*

*- A partir de 19h00 les images RADAR montrent des cellules orageuses virulentes qui sont localisées 60 km au sud-ouest de la frontière franco-luxembourgeoise la vitesse de déplacement de ces cellules est lente, de l'ordre de 15-20 km/h, en direction du Luxembourg.*

*- Au vu des réflectivités observées par les images RADAR (Couleurs virant au rouge/rouge foncé) les cellules orageuses sont très actives accompagnées de fortes précipitations ainsi qu'une forte probabilité de chutes de grêle.*

*L'aéroport de Metz-Nancy-Lorraine observe des rafales atteignant les 31m/s = 111,6km/h, entre 20h00 et 21h00 Message SYNOP de 21H00.*

*- Vers 19h30 une cellule orageuse s'est formée au-dessus de Luxembourg-Ville avec des chutes de grêle observées à la station du Findel ainsi que des rafales atteignant un maximum de 83 km/h entre 19h57 et 20h06 et un cumul de précipitations de 29,4 l/m<sup>2</sup> sur 3 heures entre 19h45 et 22h45.*

*- Vers 20h00 une cellule orageuse de forte intensité échos RADAR (Rouge à Rouge foncé) se forme aux alentours de Noertzange et reste quasi-stationnaire (lent mouvement vers l'est). Ces orages sont également accompagnés d'une forte activité électrique +/-1000 impacts observés entre 19h30 et 22h00 sur le sud du Luxembourg.*

##### **Conclusion :**

*Compte tenu des images RADAR ainsi que des observations officielles, stations Luxembourg-Findel, Metz-Nancy-Lorraine ainsi que des observations satellites les cellules orageuses ont été d'une forte intensité.*

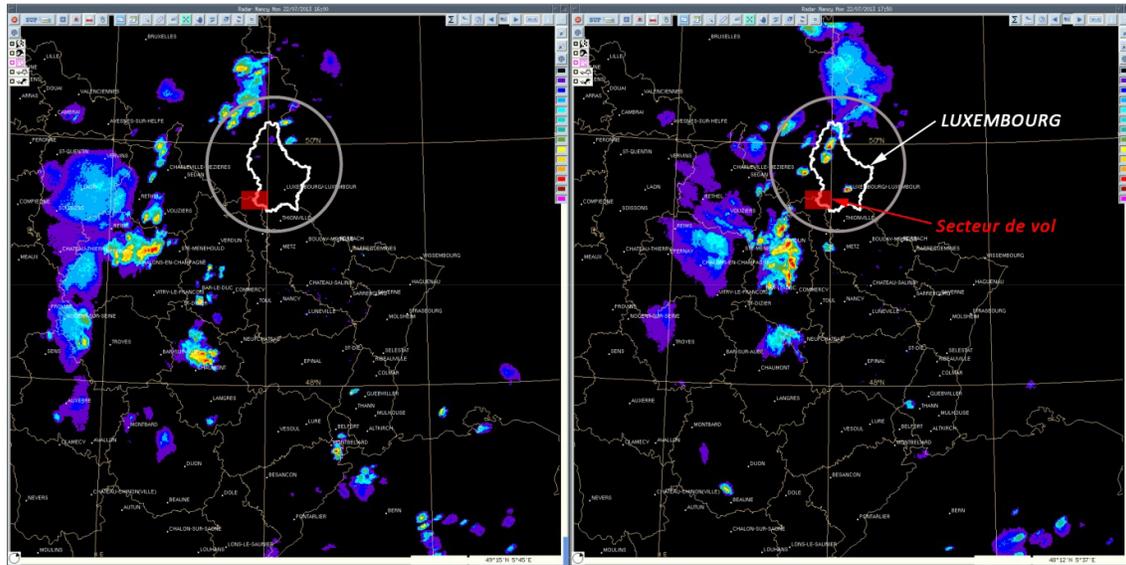
*Développement rapide des cellules orageuses.*

*Sommet des nuages cumulonimbus très hauts, atteignant les -60°C ce qui correspond à une altitude 12000m.*

*Rapide chute des températures de l'ordre de 10°C au passage des orages signe de fortes précipitations accompagné de fortes rafales. Findel affiche à 19h00 31°C à 20h20 21°C).*

*N.B. : toutes les données horaires en heure locale.*

*Les données de vent, température et précipitation sont issues de messages d'observation aéronautiques et climatologiques de type METAR et SYNOP.*



18h00

19h50

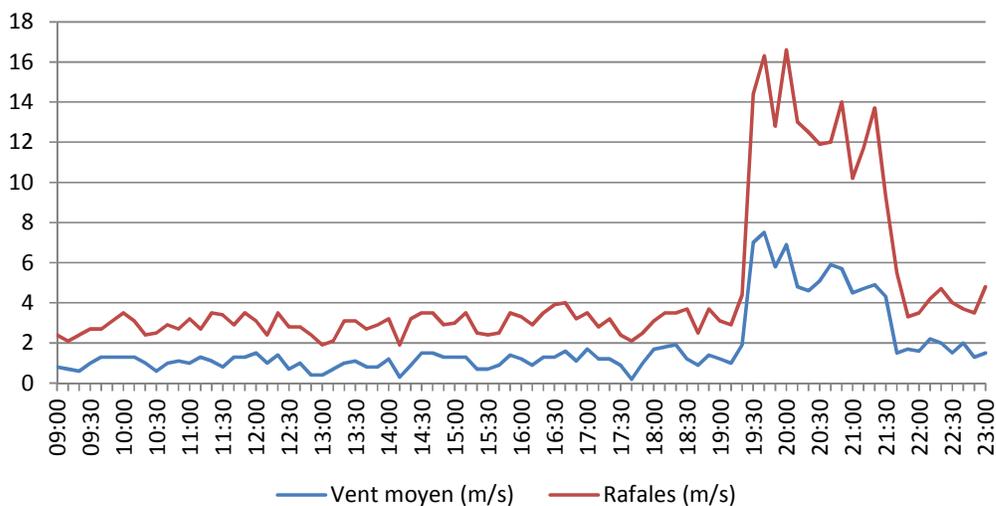
Images radar (Source : Administration de la navigation aérienne)

### 1.7.5 Données météorologiques consultées sur le site agricole français

La société responsable du site agricole français consulté par le pilote n'était pas en mesure de fournir les données météorologiques qui étaient disponibles lors des préparations de vol.

### 1.7.6 Données météorologiques relevées par une station à Obercorn (L)

Une station météorologique est située à Obercorn (L) à environ 16 km du site de décollage, à 3,5 km du point le plus proche de la trajectoire de la montgolfière et à 7 km du lieu de l'accident. Les paramètres du vent sont mesurés à une hauteur de 10 mètres et enregistrés à un intervalle de dix minutes.



(Source : Administration des services techniques de l'agriculture – service météorologie)

Le graphique montre que le vent moyen était faible pendant la majeure partie de la journée, avec des vitesses inférieures à 2 m/s et des rafales atteignant au maximum 4 m/s. Ce n'est que vers 19h20 que le vent s'est levé rapidement et a atteint, dans une période allant jusqu'à 21h40, des vitesses dépassant 7 m/s, avec des rafales atteignant au maximum 16 m/s.

### 1.7.7 Conditions météorologiques lors de vols récents

Le pilote a effectué deux vols les deux jours avant l'accident (les 20 et 21 juillet 2013). Chacun des deux vols décollait en fin d'après-midi et durait environ une heure. Les conditions météorologiques étaient favorables ces deux jours-là, avec un flux du Nord-Est envoyant des masses d'air chaud et sec. Les bulletins « TAF » émis pour l'aéroport de Luxembourg (ELLX) pour cette période étaient les suivants :

*ELLX TAF (1912/2018): 06013KT CAVOK BECMG 1918/1920 06008KT BECMG 2004/2006 06012KT*

Décodage:

*Validité du 19 de 12h UTC au 20 à 18h UTC, vent de 060° à 13 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, pas de nuages en dessous de 1500 m, pas de précipitations, devenant le 19 entre 18h et 20h UTC, vent de 060° à 8 nœuds, devenant le 20 entre 4h et 6h UTC, vent de 060° à 12 nœuds.*

*ELLX TAF (2012/2118): 06009KT CAVOK*

Décodage:

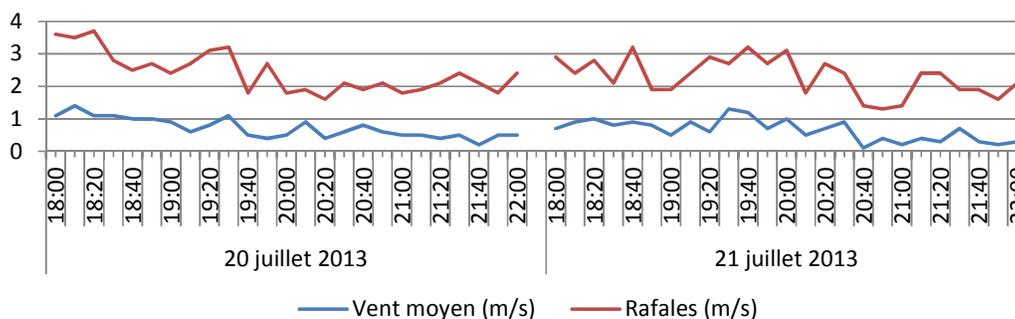
*Validité du 20 de 12h UTC au 21 à 18h UTC, vent de 060° à 9 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, pas de nuages en dessous de 1500 m, pas de précipitation.*

*ELLX TAF (2106/2212): 05011KT CAVOK BECMG 2111/2114 12008KT BECMG 2123/2202 04005KT*

Décodage:

*Validité du 21 de 6h UTC au 22 à 12h UTC, vent de 050° à 9 nœuds, visibilité de 10 km ou plus, pas de nuages en dessous de 1500 m, pas de précipitations, devenant le 21 entre 11h et 14h UTC, vent de 120° à 8 nœud, devenant le 21 de 23h au 22 à 2h UTC, vent de 040° à 5 nœuds.*

Les vitesses de vent moyen et des rafales relevées par la station météorologique située à Obercorn (L) sont représentées à titre indicatif sur le graphique ci-après.



(Source : Administration des services techniques de l'agriculture – service météorologie)

### 1.8 Aides à la navigation

Le pilote disposait d'une carte topographique sur laquelle il avait marqué toutes les informations nécessaires pour effectuer le vol en montgolfière.

## **1.9 Télécommunications**

Le ballon a évolué en espace aérien non contrôlé en France et au Luxembourg. Il n'y a pas eu de contact radio avec un service de contrôle du trafic aérien (non prévu en espace aérien non contrôlé) ou avec un service d'information de vol et d'alerte. Le pilote était par contre en contact radio avec la voiture de récupération qui le suivait pendant le vol.

## **1.10 Renseignements sur l'aérodrome**

Atterrissage hors-aérodrome, dans un champ en bordure d'une forêt.

## **1.11 Enregistreurs de bord**

Il n'y avait pas d'appareils à bord enregistrant des paramètres de vol ou des télécommunications. Ce type d'équipement n'est pas exigé à bord d'un aérostat par la réglementation en vigueur.

## **1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact**

La nacelle et l'enveloppe n'ont pas subies de dommages apparents. Le premier impact avec le sol était vraisemblablement le plus violent en vue de l'altitude de 15 à 20 mètres du sol lorsque la descente a été accélérée sous l'emprise d'un vent descendant.

## **1.13 Renseignements médicaux et pathologiques**

Le passager grièvement blessé, âgé de 88 ans, a subi un polytraumatisme lors de l'atterrissage. Ses blessures les plus graves constatées à l'hôpital sont un traumatisme crânien grave avec coma, une fracture des os propres du nez et une fracture de la cheville gauche. Il décède le 4 septembre 2013 à l'hôpital.

Le pilote et les deux autres passagers ont subi des blessures légères (contusions, brûlures par frottement), leurs certificats médicaux respectifs font état d'incapacités de travail allant de un à cinq jours. Ils n'ont pas été hospitalisés.

## **1.14 Incendie**

Pas d'incendie.

## **1.15 Questions relatives à la survie des occupants**

Bien que les matériaux utilisés pour la construction des nacelles (principalement osier) permettent d'amortir les chocs, cette capacité d'absorption demeure limitée et en cas d'atterrissage dur ou rapide, les forces d'impact transmises aux occupants peuvent être importantes. Le rebord de la nacelle est rembourré afin de réduire le risque de blessures en cas de contact.

Les quatre cylindres à gaz ont une housse de protection qui sert d'isolation thermique et diminue le risque de blessures lors d'un contact. Les poignées en métal des cylindres ne sont pas protégées et constituent ainsi un risque potentiel de blessure en cas d'impact.

Afin de réduire les risques de blessure à l'atterrissage, le manuel de vol préconise d'adopter une position du corps permettant, en conditions normales d'utilisation, d'amortir les chocs à l'impact en fléchissant légèrement les genoux et en se tenant aux poignées intérieures de la nacelle.

Un des passagers, âgé de 88 ans, a heurté violemment sa tête lors de l'atterrissage. Il a subi des blessures graves avec coma. Selon les dires d'un autre passager, sa position peu avant l'atterrissage était légèrement abaissée et son torse dépassait le bord de la nacelle.



Nacelle basculée sur le côté après l'accident (Source : Police Judiciaire/Police Technique)

## 1.16 Essais et recherches

Sans objet

## 1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Le ballon est exploité par un club aérostatique de forme juridique type « Association loi 1901 », déclaré à la sous-préfecture de Briey en 1995.

## 1.18 Renseignements supplémentaires

### 1.18.1 Manuel de vol

#### 1.18.1.1 Limites d'emploi – Conditions atmosphériques

Le paragraphe 2.2 – « Conditions atmosphériques », indique les limites d'emploi suivantes :

<p>Vitesse du vent au sol inférieure à 15 Kts soit 7,5 m/s. Turbulence thermique nulle ou faible. Absence de formation orageuse.</p>
--

#### 1.18.1.2 Limites d'emploi – Equipement de sécurité

Au paragraphe 2.3 – « Equipement de sécurité », le manuel de vol recommande le port d'un casque à tout moment si le pilote le juge nécessaire. Le manuel de vol stipule par ailleurs que le port du casque « est conseillé pour tout décollage ou atterrissage avec un vent de plus de 8,75 nœuds (4,5 m/s). Il est vivement recommandé pour des vols de basse altitude comprenant des décollages et des atterrissages par vent fort ou instabilité marquée. »

Il est à noter que des casques ne faisaient pas partie de l'équipement de sécurité de la montgolfière, ce qui laisse à penser qu'en règle générale, le port d'un casque n'était pas d'usage.

### 1.18.1.3 Procédures d'urgences - Atterrissage violent

Le paragraphe 3.8 – « *Atterrissage violent* » précise les instructions que le pilote est censé donner aux passagers :

- *Se tourner dans la direction de la trajectoire du ballon.*
- *Se tenir fermement aux poignées intérieures de la nacelle et jamais aux suspentes, ni aux tuyaux et ni au rebord de la nacelle.*
- *Plier légèrement les genoux, pour amortir le choc.*
- *Observer la progression de l'atterrissage.*
- *Ne pas quitter la nacelle sans y avoir été invité par le pilote.*

Il y est aussi prévu de « *fermer les circuits d'alimentation et ouvrir la soupape à 3 ou 4 mètres du sol, en la maintenant fermement pour obtenir un dégonflement rapide* ».

En fin de paragraphe, on trouve la remarque suivante :

*Par vent violent, la soupape de dégonflement doit être tirée et gardée ouverte pour minimiser l'effet de voile sur l'enveloppe et arrêter le ballon le plus rapidement possible. Cela minimisera également les possibilités de rebonds avant l'atterrissage final.*

### 1.18.2 Témoignages

Lors d'une audition, le pilote a confirmé qu'il a bien consulté vers 18h50 les bulletins « METAR » et « TAF » de 14h00 émis pour l'aéroport du Luxembourg. Cependant, il ne se souvient pas du fait que le bulletin « TAF » de l'après-midi prévoyait temporairement, pour la période entre 20h00 et 23h00, des vents à 15 nœuds avec des rafales à 25 nœuds, des averses de pluie, ainsi que des nuages du type « cumulus bourgeonnant (TCU) ».

Selon les dires du pilote, les instructions de sécurité pour l'atterrissage ont été données aux passagers en première partie de vol. Un passager s'est souvenu avoir reçu des instructions pour l'atterrissage, mais il ne se rappelle plus quand cela a eu lieu.

### 1.18.3 Manœuvrabilité d'un ballon à air chaud

Un ballon à air chaud en vol évolue au gré du vent. Il se trouve dans une masse d'air et se déplace avec la vitesse et la direction de celle-ci. La vitesse du ballon par rapport au sol est celle du vent, tandis qu'elle est quasiment nulle par rapport à la masse d'air. Les passagers ne ressentent un vent que lorsqu'il y a une différence de vitesse ou de direction entre le ballon et la masse d'air (p.ex. lors de rafales, déplacement verticale rapide), et ce jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit atteint.

En règle générale, la direction du vent varie en fonction de l'altitude. La direction de vol d'une montgolfière peut ainsi être influencée par un changement d'altitude. Des phénomènes orographiques liés au relief peuvent également influencer la trajectoire d'un ballon.

Les changements d'altitude se font généralement en modifiant la température à l'intérieur de l'enveloppe. L'action sur le brûleur aura pour effet d'augmenter la température et de faire monter le ballon. Une descente peut être obtenue en espaçant l'actionnement du brûleur et en laissant ainsi refroidir l'enveloppe. Une action sur le « parachute » peut également arrêter une montée ou entamer une descente.

Il en résulte que la manœuvrabilité d'un ballon à air chaud, tant sur le plan horizontal que vertical, est limitée. Un ballon plus chargé (donc plus chaud) est moins réactif qu'un ballon léger pour les changements d'altitude.

## **2. Analyse**

### **2.1 Préparations de vol**

En vue d'un vol en montgolfière prévu pour le soir, le pilote a consulté dès le matin vers 9h00 et par la suite à plusieurs reprises les observations et prévisions météorologiques, tant aéronautiques que généralistes. Lors du premier point météo du matin, les prévisions météorologiques étaient favorables pour le vol et le pilote informait un des passagers que le vol pourrait bien avoir lieu. Il semble que la décision de départ ait été prise à ce moment par le pilote.

En cours de journée, le pilote a de nouveau consulté les conditions météorologiques vers 11h30, 18h50 et par smartphone au parc d'envol peu avant le départ. Il semble cependant que les informations dont il a pris connaissance n'ont pas mis en cause sa décision d'entreprendre le vol. Or, le bulletin prévisionnel « TAF » de l'après-midi, émis pour l'aéroport du Luxembourg (ELLX) vers 14h00, fait mention de conditions potentiellement instables pour la soirée. Y sont notamment indiqués des vents à 15 nœuds avec des rafales à 25 nœuds, de la pluie, ainsi que des nuages du type « cumulus bourgeonnant (TCU) ». Si le pilote a bien consulté le bulletin « TAF » en question, les prévisions défavorables pour le soir semblent ne pas avoir retenues son attention, ce qui pourrait indiquer un biais cognitif dit « de confirmation ». Celui-ci se caractérise par le fait que des nouvelles informations qui confirment un plan d'action pris en amont sont favorisées au détriment de celles qui l'infirment. Les conditions météorologiques sur le site d'envol étaient en outre similaires à celles rencontrées lors des deux vols entrepris les deux jours précédents en fin d'après-midi, ce qui a pu influencer favorablement le pilote dans sa décision de départ.

En fin de compte, la seule information consultée lors de la préparation de vol, qui aurait pu remettre en cause la décision de départ du pilote, était le bulletin « TAF » de l'après-midi qui prévoyait une dégradation de la météo pour le soir. Or, il semble que les éléments favorables à un vol prévalaient.

### **2.2 Dégradation rapide des conditions météorologiques en vol**

Les images radar de 18h00 (paragraphe 1.7.4) montrent une activité orageuse au nord du site de décollage sur les Ardennes belges, et au sud-ouest aux environs de Reims (F). Les conditions météorologiques sur le site même ne présentaient pas encore de signes précurseurs d'une détérioration de la météo. Le pilote n'avait vraisemblablement pas connaissance des conditions météorologiques environnantes lorsqu'il a décidé de décoller. Ce jour-là, des masses d'air très chaudes et potentiellement instables ont conduit au développement rapide de cellules orageuses dans le secteur de vol du ballon. Influencé par le beau temps qu'il faisait lors des préparations de vol, le pilote ne semble pas avoir eu conscience de la rapidité avec laquelle la météo a pu se dégrader. La vue limitée offerte depuis le site de décollage situé en vallée a pu retarder l'occasion de détecter la dégradation. Enfin la progression du ballon vers l'est exigeait du pilote qu'il regarde davantage dans cette direction.

En cours du vol, après le passage de Saint-Charles (F) quand un coup de tonnerre a indiqué la présence d'une activité orageuse à proximité, le pilote a pris la décision d'interrompre le vol et d'atterrir. Or, l'absence d'un site d'atterrissage adéquat sur sa trajectoire a fait que le ballon était pris par la suite dans un vent de forte intensité, qui l'a poussé sur le territoire luxembourgeois. Dans un premier temps, le terrain survolé était composé principalement de forêt et d'agglomérations et la présence de lignes à haute-tension sur la trajectoire ne donnait pas d'opportunité de se poser. Le pilote a dû se contenter de garder le ballon sous contrôle dans des conditions atmosphériques difficiles et en dehors des limites d'emploi de la montgolfière, tout en cherchant un site d'atterrissage adapté.

Dès qu'un site d'atterrissage adapté s'est présenté, le pilote a entamé une descente pour finalement se poser dans un champ en bordure d'un bois à proximité de Limpach (L).

### **2.3 Atterrissage**

Au vu des conditions météorologiques rencontrées, l'atterrissage présentait un risque plus élevé que lors de conditions de vol normales. La vitesse du vent à l'atterrissage est le paramètre primordial pour un ballon puisqu'il se déplace dans une masse d'air avec la vitesse de celle-ci. Lors de l'atterrissage, la nacelle est freinée par le contact au sol alors que l'enveloppe se déplace toujours sous l'emprise du vent. La nacelle risque ainsi de basculer et d'être trainée sur le sol.

Afin de mitiger les risques lors d'un atterrissage violent, le manuel de vol préconise de « *fermer les circuits d'alimentation et ouvrir la soupape à 3 ou 4 mètres du sol, en la maintenant fermement pour obtenir un dégonflement rapide* ». Pour minimiser l'effet de voile sur l'enveloppe ainsi que les possibilités de rebond avant l'atterrissage final et arrêter le ballon au plus vite, le manuel de vol prévoit de tirer la soupape de dégonflement et de la garder ouverte.

A une vingtaine de mètres du sol, quand le ballon a soudainement été exposé à un vent rabattant qui accélérât la descente, le pilote n'a pas réussi à tirer la soupape de dégonflement avant de toucher le sol. Ce n'est que lors du premier impact avec le sol que le pilote a finalement pu ouvrir la soupape pour dégonfler l'enveloppe. Or, le délestage de la nacelle après l'expulsion d'un passager au premier impact et l'emprise du vent sur l'enveloppe encore partiellement gonflée, ont fait rebondir et avancer le ballon. La distance parcourue entre le premier toucher de la nacelle et l'arrêt complet du ballon était d'environ 150 m.

### **2.4 Protection des occupants à l'atterrissage**

Lors d'un atterrissage violent, la capacité de la nacelle d'un ballon à absorber l'énergie à l'impact est limitée. Les forces subies par les occupants de la nacelle au toucher peuvent dès lors être importantes. L'adoption d'une position d'atterrissage adaptée permet aux occupants d'amortir, jusqu'à un certain niveau, le choc au toucher par un fléchissement léger des genoux et en se tenant aux poignées intérieures.

Le manuel de vol conseille par ailleurs le port d'un casque pour tout décollage et tout atterrissage avec des vitesses de vent dépassant 8,75 nœuds et le recommande vivement « *pour des vols de basse altitude comprenant des décollages et des atterrissages par vent fort ou instabilité marquée* ». Le port d'un casque peut réduire le risque de blessures à la tête en cas d'impact. Or, le fait qu'aucun casque n'a été trouvé sur le site d'atterrissage indique que l'utilisation de casques n'était pas d'usage.

### **3. Conclusions**

Le pilote a décidé d'effectuer un vol en ballon à air chaud alors que les prévisions météorologiques aéronautiques consultées l'après-midi prévoient une dégradation des conditions météorologiques et un renforcement du vent pour le soir.

Dans cet évènement, la prise de décision de départ est susceptible d'avoir été influencée par plusieurs facteurs :

- Des prévisions météorologiques du matin favorables à un vol en montgolfière sont à l'origine de la prise de décision initiale de départ du pilote ;
- Un éventuel biais de confirmation lors de la consultation du bulletin « TAF » de l'après-midi, où le pilote semble avoir privilégié les informations qui ont confirmé la décision de départ, en écartant celles qui étaient défavorables à un vol (dégradation des conditions météorologiques pour le soir);
- Des conditions météorologiques favorables lors des préparations et au départ du vol (ciel bleu et vent faible) ne donnaient pas lieu à une remise en cause de la décision de départ ;
- Deux vols effectués les deux jours précédents, qui se sont faits dans des conditions météorologiques similaires à celles au décollage le jour de l'accident, ont pu influencer favorablement le pilote dans sa prise de décision de départ.

L'absence d'un site d'atterrissage adéquat après les premiers signes d'activité orageuse dans le secteur et la dégradation rapide des conditions météorologiques par la suite, ont mis le pilote dans une situation où l'atterrissage a dû se faire par vent fort. Le contact au sol étant fonction de la vitesse du vent, un atterrissage difficile était à prévoir dans ces conditions.

L'accélération verticale soudaine causée par un vent rabattant peu avant l'atterrissage a empêché le pilote d'activer la soupape de dégonflement, ce qui a contribué au rebond à l'atterrissage et a retardé l'arrêt complet du ballon.

Les forces d'impact au toucher avec le sol et l'incapacité d'un passager à appliquer et à maintenir une position d'atterrissage adaptée sont à l'origine de blessures graves. Dans ce contexte, il y a lieu de renvoyer vers deux rapports d'enquêtes du BEA sur des accidents de montgolfières, qui traitent le sujet des consignes de sécurité et de l'aptitude des passagers à adopter la position de sécurité. Les deux rapports, dont un contient une recommandation de sécurité adressée à l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AESA), peuvent être consultés sous les liens suivants :

- <https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2011/cs-s110702/pdf/cs-s110702.pdf>
- <https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2012/f-jh120819/pdf/f-jh120819.pdf>

### **4. Recommandations de sécurité**

Aucune recommandation de sécurité n'a été émise dans le cadre de l'enquête de sécurité.