

# Bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État

## Rapport d'enquête de sécurité



S-2019-09-A

Date de l'évènement	2 août 2019
Lieu	Générac (Gard)
Type d'appareil	Conair Turbo Firecat « Tracker »
Organisme	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises

## AVERTISSEMENT

### UTILISATION DU RAPPORT

L'unique objectif de l'enquête de sécurité est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités. L'établissement des causes n'implique pas la détermination d'une responsabilité administrative civile ou pénale. Dès lors, toute utilisation totale ou partielle du présent rapport à d'autres fins que son but de sécurité est contraire à l'esprit des lois et des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

### COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'identification et l'analyse des causes de l'évènement font l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues.

Le BEA-É formule ses recommandations de sécurité dans le quatrième et dernier chapitre.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure légale française.

---

## CRÉDITS

	Sécurité civile	Page de garde
Figures 1 et 2	<i>Google Maps</i> et BEA-É	8 et 9
Figure 3	Gendarmerie nationale et BEA-É	13
Figure 4	BEA-É	14
Figure 5	Gendarmerie nationale et BEA-É	14
Figure 6	<i>Google Earth</i> et BEA-É	15
Figures 7 à 9	BEA-É	15 et 16
Figure 10	<i>Google Earth</i> et BEA-É	19
Figure 11	SDIS 30 et BEA-É	20
Figures 12 à 14	SDIS 30 et BEA-É	22 et 23
Figure 15	<i>Google Earth</i> et BEA-É	24
Figure 16	BEA-É	28

## TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE .....	4
SYNOPSIS.....	5
1. Renseignements de base .....	7
1.1. Déroulement du vol.....	7
1.2. Dommages corporels.....	10
1.3. Dommages à l'aéronef .....	10
1.4. Autres dommages .....	10
1.5. Renseignements sur l'équipage.....	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef .....	11
1.7. Conditions météorologiques .....	12
1.8. Aides à la navigation .....	12
1.9. Télécommunications .....	12
1.10. Renseignements sur l'aéroport .....	12
1.11. Enregistreurs de bord.....	13
1.12. Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'accident.....	13
1.13. Renseignements médicaux sur le pilote commandant de bord .....	16
1.14. Incendie.....	16
1.15. Questions relatives à l'organisation des secours.....	17
1.16. Essais et recherches .....	17
1.17. Renseignements sur les organismes.....	17
1.18. Renseignements supplémentaires .....	18
2. Analyse.....	19
2.1. Résultats des expertises .....	19
2.2. Séquence de l'évènement.....	24
2.3. Recherche des causes de l'évènement.....	25
3. Conclusion .....	35
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement .....	35
3.2. Causes de l'évènement .....	35
4. Recommandations de sécurité .....	37
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement .....	37
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement .....	39
ANNEXES.....	41

## GLOSSAIRE

BSC	Base de la sécurité civile
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour le sécurité de l'aviation civile
CEREN	Centre d'essais et de recherche de l'Entente pour la forêt méditerranéenne de Valabre
CPO	Consignes permanentes d'opérations
COS	Commandant des opérations de secours
COZ	Centre opérationnel de zone
CRM	<i>Crew resource management</i> , travail en équipage
CVR	<i>Cockpit voice recorder</i> , enregistreur de voix de l'équipage
DGA EP	Direction générale de l'armement - Essais propulseurs
DGA EV	Direction générale de l'armement - Essais en vol
DGA TA	Direction générale de l'armement - Techniques aéronautiques
DGSCGC	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
EMIZ	État-major interministériel de zone
ft	<i>Feet</i> , pieds (1 pied vaut environ 0,30 m)
FM	Modulation de fréquence
GAAR	Guet aérien armé
GASC	Groupement d'avions de la sécurité civile
km	Kilomètre
kt	<i>Knot</i> , nœud (1 kt vaut environ 1 852 mètres par heure)
lb	<i>Pound</i> , livre (1 lb vaut environ 0,45 kg)
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
SERA	<i>Single engine rudder assist</i> , compensateur de direction assistée
tr/min	Tours par minute
VHF	<i>Very high frequency</i> , très haute fréquence

## SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 2 août 2019 à 17h18

Lieu de l'évènement : Générac (Gard)

Organisme : direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC)

Unité : groupement d'avions de la sécurité civile (GASC)

Aéronef : Conair Turbo Firecat « Tracker » n° 22 F-ZBAA

Nature du vol : lutte contre les feux de forêt

Nombre de personnes à bord : 1

### Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le vendredi 2 août 2019, un Tracker décolle seul de Nîmes-Garons pour lutter contre un feu de forêt sur la commune de Générac situé à environ 5 kilomètres de l'aéroport. Lors du tour de reconnaissance au-dessus de la zone à traiter, alors que l'avion est en descente, son inclinaison augmente brusquement. Revenu les ailes à l'horizontale, il percute des cimes d'arbres au sommet d'une colline et s'écrase en contre-bas. Le pilote décède. L'avion est détruit.

### Composition du groupe d'enquête de sécurité

- un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État (BEA-É) ;
- un enquêteur de première information ;
- un expert pilote ayant une expertise sur « Tracker » ;
- un expert technicien de la DGSCGC ayant une expertise sur « Tracker » ;
- un expert médecin breveté supérieur de médecine aéronautique.

### Autres experts consultés

- direction générale de l'armement - Essais propulseurs (DGA EP) ;
- direction générale de l'armement - Techniques aéronautiques (DGA TA) ;
- direction générale de l'armement - Essais en vol (DGA EV) ;
- Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) ;
- office national des forêts (ONF) ;
- Météo-France ;
- Centre d'essais et de recherche de l'Entente pour la forêt méditerranéenne de Valabre (CEREN).

PAS DE TEXTE

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Type de vol : CAG VFR<sup>1</sup>

Type de mission : lutte contre les feux de forêt

Dernier point de départ : base de la sécurité civile (BSC) de Nîmes-Garons (Gard)

Heure de départ : 16h48

Point d'atterrissage prévu : BSC

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Contexte de la mission

À la demande de l'état-major interministériel de zone (EMIZ), les équipages du GASC assurent une alerte sur la base de Nîmes-Garons, ainsi que sur plusieurs autres aéroports de la zone sud durant la période estivale. Le pilote est déployé à Solenzara (Corse) du 24 au 31 juillet 2019. Dès son retour à Nîmes le 1<sup>er</sup> août, il assure l'alerte à 30 minutes<sup>2</sup> du début d'après-midi jusqu'à 21h30 environ. Le vendredi 2 août, il est également d'alerte à 30 minutes. Faute d'équipier disponible, il est prévu qu'il vole en avion isolé.

##### 1.1.2.2. Préparation du vol

Le pilote arrive sur la base à 8 heures. Il prépare son avion et suit un briefing succinct sur les conditions météorologiques et le niveau de risque d'incendie du jour. Il gère des affaires personnelles durant la matinée puis va déjeuner vers 11 heures.

En début d'après-midi, plusieurs incendies se déclarent au sud de Nîmes. Ils sont virulents et nécessitent l'intervention des moyens aériens de la sécurité civile. Vers 15 heures, le pilote décolle avec le Tracker 07, sans équipier, comme planifié.

##### 1.1.2.3. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement

Les incendies sont proches les uns des autres. La gestion des manœuvres de largage par le chef des secours au sol est complexe. Pour coordonner l'activité des avions bombardiers d'eau entre eux et avec le chef des secours au sol, un pilote coordinateur du GASC décolle à bord d'un Beech 200 et orbite au-dessus du feu de Générac. À la demande du chef des secours, le coordinateur fait travailler une noria de Canadair sur le flanc droit de ce feu tandis que le Tracker 07 effectue plusieurs largages de retardant<sup>3</sup> sur le milieu du flanc gauche, où l'incendie devient virulent et menace des habitations à court terme. Après environ 40 minutes de lutte contre le feu de forêt, le Tracker 07 rencontre un problème technique (fuite de retardant depuis la soute). Le pilote effectue donc un dernier largage et revient au parking de la base pour changer d'avion.

Le nouvel avion qui lui est dédié, le Tracker 22, est revenu du vol précédent avec une panne de radio. Il n'est donc pas immédiatement disponible. Le pilote se rend au bureau des opérations pour attendre la fin du dépannage.

Vers 16h35, le bureau des opérations, sur les ordres du centre opérationnel de zone<sup>4</sup> (COZ), déclenche une nouvelle mission vers le feu de Générac pour le dernier avion bombardier d'eau disponible au GASC, le Tracker 22 dépanné.

---

<sup>1</sup> CAG VFR : circulation aérienne générale, *visual flight rules* (règles de vol à vue).

<sup>2</sup> Sur la demande de l'EMIZ, le GASC doit fournir un certain nombre d'avions aptes à décoller en moins de trente minutes pour une mission opérationnelle.

<sup>3</sup> Le retardant est un mélange chimique d'eau et de sel ignifugeant qui résiste à de hautes températures. Ce mélange, prévu pour être largué au sol en amont du front de flammes, ralentit la dégradation thermique de la matière, notamment celle de la cellulose des végétaux. Ainsi, il permet de freiner la propagation des flammes.

<sup>4</sup> Le COZ est le centre opérationnel de l'état-major interministériel de zone.



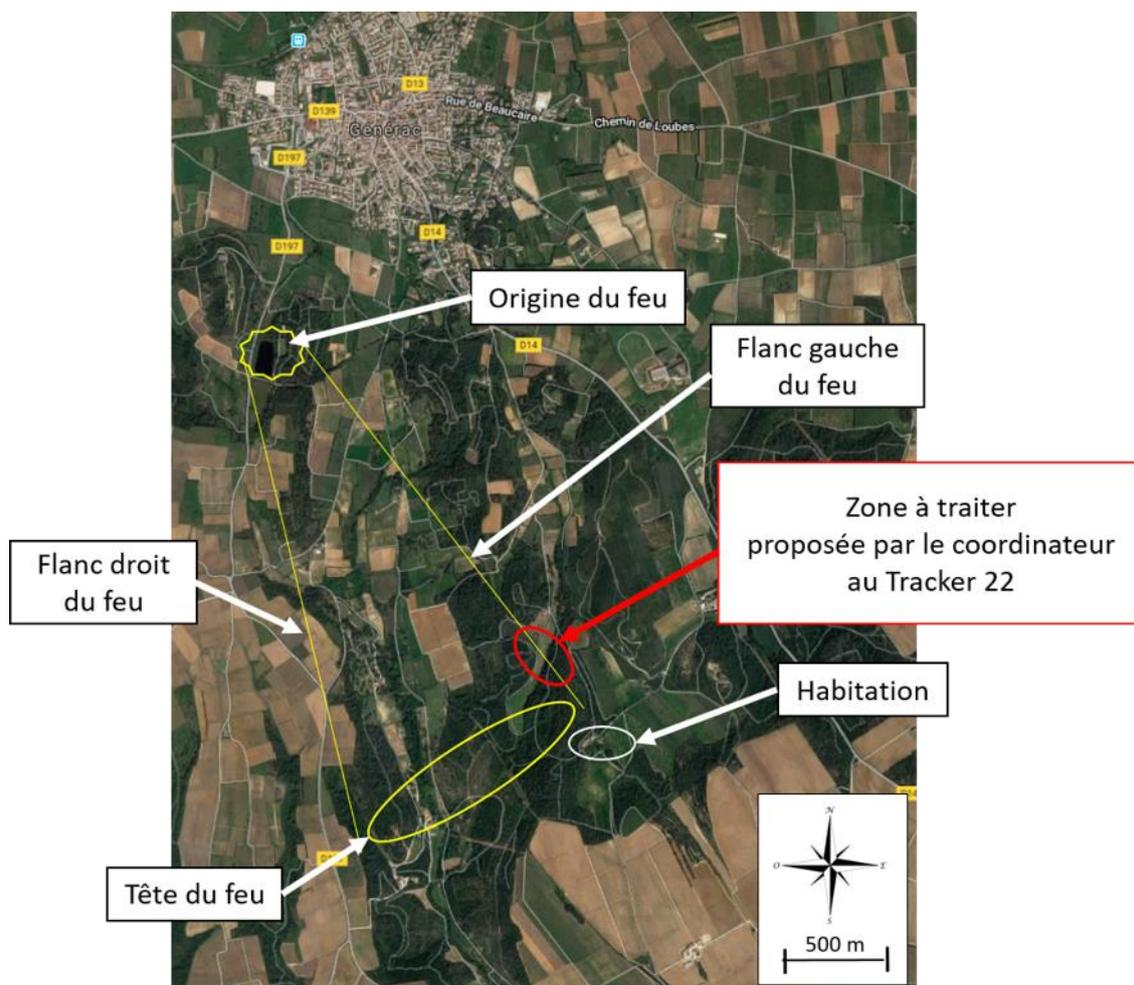


Figure 2 : représentation schématique de l'incendie de Générac au moment de l'évènement

#### 1.1.2.4. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Le pilote effectue une reconnaissance de la zone, en virage à gauche, pour prévoir sa stratégie de largage. En constatant l'importance du feu, il annonce au coordinateur que « ça chaudronne<sup>6</sup> ». Il explique que son action ne sera pas efficace sur ce feu trop violent et qu'il serait préférable de déposer une bande de retardant à proximité d'une habitation, en amont de la tête du feu, pour la protéger de l'arrivée prochaine des flammes. À ce moment, en direction de cette habitation et légèrement devant la tête du feu, l'avion passe à proximité du panache de fumée de l'incendie. En virage incliné à gauche et légèrement en descente, l'inclinaison augmente subitement. L'avion perd de l'altitude face à une colline. Le pilote remet les ailes à plat. Toujours en légère descente, l'avion accroche la cime de plusieurs arbres. Il est déstabilisé et touche le sol à plat quelques mètres plus loin. L'aile droite est en partie arrachée. Le reste de l'avion poursuit sa course vers le bas de la colline, heurte plusieurs autres arbres et prend feu.

<sup>6</sup> Dans le jargon des pompiers, ce terme signifie que le feu est très intense et que des particules incandescentes montent dans la fumée.

### 1.1.3. Localisation

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Gard
  - commune : Générac
  - coordonnées géographiques : N 43°42'13'' E 004°21'38''
  - altitude du lieu de l'évènement : 100 mètres
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'évènement : aéroport de Nîmes-Garons

### 1.2. Dommages corporels

Le pilote est décédé.

### 1.3. Dommages à l'aéronef

L'avion est détruit.

### 1.4. Autres dommages

Plusieurs arbres ont été endommagés. Un incendie s'est déclaré tout le long de la trajectoire de l'avion au sol, détruisant une partie d'un bois privé.

### 1.5. Renseignements sur l'équipage

#### 1.5.1. Pilote commandant de bord

- Âge : 49 ans
- Unité d'affectation : GASC
- Formation :
  - qualification : chef de noria (août 2018)
  - école de spécialisation : GASC
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Tracker	sur tout type	dont Tracker	sur tout type	dont Tracker
Total (h)	4 854	830	109	109	40	40

- Date du précédent vol : le 2 août 2019

Le pilote a effectué une carrière de pilote de chasse dans l'armée de l'air à partir de 1991. À son arrivée à la sécurité civile en 2008, il possédait environ 3 300 heures de vol d'avion de chasse. Il a également un brevet de pilote de planeur avec 600 heures de vol.

Il a débuté sa carrière à la sécurité civile en tant que copilote Canadair, puis a suivi une formation de commandant de bord Canadair entre janvier 2013 et décembre 2014 qui n'a pas abouti. Il a interrompu cette formation pour rejoindre le secteur Tracker en janvier 2015.

## 1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : DGSCGC
- Aérodrome de stationnement : aéroport de Nîmes-Garons
- Unité d'affectation : GASC
- Type d'aéronef : Conair Turbo Firecat « Tracker »

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Conair Turbo Firecat Tracker	N° de série 27 <sup>7</sup> / N° de fuselage 22	15 050	VP <sup>8</sup> : 12	VA <sup>9</sup> : 74
Moteur	PT6A-67AF	N°107024	6 770	VP : 12	RG <sup>10</sup> : 2 112
Moteur	PT6A-67AF	N°107018	6 859	VP : 12	RG : 2 550

### 1.6.1. Maintenance

La maintenance et la mise en œuvre des avions de la sécurité civile sont confiées à la société Sabena Technics, dont les installations sont implantées sur la BSC.

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien de l'avion conforme au plan de maintenance approuvé FRA<sup>11</sup> 145.

La visite annuelle de l'avion a eu lieu du 19 février au 30 avril 2019. Puis, une visite périodique, comprenant un rinçage des moteurs, a été faite le 26 juillet 2019.

La visite intermédiaire des moteurs n'a pas eu lieu 1 500 heures après la révision générale ; elle a été anticipée à 1 200 heures, ce qui est autorisé par la réglementation. Cependant, le livret moteur n'est pas renseigné des dernières interventions effectuées.

Le contrôle de l'état des soutes de retardant ainsi que de la jauge a lieu tous les quatre ans. Ce contrôle a été effectué en avril 2019 pour le Tracker 22.

Un défaut de réception de la radio FM<sup>12</sup> a également induit de nombreux dépannages. Le 2 août, le pilote ayant volé sur l'avion en début d'après-midi a signalé une panne de la radio FM qui a été résolue, après une intervention technique.

### 1.6.2. Performances

Les performances sont conformes à l'attendu.

### 1.6.3. Masse et centrage

Masse au décollage : 26 640 lb

Masse estimée au moment de l'évènement : 26 310 lb

Le centrage est dans la norme.

### 1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : JET A1
- Quantité de carburant au décollage : 4 000 lb
- Quantité de carburant estimée au moment de l'évènement : environ 3 650 lb

<sup>7</sup> Le numéro de série de l'avion est le 27. Pour des raisons opérationnelles, la DGSCGC utilise un numéro d'identification différent. Le Tracker porte le numéro 22 sur son empennage.

<sup>8</sup> Visite périodique effectuée le 26 juillet 2019.

<sup>9</sup> Visite annuelle.

<sup>10</sup> Révision générale : les moteurs sont soumis à un cycle de révision générale toutes les 3 000 heures de vol et une vérification intermédiaire toutes les 1 500 heures de vol.

<sup>11</sup> Les FRA désignent la réglementation spécifique développée par l'aviation militaire visant à assurer le suivi, le contrôle et le maintien de navigabilité des aéronefs étatiques, en s'inspirant des règles appliquées en Europe pour l'aéronautique civile.

<sup>12</sup> FM : *frequency modulation*, modulation de fréquence.

#### 1.6.5. Autres fluides

Les quatre soutes de l'avion sont remplies de produit retardant. La densité du mélange d'eau et de fluide spécifique retardant est mesurée par la station à 1,13. Le contrôle du remplissage des soutes a été fait à l'aide de la jauge, selon une procédure dite « à la lampe » (Cf. annexe 1). Selon le compteur du pélicandrome<sup>13</sup>, la masse de produit livré est 7 150 lb.

### 1.7. Conditions météorologiques

#### 1.7.1. Prévisions

Dans le secteur sud de Nîmes, le service météorologique prévoyait un ciel clair, sans nuage, avec un vent du 350° pour 15 à 25 kt.

#### 1.7.2. Observations

Les observations montrent la présence de cumulus bien développés surplombant le panache de fumée dense. Un phénomène ondulatoire<sup>14</sup> en basse couche est très notablement renforcé par la présence des incendies. Ce phénomène de nature non météorologique induit la formation de nuages convectifs<sup>15</sup> modérément développés, formés de manière non naturelle. La turbulence est modérée à assez forte en ciel clair. Elle est forte à proximité immédiate de l'incendie. Le vent est de 10 à 15 kt. La température au sol est de 34 °C. Le taux d'humidité est de 20%.

Le QNH est de 1 012 hPa<sup>16</sup>.

### 1.8. Aides à la navigation

Le vol s'effectue à vue. Les moyens de radio-navigation ne sont pas utilisés.

### 1.9. Télécommunications

Le Tracker est équipé de deux postes VHF/AM<sup>17</sup> pour les liaisons avec le contrôle aérien et entre avions. Il dispose également d'un poste VHF/FM pour les liaisons opérationnelles air/sol. Les fréquences radio sont enregistrées sur des canaux prédéfinis pour faciliter le changement de fréquence.

Le pilote est en contact VHF/AM avec le coordinateur.

Le transpondeur est utilisé avec un code donné par le contrôleur aérien en zone de contrôle, puis avec un code spécifique lors de l'action sur le feu.

### 1.10. Renseignements sur l'aéroport

L'aéroport de Nîmes-Garons se situe à environ 5 kilomètres au sud-est de la ville de Nîmes. Il est ouvert à la circulation aérienne générale. La piste, orientée 18/36, est longue de 2 443 mètres et large de 45 mètres.

Le GASC et le pélicandrome sont installés dans l'enceinte de l'aéroport à l'ouest de la piste.

---

<sup>13</sup> Le pélicandrome est une station de remplissage d'eau ou de produit retardant installée sur un aérodrome.

<sup>14</sup> Lorsque la masse d'air est stable et qu'un vent constant vient heurter un relief, il se crée un phénomène dit « ondulatoire ». L'air rebondit sur le relief créant des ondes qui peuvent se répercuter un peu plus haut dans le ciel.

<sup>15</sup> Nuage cumuliforme se formant dans une couche atmosphérique rendue instable par un réchauffement à la base ou un refroidissement au sommet. Ces nuages, souvent pré-orageux, sont en général accompagnés de forts courants ascendants en leur centre.

<sup>16</sup> hPa : hectopascal.

<sup>17</sup> Modulation d'amplitude.

### 1.11. Enregistreurs de bord

Le Tracker n'est équipé d'aucun système d'enregistrement des données de vol ou de voix.

### 1.12. Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'accident

#### 1.12.1. Examen de la zone d'impact

L'accident a eu lieu sur la pente d'une colline boisée, qui culmine à 110 mètres, dans un domaine privé. La zone de l'accident est de forme longitudinale et orientée dans le sens de la pente au cap 100°. Sa longueur est d'environ 200 mètres et sa largeur de 10 à 30 mètres. Le dénivelé entre les points extrêmes de la zone est voisin de 40 mètres.

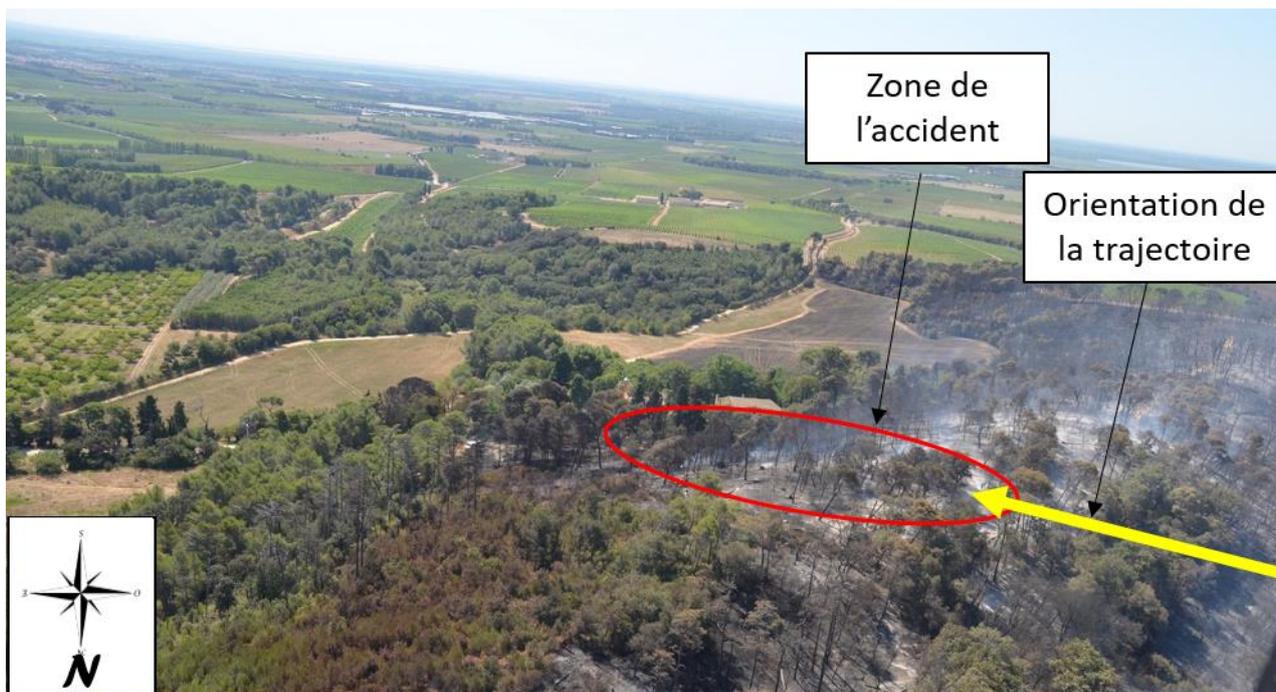


Figure 3 : vue générale du site de l'accident

Au sommet de la colline, plusieurs arbres sont coupés selon un plan proche de l'horizontale correspondant à la trajectoire de l'avion, à une hauteur sol comprise entre 10 et 15 mètres.

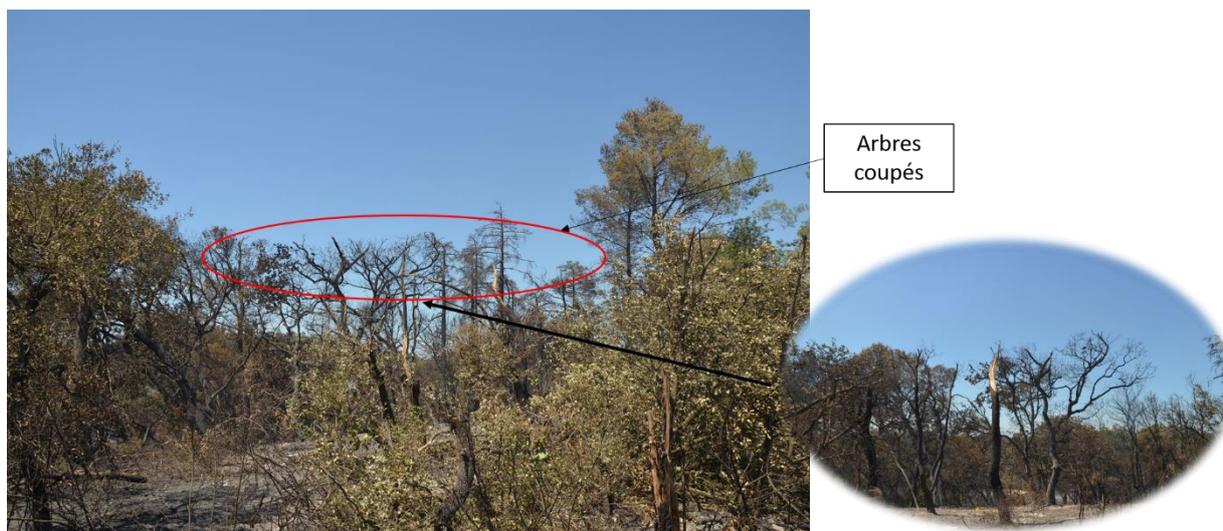


Figure 4 : arbres coupés au sommet de la colline

Puis, dans le sens de la pente, une trace de frottement est visible au sol sur quelques mètres.



Figure 5 : traces au sol

Les traces s'interrompent à l'endroit où la pente de la colline s'accroît, puis sont de nouveau visibles en contrebas.

Plusieurs arbres sont marqués. La partie principale du fuselage est retrouvée sur un terre-plein. La partie avant et le cockpit sont quelques mètres plus bas, arrêtés par le tronc de gros arbres situés à proximité de l'allée d'entrée du domaine. La zone est incendiée.

Une grande quantité de produit retardant est visible au sol à partir du deuxième tiers de la trace.

### 1.12.2. Examen de l'aéronef

L'épave est répartie selon l'axe et le sens de la trajectoire de l'avion, en trois zones successives.

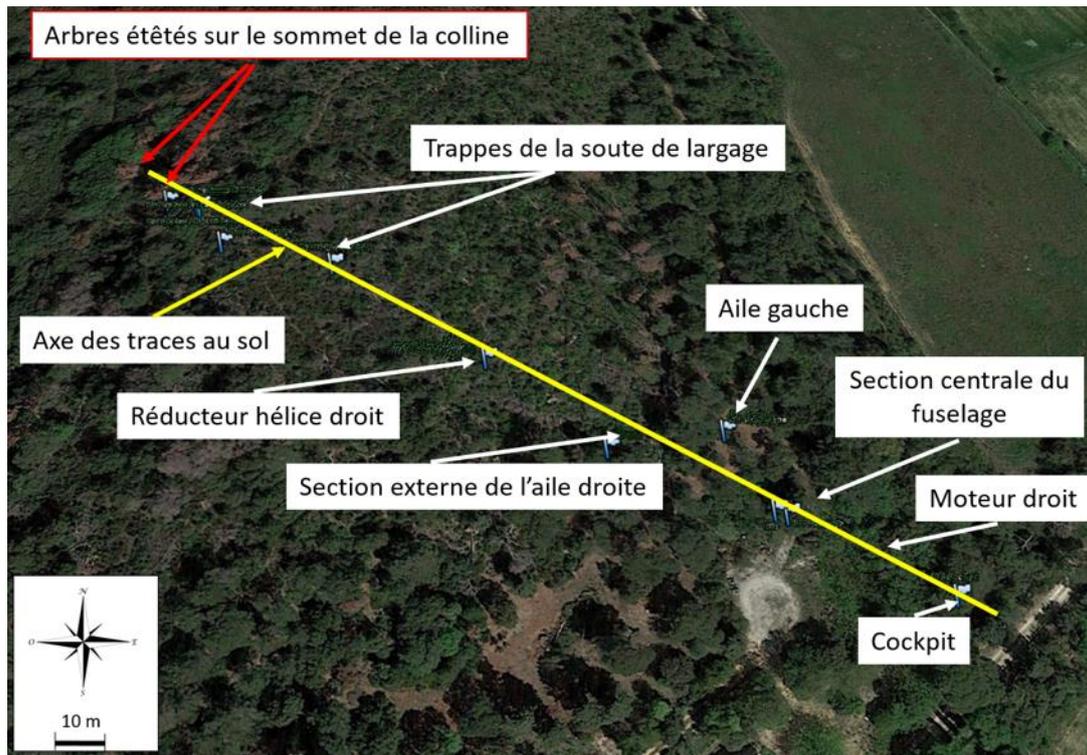


Figure 6 : carte de répartition des débris

Après avoir touché des arbres, les traces au sol montrent que l'appareil a touché le sol à plat, sur le ventre, avec une faible vitesse verticale et une vitesse horizontale importante. Le fuselage est resté à peu près dans l'axe de la trajectoire.

Les premiers éléments retrouvés sur le début de la zone de frottement au sol sont les trappes des soutes de retardant. Elles sont rayées sur leur partie externe.



Figure 7 : trappes de soute du produit retardant

Un peu plus loin dans le sens de la trajectoire de l'accident, on retrouve le ballonnet de carburant droit, calciné, ainsi que l'extrémité de l'aile droite et le cône de queue.

L'hélice droite et son réducteur sont détachés du moteur et sont retrouvés dans la pente. Des traces de rotation sont visibles sur les engrenages du réducteur.



Figure 8 : hélice et réducteur droits

La partie principale du fuselage est située en contrebas, sur une zone horizontale. L'aile gauche et le moteur droit sont à proximité du fuselage. Le moteur gauche est plus bas.

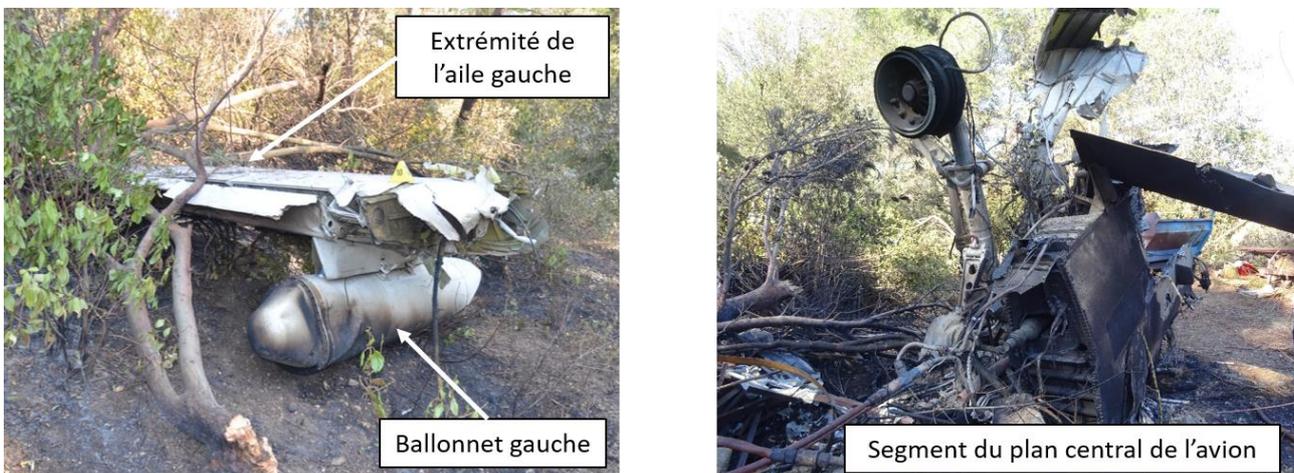


Figure 9 : éléments de l'épave situés en zone médiane de la trajectoire

Enfin, le cockpit est en bas de la colline, contre des arbres incendiés. L'appareil a été totalement détruit par deux explosions et l'incendie consécutifs à l'accident.

### 1.13. Renseignements médicaux sur le pilote commandant de bord

- Dernier examen médical :
  - type : visite révisonnelle « classe 1 »<sup>18</sup> au centre d'expertise médical du personnel navigant de Toulon le 26 avril 2019
  - résultat : apte
- Blessures : mortelles

### 1.14. Incendie

L'accident a provoqué un incendie autour de l'épave. Les Canadair ont largué de l'eau sur la zone pour faciliter l'accès des services de secours.

<sup>18</sup> Classe 1 : conformément au règlement européen (UE) n° 1178/2011 du 3 novembre 2011 relatif à l'aptitude physique et mentale du personnel navigant technique professionnel de l'aéronautique civile (Part-MED).

### 1.15. Questions relatives à l'organisation des secours

Les pompiers, présents sur la zone pour la lutte contre les incendies environnants, sont arrivés immédiatement à proximité de l'épave. Ils ont constaté le décès du pilote.

### 1.16. Essais et recherches

Les éléments ci-dessous ont été expertisés :

- les moteurs, les hélices, le carburant, les voyants de panne et les vidéos par DGA EP ;
- les commandes de vol, les commandes de soute de largage par DGA TA ;
- les conditions du vol par DGA EV ;
- le CVR du Beech 200 et certaines traces radar par le BEA ;
- les conditions météorologiques par Météo France ;
- les conditions climatiques et risques d'incendie par l'ONF ;
- les caractéristiques de l'incendie par le CEREN.

### 1.17. Renseignements sur les organismes

#### 1.17.1. Centre opérationnel de la gestion interministérielle des crises

Le centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (COGIC) est l'instance de commandement de gestion des crises de la sécurité civile, sous la tutelle du ministère de l'intérieur. Le COGIC prépare et coordonne les opérations de secours entre les zones de défense et décide de l'envoi de moyens humains et matériels en fonction de l'évolution de la situation. Il est l'organisme décisionnaire pour le positionnement des moyens aériens de lutte contre les feux de forêt et délègue la gestion opérationnelle de ces moyens à la zone de défense et de sécurité sud.

#### 1.17.2. Zone de défense et de sécurité sud

La zone de défense et de sécurité sud est responsable de l'organisation de la sécurité nationale et de la défense civile du sud de la France. Un état-major interministériel de zone (EMIZ) prépare et met en œuvre les mesures concourant à la sécurité nationale, notamment en matière de sécurité civile et de gestion de crise.

Le centre opérationnel de zone (COZ) est l'organe opérationnel de l'EMIZ. Le COZ décide du régime d'alerte des avions et de la mission qui leur est attribuée. Pour cela, il suit les principes de la doctrine nationale d'emploi des moyens aériens de lutte contre les feux de forêt qui donne toujours la priorité à la détection et l'attaque des feux naissants, pour les éteindre au plus tôt. Ces missions de guet aérien armé<sup>19</sup> (GAAR) sont principalement dédiées aux Tracker et aux Dash 8. La mission de lutte contre les feux déjà établis est la mission principale des Canadair. Ces derniers sont occasionnellement renforcé par les Tracker et les Dash 8.

Dès qu'il est informé par un centre opérationnel départemental d'incendie et de secours d'un feu nécessitant l'intervention des moyens aériens, le COZ ordonne au GASC le décollage des moyens aériens adaptés. En coordination avec le cadre de permanence opérationnelle du GASC, il précise le nombre et le type d'avions à envoyer en lutte sur le feu.

En cas de besoin de renfort de moyens de lutte, le COZ arbitre les priorités pour envoyer les Tracker ou les Dash 8 sans dégrader les missions de GAAR.

---

<sup>19</sup> Lors des missions de GAAR, les avions bombardiers d'eau orbitent au-dessus des zones à risque. Leurs soutes sont remplies de produit retardant. Ils sont chargés d'intervenir immédiatement lorsqu'ils identifient un départ de feu susceptible de se propager.

### 1.17.3. Groupement des moyens aériens

Dépendant de la direction générale de la sécurité civile et de la gestion de crises, le groupement des moyens aériens comprend le GASC, situé à l'ouest de la piste de Nîmes-Garons et le groupement d'hélicoptères, situé à l'est de la piste.

Le groupement d'avions est chargé de réaliser des missions opérationnelles, dont la lutte contre les feux de forêt, le transport de personnels ou de fret, des missions de préparation, dont la formation de certains pilotes, et des missions particulières. Pour assurer ses missions, le groupement d'avions dispose au moment de l'évènement de douze Canadair, de huit Tracker, de trois Dash 8 et de trois Beech 200 répartis dans trois secteurs : le secteur Canadair, le secteur Tracker et le secteur SOFT (secteur opérationnel feux et transport).

Tandis que la mission principale des Canadair est de traiter des feux déjà établis, les Trackers sont dédiés aux missions de GAAR et interviennent occasionnellement pour des missions de lutte contre les feux de forêt.

Le Dash réalise également des missions de GAAR et de lutte contre les feux de forêt, ainsi que des missions de transport de passagers et de fret. Les Beech 200 assurent des missions d'aide au commandement sur les feux de forêt et de transport.

Le secteur Tracker comprend 15 pilotes sous la responsabilité d'un chef de secteur.

### 1.18. Renseignements supplémentaires

L'organisation de la lutte contre les feux de forêt à l'aide de moyens aériens nécessite une coordination précise avec le personnel au sol, sous la direction du commandant des opérations de secours (COS) pour éviter tout risque de blessure lors des largages.

Lors de leur intervention, les chefs de noria des moyens aériens prennent contact avec un pompier chef des secours formé au guidage des avions. Il est nommé « aéro ». Ce dernier donne aux pilotes des avions les objectifs à atteindre.

Cependant, lorsque plusieurs types d'avion de lutte contre les feux de forêt interviennent sur le même incendie, l'encombrement de l'espace aérien et la nécessité d'organiser leurs trajectoires imposent un échelon de coordination supplémentaire. Cette mission permettant d'améliorer la sécurité des aéronefs et d'optimiser leur utilisation tactique est réalisée par un pilote expérimenté de la sécurité civile placé à bord d'un Beech 200 en orbite au-dessus de l'incendie. Il devient alors l'unique interlocuteur des avions de lutte et organise leurs passes de largage pour obtenir l'effet attendu par le chef des secours au sol.

## 2. ANALYSE

### 2.1. Résultats des expertises

Les expertises techniques portent sur l'étude de l'épave et permettent la reconstitution de la trajectoire.

#### 2.1.1. Reconstitution de la trajectoire

##### 2.1.1.1. Étude des traces radar

En arrivant sur la zone d'incendie pour sa deuxième rotation, le pilote réalise un premier circuit de reconnaissance au-dessus de la zone sur laquelle il lui est demandé de larguer, puis il effectue un virage à gauche, d'un diamètre d'environ 900 mètres avant d'approcher à une hauteur de 250 ft l'imposant panache des fumées.

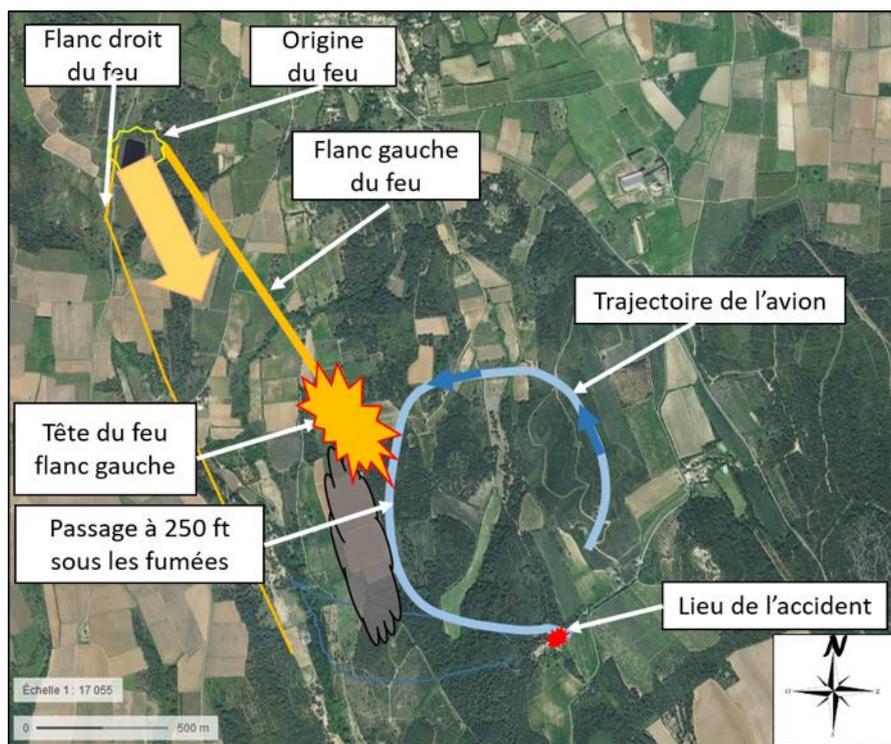


Figure 10 : trajectoire de l'avion

##### 2.1.1.2. Analyse des vidéos des témoins

Par calcul, l'analyse des images permet de déterminer certains paramètres de vol de l'avion. Lors de ce virage à gauche, il vole à une vitesse moyenne de 135 kt en très légère descente. L'inclinaison varie entre 70° en début de virage et environ 50° à l'approche des fumées.

L'analyse spectrale du son des moteurs montre que les hélices tournent à environ 1 500 tr/min. Ce régime est cohérent avec la phase de vol de reconnaissance.

Lors de son passage à proximité de la zone incendiée, l'avion subit une déstabilisation latérale.

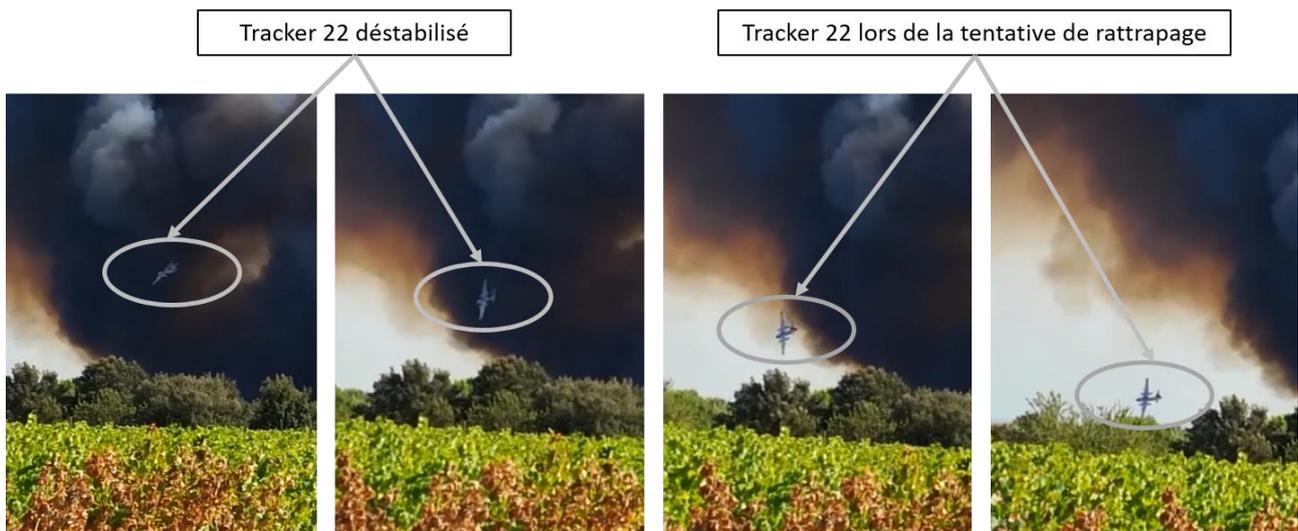


Figure 11 : déstabilisation de l'avion et tentative de rattrapage

Le pilote est en virage à gauche, avec une inclinaison variant entre 50° et 70°. Il est à 250 ft sol environ, avant de survoler la colline, lorsqu'il passe près des fumées.  
 Les moteurs fonctionnent normalement et les hélices tournent à environ 1 500 tr/min.  
 L'avion subit une déstabilisation latérale en passant à proximité des fumées.

#### 2.1.1.3. Exploitation du *Cockpit Voice Recorder* (CVR) du Beech 200

L'écoute de l'enregistreur de voix du Beech 200 de coordination a permis de reconstituer l'organisation du chantier de lutte contre le feu dans les minutes qui précèdent l'évènement.

Alors que le Tracker 07 est posé à Nîmes, le flanc gauche du feu devient plus virulent. La tête s'approche d'une zone boisée. Le COS et le coordinateur demandent le renfort des Dash 8. En attendant leur arrivée, ils conviennent d'y faire larguer les Canadair ainsi que le Tracker 22 devenu disponible.

En arrivant sur la zone avec le Tracker 22, lors de son premier largage, le pilote constate l'étendue de l'incendie. Il confirme le besoin de moyens plus importants. Sur les ordres du coordinateur, il largue une première fois sur une zone située à l'arrière du flanc gauche. Les Canadair larguent également et confirment que le feu est très virulent. La lisière de cet incendie est devenue très longue. Le largage des Canadair est jugé par les pilotes plutôt inefficace.

Après avoir refait le plein de retardant, lors de son tour de reconnaissance dans la même zone, le pilote tente de communiquer avec le coordinateur. Il est insistant et semble pressé de passer ce message. Dès que le coordinateur est disponible, le pilote annonce que le feu est trop virulent et qu'il serait plus utile de placer la charge de retardant à proximité d'une habitation qui lui semble menacée à brève échéance. Il interrompt son message radio. Environ deux secondes plus tard, une balise de détresse est audible sur la radio du Beech. Aucun autre signal d'alarme provenant du Tracker n'est préalablement perceptible sur l'enregistrement.

Le coordinateur, qui a vu une énorme boule de feu, confirme l'accident du Tracker. Il informe par radio les opérations du GASC et le COZ.

Le pilote effectue sa deuxième rotation de lutte avec le Tracker 22. Il réalise un tour de reconnaissance au-dessus de l'incendie et propose au coordinateur une autre stratégie de lutte. La balise de détresse se déclenche un bref instant après son dernier message radio.

### 2.1.2. Étude des voyants de panne

L'expertise des voyants du tableau de largage de retardant indique que les soutes étaient pleines et que le système de largage n'était pas armé. Les voyants exploitables du tableau de panne ne traduisent pas de signalisation de panne avant l'évènement.

**Les voyants ne signalent pas de panne avant l'évènement. Le système de largage n'est pas armé.**

### 2.1.3. Expertise des groupes turbopropulseurs

Le démontage complet des moteurs permet d'observer les traces présentes sur les parties tournantes. Les moteurs délivrent de la puissance à régime élevé jusqu'au moment du contact avec le sol. Les traces sur les pales d'hélice indiquent un calage proche de 1 500 tr/min<sup>20</sup>.

**Les moteurs fonctionnent comme attendu. Le régime des hélices est d'environ 1 500 tr/min.**

### 2.1.4. Système *Single Engine Rudder Assist* (SERA) - compensateur de direction assistée

Le Tracker est équipé d'un système permettant d'augmenter l'efficacité de la gouverne de direction pour faciliter la manœuvre de l'avion en cas de panne d'un moteur. La SERA est manœuvrée par un système hydraulique. Dans le passé, les Tracker ont subi des dysfonctionnements du système SERA, provoquant le braquage intempestif de la commande de direction.

L'expertise de l'épave n'a pas permis de déterminer si le système était armé donc utilisable au moment de l'évènement. Toutefois, les images de l'avion juste avant l'évènement ne montrent pas de débattement soudain de la direction en vol qui aurait pu déstabiliser l'appareil.

**Le système SERA ne s'est pas mis en œuvre de manière impromptue.**

### 2.1.5. Détermination de la configuration de l'avion

#### 2.1.5.1. Expertise de la cellule et des commandes de vol

Les ruptures constatées sur la chaîne des commandes de vol sont consécutives à l'accident.

Les volets sont retrouvés en position rentrée.

Les endommagements des portes des soutes de largages sont situés sur leur partie externe. Les soutes de retardant étaient donc fermées. La position des interrupteurs et l'étude des voyants ne fait pas état de l'armement du système de largage. Le système d'ouverture des soutes de retardant pour un largage en secours n'a pas été actionné. Le pilote n'a pas effectué de largage de retardant avant le tour de reconnaissance.

#### 2.1.5.2. Procédure de largage de retardant

Lors de la préparation de l'avion avant la phase de largage de retardant, la *check-list* prévoit :

- de régler le pas d'hélice sur 1 700 tr/min ;
- de sortir les volets à un tiers ;
- de placer la SERA sur *On* ;
- d'armer le système de largage.

<sup>20</sup> Le régime hélice utilisé par les pilotes est de 1 500 tr/min en vol de transit ou de croisière. Le régime de 1 700 tr/min, ou petit pas d'hélice, est utilisé lors des phases de décollage, d'atterrissage et de largage.

Or les volets sont retrouvés en position rentrée. L'hélice n'est pas réglée sur 1 700 tr/min. Le pilote n'a pas largué la charge de retardant et ne se présentait pas pour le faire.

**L'avion est en configuration lisse. Les soutes de retardant sont pleines et fermées. L'avion ne se présentait pas pour effectuer un largage de retardant. Le pilote n'a pas tenté de larguer la charge en mode secours.**

## 2.1.6. Analyse du type d'incendie

### 2.1.6.1. Niveau de risque d'incendie

Depuis plusieurs semaines, le Gard subit une période de canicule importante. La sécheresse est considérée comme forte. Le taux d'humidité est proche de 20%, surtout en milieu d'après-midi. Avec des températures d'environ 35 °C et le vent prévu, le risque d'incendie est très sévère<sup>21</sup>. De plus, les feux qui se déclarent dans ces conditions sont très violents et difficilement maîtrisables car ils se développent rapidement.

**Le 2 août, le risque d'incendie dans le Gard est très sévère. Les incendies qui se développent en période de canicule sont très violents.**

### 2.1.6.2. Caractéristiques de la zone d'incendie survolée

Les fumées sont réparties en plusieurs panaches de fumées, certains très sombres et d'autres plus clairs. Ces caractéristiques de l'incendie ont été analysées par le CEREN.

#### 2.1.6.2.1. Organisation du front de flammes

De manière générale, en l'absence d'un vent significatif, la propagation du feu est naturellement guidée par le relief et par les matières inflammables qu'il rencontre. Les caractéristiques du feu sont différentes selon la végétation brûlée.

Le 2 août, le vent est faible. Dans la zone attribuée au Tracker 22, le feu rencontre des îlots de végétation, constitués tantôt d'herbe sèche, tantôt de bois fourmis. S'il se propage vite dans les champs de culture, le feu ralentit dans les zones boisées en se propageant à la fois de cimes en cimes et en sous-bois. Guidé par le relief, l'avant de ce front de feu attaque le versant ascendant d'une colline, ce qui a tendance à accélérer sa progression, notamment entre les cimes.

Par ailleurs, dans cette zone, une tempête passée a laissé de nombreux arbres morts et secs au sol, qui nourrissent le feu. Le temps de résidence des flammes est donc plus long et la température de l'incendie peut s'élever jusqu'à 2 000 °C dans ces zones.



Figure 12 : plusieurs foyers de feu 40 secondes avant l'accident

<sup>21</sup> Critère d'évaluation officiel utilisé par l'EMIZ. Un niveau de risque très sévère correspond à un niveau de risque 4 sur une échelle allant jusqu'à 5.

### 2.1.6.2.2. Combustion incomplète

En conséquence d'une vitesse de propagation importante, le feu ne brûle pas complètement les matières. La fumée noire qui s'en dégage est caractéristique d'une combustion incomplète des végétaux. Les matières qui s'élèvent dans la fumée sont prêtes à s'enflammer instantanément dès qu'un apport d'oxygène suffisant se présente. Ce phénomène est couramment qualifié de « chaudron » par les pompiers.

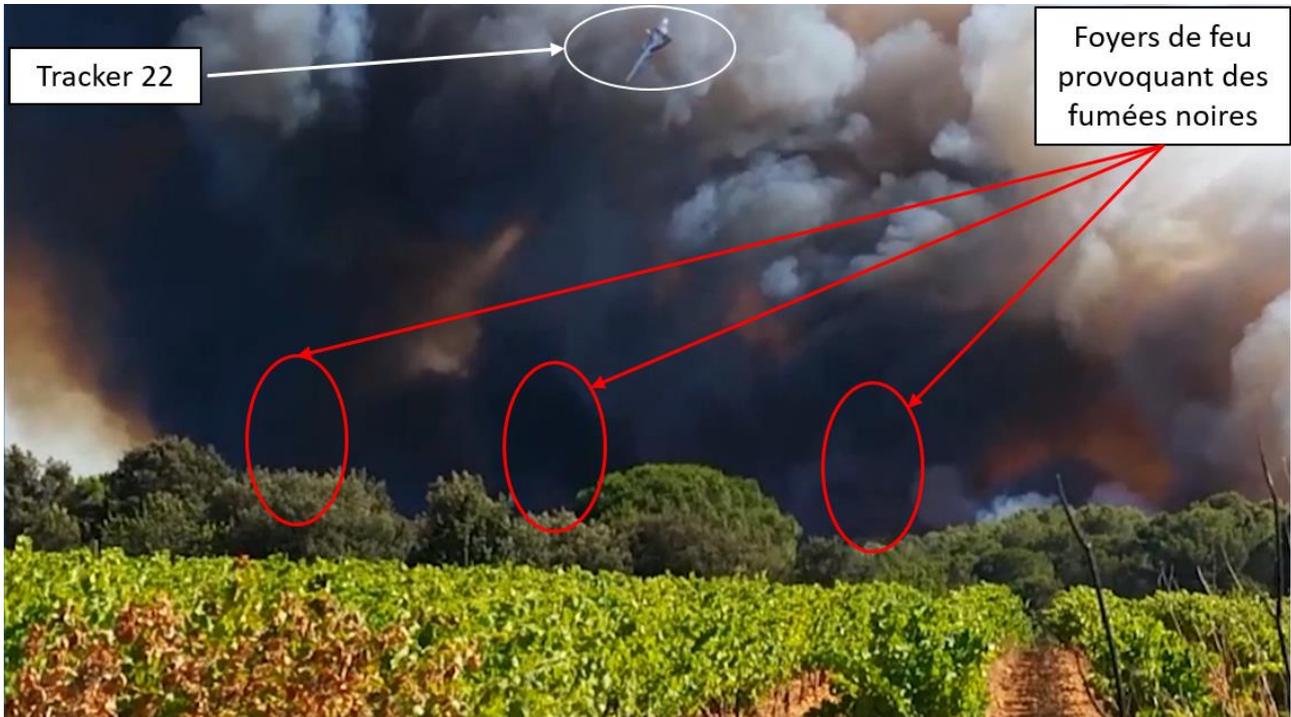


Figure 13 : front de feu et fumées noires 10 secondes avant l'accident

### 2.1.6.2.3. Poches de gaz inflammables

La simultanéité de ces multiples foyers et du phénomène de combustion incomplète est de nature à créer des poches de gaz inflammables, emprisonnées hors du sol entre deux volutes de fumées. Sous l'effet du vent, un appel d'air peut se créer entre ces volutes et provoquer une brutale auto-inflammation, en dehors des flammes, à proximité des panaches de fumée.

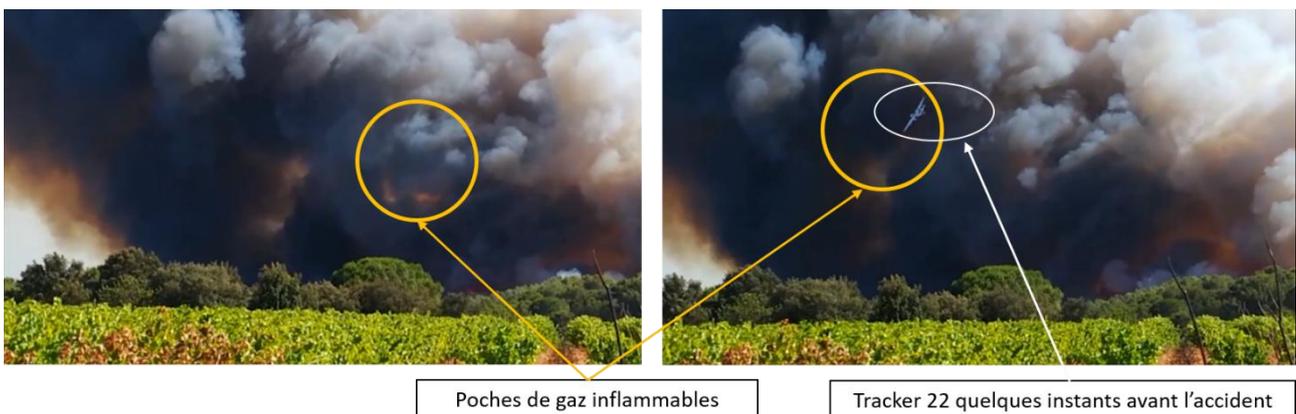


Figure 14 : présence de poches de gaz inflammables

De plus, l'extrême chaleur dégagée par le feu et l'énergie importante générée par l'incendie irradient en avant des flammes et provoquent l'évaporation des composés résineux et volatils des végétaux. Ces gaz s'accumulent en avant du front de flammes.

L'inflammation brutale de ces poches de gaz, entre les panaches de fumée ou en avant du front de flammes provoque des rafales de vent verticales puissantes et localisées. Lors de cet embrasement, nommé

embrasement généralisé éclair, la vitesse verticale de l'air peut atteindre 40 mètres par seconde et les températures s'élèvent jusqu'à 1 500 °C.

**Le front de flammes est organisé en plusieurs foyers. Les matières qui s'élèvent dans les fumées et les poches de gaz qui se créent entre les panaches de fumée peuvent s'enflammer instantanément.**

## 2.2. Séquence de l'évènement

La trace radar, le CVR du Beech 200 ainsi que les vidéos ont été associés pour reconstituer la séquence de l'évènement.

17h10 : le Tracker 22 se pose à Nîmes pour refaire le plein de retardant.

Pendant que le Tracker 22 recharge en retardant, la virulence du feu s'intensifie.

17h15 : le pilote redécollé de Nîmes et se dirige vers Générac.

Il constate son impuissance face à ce feu étendu et souhaite donner son point de vue au coordinateur.

Il tente de le contacter à trois reprises. Mais le coordinateur, en communication radio sur la VHF/FM avec le COZ pour demander des renforts, ne le reçoit pas.

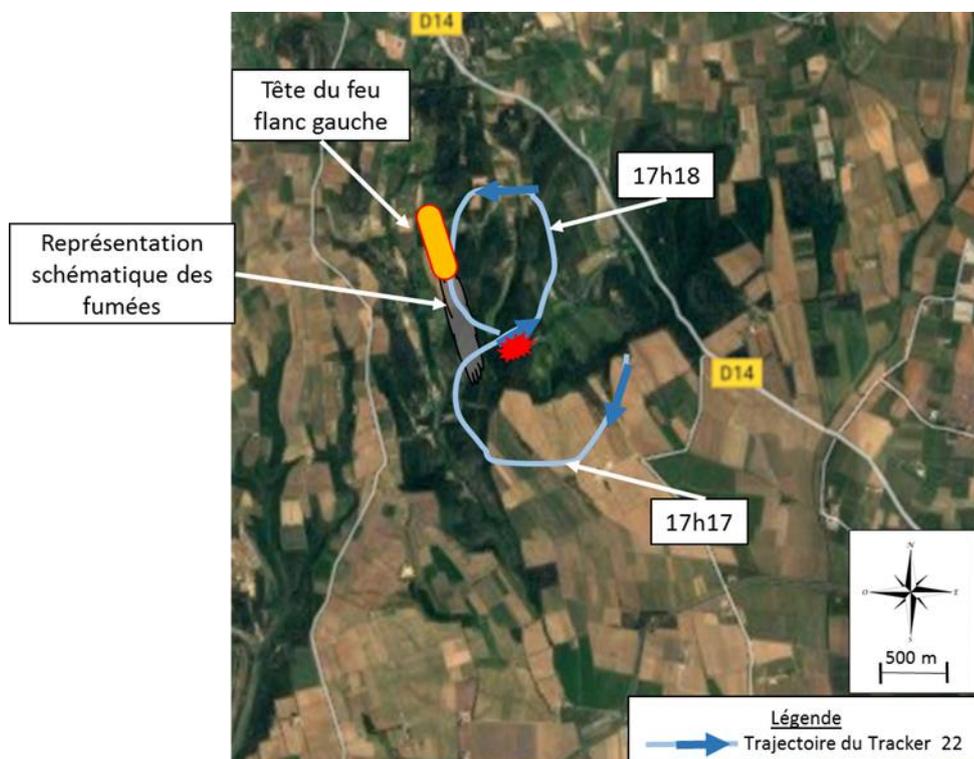


Figure 15: chronologie des messages radio et de la trajectoire du Tracker 22

17h17 : le coordinateur demande au Tracker 22 de se présenter à l'arrière du front de flammes.

17h18 : le pilote du Tracker 22 répond en indiquant que l'incendie est trop important, qu'il ne peut rien faire et que ça « chaudronne ». Il signale la présence d'une habitation qui serait dans l'incendie d'ici 20 à 25 minutes.

Le pilote interrompt son message au moment où il rencontre une forte turbulence. Il rectifie la trajectoire en remettant les ailes à plat et en laissant descendre légèrement le nez de l'avion pour reprendre de la vitesse. Il percute alors la cime des arbres qui s'élèvent au sommet de la colline.

## 2.3. Recherche des causes de l'évènement

### 2.3.1. Causes techniques

L'avion n'a pas subi de dysfonctionnement avant l'évènement.

**Aucune défaillance technique n'est à l'origine de l'évènement.**

### 2.3.2. Causes environnementales

#### 2.3.2.1. Géographie de la zone

La zone survolée par le pilote durant l'après-midi est très légèrement vallonnée avec des variations d'altitude de 30 à 40 mètres entre les collines et les fonds de vallée. Ces reliefs, peu marqués, sont difficilement perceptibles en vol.

Au sommet des collines, certains arbres sont particulièrement hauts. Les arbres heurtés par l'avion culminent à environ 30 mètres du sol.

**Les arbres situés au sommet de la colline, dont le relief est peu perceptible, sont particulièrement hauts.**

#### 2.3.2.2. Aérologie liée à l'incendie

Les caractéristiques de l'incendie sont très particulières. Ce type d'incendie se produit rarement, de l'ordre d'une fois par décennie lors des périodes de forte canicule.

L'hétérogénéité horizontale et verticale de la masse d'air en lien avec le front de flammes et les inflammations spontanées de poches de gaz créent des phénomènes aérologiques discontinus violents. Un incendie de cette nature a déjà eu lieu le mercredi 30 juillet 2019 à Générac. Son intensité était telle qu'il a généré des phénomènes météorologiques exceptionnels, dont un pyrocumulus<sup>22</sup>, très rarement observé en France.

Au cours de leur formation, les pilotes sont avertis sur les phénomènes liés au vent dans le relief. Leur connaissance des phénomènes aérologiques directement liés aux incendies est plus limitée. Ils sont moins vigilants face à ces phénomènes.

**Le feu est d'une rare violence et développe une très forte énergie.**

**En volant juste devant le front de flammes, le pilote rencontre une masse d'air perturbée avec des turbulences sévères qui ont déstabilisé l'avion. Les pilotes ont peu de connaissance sur ces phénomènes rares. Le pilote a pu être surpris par ces caractéristiques qu'il n'avait jamais rencontrées.**

### 2.3.3. Causes relevant des facteurs organisationnels et humains

#### 2.3.3.1. Expérience du pilote

##### 2.3.3.1.1. Formation commandant de bord

Copilote de Canadair à son arrivée à la sécurité civile, le pilote a suivi une formation de commandant de bord sur cet avion qui n'a pas abouti. Il était l'un des premiers copilotes à être transformé directement commandant de bord sur Canadair, alors que le parcours classique à cette période consistait à faire murir les pilotes sur Tracker avant de les former commandant de bord de Canadair. Aucune annotation dans les débriefings des missions d'instruction ne permet d'établir les raisons de ces difficultés, qui semblent plutôt liées à des soucis relationnels. Ces tensions ont fini par s'étendre au groupe. Le pilote a dû renoncer à la formation de commandant de bord sur Canadair, ce qui est rare au sein du GASC. Déstabilisé par cette situation, il a mis du temps à reprendre confiance en lui sur Tracker. Il manifestait un besoin récurrent d'être

<sup>22</sup> Nuage de type cumulus se formant au-dessus du feu qui n'est absolument pas lié à la météorologie mais seulement à l'évaporation due au feu.

conforté dans ses choix et décisions en vol. Sa formation à la qualification de chef de noria sur Tracker a été allongée d'une année pour lui permettre de se reconstruire.

**Sous la pression du groupe, le pilote a été contraint d'abandonner sa formation de commandant de bord sur Canadair. Il lui a fallu du temps pour reprendre confiance en lui et obtenir sa qualification de chef de noria sur Tracker.**

#### 2.3.3.1.2. Absence de standardisation de la formation

Au GASC, aucun document ne précise les attendus de la qualification « commandant de bord » ou « chef de noria ». Le cahier de suivi de la formation ne liste pas les exercices à effectuer. Les débriefings des instructeurs sont très succincts et ne donnent pas de détails sur les points réussis et ceux à améliorer. Ainsi, il n'a pas été possible d'identifier les éventuelles difficultés du pilote lors de sa formation.

En particulier dans le secteur Tracker la présentation des pilotes à une qualification est décidée par le chef de secteur. Il se base sur l'avis des instructeurs. Cependant, il n'existe pas de standardisation des attendus de la formation. Dans le secteur Tracker, seul le chef de secteur fait passer les qualifications, depuis plus de vingt ans, sans grille d'évaluation précise. Ses critères de jugement peuvent avoir évolué avec le temps.

**Il n'existe pas de standardisation de la formation des pilotes. En l'absence de critères objectifs de jugement lors des débriefings de mission ou lors du passage de qualification, il est impossible d'estimer les compétences effectives du pilote.**

#### 2.3.3.1.3. Expérience de vol en avion isolé

La mission principale du Tracker étant le GAAR, les pilotes volent majoritairement en patrouille. Le vol en avion isolé est une situation rare, réservée aux chefs de noria, à laquelle les pilotes ne sont pas entraînés. Récemment qualifié, le pilote n'a réalisé que peu de missions réelles en tant que chef de noria. Il n'avait jamais effectué de mission de lutte contre les feux de forêt sans équipier.

Le vol avec un équipier permet le partage de la charge de travail. Une vérification croisée s'instaure pour l'observation de la zone, la détection des obstacles et la gestion de la trajectoire. Ils travaillent en contrôle croisé. En l'absence d'équipier, l'ensemble de ces tâches est supporté par un seul pilote.

**Le pilote, qualifié pour la mission, réalise une mission de lutte en avion isolé pour la première fois. Le pilote ne bénéficie pas du contrôle croisé habituel au sein d'une patrouille. Il supporte la charge de travail seul.**

#### 2.3.3.2. Domaine de vol du Tracker 22

##### 2.3.3.2.1. Détermination de la masse de l'avion

Depuis juin 2018, le plein de la soute de retardant au pélicandrome est effectué selon la procédure dite « à la lampe » (Cf. annexe 1). Le servant du pélicandrome interrompt le plein lorsque la lampe de la jauge des soutes s'éteint. Or, la mesure des jauges des avions n'est pas uniforme sur toute la flotte des Tracker. Le plein de retardant s'interrompt entre 6 500 lb et 7 200 lb selon les avions. Les pilotes de Tracker ne lisent pas le totaliseur du pélicandrome, qu'ils estiment défectueux. Ils n'ont donc pas les informations nécessaires pour déterminer la masse réellement embarquée. La masse de l'avion chargé est donc très variable d'un avion à l'autre. Le Tracker 22 a embarqué 7 150 lb de retardant.

La masse de décollage du Tracker 22 pour le vol de l'évènement est de 26 450 lb. Le temps de vol vers Générac est très court. L'avion est encore lourd lorsqu'il arrive sur la zone de largage.

**Lors du plein « à la lampe », le Tracker 22 embarque une quantité de retardant plus importante que certains autres Tracker. De manière générale, les pilotes ne contrôlent pas la masse de retardant embarquée et ne peuvent donc pas déterminer leur masse au décollage. Au moment de l'accident, dont le lieu est proche de l'aéroport, l'avion est à une masse élevée à laquelle le pilote n'est pas habitué pour effectuer les manœuvres avant le largage.**

#### 2.3.3.2.2. Connaissance du domaine de vol par les pilotes

Lors du dernier tour de reconnaissance, le pilote vole à une vitesse moyenne de 135 kt, telle que déterminée par l'étude des vidéos. Pour se faciliter la vue du sol, il vire à gauche avec des inclinaisons variant de 50° à 70°.

Au moment de l'évènement, en tenant compte de la masse de l'avion, les vitesses de décrochage calculées<sup>23</sup> sont :

Inclinaison	Vitesse de décrochage	Facteur de charge
50°	137 kt	1,55 g
60°	146 kt	2 g
70°	176 kt	2,9 g

Ces vitesses sont valables en air calme. À 135 kt, l'avion est proche de sa vitesse de décrochage. Il tient en vol grâce à une pente légèrement négative et aux moteurs qui soufflent les voilures. Lorsque l'avion passe dans la zone de forte turbulence, l'écoulement de l'air sur l'aile droite est perturbé et induit un taux de roulis important. Cette manœuvre, très dynamique, provoque une forte augmentation de l'incidence sur une partie de la voilure gauche, qui décroche localement<sup>24</sup>. L'alarme de décrochage<sup>25</sup>, prévue pour avertir d'une forte incidence de l'avion, n'est pas conçue pour prévenir d'un décrochage local. Elle peut ne pas avoir retenti. L'indicateur d'incidence ne prévient pas non plus d'un décrochage local.

Le facteur de charge maximal admissible pour l'avion à une masse supérieure à 26 000 lb est de 2,74 g. Le Tracker 22 est probablement par moment en limite du domaine de vol en lien avec le facteur de charge.

Les pilotes de Tracker savent que l'avion a tendance à perdre rapidement son énergie à masse élevée. Mais l'évolution des vitesses de décrochage en fonction des masses et des inclinaisons sont difficiles à appréhender, en particulier avec les conditions aérologiques du jour.

Le Tracker 22, dont les soutes à carburant sont encore remplies de manière importante, est plus lourd que le Tracker 07 lors des dernières rotations ; le pilote peut avoir été surpris par les réactions de l'avion.

**N'ayant pas une connaissance précise de la masse de l'avion, le pilote vole aux limites de son domaine de vol, sans en avoir pleinement conscience. Les turbulences liées à l'incendie ont provoqué le décrochage de l'aile gauche.**

#### 2.3.3.2.3. Caractéristiques de vol du Tracker 22

Après chaque visite annuelle, les Tracker effectuent un vol permettant de vérifier le comportement de la voilure. Les vitesses de décrochage, pour chaque configuration, sont notées dans la documentation de maintenance de l'avion. Les pilotes n'en n'ont pas forcément conscience. Bien que sa masse soit parmi les

<sup>23</sup> La vitesse de décrochage est calculée en considérant les moteurs au ralenti, en vol en palier et en air calme.

<sup>24</sup> La portance d'une aile est en lien direct avec son angle d'incidence. Plus l'angle d'incidence est grand, plus la portance est grande. Ceci est valable jusqu'au point où les filets d'air se séparent du dessus de l'aile. À ce moment, la portance décroît brutalement à l'endroit où les filets d'air ont décroché. L'aile peut alors s'enfoncer soudainement.

<sup>25</sup> Le décrochage d'un avion se traduit par un décollement des filets d'air sur la totalité de la surface des ailes. Une sonde permet de prévenir de ce phénomène.

plus basses, les vitesses de décrochage du Tracker 22 sont légèrement plus élevées que celles des autres Tracker de la flotte. En configuration lisse, il décroche vers 94 kt, alors que d'autres Tracker, dont le numéro 07, décrochent plutôt vers 90 kt.

**Le Tracker 22 décroche à des vitesses légèrement plus élevées que les autres avions.**

### 2.3.3.3. Conscience de la situation

#### 2.3.3.3.1. Anticipation et identification des obstacles sur la zone

Le matin, le pilote a suivi le briefing effectué au sein de la noria de Tracker et a pris connaissance des données météorologiques et de risque d'incendie. En étant d'alerte, il ne peut pas préparer une destination de vol, inconnue par définition. Au moment d'un décollage sur alerte, les pilotes n'étudient pas la zone à survoler. Lorsqu'ils approchent de l'incendie, les informations sur les obstacles artificiels leurs sont fournies par le COS au sol ou par le coordinateur en vol. En arrivant sur le site de l'incendie, le pilote n'a reçu aucune information particulière.

**Le pilote n'a pas été informé de la présence d'une colline et des obstacles à son sommet.**

#### 2.3.3.3.2. Capacité de perception limitée

La zone d'incendie est très proche du lieu de décollage. Le pilote a donc peu de temps pour percevoir l'environnement, analyser les informations et construire sa trajectoire. Le feu s'est déplacé entre le moment où le pilote l'a traité en début d'après-midi et le moment où il revient avec le Tracker 22. Le feu a progressé en direction d'une colline, que le pilote n'avait probablement pas vu lors de sa première rotation. En vol, ce faible relief est difficile à percevoir par l'œil humain. La hauteur des arbres n'est pas perceptible à la verticale.



Figure 16 : arbres heurtés par l'avion en haut de la colline

**L'œil humain a une capacité d'évaluation du relief limitée en vol. Disposant de peu de temps pour observer l'environnement, le pilote n'a pas perçu la hauteur de la colline surplombée d'arbres élevés.**

#### 2.3.3.3.3. Représentation erronée de la situation

Le pilote a déjà réalisé cinq rotations de largage sur le flanc gauche du feu (quatre avec le Tracker 07 puis une avec le Tracker 22). Il a acquis une certaine représentation de sa zone de travail. Pour lui, le terrain est plat et sans obstacle. Le pilote a donc vraisemblablement initié sa deuxième phase de reconnaissance en étant persuadé qu'il n'y avait ni obstacle, ni relief. Le pilote ne cherchant pas ces obstacles, leur détection est incertaine.

**Le pilote s'est construit une représentation erronée de la situation. Ainsi, il n'a pas adopté une hauteur de vol suffisante lui permettant de s'assurer des marges de manœuvre en cas d'incident.**

#### 2.3.3.4. Choix de la trajectoire

##### 2.3.3.4.1. Trajectoire inadaptée

Lors des vols à deux avions, le chef de noria s'assure que sa trajectoire pourra être suivie par son équipier. Il effectue des changements de trajectoire souples et prévisibles. En volant sans équipier, le pilote peut avoir ressenti une liberté de manœuvre lui permettant de réaliser des virages plus inclinés. Il vole à une hauteur plus faible que celle recommandée pour un tour du feu<sup>26</sup>. Un changement d'orientation du vent l'a probablement amené à modifier sa trajectoire pour éviter les volutes de fumées, tout en maintenant la vue de l'habitation.

À l'instar des autres pilotes questionnés, le pilote n'a qu'une connaissance parcellaire des phénomènes aérologiques liés aux incendies violents en période de canicule. Trop proche de la zone de l'incendie, il se fait surprendre par la violence des turbulences.

**En avion isolé, le pilote adopte pour éviter les fumées une trajectoire en légère descente et incline son avion aux limites du domaine de vol. Peu expérimenté sur les conséquences aérologiques des feux liés aux canicules, il passe près du front de flammes et subit une forte turbulence.**

##### 2.3.3.4.2. Excès de confiance

Le pilote est particulièrement enthousiasmé par la réalisation d'une mission de lutte contre le feu. Ce type de mission, rare pour les pilotes de Tracker, lui assure un travail de pilotage plus exaltant que lors des missions de GAAR. De plus, les pilotes considèrent ces missions de protection des biens et des personnes comme nécessitant un engagement fort.

Après une phase de reconstruction de sa confiance et l'accession à la qualification de chef de noria tant attendue, le pilote est soulagé et déterminé. Il est confiant dans ses compétences, ce qui peut l'avoir conduit à diminuer son attention vis-à-vis des marges de sécurité.

**Le pilote a confiance dans ses compétences. Il est particulièrement motivé pour réaliser cette mission, ce qui a pu le conduire à s'engager plus que nécessaire en diminuant ses marges de sécurité lors du choix de sa trajectoire.**

---

<sup>26</sup> Le tour du feu permet au chef de noria ou au commandant de bord de visualiser l'ensemble de la zone d'intervention et son accessibilité. Elle est généralement effectuée à une hauteur supérieure à 1 500 ft.

### 2.3.3.5. Saturation cognitive

En mission de lutte contre les feux de forêt, le principal intérêt du largage de retardant est de protéger les biens et les personnes, en forçant le feu à dévier sa trajectoire. Lorsque le pilote du Tracker 22 arrive sur sa zone de travail, il prend conscience du peu d'efficacité que son largage aura sur un feu d'une telle importance. Il a identifié une habitation à protéger proche de la zone qui lui est attribuée. Il décide d'élaborer une autre stratégie. Il doit alors se mobiliser sur la perception de l'environnement pour parfaire sa conscience de la situation et élaborer un nouveau projet d'action. Ce faisant, il pilote son avion à vue, en virage, relativement bas, et il passe un message à la radio, ce qui occupe déjà une grande partie de ses ressources. À ce moment, le pilote oriente toute son attention sur l'habitation pour concevoir sa passe de largage. Il peut avoir manqué des ressources cognitives nécessaires à la perception du caractère inadapté de sa trajectoire qui l'amenait trop près du feu.

**L'évènement survient alors que le pilote, seul, est à la fois en phase de définition d'une nouvelle cible de largage et d'élaboration de sa future passe de largage. La focalisation de l'attention du pilote sur la cible à protéger a pu contribuer à l'élaboration d'une trajectoire inadaptée.**

### 2.3.3.6. Baisse de vigilance et d'attention

#### 2.3.3.6.1. Gestion du temps de travail

Selon les consignes permanentes d'opérations (CPO), le régime d'alerte sur la base de Nîmes doit « permettre l'intervention sur les feux, et assurer une récupération équilibrée et sans retard des vols ». Le rythme alterne deux jours d'alerte et un jour de repos. En détachement le rythme est différent, l'alerte étant prise par demi-journée.

En conséquence du manque d'effectif, le pilote n'a pas pu bénéficier d'une période de repos en rentrant de son détachement. Le 1<sup>er</sup> août, il a immédiatement repris l'alerte à 30 minutes à Nîmes, jusqu'à 21h30. Son temps de trajet entre le domicile et le travail est d'environ une heure. Il se couche peu avant minuit. Pour revenir sur la base à 8 heures, le temps de repos effectif du pilote a été d'un peu plus de 6 heures.

Le 2 août, le pilote a déjà effectué cinq rotations. L'analyse des vols du pilote sur les mois précédents montre qu'il s'agit d'une journée des plus intenses de l'année. Il n'a pas mangé depuis environ 5 heures. En l'absence de système de climatisation, la chaleur dans l'avion est accablante, surtout lors des phases de roulage et de chargement de retardant. L'ambiance en vol est très bruyante. En fin d'après-midi, le pilote a pu ressentir de la fatigue à l'origine d'une baisse de vigilance et d'une altération de ses capacités cognitives.

**Les conditions de vol et la forte charge de travail le jour de l'évènement ont pu procurer de la fatigue au pilote, accentuée par l'absence de repos après son retour de détachement.**

#### 2.3.3.6.2. Baisse d'attention

Sur un « chantier » d'incendie, les échanges radio avec les pompiers au sol destinés à comprendre les objectifs opérationnels sont parfois difficiles. En présence d'un pilote coordinateur appartenant au GASC, les pilotes des avions bombardiers d'eau sont soulagés de cette tâche. Le coordinateur est responsable de la sécurité de l'avion bombardier d'eau et doit lui donner toutes les informations nécessaires à la réussite de la passe de largage. Lors de l'évènement, il est possible que le pilote, habitué à travailler au sein d'une noria, se soit reposé sur le coordinateur comme il fait avec son ailier, et qu'il ait eu une sensation de facilité en réalisant la mission.

La faible distance qui sépare l'incendie de la base conduit à des rotations de largage courtes qui s'enchainent rapidement. Lors de la reconnaissance pour une sixième passe de largage, le pilote a pu subir un effet de routine. Contrairement aux rotations précédentes durant lesquelles le transit a été effectué à 1 000 ft, le pilote reste à 500 ft après le dernier décollage.

**Ayant déjà réalisé plusieurs passes de largage guidées par le coordinateur sur le même flanc de l'incendie, le pilote peut avoir subi une baisse d'attention.**

#### 2.3.3.7. Préoccupations du pilote

##### 2.3.3.7.1. Changement de plan de carrière

Au moment de l'évènement, la flotte des Tracker arrive en fin de vie. Il est alors prévu de retirer du service les avions progressivement jusqu'en 2022. Les pilotes doivent s'orienter vers un autre avion bombardier d'eau. Pour des raisons de notoriété, la plupart des pilotes sont attirés par le secteur Canadair, vitrine de la sécurité civile. Cependant une modification de la voie de recrutement dans ce secteur a eu lieu récemment. Les jeunes copilotes Canadair peuvent désormais être formés commandant de bord sans passer par un autre secteur du GASC. Cette modification contrarie l'accession à la qualification selon la liste de séniorité, très importante aux yeux de certains pilotes du GASC. Les pilotes de Tracker ne peuvent donc pas tous accéder à un poste sur Canadair à l'ancienneté, contrairement à ce qu'ils avaient espéré.

Certains pilotes de Tracker doivent donc choisir de s'orienter vers le secteur Dash dont le nombre d'avion augmente. Or les multiples missions réalisées par cet avion les attirent moins. Leur manque d'expérience dans ces domaines les inquiète. Les pilotes sont également stressés par le risque d'échec lié à une formation externalisée (qualification de type passée en Grande-Bretagne), où l'effort de remise en question personnelle est certain.

Le manque de communication entre les différents secteurs ainsi que l'empathie de la direction locale principalement orientée vers le secteur Canadair au détriment du secteur Tracker créent des tensions importantes entre les pilotes et ravivent les ressentiments entre les secteurs du GASC.

Affecté par ce contexte, le pilote a longuement hésité entre une démission ou une ré-orientation au sein du GASC.

**Le retrait de service des Tracker induit des préoccupations importantes chez certains pilotes. La direction locale peine à prendre suffisamment en compte leurs inquiétudes dans le contexte de l'influence prédominante du secteur Canadair. Le pilote est perturbé depuis de nombreuses semaines par cette situation qui remet son plan de carrière en question.**

##### 2.3.3.7.2. Dispersion de l'attention du pilote

Après de longues semaines d'hésitation, le pilote a décidé courant juillet d'accepter une affectation sur Dash 8. Voyant son avenir s'ancrer à Nîmes, il a convaincu sa famille, fin juillet, de vendre la maison familiale située près de Marseille et trop éloignée de la base. Il est pleinement investi pour réussir au mieux leur installation. Le 2 août en matinée, il cherche une nouvelle maison.

Ces préoccupations, tant au plan professionnel qu'au plan personnel, sont probablement très présentes dans son esprit.

**Le pilote vient juste de prendre la décision de s'orienter vers la filière Dash et de faire déménager sa famille. La dispersion d'attention du pilote sur son avenir personnel et professionnel a pu perturber sa concentration et entraver durant le vol le développement d'une bonne conscience de la situation.**

#### 2.3.3.8. Diminution d'effectif

Pour des raisons budgétaires et suite au déménagement du GASC de Marignane à Nîmes en 2017 durant lequel certains personnels ont préféré démissionner, le groupement est en sous-effectif. Le secteur Tracker compte 15 pilotes pour 8 avions, mais l'un d'entre eux est en congé de fin de carrière<sup>27</sup> et d'autres ne sont pas encore opérationnels. Le 2 août, seulement trois pilotes sont disponibles à Nîmes pour quatre avions. Le chef de secteur prévoit donc une disponibilité d'une patrouille de deux Tracker et d'un avion isolé.

**Le 2 août, par manque d'effectif de pilote, un Tracker est planifié d'alerte en avion isolé.**

#### 2.3.3.9. Emploi d'un Tracker isolé

Le vendredi 2 août, le nombre d'incendies déclarés est important et les feux se propagent vite. Tous les moyens disponibles pour la lutte contre le feu sont sollicités. Ainsi, le dernier Tracker disponible, le Tracker 07 puis le Tracker 22, qui n'est associé à aucune noria, est employé pour réaliser une mission de lutte contre un feu bien établi à Générac. Le pilote n'est pas associé à la noria de Canadair, mais travaille seul sur l'autre flanc du feu. Il n'est pas entraîné pour réaliser seul ce type de mission.

Par ailleurs, le COZ a mis en vol l'ensemble des moyens aériens disponibles pour les missions de GAAR, soit l'ensemble des Dash 8 et une noria de Tracker. Selon les CPO, les Tracker travaillent de préférence par paire, notamment en GAAR, de manière à renforcer leur efficacité (Cf. annexe 2). Bien que les CPO en laissent la possibilité, le GASC s'interdit d'employer un Tracker isolé en GAAR<sup>28</sup> et préfère alors l'utiliser en lutte contre le feu en complément de l'action des Canadair, alors que ce n'est pas sa mission principale.

**Selon la doctrine d'emploi des moyens aériens de lutte contre les feux de forêts, les Dash 8 et les Tracker sont utilisés pour effectuer des missions de GAAR. Par habitude, le GASC ne planifie pas un Tracker isolé en GAAR et préfère l'utiliser en lutte contre les feux établis. La mission principale des Tracker étant le GAAR en noria, le pilote n'est pas entraîné pour réaliser seul une mission de lutte contre les feux.**

<sup>27</sup> Au moment de l'évènement, les pilotes de la sécurité civile pouvaient accumuler des heures de travail supplémentaires au cours de leur carrière. Ces heures étaient récupérées en fin de carrière sous la forme d'un congé de longue durée. Le personnel restait alors affecté à son poste sans être physiquement présent, mais sans qu'un autre agent puisse le remplacer.

<sup>28</sup> Selon les CPO, une mission de GAAR pourrait être effectuée par un Tracker seul en cas d'indisponibilité technique. Cependant, pour des raisons variables selon l'interlocuteur (charge de travail trop importante pour un pilote seul, action d'un seul Tracker insuffisante pour contenir un feu naissant), le GASC n'emploie pas un Tracker seul en GAAR. La documentation n'est pas explicite sur les raisons à prendre en compte pour décider d'accorder une mission de GAAR à un Tracker isolé.

#### 2.3.3.10. Supervision

L'organisation quotidienne du GASC prévoit la présence d'un cadre de permanence opérationnelle, responsable de l'organisation de l'ensemble de l'activité aérienne. Chargé de fournir les moyens aériens pour atteindre les objectifs du COZ, il est son principal interlocuteur. Les CPO prévoient qu'en saison feu ce cadre permanent puisse cumuler ses fonctions avec celles de coordinateur en l'air. Lors du déclenchement de la mission du Tracker 22 pour une mission de lutte contre le feu, le cadre de permanence assure la coordination en vol sur un site identifié. Il ne tient donc plus son rôle de supervision de l'ensemble de l'activité aérienne qui peut se répartir sur plusieurs sites. Il ne peut pas donner un avis technique au COZ sur la bonne répartition des avions sur les différents incendies.

Par ailleurs, les directives générales de sécurité aérienne ainsi que le plan d'intervention d'urgence du GASC prévoient la procédure à suivre en cas d'accident aérien. Le cadre de permanence a un rôle central dans la mise en œuvre de cette procédure. Après l'accident, l'absence de ce cadre au sol a également créé une désorganisation dans l'application de la procédure de crash du GASC.

**Le cadre de permanence, en vol, n'a pas pu assurer son rôle de conseiller technique et de supervision de l'activité aérienne lors du déclenchement du décollage du Tracker 22 en avion isolé. Par ailleurs, il n'a pas pu coordonner les actions à mener après l'accident.**

#### 2.3.3.11. Partage d'expérience

Les gros incendies sont fréquemment traités par plusieurs types d'avions bombardiers d'eau, simultanément ou alternativement. De nombreux autres aéronefs du GASC sont également présents sur les lieux. Pour autant, le GASC n'organise pas de débriefing commun de la mission. Ces échanges pourraient pourtant permettre de partager les expériences, de parler des erreurs commises et d'élaborer des pistes d'amélioration. Ce partage d'expérience serait également un bon moyen d'aplanir les tensions entre les différents secteurs du groupement.

**Le GASC n'organise pas de débriefing des missions de lutte contre les feux de forêt, qui permettrait à chacun de s'enrichir des expériences des autres.**

PAS DE TEXTE

### 3. CONCLUSION

L'évènement est une perte de contrôle en vol lors d'une mission de lutte contre les feux de forêt.

#### 3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

Le vendredi 2 août, seulement trois pilotes opérationnels de Tracker sont disponibles à Nîmes. L'un d'entre eux est planifié pour voler exceptionnellement en avion isolé.

Le risque d'incendie dans le Gard est très sévère. L'incendie qui s'est déclaré en milieu de journée à Générac est d'une rare violence. Dans l'après-midi, le front de flamme est large. Nourri par des végétaux de différentes natures, il présente plusieurs foyers d'incendie contigus créant une aérologie particulière. Les pilotes méconnaissent les phénomènes dangereux liés à l'aérologie autour d'un feu aussi énergétique, d'autant plus que le partage d'expérience entre les pilotes des différents secteurs est inexistant.

Pour lutter contre plusieurs incendies concomitants, l'ensemble des avions bombardiers d'eau est employé. Le Tracker isolé est utilisé en mission de lutte contre le feu de Générac. Il n'est rattaché à aucune noria.

Le pilote décolle de Nîmes avec le Tracker 22, encore lourdement chargé de carburant et dont le plein de retardant a été fait « à la lampe ». Cette procédure ne permet pas aux pilotes d'avoir la pleine conscience de la masse de leur avion. Après seulement quelques minutes de vol, le pilote réalise le tour de reconnaissance du feu. L'avion est lourd, sans que le pilote n'en ait vraiment conscience.

Alors que l'avion est aux limites du domaine de vol, il est bousculé par une forte ascendance en passant à proximité du front de flammes. L'aile gauche décroche. Le pilote rattrape le décrochage mais il percute les arbres situés au sommet d'une colline dont il n'avait probablement pas perçu le relief.

Le cadre de permanence du GASC, en vol pour coordonner l'activité aérienne sur ce feu, ne peut pas jouer le rôle de conseiller technique du COZ sur le choix des avions à envoyer en GAAR ou en lutte. Il n'assure pas la supervision de l'activité aérienne globale.

#### 3.2. Causes de l'évènement

Les éléments suivants ont contribué à l'évènement :

- le GASC dispose d'une faible ressource de pilotes de Tracker ;
- sans ailier, le pilote est privé du contrôle croisé habituel des décisions et actions de pilotage ;
- le pilote a peu d'expérience sur les missions de lutte contre les feux établis. Il n'a jamais réalisé une mission de cette nature en avion isolé ;
- certaines limitations du domaine de vol sont méconnues des pilotes, notamment à masse élevée et en virage à grande inclinaison ;
- les pilotes connaissent peu les phénomènes aérologiques liés à certains incendies, et les turbulences associées ;
- avec la mise en œuvre du retrait des Tracker, le pilote est préoccupé par son avenir au sein du GASC ;
- fatigué à la suite d'une activité soutenue, le pilote a une compréhension de la situation erronée ;
- le pilote subit un excès de confiance ;
- le pilote n'a pas perçu le relief. Il vole un peu bas en approchant de la colline ;
- il adopte une trajectoire très proche du front de flammes et n'anticipe pas le risque de turbulence ;
- focalisé sur une habitation à protéger, il ne détecte pas l'altitude inappropriée de son avion et conserve une forte inclinaison ;
- l'aile gauche subit un décrochage local provoquant une inclinaison franche de l'avion à gauche qui amène le pilote à rétablir l'avion trop bas par rapport à la hauteur des arbres dont il s'est fait une fausse idée.

PAS DE TEXTE

## 4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

Depuis l'évènement, la flotte de Tracker a été définitivement arrêtée de vol. Certaines recommandations ont été adaptées à cette nouvelle situation.

### 4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

#### 4.1.1. Connaissance des phénomènes aérologiques liés aux incendies

Les incendies se propagent différemment selon les végétaux qu'ils rencontrent, le relief et le vent. Ces différences de vitesse de propagation peuvent créer un front de flamme comportant plusieurs foyers, avec le risque d'un embrasement brutal d'une poche de gaz enfermée entre les volutes de fumées. Ce phénomène crée des courants d'air verticaux très rapides, provoquant des turbulences sévères très localisées. Les pilotes du GASC connaissent mal ces phénomènes et ne savent pas les reconnaître.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de renforcer la formation de l'ensemble des pilotes sur les phénomènes aérologiques liés aux incendies. Les experts du CEREN sont une source d'informations fiables pour ces formations.**

**R1 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

#### 4.1.2. Maîtrise du domaine de vol de l'avion

##### 4.1.2.1. Connaissance des limitations avion

Certaines limitations d'emploi de l'avion sont méconnues des pilotes, alors qu'ils explorent fréquemment les limites du domaine de vol. Les pilotes n'ont pas une connaissance précise des vitesses de décrochage de l'avion en virage, notamment à masse élevée.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de renforcer la formation des pilotes sur la connaissance du domaine de vol de leur avion.**

**R2 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

##### 4.1.2.2. Calcul de la masse de retardant embarquée

Les pilotes ont détecté des anomalies de calcul de masse lors de la livraison de produit retardant sur les pélicandromes en dehors de la base. Une procédure a donc été mise en place dans le secteur Tracker invitant les pilotes à effectuer le plein de retardant « à la lampe ». La routine s'est installée et les pilotes appliquent cette procédure sur tous les pélicandromes y compris à Nîmes. Cependant, le réglage des jauges n'est pas homogène dans la flotte des Tracker. Les pilotes ne peuvent pas déterminer exactement la masse de leur avion au décollage. Pourtant, la lecture du totalisateur du pélicandrome de la base de Nîmes, fiable, permet de calculer la masse de l'avion et de s'assurer du bon fonctionnement des jauges.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC d'utiliser sur la base de Nîmes la valeur indiquée par le totalisateur du pélicandrome afin de déterminer précisément la masse de l'avion au décollage et de vérifier le fonctionnement de la jauge.**

**R3 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

#### 4.1.3. Suivi de la formation et la progression des pilotes

La formation des pilotes est suivie au sein du GASC par un cahier de progression. Or les fiches de formation ne précisent pas clairement les attendus de chaque mission, notamment pour l'accèsion aux qualifications commandant de bord et chef de noria. Les exercices à réaliser n'y sont pas inscrits. Les débriefings des missions ne sont pas explicites et ne permettent pas au pilote de s'y référer pour progresser.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC d'enrichir considérablement les cahiers de progression afin de les rendre exploitables et traçable, et d'imposer aux instructeurs un débriefing précis des missions de formation.**

**R4 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

#### 4.1.4. Supervision

Le vendredi 2 août, le cadre de permanence opérationnelle est en vol de coordination. Il ne peut donc pas assurer la supervision de l'activité opérationnelle globale du GASC. Il ne peut pas jouer son rôle de conseiller technique auprès du COZ.

Par ailleurs, la procédure « crash » du GASC s'appuie en premier lieu sur le cadre de permanence. En son absence, le déroulé de cette procédure a été particulièrement perturbé.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de nommer un cadre de permanence opérationnelle qui puisse rester réellement disponible au sol afin d'assurer la supervision des activités aériennes, et de modifier les CPO en conséquence.**

**R5 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

##### 4.1.4.1. Emploi des d'avions du GASC en GAAR

Les CPO prévoient que « les Tracker effectuent normalement la mission GAAR à deux avions, en cas d'indisponibilité technique, à un seul avion ». Cette phrase n'est pas explicite et ne précise pas clairement les conditions et précautions à appliquer pour qu'un Tracker effectue un GAAR seul. Par habitude, le GASC s'interdit d'employer un Tracker isolé en GAAR. Lorsqu'il n'y a pas d'ailier disponible, un pilote de Tracker peut alors se voir proposer une mission de lutte contre le feu, alors qu'il ne s'agit pas de sa mission principale et que les pilotes de Tracker ne sont pas aguerris à ce type de mission.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de définir précisément l'ensemble des missions dédiées à chaque avion en précisant d'éventuelles limites d'emploi en fonction des circonstances pour éviter les interprétations, et de mettre en place l'entraînement adéquat.**

**R6 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

## 4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement

### 4.2.1. Partage de l'information

#### 4.2.1.1. Débriefing après une mission au feu

Les équipages des différents secteurs de la sécurité civile ne partagent pas leurs expériences. Après avoir travaillé ensemble sur un même chantier d'incendie, aucun débriefing collectif n'est organisé.

Ce manque de partage de l'expérience est dommageable à l'ensemble des équipages de la sécurité civile pour le développement opérationnel comme pour l'établissement d'une culture de la sécurité aérienne. Ces échanges permettraient également de décompartmenter les différents secteurs au sein du GASC, de favoriser le croisement des points de vue, et de faciliter les mutations internes.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de formaliser l'obligation d'un débriefing global après chaque intervention de lutte contre les feux de forêt pour favoriser le partage des expériences et l'enrichissement mutuel.**

**R7 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

#### 4.2.1.2. Formation Crew Resource Management (CRM)

Au sein de la sécurité civile, les pilotes ne bénéficient que de formations CRM occasionnelles. Par conséquent, il n'y a pas d'homogénéité sur la connaissance des outils leur permettant d'identifier les pièges liés aux facteurs humains (fatigue, surcharge de travail, stress) et les solutions à mettre en œuvre pour y remédier. Le concept de CRM est aujourd'hui décliné au profit des pilotes de monoplace (*single-pilot resource management* : SPRM) et fournit d'utiles garde-fous en auto-contrôle.

Réalisée entre les pilotes d'un même secteur, et idéalement entre les secteurs, une telle formation permettrait également une meilleure compréhension des limites humaines.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC d'intégrer systématiquement un module CRM à la formation continue de ses pilotes et d'en formaliser le suivi.**

**R8 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

### 4.2.2. Documentation

#### 4.2.2.1. Suivi de la documentation par Sabena Technics

L'enquête a mis en évidence un écart dans la documentation de l'avion. Notamment, il a été difficile de tracer l'historique des moteurs de l'avion. La documentation n'est pas complètement renseignée suivant les règles de la navigabilité.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à Sabena Technics de renseigner l'ensemble des actions de maintenance dans les documents idoines, et notamment de remplir précisément les livrets de suivi de l'avion, en particulier les livrets moteurs.**

**R9 – [S-2019-09-A] Destinataire : Sabena Technics**

#### 4.2.2.2. Documentation au sein du GASC

Certains documents du GASC sont très anciens. Ils n'ont pas été remis à jour depuis de nombreuses années et notamment depuis le déménagement de Marignane à Nîmes. Cette situation est de nature à discréditer les documents.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de mettre en place une révision régulière de sa base documentaire pour éviter les obsolescences, rafraichir son aspect pédagogique et la rendre attractive pour le personnel.**

**R10 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

#### 4.2.3. Enregistreur de paramètres

L'absence d'enregistreur de paramètres sur le Tracker a compliqué l'analyse de cet évènement.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGSCGC de s'assurer de la présence et du fonctionnement d'un enregistreur de données et de voix sur tous ses aéronefs.**

**R11 – [S-2019-09-A] Destinataire : DGSCGC**

## ANNEXES

ANNEXE 1 NOTE CONCERNANT LE PLEIN DE RETARDANT SUR TRACKER .....	42
ANNEXE 2 EXTRAIT DES CONSIGNES PERMANENTES D'OPÉRATIONS DU GROUPEMENT AVIONS DE LA SÉCURITÉ CIVILE, CHAPITRE 3 : EMPLOI OPÉRATIONNEL DES AVIONS - EMPLOI TACTIQUE .....	43

## ANNEXE 1

### NOTE CONCERNANT LE PLEIN DE RETARDANT SUR TRACKER



Nîmes, le 6 juin 2018

## NOTE CIRCONSTANCIELLE SECTEUR N° 7/17

### **OBJET : Plein retardant**

1) Sur tous les terrains, y compris Nîmes, le compteur ne donne pas forcément la masse réelle délivrée.

Les pleins pourront être effectués à la lampe ou au compteur, sous la responsabilité du commandant de bord, en respectant les différentes limitations.

La valeur à prendre en compte pour les masses et centrage sera la valeur affichée au compteur plus 10 %, ou 7500 lbs si plein à la lampe.

Le dernier plein ou complément de plein devra être effectué à la lampe.

Dans le cas où celui-ci aura été fait au compteur, et pour un plein dépassant les 7500 lbs réels (majoration de 10 % par rapport à l'affichage), le délestage d'une soute devra être effectué avant l'atterrissage.

2) Sur terrains limitatifs, et dans le cas de pleins nécessitant un calcul précis afin de respecter les limitations au décollage, la quantité de retardant demandée au pélicandrome sera le poids calculé dans les abaques moins 10 %.

Il en est de même pour des situations particulières comme un plein partiel évitant un délestage.

Chef du secteur Tracker

Copies: CDT/CMO/CMOA/CPN/OSAG/OSAS

## ANNEXE 2

### EXTRAIT DES CONSIGNES PERMANENTES D'OPÉRATIONS DU GROUPEMENT AVIONS DE LA SÉCURITÉ CIVILE, CHAPITRE 3 : EMPLOI OPÉRATIONNEL DES AVIONS - EMPLOI TACTIQUE

#### 4.3 EMPLOI DES AVIONS DU GASC EN MISSION DE GAAR

a.

b. Tracker

Les Tracker effectuent normalement la mission GAAR à 2 avions, en cas d'indisponibilité technique à un seul avion.

c. Dash 8

Ces avions effectuent la mission GAAR en avion isolé.

d. CL 415

Ces avions effectuent la mission GAAR en avion isolé ou à 2 avions quand les circonstances l'exigent, de préférence sur des itinéraires ou des zones à proximité de plans d'eau. Le GAAR « mixte » (1 CL415 avec 1 S2F) est à proscrire.

PAS DE TEXTE