



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

## Rapport d'enquête de sécurité



A-2022-07-1

Date de l'évènement	4 mai 2022
Lieu	Salon-de-Provence (Bouches-du-Rhône)
Type d'appareil	Extra 330 SC
Organisme	Armée de l'Air et de l'Espace

## AVERTISSEMENT

### UTILISATION DU RAPPORT

Conformément à l'article L.1621-3 du code des transports, 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 aux engagements internationaux de la France, à l'esprit des lois et des règlements et relève de la seule 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

Figure 1	Armée de l'Air et de l'Espace BEA-É et <i>Géoportail</i>	Page de garde 8
Figures 2	Service de l'information aéronautique	10
Figures 3 et 4	BEA-É	20 et 23

## TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE .....	4
SYNOPSIS.....	5
1. Renseignements de base .....	7
1.1. Déroulement du vol.....	7
1.2. Dommages corporels.....	8
1.3. Dommages à l'aéronef .....	9
1.4. Autres dommages .....	9
1.5. Renseignements sur le pilote commandant de bord.....	9
1.6. Renseignements sur l'aéronef.....	9
1.7. Conditions météorologiques .....	10
1.8. Aides à la navigation .....	10
1.9. Télécommunications .....	10
1.10. Renseignements sur l'aéroport .....	10
1.11. Enregistreurs de bord.....	10
1.12. Constatations sur l'aéronef .....	11
1.13. Renseignements médicaux sur le pilote commandant de bord .....	11
1.14. Incendie.....	11
1.15. Questions relatives à l'organisation des secours.....	11
1.16. Essais et recherches .....	11
1.17. Renseignements sur les organismes.....	11
1.18. Contexte d'indisponibilité des avions .....	12
1.19. Contexte de l'évènement .....	12
2. Analyse.....	15
2.1. Constats techniques .....	15
2.2. Séquence de l'évènement.....	15
2.3. Recherche des causes de l'évènement.....	15
3. Conclusion .....	25
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement .....	25
3.2. Causes de l'évènement .....	25
4. Recommandations de sécurité .....	27
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement .....	27
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement .....	27

## GLOSSAIRE

AAE	Armée de l'Air et de l'Espace
BA	Base aérienne
CAG	Circulation aérienne générale
CFA	Commandement des forces aériennes
Com SV	Commission de sécurité des vols
CSUE	Centre satellitaire de l'Union européenne
EQPAA	Équipe de présentation de l'armée de l'air
EVAA	Équipe de voltige de l'armée de l'air
ft	<i>Feet</i> , pieds (1 pied vaut 30,48 cm)
FIA	Fiche d'information activité
kt	<i>Knots</i> , nœuds (1 nœud vaut 1,852 km/h)
PCB	Pilote commandant de bord
ST	Services techniques
SV	Sécurité des vols
VFR	<i>Visual flight rules</i> , règles de vol à vue
VJ	Visite journalière

## SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 4 mai 2022 à 9h36

Lieu de l'évènement : base aérienne (BA 701) de Salon-de-Provence

Organisme : armée de l'Air et de l'Espace (AAE)

Commandement organique : Commandement des forces aériennes (CFA)

Unité : équipe de voltige de l'armée de l'Air (EVAA)

Aéronef : Extra 330 SC<sup>1</sup>, immatriculé F-HMEL

Nature du vol : mission entraînement à la voltige

Nombre de personnes à bord : 1

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

Mercredi 4 mai 2022, vers 9h30, un avion Extra 330 monoplace loué à une société privée par l'équipe de voltige de l'armée de l'Air (EVAA) évolue au-dessus de la base aérienne (BA 701) de Salon-de-Provence pour le premier vol d'entraînement à la voltige de la journée. Après un peu moins de quinze minutes de vol, alors que le pilote commandant de bord (PCB) réalise une figure, une détonation en provenance du moteur est entendue. Le PCB remet immédiatement les ailes à plat et vérifie les paramètres de l'avion. Très rapidement, il perçoit une perte de la puissance disponible et le moteur se coupe. En examinant les jauges de carburant, le pilote constate que les réservoirs sont vides. Il lance un message de détresse sur la radio et il pose l'aéronef sur la piste principale en planant.

Le PCB est indemne. L'avion est intègre.

### 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 expert en facteurs organisationnels et humains (BEA-É) ;
- un pilote ayant une expertise sur Extra 330 ;
- un mécanicien ayant une expertise sur Extra 330 ;
- un médecin breveté supérieur de médecine aéronautique.

---

<sup>1</sup> Extra 330 SC est un avion monoplace de voltige. L'aéronef de l'évènement est appelé Extra 330 dans la suite du rapport d'enquête.

PAS DE TEXTE

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Type de vol : circulation aérienne générale - règles de vol à vue (CAG VFR<sup>2</sup>)

Type de mission : entraînement

Dernier point de départ : BA 701 Salon-de-Provence (LFMY) « Général Pineau »

Heure de départ : 9h15

Point d'atterrissage prévu : BA 701 Salon-de-Provence (LFMY) « Général Pineau »

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Contexte de la journée

Le mercredi 4 mai 2022, le premier vol d'entraînement de l'équipe de voltige de l'armée de l'Air (EVAA) est prévu pour 9h00 sur un avion Extra de location. En effet, suite à des problèmes de disponibilité depuis octobre 2021 et consécutivement à l'accident de l'avion biplace, les trois avions Extra 330 patrimoniaux que possède l'armée de l'Air et de l'Espace (AAE) ne sont plus exploitables.

En conséquence, l'EVAA a loué un avion monoplace à une société privée afin de préserver une capacité de préparation pour la nouvelle saison de présentations et compétitions. Le programme de présentation de 2022 doit d'ailleurs être présenté et validé le 9 mai 2022 à l'occasion de la commission de sécurité des vols (com SV).

##### 1.1.2.2. Préparation du vol

Lorsque le PCB arrive à l'EVAA, en début de matinée, il se rend en salle des opérations pour prendre connaissance du tableau des vols et constate une inscription d'un mécanicien mentionnant : « pas de fumigène ».

La veille, le PCB avait lui-même organisé les vols de la journée et il est le premier pilote à s'entraîner. Il prend également connaissance de la météo du jour qui est favorable à l'entraînement. Le PCB a prévu un vol d'entraînement à la voltige de type « *free known* »<sup>3</sup> puis « *freestyle* »<sup>4</sup> avec fumigènes au-dessus du box<sup>5</sup> de Salon-de-Provence.

Au moment où le pilote commence son tour avion, il aperçoit le mécanicien à l'origine de la remarque sur le tableau des vols à propos des fumigènes. Il interrompt alors sa tâche pour échanger avec ce mécanicien. Assez rapidement, la discussion entre ces deux personnels devient tendue. Une fois les échanges terminés, le PCB retourne terminer son tour avion, mais demeure affecté par les derniers échanges.

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

Le PCB décolle de la BA de Salon-de-Provence vers 9h20 et rejoint rapidement le box de voltige situé à l'est de la piste. Ce dernier est identifié par des marquages au sol, visibles en vol (cf. figure 1). Cela permet au pilote de facilement évoluer dans le bon volume.

Pour le besoin de l'entraînement, un second pilote est au sol en liaison radio pour assister le PCB dans ses exercices. Un cameraman est également présent et filme les évolutions de l'Extra. Cette vidéo est utile au PCB pour affiner la technique de ses figures acrobatiques et leur précision, lors des débriefings.

---

<sup>2</sup> VFR : *visual flight rules*, règles de vol à vue.

<sup>3</sup> Le « *free known* » est un programme aérien libre construit par le pilote pour les compétitions de voltige.

<sup>4</sup> Le « *free style* » est le programme aérien libre intégral présenté à la com SV.

<sup>5</sup> Box : espace tridimensionnel délimité au sol dans lequel l'avion de voltige évolue. En général, un box de voltige représente un cube d'un kilomètre de côté.



Figure 1 : box de voltige de Salon-de-Provence

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

Le PCB est en vol depuis environ 15 minutes et poursuit l'entraînement en lien avec le programme de voltige qu'il présentera à la com SV. Alors qu'il effectue une figure, il entend des ratés moteur. Immédiatement, il remet les ailes de son avion à plat et il vérifie ses paramètres. Très rapidement, il se rend compte de la chute de la puissance disponible et le moteur se coupe. Constatant que les réservoirs sont vides, il émet un message de détresse sur la radio puis ramène l'aéronef sur la piste principale en planant.

#### 1.1.3. Localisation

– Lieu :

- pays : France
- département : Bouches-du-Rhône (13)
- commune : Salon-de-Provence
- coordonnées géographiques : N 43° 36' 19" - E 005° 06' 30"
- hauteur de l'évènement : 600 mètres

– Moment : jour

– Aérodrome le plus proche au moment de l'évènement : BA 701 Salon-de-Provence (LFMY)  
« Général Pineau »

## 1.2. Dommages corporels

Le PCB est indemne.

### 1.3. Dommages à l'aéronef

L'avion est intègre.

### 1.4. Autres dommages

Sans objet.

### 1.5. Renseignements sur le pilote commandant de bord

- Âge : 33 ans
- Unité d'affectation : équipe de voltige de l'armée de l'Air
- Fonction dans l'unité : pilote
- Formation :
  - qualification : chef de bord, CPL (A)<sup>6</sup>, pilote de voltige en 2017 ;
  - école de spécialisation : école d'aviation de transport en 2013.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	Dont Extra 330	sur tout type	Dont Extra 330	sur tout type	Dont Extra 330
Total (h)	3 850	569	34	25	10	8

- Date du précédent vol sur Extra 330, le 3 mai 2022

### 1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : société privée
- Organisme de maintenance : société privée
- Aérodrome de stationnement : BA 701 de Salon-en-Provence
- Unité d'affectation : EVAA
- Type d'aéronef : Extra 330 SC monoplace de la famille Extra Flugzeugbau Extra 300 d'Extra Aircraft.

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	EXTRA 330 SC	SC065	368	VI <sup>7</sup> : 20
Moteur	Lycoming AEIO-580-B1A	L-480-79E	368	-
Hélice	MTV 9 BC/C198-25	160597	368	-

#### 1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation témoigne d'un entretien de l'appareil conforme au programme de maintenance en vigueur et aux règles de maintien de la navigabilité.

L'EVAA est en charge de la mise en œuvre de l'aéronef et de quelques opérations mineures de maintenance. La société propriétaire de l'aéronef réalise la majorité des opérations de maintenance.

#### 1.6.2. Performances

L'aéronef est exploité dans son domaine de vol tout au long de la mission.

#### 1.6.3. Masse et centrage

La masse et le centrage sont dans les normes d'emploi de l'aéronef pendant tout le vol de la mission.

<sup>6</sup> Commercial Pilot Licence (aircraft) : licence de pilote professionnel (avion).

<sup>7</sup> VI : visite intermédiaire 50 heures faite le 17/04/2022.

### 1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : 100 LL (F-38)
- Quantité de carburant au décollage : 20 litres
- Quantité de carburant au moment de l'évènement : 0 litre utilisable

### 1.7. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques sont favorables à un vol d'entraînement à la voltige avec une visibilité de plus de 10 km et un vent faible à 600 mètres, hauteur d'évolution de l'avion.

### 1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

### 1.9. Télécommunications

Le PCB est en contact radio avec la tour de la BA et avec un personnel de l'EVAA durant l'entraînement à la voltige pour assurer la sécurité et le bon enregistrement de la séance.

### 1.10. Renseignements sur l'aéroport

L'aéroport de Salon-de-Provence LFMY est situé sur la BA 701, sur les communes de Salon-de-Provence et Lançon-Provence. La tour de contrôle gère une piste « en dur » 16/34 de 2 001 mètres et trois pistes « en herbe » (16L/34R, 16R/34L et 09/27) d'environ 1 000 mètres.

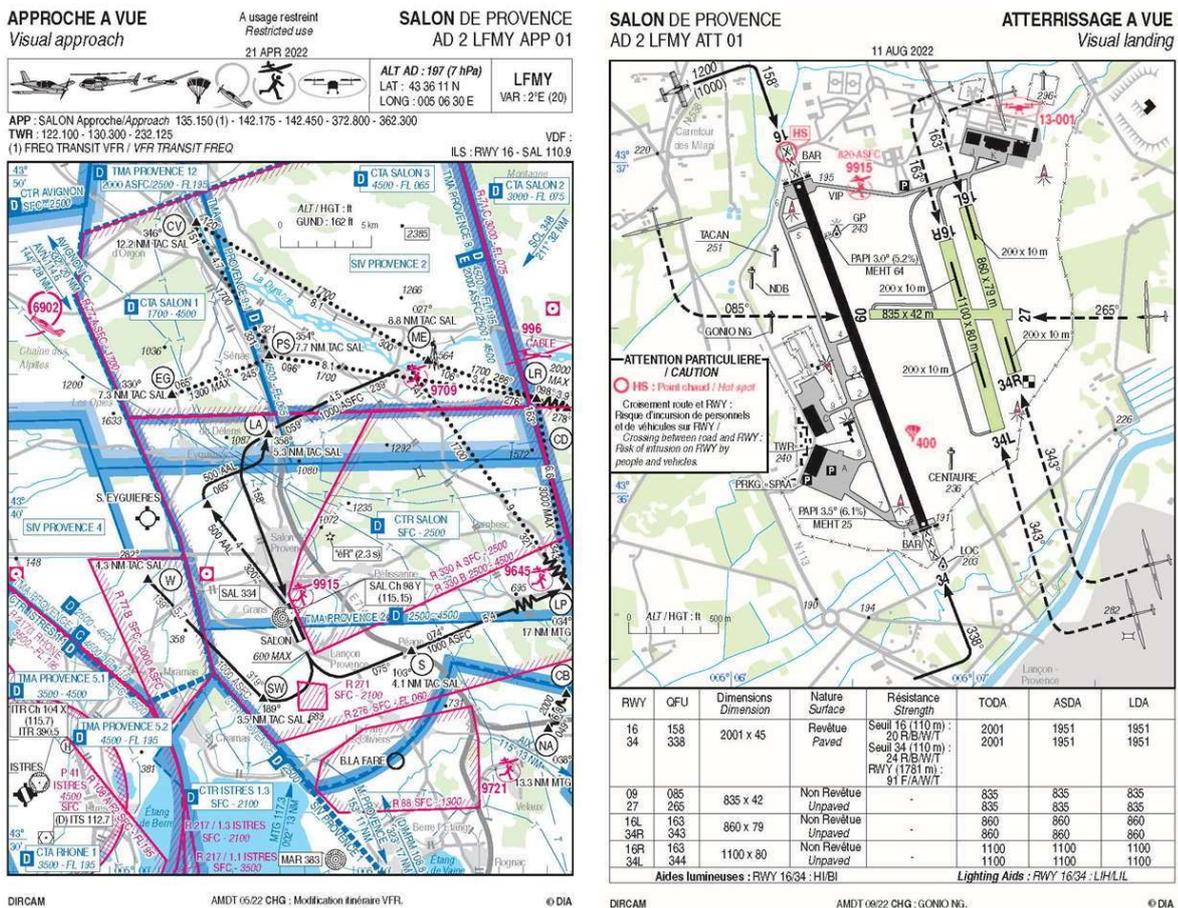


Figure 2 : carte VAC<sup>8</sup> de Salon-de-Provence

### 1.11. Enregistreurs de bord

L'appareil n'est pas équipé d'un système d'enregistrement de données de vol, ni d'enregistrement de voix.

<sup>8</sup> VAC : Visual Approach Chart, carte d'approche et d'atterrissage à vue.

### 1.12. Constatations sur l'aéronef

L'avion est intègre et ses réservoirs sont vides.

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

- Dernier examen médical :
  - type : visite en centre d'expertise médicale personnel navigant (CEMPN)<sup>9</sup> du 23 novembre 2021
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : aucune

### 1.14. Incendie

Sans objet.

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

Le PCB émet un message de détresse sur la radio et le contrôleur de la tour de la BA 701 de Salon-de-Provence déclenche l'intervention des secours. En parallèle et en coordination avec les équipes de secours, du personnel de l'EVAA rejoint rapidement l'Extra 330 qui vient de se poser sur la piste principale, moteur éteint. Le PCB s'extrait du cockpit et pousse l'avion aidé par les membres de l'EVAA hors de la piste principale.

### 1.16. Essais et recherches

L'analyse des facteurs organisationnels et humains a été réalisée par le BEA-É.

### 1.17. Renseignements sur les organismes

#### 1.17.1. BA 701

La BA 701 « Général Pineau » de Salon-de-Provence est située sur les communes de Salon-de-Provence et Lançon-Provence. Elle est le creuset de la formation initiale des pilotes de l'AAE. La base abrite également les Équipes de présentation de l'armée de l'Air (EQPAA).

Les EQPAA sont constituées de trois entités : la Patrouille de France (PAF) qui évolue sur Alphajet, l'EVAA qui emploie trois Extra 330<sup>10</sup> et les services techniques (ST) qui assurent le soutien de l'ensemble des avions de l'EQPAA. Les EQPAA sont subordonnées depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2008 à la brigade aérienne de l'aviation de chasse du CFA.

#### 1.17.2. EVAA

L'EVAA est, depuis 1968, une des composantes de la représentation du savoir-faire des aviateurs de l'AAE. Depuis 2008 et jusqu'à récemment, cette unité était dotée de trois avions Extra 330 (un biplace et deux monoplace). L'EVAA est placée sous l'autorité d'un officier pilote qui dirige l'équipe constituée de trois autres officiers pilotes. Ensemble, ils réalisent les deux missions principales de l'unité : participation aux compétitions de voltige aérienne et aux manifestations aériennes. Certains pilotes sélectionnés, dont le PCB, participent également aux compétitions nationales et internationales de voltige aérienne et de vol acrobatique au cours desquelles ils portent les couleurs de l'AAE.

#### 1.17.3. Services techniques de l'EVAA

Les services techniques des EQPAA sont placés sous l'autorité d'un directeur technique assisté dans sa mission par un chef des services techniques (CST) de la PAF et par le CST de l'EVAA.

Les ST de l'EVAA ont pour mission la mise en œuvre et une partie de la maintenance des avions Extra 330. Ils réalisent la visite journalière (VJ) de chaque avion et les avitaillent après chaque vol. En effet, pour les besoins des entraînements à la voltige, les mécaniciens rechargent en carburant chaque Extra 330 à hauteur de 60

---

<sup>9</sup> Référence : Instruction n°4000/DRHAA/SDEPRH-HP/BPECA du 20 avril 2017 relative aux normes médicales d'aptitude applicable au personnel militaire de l'armée de l'air et à la définition des standards d'aptitude médicale minimaux à requérir pour les emplois de personnel navigant.

<sup>10</sup> L'EVAA dispose d'un avion Extra 330 LC (biplace) et de deux avions Extra SC (monoplace).

litres à l'issue de chaque vol. Les ST effectuent également les entretiens programmés à l'occasion des visites de 25 heures et des visites de 50 heures ainsi que les interventions techniques courantes dont le dépannage est inférieur à 2 heures. Pour réaliser ses missions de maintenance, le CST de l'EVAA est secondé par un chef de section et il s'appuie sur cinq mécaniciens.

Les interventions plus importantes sont sous-traitées à un organisme privé extérieur qui réalise les dépannages supérieurs à 2 heures d'indisponibilité et les maintenances en base (visite de 100 heures, visite programmée de 1 000 heures, révision générale moteur et hélice).

## **1.18. Contexte d'indisponibilité des avions**

### **1.18.1. Historique de l'indisponibilité des avions Extra 330**

Depuis le mois d'octobre 2021, aucun des Extra 330 patrimoniaux de l'EVAA n'est disponible pour l'entraînement. En effet, le 17 octobre 2021 suite à une panne moteur en vol, l'Extra biplace a effectué un atterrissage en campagne et a été détruit. En outre, la semaine suivant cet accident, à l'occasion de la visite de 100 heures des avions Extra monoplace, des criques de fatigue ont été détectées sur les treillis des deux fuselages de ces aéronefs. Ils ont été immobilisés pour une maintenance lourde qui nécessitait le changement complet du treillis de la cellule. Ils étaient en réparation jusqu'à la fin du mois de mai 2022.

### **1.18.2. Location d'un avion Extra 330**

Pour poursuivre l'entraînement des pilotes suite à l'indisponibilité des avions Extra 330 afin de maintenir leurs qualifications et également pour préparer la saison 2022, l'EVAA a adopté des solutions palliatives et transitoires. Ainsi d'octobre 2021 à février 2022, les pilotes ont réalisé deux vols sur des Extra 330 d'aéroclubs privés pour maintenir leur qualification a minima<sup>11</sup>. Puis en février, grâce à la location par l'AAE d'un Extra 330 monoplace, le F-HMEL, à une société privée, les pilotes ont pu reprendre leur entraînement à la voltige. En mars, l'Extra 330 de location a été immobilisé pour une maintenance de trois semaines sur le train d'atterrissage.

Malgré tout, les équipages ont pu réaliser deux semaines de stage de préparation en équipe de France et cinq semaines d'entraînement à Salon-de-Provence. La semaine précédant l'évènement, le PCB a participé au stage d'entraînement de l'équipe de France de voltige à Ambérieu-en-Bugey où il a volé deux fois par jour.

### **1.18.3. Réglementations aéronautiques civiles**

L'utilisation d'un avion civil est soumise au règlement (UE) n°965/2012, également connu sous le nom de "AIR-OPS". La Partie NCO<sup>12</sup> de l'annexe VII est applicable aux aéronefs autres que les aéronefs motorisés complexes utilisés à des fins non commerciales, ce qui est le cas de l'avion Extra 330 loué par l'EVAA. Selon l'article NCO.GEN.105 du règlement, le pilote est responsable d'enregistrer les données d'utilisation et tous les défauts connus ou présumés de l'aéronef à la fin du vol ou d'une série de vols dans le compte rendu matériel ou le carnet de route de l'aéronef.

L'entretien programmé de l'avion doit être effectué exclusivement par les mécaniciens de la société de location selon le contrat.

## **1.19. Contexte de l'évènement**

### **1.19.1. Commission de Sécurité des Vols**

La com SV a pour but de valider les programmes de présentation des pilotes de l'EVAA. Le premier meeting de la saison est prévu pour le week-end suivant la com SV. En raison de la situation de déficit d'heures d'entraînement et dans l'attente d'une préparation satisfaisante aux programmes de présentation de l'EVAA, la com SV a été décalée à trois reprises. Elle est prévue pour le lundi 9 mai 2022, soit cinq jours après l'évènement.

---

<sup>11</sup> Il s'agissait simplement, en première priorité, de rester « lachés » sans ambition de s'entraîner à la voltige.

<sup>12</sup> NCO : *non commercial with other-than complex motor-powered Aircraft*, exploitation d'aéronefs non complexes à des fins non commerciales.

#### 1.19.2. Activité cohésion

La veille de l'évènement, une activité cohésion a été organisée par l'unité. Pour cette raison, les ST de l'EVAA ont donc décidé de reporter l'avitaillement de l'avion au lendemain alors qu'il est habituellement réalisé après chaque vol.

#### 1.19.3. Analyse de l'air du hangar de l'EVAA

Le jour de l'évènement, une analyse de l'air respiré est programmée dans l'atelier de l'EVAA. Plusieurs mécaniciens sont désignés pour participer à cette étude dont un mécanicien qui effectue le tour avion avant vol avec le PCB. Dans ce but, ils sont équipés de capteurs.

#### 1.19.4. Visite du centre satellitaire de l'Union européenne au sein de l'EVAA

L'après-midi du 4 mai, une visite du centre satellitaire de l'Union européenne (CSUE) est prévue sur la base aérienne de Salon-de-Provence avec un passage à l'EVAA. L'EVAA reçoit régulièrement des visites d'organisme extérieur en tant que vitrine de l'AAE et le chef de l'unité porte alors une attention particulière sur l'état du hangar. À cette fin, la visite du CSUE a été inscrite sur le tableau de la salle des opérations afin que tout le personnel de l'unité soit informé et prêt à recevoir les visiteurs.

#### 1.19.5. Maintenance programmée

La maintenance programmée de l'Extra 330 est réalisée par la société de location qui détache sur la BA 701 un mécanicien. Le jour de l'évènement, une visite de 25 heures est organisée en fin d'après-midi, à 17h, et un mécanicien de l'EVAA s'est désigné pour recevoir le mécanicien extérieur et être présent durant toute sa tâche en dehors des heures ouvrées.

#### 1.19.6. Rappel des évènements du contexte

Date	Évènement
17 octobre 2021	Accident Extra biplace
Fin octobre 2021	Visite programmée de 100 heures des deux Extra 330 monoplaces
D'octobre 2021 à février 2022	Indisponibilité des avions et impossibilités aux pilotes de s'entraîner à l'EVAA
Février 2022	Contrat de location d'un Extra 330 à une société privée
Mars 2022	Réparation à faire sur le train de l'Extra 330 F-HMEL
Mai 2022	Reprise des meetings et des entraînements pour les compétitions France et monde
3 mai 2022 : dernier vol	Évènement de cohésion en fin de journée à l'EVAA
4 mai 2022	Visite de 25 heures programmée après les vols du F-HMEL en fin de journée Visite du CSUE et analyse de l'air
9 mai 2022	Tenue de la commission de sécurité des vols (com SV)

PAS DE TEXTE

## 2. ANALYSE

L'analyse qui suit est composée de trois parties. La première expose les résultats des constats techniques, la deuxième décrit la séquence de l'évènement et la troisième en identifie les causes.

### 2.1. Constats techniques

L'arrêt du moteur s'est produit suite à une panne sèche en vol. L'avitaillement n'a pas été fait entre le dernier vol du jour précédent et le premier vol du matin. L'avion a consommé en moins de 15 minutes le reliquat exploitable de carburant de la veille.

**L'arrêt du moteur est dû à un défaut de carburant.**

### 2.2. Séquence de l'évènement

Le mécanicien disponible et supposé effectuer l'avitaillement est identifié en tant que mécanicien 1. Le mécanicien identifié pour recevoir le mécanicien pour la visite de 25 heures est le mécanicien 2. Le mécanicien 3 assiste le PCB durant le tour avion.

Date	Évènement
8h00	VJ faite par le mécanicien 1
	Un mécanicien interrompt le mécanicien 1 pour lui apporter son aide
	Dans la salle des vols, le mécanicien 2 et le PCB discutent des fumigènes
	Le PCB et le chef d'unité discutent des fumigènes pour les vols de la journée
8h30	Le PCB consulte le carnet de route et signe le cahier d'ordre
8h45	Le PCB débute sa visite prévol intérieure assisté du mécanicien 3
	Le PCB interrompt le mécanicien 2 qui range le hangar
	Altercation avec le mécanicien 2
	Le PCB reprend sa visite prévol intérieure
9h15	Le PCB déroule la check-list avant décollage à l'aide d'un moyen mnémotechnique « ACHEVER »
9h21	L'Extra 330 décolle avec 20 litres de carburant
9h34	Panne sèche
9h36	L'Extra 330 se pose en planant. L'avion est contrôlé au sol par le PCB

### 2.3. Recherche des causes de l'évènement

Les causes de cet évènement sont recherchées dans le domaine des facteurs organisationnels et humains. La séquence met en évidence deux évènements de sécurité :

- l'oubli par les mécaniciens de l'avitaillement de l'Extra 330 ;
- l'absence de détection par quatre fois par le PCB du manque de carburant de l'Extra 330 : sur le carnet de route, durant la visite prévol de l'avion, lors de la check-list de décollage et en vol.

#### 2.3.1. Contexte particulier de sous-activité des équipages de l'EVAA

L'indisponibilité des avions de l'EVAA a impacté l'activité de l'unité pendant de nombreux mois. Les pilotes sont en déficit d'heures d'entraînement par rapport à la saison précédente. Cependant, la location d'un avion Extra 330 et l'ouverture de la saison d'entraînement ont favorisé une reprise d'activité solide. Malgré une diminution des entraînements durant quelques mois, le PCB ne décrit pas avoir ressenti un manque de savoir-faire ou de technicité. D'autant que, depuis février 2022, l'emploi de l'Extra de location et la participation aux différents stages de préparation ont permis de retrouver un rythme plus habituel d'entraînement.

Ainsi, les équipages ont pu réaliser deux semaines de stage de préparation en équipe de France et cinq semaines d'entraînement à Salon-de-Provence. La semaine précédant l'évènement, le PCB a participé au stage d'entraînement de l'équipe de France de voltige à Ambérieu-en-Bugey où il a volé deux fois par jour.

Cependant, en raison de ce contexte particulier, la com SV a déjà été décalée à trois reprises. La com SV, qui est prévue au début de la semaine suivante, a pour but de valider le programme de présentation des pilotes de l'EVAA. Les pilotes ont conscience de leur manque de préparation à ce programme de présentation et c'est pour cette raison qu'il est repris à l'identique de l'année précédente.

En outre, le premier meeting de la saison est prévu pour le week-end suivant la com SV. Les équipages de l'EVAA ressentent donc une certaine pression pour être prêts à temps pour le début de la saison des meetings après validation de leur programme de présentation.

**L'indisponibilité des avions de l'EVAA ayant impacté l'activité de l'unité sur de nombreux mois, les équipages de l'EVAA ont fait le choix de reprendre le programme de présentation de l'année dernière. Ainsi, bien qu'en déficit d'heures de vol, les pilotes ne ressentent pas un manque d'entraînement au pilotage. Ils ressentent toutefois une certaine pression temporelle pour être prêts pour la com SV et les premiers meetings aériens.**

### 2.3.2. Oubli de l'avitaillement par le mécanicien 1

#### 2.3.2.1. Contexte de sous-activité des mécaniciens

Cinq mécaniciens et deux cadres des ST sont affectés spécifiquement au sein de l'EVAA. Ils travaillaient habituellement sur les trois aéronefs de l'EVAA, un Extra biplace et deux Extra monoplaces. Ils effectuaient à la fois les visites journalières, les remises en œuvre entre chaque vol ainsi que les visites programmées de 25 heures, de 50 heures et toutes les maintenances de moins de deux heures.

Durant la période d'octobre à février 2022, l'activité des mécaniciens au sein de l'EVAA a été très faible. Sans aucun avion à demeure, l'EQPAA a alors redéployé son personnel dans d'autres unités.

Puis à la fin du mois de février, la location de l'aéronef a été effective et les pilotes ont ainsi pu reprendre leurs entraînements, mais l'activité des mécaniciens est restée perturbée. Ils ne réalisent alors que les VJ et les remises en œuvre de l'aéronef entre chaque tour de vol.

**Au moment de l'évènement, les mécaniciens sont depuis plusieurs mois en sous-activité, ce qui favorise une baisse générale de l'attention. Depuis le mois de février, les cinq mécaniciens travaillent uniquement sur un seul aéronef sur lequel ils ne peuvent faire qu'une faible partie de leur activité habituelle. Ce contexte de sous-activité est favorable à la survenue d'erreur.**

#### 2.3.2.2. Interruption de tâche du mécanicien 1

Le matin de l'évènement, le mécanicien 1, le premier à poste, décide de commencer la VJ afin de préparer l'avion pour le premier vol de la matinée prévu vers 9h. Il commence par une inspection de l'intérieur du cockpit. Il note alors mentalement que le plein est à faire. Il continue son tour, mais il est alors une première fois interrompu par le photographe de la base. Puis quelques minutes plus tard, alors que le mécanicien fait le tour extérieur de l'aéronef, il est interrompu une seconde fois par un autre mécanicien de l'unité qui lui propose son aide afin de gagner du temps.

À la fin du tour avion, il oublie l'avitaillement et s'attelle au rangement du hangar pour préparer la visite de l'après-midi.

**Les interruptions successives du mécanicien 1 durant la visite journalière sont à l'origine de l'oubli de l'avitaillement lors de la VJ. La pression ressentie par les mécaniciens pour la visite de l'après-midi a également contribué à cet oubli.**

### 2.3.2.3. Report de l'avitaillement au lendemain

Les mécaniciens de l'EVAA réalisent généralement l'avitaillement après chaque vol. Pour cela, ils appellent le soutier de la base de Salon-de-Provence qui se déplace avec un camion-citerne.

Géographiquement, le service des essences est situé à l'autre extrémité de la base à proximité de la majorité des unités navigantes de la base aérienne. L'avitaillement est donc une tâche coûteuse en temps, à la fois pour les mécaniciens qui doivent attendre le soutier et pour ce dernier qui doit traverser la base. Cette contrainte est d'autant plus forte qu'en raison des spécificités du vol de voltige, le plein en carburant doit être réajusté avant chaque vol. Ainsi, chaque jour, les mécaniciens peuvent faire appel au soutier jusqu'à six fois.

La veille de l'évènement, dans l'après-midi, les mécaniciens et le soutier s'entendent pour reporter au lendemain l'avitaillement de l'aéronef à l'issue de sa dernière rotation.

Peu habitués à devoir faire le plein le matin lors de la VJ, les mécaniciens ont oublié l'avitaillement avant le premier vol du matin.

**Le report de l'avitaillement au lendemain matin, qui n'est pas une pratique courante au sein de l'EVAA, a contribué à son oubli par les mécaniciens.**

### 2.3.2.4. Dilution des responsabilités

Les mécaniciens de l'EVAA ont tous une forte expérience à la fois en tant que mécaniciens, mais aussi au sein de l'unité. En raison des spécificités de l'activité de l'équipe de voltige, tous les mécaniciens sont qualifiés "chef de piste". En effet, en meeting et en championnat, chaque mécanicien doit être en mesure de remettre en œuvre, seul, un aéronef.

Lorsque les pilotes s'entraînent sur la base de Salon-de-Provence, le chef de section a la fonction de chef de piste et vérifie l'activité des cinq autres mécaniciens. Le CST supervise l'activité de tous. Au regard de l'expérience de tous les mécaniciens, les rôles de supervision de chacun se sont peu à peu dilués. Une très forte confiance s'est instaurée entre les mécaniciens et une grande autonomie est laissée à chacun.

Le jour de l'évènement, comme habituellement, aucun mécanicien n'est spécifiquement désigné pour réaliser la VJ du matin. La VJ est ainsi réalisée par un des mécaniciens disponibles en début de matinée. L'absence de désignation d'un mécanicien responsable conduit à une dilution des responsabilités. Cette situation est d'autant plus problématique que le matin de l'évènement, le chef de section est absent et ne peut donc pas contrôler la réalisation de l'avitaillement en tant que superviseur.

**En raison de la forte expérience de l'équipe de mécaniciens, les rôles de supervision du chef de section et du CST sont limités. La dilution des responsabilités a certainement joué un rôle dans l'oubli de l'avitaillement par les mécaniciens.**

### 2.3.2.5. Défaut de traçabilité des décisions collectives

La décision de reporter l'avitaillement au lendemain matin est prise en commun par les cinq mécaniciens. Dans la salle des opérations, des aimants sur le tableau de vol indiquent si l'avion est avitaillé ou non. Ces aimants servent à rappeler aux équipages et aux mécaniciens les tâches à effectuer avant le prochain vol. Cependant, la décision prise de reporter l'avitaillement en carburant au lendemain matin n'a pas été tracée sur le tableau avec l'aimant "ravitaillage en carburant à faire". Les mécaniciens n'avaient finalement aucune trace des décisions prises la veille concernant l'avitaillement en carburant.

L'utilisation de ces aimants n'est pas systématique et ne suit pas un processus standardisé, ce qui explique leur utilisation variable.

**L'absence de traçabilité des décisions prises ne couvre pas le risque de potentiels oublis des mécaniciens.**

### 2.3.2.6. Mise en place d'un processus hybride

Le suivi de la maintenance d'un appareil civil s'effectue différemment de celui d'un aéronef militaire. Le suivi des aéronefs militaires fait l'objet d'un processus spécifique de traçabilité en raison d'une mise en œuvre de l'aéronef répartie à la fois sur les mécaniciens et sur les pilotes. L'aéronef est d'abord sous la responsabilité des mécaniciens qui ont pour mission d'assurer le suivi de la maintenance et la remise en œuvre des aéronefs. Ils remplissent alors une FIA<sup>13</sup> sur laquelle toutes les actions sont reportées. Le mécanicien ayant réalisé l'action est identifié. Le chef de section dans sa fonction de chef de piste, signe le document une fois que toutes les actions à faire sur l'aéronef sont réalisées et notamment le plein de carburant. Lorsque le chef de section signe la FIA, l'aéronef devient disponible pour les pilotes. Avant chaque vol, le pilote prend connaissance de la FIA. En signant ce document, le pilote acquiert la responsabilité de l'aéronef. Ce document sert donc d'interface entre l'équipe de maintenance et les pilotes. Il assure à la fois la traçabilité des actions et le transfert de responsabilité.

Contrairement aux aéronefs militaires, les aéronefs civils de cette catégorie d'avions sont mis en œuvre uniquement par les pilotes. Ils en endossent toutes les responsabilités. Un carnet de route est rempli à chaque retour de vol pour tracer les actions des pilotes. Ces derniers renseignent notamment les heures de vol effectuées ainsi que les pleins en carburant et en huile réalisés.

Afin de garder les compétences des mécaniciens des ST et de converger sur un fonctionnement proche de celui d'une flotte étatique, l'EVAA a décidé de maintenir certaines procédures de maintenance faites auparavant sur les avions militaires. Ainsi, les mécaniciens ont conservé la réalisation des VJ et l'avitaillement. Dans ce mode de fonctionnement, les tâches déléguées aux mécaniciens ne sont pas de leur responsabilité et aucun processus de traçabilité de ces tâches n'est défini. Toutes les opérations ne sont pas enregistrées. Le suivi s'effectue sur le carnet de route et les informations renseignées sont ainsi moins riches comparativement aux données portées sur la FIA. La VJ et la personne qui l'a effectuée ne sont pas renseignées. Lorsque le mécanicien termine la visite, il ne remplit aucun document traçant son activité. Les seules informations reportées sur le carnet de route sont les quantités de carburant ajoutées et totales après le remplètement ainsi que la quantité d'huile ajoutée.

**Pour maintenir l'activité des mécaniciens de l'EVAA, une partie de la mise en œuvre de l'aéronef de location leur est confiée. Ce fonctionnement hybride adopté pour la mise en œuvre de l'aéronef de location présente des défauts de traçabilité. La réalisation des VJ et des avitaillements n'est pas enregistrée. La quantité de carburant est la seule information reportée sur le carnet de route. Au final, le pilote reste le seul responsable de la mise en œuvre de l'avion.**

### 2.3.2.7. Modification du processus de travail des mécaniciens

Le CFA a pris la décision de louer un aéronef civil afin de reprendre rapidement l'entraînement de l'EVAA avant le retour des deux aéronefs monoplaces. Ainsi, les pilotes ont pu se préparer pour la saison de présentation 2022 qui débute en mai.

Dans l'urgence, la priorité a été donnée aux besoins d'entraînement des pilotes sans intégrer l'activité de maintenance. L'adaptation des processus de travail des mécaniciens n'a pas fait l'objet d'une étude de risque. La disparition de la FIA n'a pas été identifiée comme une faille potentielle de sécurité et l'ouverture d'une FIA temporaire n'a pas été envisagée à l'époque. Enfin, aucune analyse des usages possibles du carnet de route n'a été faite. Pourtant, à proximité, dans le cadre de la formation des élèves de l'école de l'air, la BA 701 de Salon-de-Provence dispose d'avions SR20 et SR22 loués à une autre société civile prestataire qui utilise des carnets de route pour le suivi de ses aéronefs. Les mécaniciens de cette société réalisent les VJ et la remise en œuvre des aéronefs dans le cadre du contrat.

---

<sup>13</sup> FIA : fiche information activité décrite dans la procédure AAE 46-01-0401-010-001 du 19/04/2022 « Compte-Rendu Matériel (CRM) et inscription de l'APRS »

Ce fonctionnement, qui diffère des pratiques en aéroclub, est très similaire à celui mis en place à l'EVAA. Afin de prendre en compte cette spécificité du contrat, la société a fait le choix de tracer les VJ dans le carnet de route. Aucune consultation n'a été menée avec cette société au moment de la mise place du contrat de location de l'Extra 330, afin de partager leur expérience et leurs bonnes pratiques.

**L'absence d'une analyse de risque liée à la modification du processus de travail des mécaniciens a contribué à l'existence de failles de sécurité qui ont favorisé la survenue de l'évènement.**

### 2.3.3. Absence de détection du manque de carburant

#### 2.3.3.1. Absence de détection sur le carnet de route

La dernière ligne ouverte sur le carnet de route concerne le vol de l'incident. La quantité de carburant n'y est pas renseignée. Cela indique sans ambiguïté qu'aucun carburant n'a été ajouté.

##### 2.3.3.1.1. Carnet de route pour les pilotes

La FIA est un outil de transfert de responsabilité entre les mécaniciens responsables de la mise en œuvre de l'aéronef et les pilotes qui s'apprêtent à réaliser un vol avec cet aéronef. Par l'intermédiaire de la FIA, le pilote s'assure que toutes les tâches de mise en œuvre sont effectuées et que le plein est bien conforme à ses besoins. Les pilotes militaires sont habitués à travailler avec ce document et y accordent une grande importance.

La nouvelle organisation adoptée par l'EVAA utilise le carnet de route selon les pratiques de l'aviation générale et légère. Ce dernier n'a pas pour objectif de tracer le transfert de responsabilité entre les mécaniciens et les pilotes, mais uniquement entre pilotes. Le pilote ne signe le carnet de route qu'à son retour de vol. Il est donc possible que l'attention accordée au carnet de route avant le vol par le pilote ait été insuffisante.

**L'exploitation du carnet de route par les pilotes peut avoir favorisé un faible niveau d'attention pour sa lecture avant vol.**

##### 2.3.3.1.2. Excès de confiance des pilotes vis-à-vis des mécaniciens

L'équipe de mécaniciens de l'EVAA est constituée d'un personnel expérimenté. Les pilotes et les mécaniciens travaillent ensemble et se connaissent bien. Ils sont amenés à effectuer de nombreuses missions pour le besoin de meeting ou des entraînements.

Cette proximité a pu favoriser un excès de confiance du PCB envers les mécaniciens lors de la vérification du carnet de route associé à un biais de confirmation.

Les mécaniciens notent le carburant consommé une fois le plein réalisé en lisant la quantité perçue sur la jauge du camion-citerne. Cette quantité est alors reportée sur le carnet de route. Ils notent ensuite sur la ligne suivante la quantité de carburant disponible (60 litres). Or, lors du précédent vol, les mécaniciens n'ont pas réalisé le plein de carburant. Ces cases sont alors bien restées vides.

Date Date	Equipe - Crew		Lieu - Place		Heure - Times		Heures de Vol Hour of flight	Nature du Vol Nature of flight	Carburant - Fuel		Huile - Oil		Incidents - Observations éventuelles Incidents - Observations, if any	Signature du commandant de bord Signature of person in charge
	Noms Names	Fonction Duties	Départ Departure	Arrivée Arrival	Départ Departure	Arrivée Arrival			Départ Departure	Arrivée Arrival	Départ Departure	Arrivée Arrival		
28/10/22		P	LEXA	LEXA	10 <sup>45</sup>	10 <sup>30</sup>	00:15	Voltage	60L	+24L			MS 361:25	
28/10/22		P	LEXA	LEXA	10 <sup>45</sup>	11 <sup>10</sup>	00:25	Voltage	60L	+34L	+1L		MS 361:50	
28/10/22		P	LEXA	LEXA	11 <sup>30</sup>	11 <sup>35</sup>	00:25	Voltage	60L	+29L			MS 362:15	
28/10/22		P	LEXA	LEXA	15 <sup>20</sup>	15 <sup>45</sup>	00:25	Voltage	60L	+36L	+1L		MS 362:35	
28/10/22		P	LEXA	LEXA	16 <sup>00</sup>	16 <sup>30</sup>	00:20	Voltage	60L	+36L			MS 362:05	
28/10/22		P	LEXA	LEXA	16 <sup>45</sup>	17 <sup>15</sup>	00:30	Voltage	60L	+40L	+1L		MS 363:25	
29/10/22		P	LEXA	LEXA	09:30	09:50	00:20	Voltage	60L	+29L			MS 363:45	
29/10/22		P	LEXA	LEXA	10 <sup>45</sup>	10 <sup>35</sup>	00:20	Voltage	60L	+32L	+1L		MS 364:05	
29/10/22		P	LEXA	LEXA	10 <sup>50</sup>	11 <sup>10</sup>	00:20	Voltage	60L	+32L			MS 364:25	
29/10/22		P	LEXA	LEXA	11 <sup>45</sup>	12 <sup>05</sup>	00:20	Voltage	60L	+31L			MS 364:30	
29/10/22		P	LEXA	LEXA	14 <sup>15</sup>	14 <sup>30</sup>	00:15	Voltage	60L	+34L			MS 365:10	
29/10/22		P	LEXA	LEXA	15 <sup>00</sup>	15 <sup>30</sup>	00:20	Voltage	60L	+35L	+3L		MS 365:55	
29/10/22		P	LEXA	LFMY	15 <sup>45</sup>	16 <sup>30</sup>	00:45	Nov	120L	+19L			MS 366:20	
31/05/22		P	LFMY	LFMY	9 <sup>30</sup>	9 <sup>55</sup>	00:25	Voltage	60L	+50L			MS 366:50	
01/05/22		P	LFMY	LFMY	10 <sup>15</sup>	10 <sup>45</sup>	00:30	Voltage	60L	+47L			MS 367:05	
01/05/22		P	LFMY	LFMY	11 <sup>15</sup>	11 <sup>30</sup>	00:15	Voltage	60L	+34L	+2L		MS 367:30	
01/05/22		P	LFMY	LFMY	15 <sup>00</sup>	15 <sup>25</sup>	00:25	Voltage	60L	+43L			MS 367:50	
01/05/22		P	LFMY	LFMY	15 <sup>40</sup>	16 <sup>00</sup>	00:20	V. Phis	60L	+41L			MS 368:15	
03/05/22		P	LFMY	LFMY	16 <sup>30</sup>	17 <sup>00</sup>	00:25	Voltage	60L		+1L			

Figure 3 : extrait du carnet de route

Face au carnet de route, le PCB n'a alors pas cherché à contrôler les informations inscrites, mais a cherché l'information qui confirmait que la situation était nominale. Lorsque le PCB prend connaissance du carnet de route, il constate que la ligne de son vol est remplie sur la page gauche. Victime d'un biais de confirmation, il interprète les dernières informations écrites (60 l) sur la page de droite comme celle concernant son vol. Lors de la consultation du carnet de route, le pilote lit 60 l (quantité de carburant dans l'avion) indiqués sur la ligne précédente en pensant regarder sa ligne, 60 l étant le plein habituel lors de ce type d'entraînement. Par ailleurs, la position du vol en fin de page a probablement favorisé l'erreur d'analyse.

Un excès de confiance vis-à-vis des mécaniciens expérimentés de l'équipe peut avoir favorisé un biais de confirmation sur la réalité de l'avitaillement.

### 2.3.3.1.3. Dispersion d'attention

Le matin de l'évènement lorsque le PCB arrive à l'EVAA, il passe en salle des opérations pour prendre connaissance du tableau des vols. Il remarque alors la mention « pas de fumigène » sur les vols prévus l'après-midi. Cette remarque lui semble en décalage avec la situation dans laquelle se trouvent les équipages qui doivent s'entraîner pour la com SV. Elle a lieu prochainement, dans deux jours ouvrés, et les pilotes y présentent leur programme de voltige avec l'utilisation des fumigènes. Ce sujet avait déjà fait débat la veille. En effet, la partie maintenance ne souhaitait pas l'utilisation du fumigène juste avant la réalisation de la visite de maintenance de 25 heures, car cela nécessite un nettoyage plus long de l'avion à l'issue du vol.

Donc, avant son vol, le PCB cherche à clarifier la situation auprès des mécaniciens et des autres pilotes de l'EVAA. Quand il passe en salle des opérations consulter le carnet de route, la situation n'est pas entièrement clarifiée auprès des mécaniciens. Cette préoccupation peut alors être source d'une dispersion de son attention et ainsi contribuer à une mobilisation insuffisante de ses ressources attentionnelles lors de la lecture du carnet de route avant le vol.

La remarque relative aux fumigènes sur le tableau des vols a généré une préoccupation pour le PCB qui peut avoir favorisé la dispersion de son attention lors de la lecture du carnet de route.

### 2.3.3.2. Absence de détection durant les checklists

#### 2.3.3.2.1. Interruption lors de l'application de la checklist prévol

Au moment où le PCB débute la procédure prévol avec l'inspection du cockpit, il aperçoit le mécanicien 2 à l'origine de la remarque « pas de fumigène » sur le tableau des vols. Ce dernier est en train de nettoyer le hangar. Le PCB interrompt alors sa tâche pour lui parler et lui indiquer, qu'en accord avec le commandement, les fumigènes seront utilisés par les pilotes. Afin de partir en vol en ayant réglé ce problème, le pilote a voulu annoncer au mécanicien 2 que les pilotes de l'après-midi feraient leurs vols d'entraînement avec fumigènes. Du fait de la non-entente sur le sujet entre les deux intervenants, le ton est monté et l'échange est devenu tendu. Le PCB, affecté par l'échange, reprend la procédure prévol, en poursuivant par l'inspection extérieure de l'aéronef. Il vient cependant d'oublier de finir l'inspection intérieure. Le PCB n'a donc pas détecté le manque de carburant lors de l'inspection avant vol. L'état émotionnel du pilote, perturbé par cette altercation, a possiblement participé à omettre cette étape. Le PCB était pourtant assisté pour le tour avion du mécanicien 3. Ce dernier participe également à une analyse de l'air respiré dans le hangar se déroulant dans la matinée. On l'équipe de capteurs pendant la procédure prévol. De ce fait, il ne peut donc pas être pleinement attentif aux actions du pilote.

**L'interruption au début de la procédure prévol et la tension générée par l'altercation ont contribué à l'oubli par le pilote des principaux items de l'inspection du cockpit. Le PCB n'a alors pas contrôlé le plein carburant lors de la procédure prévol.**

**Le mécanicien 3, qui assiste le PCB durant le tour avion, est lui aussi perturbé par l'installation de capteurs pour la mesure de l'air. Il ne se rend pas compte de l'oubli de certains points de contrôle par le PCB.**

#### 2.3.3.2.2. État émotionnel du PCB lors de l'application de la checklist avant décollage

Le PCB rapporte qu'il est parti en vol perturbé par l'altercation qui venait de se produire avec le mécanicien 2. Le pilote est de nature plutôt calme et s'entend habituellement bien avec ce mécanicien. Dans l'avion, le PCB applique la check-list avant décollage à l'aide d'un moyen mnémotechnique « ACHEVER » qui est en cohérence avec la procédure *before take-off* du POH<sup>14</sup>.

ACHEVER signifie:

- A : Atterrisseur : sans objet
- C : Carburant : mixture plein riche, Contact / Magneto 1+2, Charge ampèremètre, Commandes : libres / sans point dur, Ceintures : bouclées / SOA
- H : Huile : température / pression
- E : Essence : robinet ouvert / autonomie
- V : Verrière : fermée / verrouillée
- E : Electricité : batterie / alternateur
- R : Radio / transpondeur / compensateur / altimètre / badin

Lorsque le PCB arrive à l'item « Essence », il vérifie la position du robinet de carburant et l'autonomie au travers d'un contrôle visuel des deux jauges de carburant.

<sup>14</sup> POH : *pilote operating handbook*, manuel de pilotage du constructeur.

Encore affecté de la discussion précédente avec un personnel dont il se sent proche, le pilote qui connaît parfaitement cette procédure l'applique alors selon un fonctionnement cognitif très automatisé, commun chez les pilotes très expérimentés. Les ressources attentionnelles allouées à ce contrôle sont alors très faibles. Son état émotionnel a contribué à ne pas détecter le niveau anormalement faible des jauges de carburant.

**Alors qu'il était toujours affecté par l'altercation avec le mécanicien, le PCB a appliqué une procédure de routine hautement automatisée de check-list avant décollage. Les ressources attentionnelles n'ont pas pu être totalement allouées à cette procédure et il n'a pas détecté le manque de carburant.**

### 2.3.3.3. Absence de détection durant le vol

#### 2.3.3.3.1. Surveillance de la jauge de carburant

En vol, les pilotes de l'EVAA ont l'habitude de voler avec une certaine quantité de carburant pour les vols de voltige et ils n'utilisent que les réservoirs ventraux. En pratique, tous les vols de voltige sont réalisés avec 60 litres de carburant. Les pilotes savent que, pour leurs vols d'entraînement qui durent en moyenne une vingtaine de minutes, la quantité de carburant n'est pas un facteur limitant le temps de vol. L'activité de voltige nécessite d'avoir le regard à l'extérieur et ne permet pas de consulter les instruments du cockpit durant leurs évolutions. Ils ne regardent jamais les jauges de carburant dans ces phases. Les actions vitales sont réalisées lorsqu'ils terminent la séquence qui peut avoir une durée variable et dépasser le quart d'heure de vol.

La panne sèche est survenue entre la douzième et la treizième minute de vol. En évolution, Le PCB n'a jamais contrôlé la jauge de carburant. Il lui était donc impossible de percevoir le faible niveau de carburant avant que la panne sèche ne survienne.

**Les pilotes de voltige sont habitués à ne pas considérer le carburant comme un facteur limitatif des vols d'entraînement. Ils ne contrôlent pas cet instrument durant leurs évolutions de voltige. En l'absence d'une surveillance de la jauge de carburant, le PCB n'est pas en mesure de détecter le niveau anormalement bas du carburant.**

#### 2.3.3.3.2. Ergonomie du cockpit

Les contraintes d'un vol de voltige imposent que le carburant soit réparti dans les deux réservoirs ventraux, avant et arrière de l'aéronef. Ceux-ci ont une capacité de 50 litres, avec chacun une jauge dédiée. Une aiguille sur un cadran, est située sur la partie basse du tableau de bord, ce qui oblige le pilote à une recherche active de l'information s'il veut connaître, à un moment donné, la quantité restante de carburant. Cette démarche est peu compatible avec les enchaînements en voltige.

De plus, il n'existe pas de voyant d'alarme avertissant le pilote d'un niveau critique de carburant afin que ce dernier soit prévenu de la nécessité d'écourter le vol.

**L'ergonomie de l'aéronef (position des jauges carburant et absence de voyant d'alarme) n'a pas facilité la détection d'un manque de carburant avant la panne en vol.**

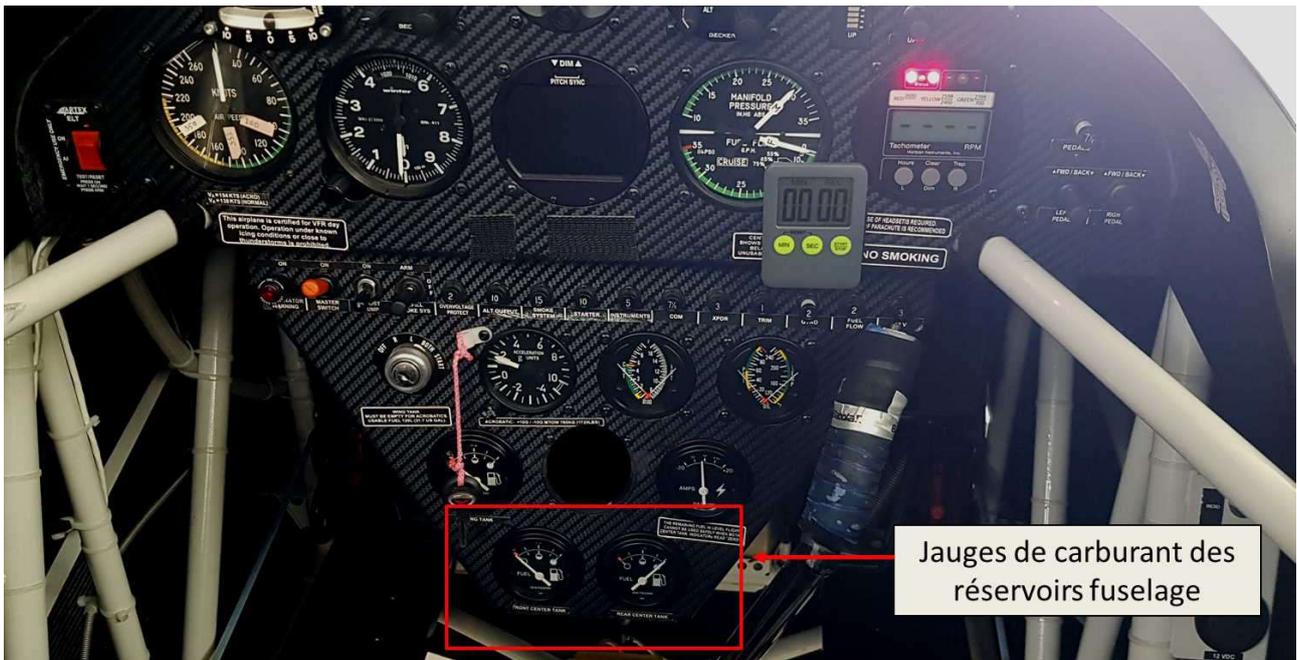


Figure 4 : cockpit de l'Extra 330

#### 2.3.4. Gestion de la panne

En 2018, le PCB a déjà été confronté à une panne du moteur en vol lors d'un entraînement à la voltige qu'il avait à l'époque parfaitement gérée. De plus, les pilotes s'entraînent régulièrement à réaliser la procédure d'encadrement lors des séances de voltige au-dessus de la piste de Salon-de-Provence.

Le jour de l'évènement, le PCB entend dans un premier temps des ratés moteur. Immédiatement, il décide d'interrompre son entraînement et le moteur se coupe. Le PCB analyse alors rapidement la situation et constate que les jauges de carburant sont sur zéro. Il applique alors la procédure d'encadrement et se pose sans moteur sur la piste de Salon-de-Provence.

La forte expérience du PCB et son entraînement régulier aux pannes moteur au-dessus de la piste de Salon-de-Provence ont permis une parfaite gestion de la panne.

PAS DE TEXTE

### 3. CONCLUSION

L'évènement est une panne sèche en vol.

#Fuel<sup>15</sup>

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

Depuis la fin de l'année 2021, l'EVAA ne peut plus utiliser ses avions de voltige Extra 330. En effet, l'Extra 330 biplace a été détruit durant l'accident du 17 octobre 2021 et les deux avions monoplaces ont été rendus indisponibles suite aux constatations faites durant une visite d'entretien la semaine suivante. Un vieillissement prématuré des treillis des fuselages de ces deux aéronefs a nécessité une réparation qui immobilise toujours les avions au moment de l'incident.

Pour assurer la continuité d'activité de l'unité, un avion Extra 330 monoplace est loué à une société privée. Cet avion permet aux pilotes de poursuivre leurs entraînements à la voltige. Cependant, l'activité des mécaniciens est fortement réduite sur cet avion civil. La présence de l'aéronef permet aux mécaniciens de l'unité d'avoir un maintien de compétence a minima. Ils réalisent notamment les visites journalières ainsi que les rajouts d'huile et de carburant (plus les entretiens programmés à l'occasion des visites de 25 et 50 heures ainsi que les interventions techniques courantes dont le dépannage est inférieur à 2 heures). Le carnet de route qui assure le maintien de navigabilité et la traçabilité des vols est principalement rempli par les pilotes. Mercredi 4 mai 2022, vers 9h30, l'avion Extra 330 monoplace de location évolue au-dessus de la BA 701 de Salon-de-Provence pour le premier entraînement à la voltige de la journée de l'EVAA. Après une quinzaine de minutes de vol, à 9h34, alors que le PCB réalise une figure, une déflagration en provenance du moteur retentit. Le PCB remet immédiatement les ailes à plat et vérifie les paramètres de l'avion. Très rapidement, il constate une perte de la puissance puis le moteur se coupe. Le pilote se rend compte que les réservoirs sont vides. Il lance un message de détresse sur la radio et le contrôleur aérien libère la piste. Le PCB s'y pose sans encombre en planant.

L'avion est intègre et le PCB indemne. Les premiers constats sur l'avion confirment que les réservoirs sont bien vides.

#### 3.2. Causes de l'évènement

Cette panne sèche en vol est la conséquence, dans un contexte de sous-activité des mécaniciens, de l'oubli de l'avitaillement en carburant de l'avion par les mécaniciens de l'unité et des contrôles défaillants de la quantité de carburant par le PCB.

La procédure particulière de remise en vol de l'avion de location mise en place à l'EVAA n'a pas été analysée ni écrite. Elle repose uniquement sur la forte compétence des mécaniciens. Cette procédure utilise le carnet de route de l'avion qui est rempli par le pilote excepté les compléments de carburant et d'huile. Cette procédure a pour conséquence une dilution des responsabilités sans l'identification des personnes en charge et présente un défaut majeur de traçabilité en ne renseignant pas le mécanicien ni les transferts de responsabilité.

L'information de l'avitaillement en carburant n'est pas explicite sur le carnet de route et elle peut porter à confusion en particulier lors des changements de page. De plus, la grande confiance des pilotes envers les mécaniciens a contribué à une mauvaise lecture du carnet de route. Les pilotes sont, par ailleurs, confrontés à un biais de confirmation sur la quantité en carburant inscrite sur le carnet.

Avec cette procédure peu robuste, le report de l'avitaillement au lendemain et l'interruption de tâche lors de la visite journalière a contribué à l'oubli du remplissage en carburant avant le vol.

La pression de la prochaine com SV a favorisé l'altercation entre le PCB et un mécanicien. L'interrompant dans sa tâche, cela a en outre mis le PCB dans un état émotionnel qui a favorisé ses oublis de contrôle des jauges carburant à différentes étapes.

En vol, la pratique de la voltige et l'ergonomie du cockpit ne favorisent pas le contrôle du carburant restant.

---

<sup>15</sup> Fuel/carburant selon la taxonomie du système de déclaration des données sur les accidents et incidents aériens de l'OACI : <https://www.icao.int/safety/airnavigation/aig/pages/adrep-taxonomies.aspx>.

PAS DE TEXTE

## 4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

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

L'EVAA a loué pour l'entraînement de ses pilotes un avion civil et l'unité a mis en place une procédure hybride pour la remise en vol et les visites journalières. Cette procédure n'a pas été analysée ni écrite. Elle repose uniquement sur la forte compétence des mécaniciens. Le mécanicien qui réalise l'avitaillement n'est pas désigné au préalable et son intervention n'est pas suivie. Seule la quantité de carburant est reportée dans le carnet de route.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à l'armée de l'Air et de l'Espace, de définir une procédure pour l'exploitation occasionnelle d'aéronefs civils de location qui précise le mécanicien en charge et assure la traçabilité de son intervention.**

**R1 – [A-2022-07-I] Destinataire : CEMAAE**

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

L'enquête a révélé qu'il n'existe aucun manuel pour l'exploitation pour les aéronefs mis en œuvre au sein de l'EVAA.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à l'armée de l'Air et de l'Espace de mettre à disposition des équipages de l'EVAA un document de type manuel d'exploitation pour leurs aéronefs (militaire ou civil).**

**R2 – [A-2022-07-I] Destinataire : CEMAAE**