

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

## Rapport d'enquête de sécurité



Y-2020-12-I

Date de l'évènement

30 septembre 2020

Lieu

Fouras (Charente-Maritime)

Types d'appareil

AlphaJet NG et Dauphin SA 365 N

Organismes

Armée de l'Air et de l'Espace

Marine nationale

## 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

		page
Figure 1	BEA-É Géoportail/BEA-É	8
Figure 2	Héli-Union	12
Figure 3	Géoportail	13
Figure 4	CROSS	15
Figure 5	BEA-É	17
Figures 6 à 8	RESEDA	17 à 19
Figures 9 et 10	IRBA	22 et 23
Figure 11	RESEDA	24
Figure 12	BEA-É	24

## TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE .....	4
SYNOPSIS.....	5
1. Renseignements de base .....	7
1.1. Déroulement des vols.....	7
1.2. Dommages corporels.....	9
1.3. Dommages aux aéronefs .....	9
1.4. Renseignements sur les équipages.....	9
1.5. Renseignements sur les aéronefs .....	11
1.6. Conditions météorologiques .....	12
1.7. Aides à la navigation .....	12
1.8. Télécommunications .....	12
1.9. Renseignements sur l'aéroport de La Rochelle .....	13
1.10. Enregistreurs de bord.....	13
1.11. Constatations sur les aéronefs et sur la zone de l'incident .....	13
1.12. Renseignements médicaux.....	14
1.13. Essais et recherches .....	14
1.14. Renseignements sur les organismes.....	14
1.15. Service d'information de vol.....	15
1.16. Règles de vol en CAM V .....	16
2. Analyse.....	17
2.1. Expertises techniques.....	17
2.2. Séquence de l'évènement .....	19
2.3. Recherche des causes de l'évènement.....	20
3. Conclusion .....	29
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement .....	29
3.2. Causes de l'évènement .....	29
4. Recommandations de sécurité .....	31
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement .....	31
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement .....	32

## GLOSSAIRE

ALAVIA	Force de l'aéronautique navale
BA	Base aérienne
CA	Commandant d'aéronef
CAG VFR	Circulation aérienne générale - <i>visual flight rules</i> - règles de vol à vue
CAM V	Circulation aérienne militaire en règle de vol à vue
CdB	Commandant de bord
CEMPN	Centre d'expertise médicale du personnel navigant
CFA	Commandement des forces aériennes
CROSSA	Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage atlantique
CTR	<i>Control traffic region</i> - zone de trafic contrôlée
DGA	Direction générale de l'armement
EALAT	École de l'aviation légère de l'armée de Terre
EC	Escadron de chasse
ILS	<i>Instrument landing system</i> - système d'atterrissage aux instruments
IRMA	Image radar des mouvements aériens
IRBA	Institut de recherche biomédicale des Armées
NOSA	Navigateur officier systèmes d'armes
RESEDA	Restitution des enregistreurs d'accidents
SIV	Secteur d'information de vol
SPI	Secours protection intervention
TMA	<i>Terminal manoeuvring area</i> - zone de manœuvre terminale
UHF	<i>Ultra high frequency</i> - ultra haute fréquence
VHF	<i>Very high frequency</i> - très haute fréquence
VOR	<i>VHF omnidirectional range</i> - système VHF à portée omnidirectionnelle

## SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 30 septembre 2020 à 13h26

Lieu de l'évènement : Fouras (Charente-Maritime)

Organismes : commandement des forces aériennes (CFA) pour l'Alphajet et force de l'aéronautique navale (ALAVIA) pour le Dauphin

Unités : 8<sup>e</sup> escadre de chasse de la base aérienne (BA) 120 de Cazaux et flottille 35F

Aéronefs : Alphajet NG - F-UHRO et Dauphin SA 365 N - F-XHEC

Nature des vols : vol d'instruction et opération de recherche en mer

Nombre de personnes à bord : deux dans l'Alphajet et quatre dans le Dauphin

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

Mercredi 30 septembre 2020, une mission de recherche en mer d'un voilier disparu au large de La Rochelle est réalisée par l'hélicoptère Dauphin du détachement de la flottille 35F de la Marine nationale qui a été engagé par le CROSSA Étel dans la matinée.

Un Alphajet de la 8<sup>e</sup> escadre de Cazaux décolle de la base aérienne 120 pour effectuer un vol d'instruction au profit d'un stagiaire navigateur. Sur la dernière partie de la mission, vers 13h20, l'Alphajet en provenance du nord-est de La Rochelle contourne la CTR<sup>1</sup> de La Rochelle par le sud pour sortir par la pointe de Chassiron, à la vitesse de 400 nœuds et à l'altitude de 500 pieds. Il s'annonce sur la fréquence UHF d'auto-information militaire.

Au même moment, le Dauphin, toujours en recherche active du voilier disparu, survole à basse vitesse la côte près de Fouras, à une hauteur d'environ 550 pieds. Il est en liaison radio avec le CROSSA Étel pour le besoin de la mission sur la fréquence VHF marine et avec l'organisme<sup>2</sup> de La Rochelle (La Rochelle Info) qui assure le service d'information de vol dans l'emprise du secteur d'information de vol (SIV).

À 13h26, les équipages des aéronefs se détectent tardivement, quelques secondes avant de se croiser à grande vitesse et à faible distance. Les équipages sont indemnes et les aéronefs intègres.

### 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 facteurs organisationnels et humains (BEA-É) ;
- un enquêteur de première information ;
- un pilote ayant une expertise sur Alphajet ;
- un pilote ayant une expertise sur Dauphin ;
- un expert contrôleur aérien.

### Autres experts consultés

- direction générale de l'armement - Essais propulseurs (DGA EP)/restitution des enregistreurs d'accidents (RESEDA) ;
- institut de recherche biomédicale des Armées (IRBA).

---

<sup>1</sup> CTR : de l'anglais *control traffic region*, est un espace aérien réglementé, destiné à protéger les vols à l'arrivée ou au départ d'un aérodrome.

<sup>2</sup> L'organisme de La Rochelle qui assure le service d'information de vol est appelé dans la suite du rapport « La Rochelle Info ».

PAS DE TEXTE

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement des vols

#### 1.1.1. Mission

##### 1.1.1.1. Mission de l'Alphajet NG

Type de vol : CAM V

Type de mission : vol d'instruction

Dernier point de départ : BA 120 de Cazaux (LFBC)

Heure de départ : 12h30

Lieu d'atterrissage prévu : LFBC

##### 1.1.1.2. Mission du Dauphin SA 365 N

Type de vol : CAG VFR

Type de mission : opération de recherche en mer

Dernier point de départ : aéroport de La Rochelle - L'île de Ré (LFBH)

Heure de départ : 13h05

Lieu d'atterrissage prévu : LFBH

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Préparation du vol de l'Alphajet

La veille au soir, l'équipage de l'Alphajet composé d'un pilote Commandant de bord (CdB) et d'un navigateur officier systèmes d'armes (NOSA), reçoit les ordres de vol pour la séance d'instruction du lendemain. Une mission d'assaut à vue a été programmée par le commandant de l'escadrille de chasse (EC) 2/8 « Nice »<sup>3</sup> qui a planifié l'activité aérienne du jour. L'exercice est issu d'un syllabus<sup>4</sup> officiel de la formation des NOSA et deux cibles au sol sont désignées dans un contexte d'affrontement global simulé.

Le matin de l'incident, le CdB et le NOSA assistent au briefing matinal de l'escadrille à 8h00 durant lequel la météo du jour ainsi que l'état des plateformes sont présentés. Le temps prévu est plutôt beau, avec une excellente visibilité et quelques nuages. À l'issue, le NOSA prépare la mission du jour sur les cartes aéronautiques et rentre les objectifs sur son ordinateur de travail.

Peu avant midi, le NOSA termine le briefing avec le CdB. L'équipage de l'Alphajet est prêt à décoller pour rejoindre les deux cibles désignées pour l'exercice : un hangar près de Limoges et un silo à grain au nord de Niort.

##### 1.1.2.2. Préparation du vol du Dauphin

À 9h15, le CROSSA Étel déclenche une opération de recherche en mer au large de La Rochelle et appelle l'équipage d'alerte de la 35F. Un voilier de La Rochelle est porté disparu depuis 24 heures. Le CROSS craint qu'il se soit échoué sur la côte. Le commandant d'aéronef (CA) du Dauphin qui assure la permanence rassemble son équipage (un copilote, un opérateur treuilliste et un plongeur hélicoptère) et prépare la mission de secours. Le Dauphin décolle de La Rochelle à 9h44. Une première navigation de recherche est faite jusqu'à midi. Atteignant la réserve de carburant, le Dauphin revient vers l'aéroport de La Rochelle pour s'avitailer et l'équipage prend son déjeuner.

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

La poursuite de la mission du Dauphin nécessite peu de préparation. La météo a été annoncée bonne toute la journée et l'équipage prévoit de rester dans le voisinage proche. Après avoir quitté l'aéroport, l'hélicoptère chemine au sud de La Rochelle, le long du trait de côte toujours à la recherche du voilier. L'équipage utilise la radio VHF pour communiquer avec La Rochelle Info sur le canal 124,2 MHz. L'équipage utilise également le poste VHF marine pour émettre sur les fréquences marines destinées aux navires. Ainsi, durant sa recherche, l'équipage du Dauphin alterne entre le canal 16 (156,3 MHz) et le canal 80 (161,625 MHz) du CROSSA. Sur le premier, il lance des messages à destination du voilier. Sur le second, il communique avec le CROSSA.

<sup>3</sup> L'EC 2/8 « Nice » est le nom de l'escadron de transformation sur Alphajet de la 8<sup>e</sup> escadre.

<sup>4</sup> Syllabus : support de cours.

Au même moment, l'Alphajet transite à très basse altitude sous la TMA<sup>5</sup> à l'est de La Rochelle en direction du sud. À 13h22, le CdB simule une panne moteur pour instruction. Cet exercice prévu dans le syllabus de l'attaque au sol est à la discrétion de l'instructeur et permet de mettre le navigateur à l'épreuve dans le cadre de sa formation. Le NOSA propose alors un déroutement sur l'aéroport de La Rochelle comme solution et simule l'affichage de la fréquence 118,00 MHz de la tour de contrôle. Puis à 13h25, le CdB décide de terminer l'exercice de panne et demande au NOSA de poursuivre la navigation, comme prévu, vers la pointe de l'île de Ré. À l'instant où le CdB de l'Alphajet vire vers l'ouest en contournant la CTR de La Rochelle par le sud, le NOSA annonce un compte rendu de position sur la fréquence UHF d'auto-information militaire.

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

Alors qu'il arrive au-dessous de la pointe de Fouras, le CdB de l'Alphajet évite de survoler les habitations entre les villages de Soumard et de Saint-Laurent-de-la-Prée puis il se met en virage pour rejoindre son cap initial. Il est à 580 pieds d'altitude. À cet instant, le copilote du Dauphin perçoit l'Alphajet dans ses onze heures et demande à son CA de virer à droite. Moins d'une seconde avant le croisement, le CdB de l'Alphajet aperçoit l'hélicoptère sans avoir le temps de réagir.

Les deux aéronefs se croisent à une distance d'environ 20 mètres dans le plan horizontal. Le Dauphin évolue à 580 pieds et l'Alphajet passe à 500 pieds après avoir perdu 80 pieds dans le virage.

Les deux équipages, sidérés par l'incident, mettent quelques secondes pour contacter La Rochelle et rendre compte de l'évènement, le Dauphin sur la fréquence de La Rochelle Info et l'Alphajet sur la fréquence de la tour de contrôle.

Par la suite, les deux aéronefs poursuivent leur mission. L'Alphajet reprend la navigation prévue pour le retour et se pose sans encombre à Cazaux à 13h50. Le Dauphin continue sa mission de recherche et finit par retrouver le voilier vers 15h.

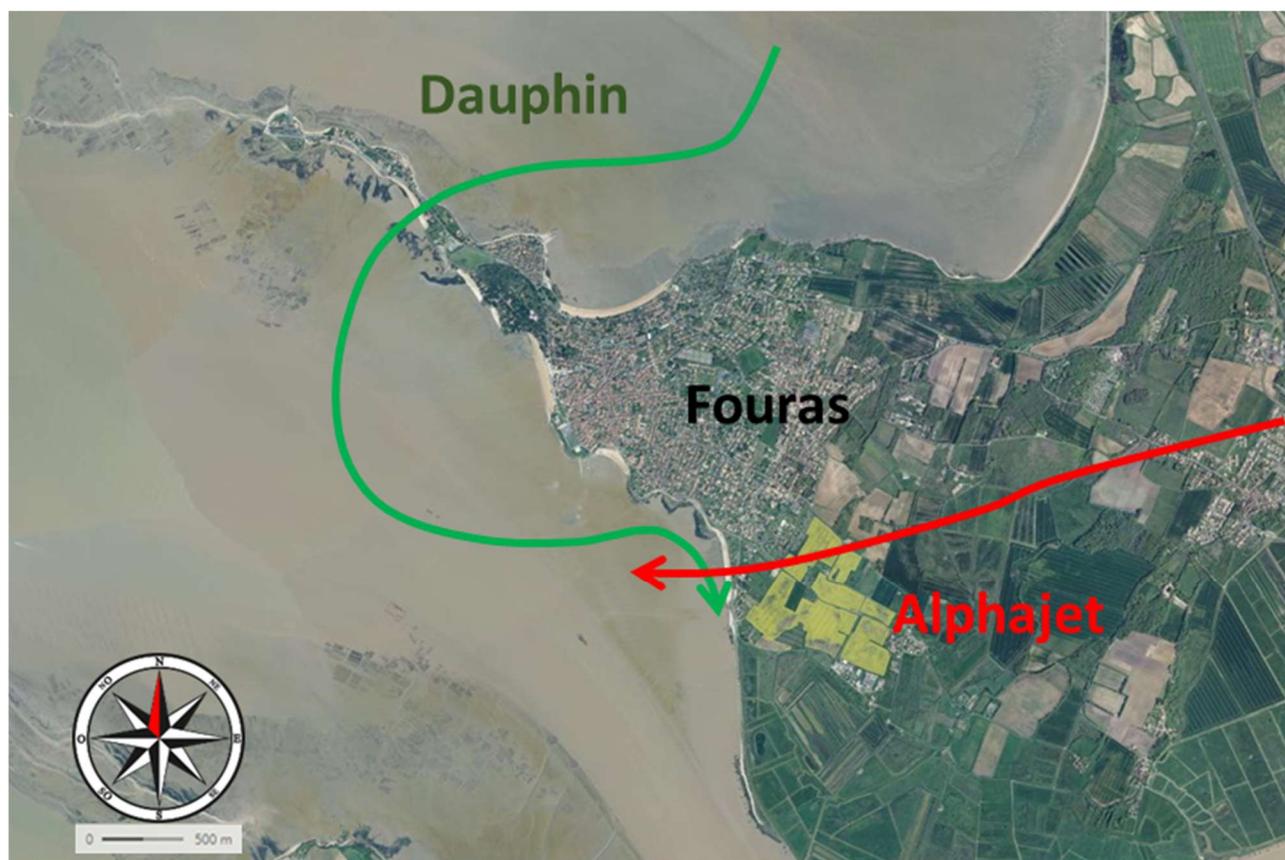


Figure 1 : croisement des aéronefs près de Fouras

<sup>5</sup> TMA (*terminal manoeuvring area*) : la zone de manœuvre terminale est un espace aérien réglementé destiné à protéger les vols en approche ou au départ d'un ou plusieurs aéroports.

### 1.1.3. Localisation

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Charente-Maritime (17)
  - commune : Fouras
  - coordonnées géographiques : N 45°58'37"/O 001°05'58"
  - altitude de l'évènement : 580 pieds
- Moment : jour
- Aérodrome en charge du contrôle aérien : La Rochelle - L'île de Ré (LFBH)

### 1.2. Dommages corporels

Sans objet.

### 1.3. Dommages aux aéronefs

Sans objet.

### 1.4. Renseignements sur les équipages

#### 1.4.1. Membres d'équipage de l'Alphajet

##### 1.4.1.1. Commandant de bord

- Âge : 36 ans
- Unité d'affectation : escadron de chasse (EC) 2/8 « Nice »
- Fonction dans l'unité : commandant en second
- Formation : école de l'Air
  - qualification : instructeur Alphajet - chef de patrouille
  - école de spécialisation : école de l'aviation de chasse
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Alphajet	sur tout type	dont Alphajet	sur tout type	dont Alphajet
Total (h)	2 015	1 005	90	90	21	21

- Date du précédent vol : 29 septembre 2020

##### 1.4.1.2. NOSA

- Âge : 25 ans
- Unité d'affectation : EC 2/8 « Nice »
- Fonction dans l'unité : stagiaire NOSA
- Formation : école d'avion de chasse, brevet de second degré NOSA
  - qualification : néant
- Heures de vol comme NOSA :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Alphajet	sur tout type	dont Alphajet	sur tout type	dont Alphajet
Total (h)	270	151	43	43	11	11

- Date du précédent vol : 29 septembre 2020

## 1.4.2. Membres d'équipage du Dauphin

### 1.4.2.1. Commandant d'aéronef

- Âge : 37 ans
- Unité d'affectation : 35F/détachement La Rochelle
- Fonction dans l'unité : chef du détachement
- Formation : pilote d'hélicoptère à l'EALAT
  - qualification : CPL (H) - CA SAR - QT Dauphin
  - école de spécialisation : école de spécialisation sur hélicoptère embarqué de Lanvéoc-Poulmic
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin
Total (h)	3 789	3 549	103	103	29	29

- Date du précédent vol : le matin du jour de l'incident

### 1.4.2.2. Copilote

- Âge : 24 ans
- Unité d'affectation : 35F/détachement La Rochelle
- Fonction dans l'unité : pilote d'hélicoptère
- Formation : pilote d'hélicoptère à l'EALAT
  - qualification : CPL (H) - Copilote SAR - QT Dauphin
  - école de spécialisation : école de spécialisation sur hélicoptère embarqué de Lanvéoc-Poulmic
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin
Total (h)	400	225	130	130	29	29

- Date du précédent vol : le matin du jour de l'incident

### 1.4.2.3. Opérateur treuilliste

- Âge : 32 ans
- Unité d'affectation : 35F/détachement La Rochelle
- Fonction dans l'unité : opérateur treuilliste
- Formation : brevet aptitude technique électronicien de bord
  - qualification : chef cargo opérationnel
  - école de spécialisation : école du personnel volant de Lann-Bihoué

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin
Total (h)	1 750	240	150	130	28	28

- Date du précédent vol : le matin du jour de l'incident

### 1.4.2.4. Plongeur hélicoptère/technicien aéronautique

- Âge : 37 ans
- Unité d'affectation : 35F/détachement La Rochelle
- Fonction dans l'unité : technicien avionique et plongeur d'hélicoptère

- Formation :
  - qualification : plongeur d'hélicoptère
  - école de spécialisation : Rochefort et groupement d'entraînement et d'instruction

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin	sur tout type	dont Dauphin
Total (h)	1 625	505	80	80	18	18

- Date du précédent vol : le matin du jour de l'incident

## 1.5. Renseignements sur les aéronefs

### 1.5.1. Alphajet

- Organisme : armée de l'Air et de l'Espace
- Commandement d'appartenance : CFA
- Aérodrome de stationnement : BA 120 de Cazaux
- Unité d'affectation : EC 2/8 « Nice »
- Type d'aéronef : Alphajet NG
- Configuration : lisse

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales
Cellule	Alphajet NG	131	6 698
Moteur droit	Larzac	41174	6 854
Moteur gauche	Larzac	41643	7 183

#### 1.5.1.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur. L'appareil est navigable.

#### 1.5.1.2. Performances

L'aéronef ne fait l'objet d'aucune restriction d'emploi et ses performances sont dans les normes.

#### 1.5.1.3. Masse et centrage

La masse et le centrage sont conformes et compatibles avec la mission.

### 1.5.2. Dauphin

- Organisme : Marine nationale
- Commandement d'appartenance : ALAVIA
- Aérodrome de stationnement : La Rochelle - L'île de Ré
- Unité d'affectation : Flottille 35F/détachement La Rochelle
- Type d'aéronef : Dauphin SA 365 N

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales
Cellule	SA 365 N	6024	11 879
Moteur droit	Ariel 1C	2313	7 348
Moteur gauche	Ariel 1C	2342	12 240

#### 1.5.2.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur. L'appareil est navigable.

#### 1.5.2.2. Performances

L'aéronef ne fait l'objet d'aucune restriction d'emploi et ses performances sont dans les normes.

### 1.5.2.3. Masse et centrage

La masse et le centrage sont conformes et compatibles avec la mission.

## 1.6. Conditions météorologiques

### 1.6.1. Prévisions

Les conditions météorologiques sont annoncées favorables sans phénomène particulier sur toute la journée avec une visibilité supérieure à 10 kilomètres et un plafond supérieur à 5 000 pieds.

### 1.6.2. Observations

Les observations sont conformes aux prévisions.

## 1.7. Aides à la navigation

L'Alphajet dispose d'un VOR<sup>6</sup>/ILS<sup>7</sup> et d'un TACAN<sup>8</sup>. Depuis sa rénovation, l'Alphajet est équipé d'un système d'aide à la navigation par satellite.

Le Dauphin est qualifié au vol aux instruments. Il dispose de deux VOR/ILS, d'un radiocompas et d'un système de navigation GPS B-RNAV *Free Flight* embarqué. Son équipage utilise également un système GPS aéronautique extérieur à l'avionique de l'hélicoptère.

Aucun des aéronefs n'est équipé de système d'anti-abordage.

## 1.8. Télécommunications

### 1.8.1. Télécommunications de l'Alphajet

L'Alphajet est équipé de deux boîtiers radio, un boîtier VHF et un boîtier UHF. Au moment de l'évènement, le boîtier UHF est utilisé pour assurer les messages d'auto-information et le boîtier VHF est réglé sur une fréquence de communication de l'école de l'aviation de chasse dans le cadre de la formation.

### 1.8.2. Télécommunications du Dauphin

Le Dauphin est équipé de deux radios VHF, d'un poste HF, d'un poste VHF FM, d'un poste VHF marine et d'un poste UHF.

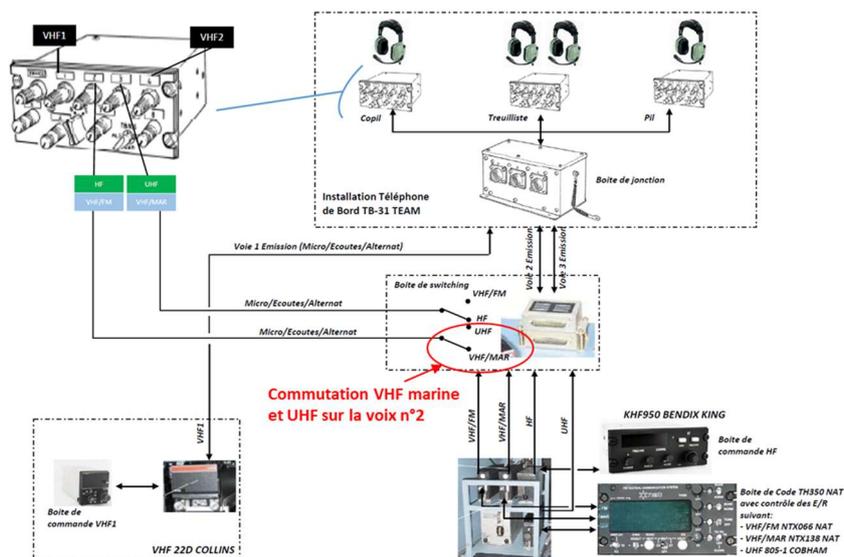


Figure 2 : synoptique des radiocommunications du Dauphin

- 6 Un VOR (*VHF omnidirectional range*) est une balise au sol émettant des ondes radio à courte et moyenne distance dans la gamme VHF.
- 7 Un ILS (*instrument landing system*) est un système au sol émettant deux faisceaux radioélectriques perpendiculaires (horizontal et vertical) permettant de guider les aéronefs lors des approches et atterrissages aux instruments.
- 8 Un TACAN (*tactical air navigation - navigation aérienne tactique*) est une balise au sol émettant des ondes radio dans la gamme UHF. L'information angulaire est seulement accessible pour les aéronefs d'état.

L'équipage utilise ces postes radio au moyen de trois boîtes de mélange qui permettent également la communication entre les membres d'équipage. Les boîtes de mélange permettent les communications entre les membres d'équipage et vers l'extérieur. Le pilote et le copilote ont chacun leur boîte de mélange et la dernière est partagée par l'opérateur treuilliste et le secouriste. Les boîtiers radios UHF et VHF marine se partagent la voie n° 2 et une commande commute les deux radios. Au moment de l'incident, une radio VHF est réglée sur la fréquence du SIV La Rochelle et le poste VHF marine est utilisé pour les communications avec le CROSS ainsi que l'envoi des messages de recherche sur le canal 16.

### 1.9. Renseignements sur l'aéroport de La Rochelle

L'aéroport de La Rochelle – L'île de Ré (code OACI<sup>9</sup> : LFBH) est un aéroport français ouvert à la circulation aérienne publique. Il est situé sur la commune de La Rochelle et est utilisé pour le transport aérien national et international, ainsi que pour la pratique d'activités de loisirs et de tourisme.

Au moment de l'incident, le contrôleur en poste à la tour de contrôle est chargé du contrôle des aéronefs dans les espaces contrôlés et assure un service d'information de vol pour La Rochelle Info.

Depuis 1993, l'aéroport accueille un détachement de la flottille 35F qui assure une alerte permanente de sauvetage maritime. Une base d'hélicoptères de la sécurité civile est également installée sur l'aéroport.

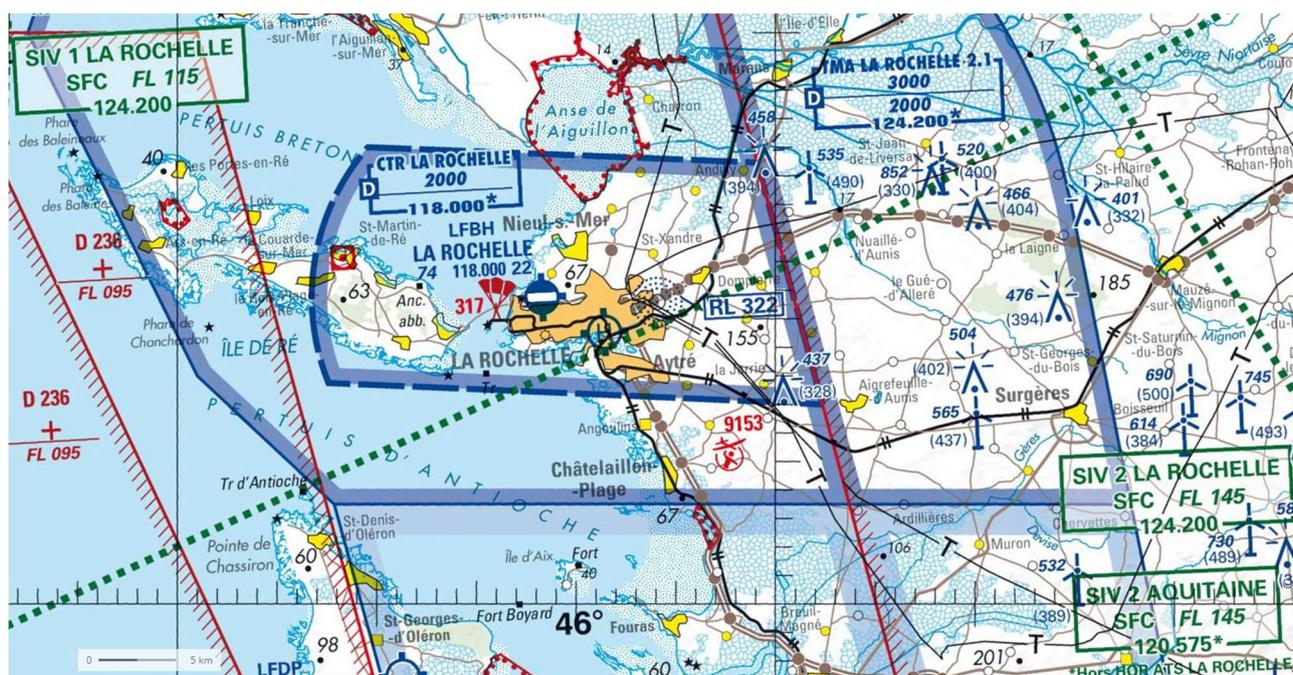


Figure 3 : espaces aéronautiques de La Rochelle

### 1.10. Enregistreurs de bord

Les deux aéronefs ne sont pas équipés d'enregistreur de vol.

Un système de restitution de mission, installé sur l'Alphajet depuis sa rénovation, enregistre sur une vidéo, la recopie du collimateur tête haute qui est la représentation de la vue du pilote. Le système enregistre également toutes les communications de bord de l'équipage.

L'équipage du Dauphin utilise en complément des systèmes de radionavigation de l'aéronef un système GPS aéronautique qui enregistre la trajectoire sur un support amovible. Il n'y a pas de système de restitution de mission spécifique ni d'enregistreur de voix.

### 1.11. Constatations sur les aéronefs et sur la zone de l'incident

Sans objet.

<sup>9</sup> OACI : organisation de l'aviation civile internationale.

## 1.12. Renseignements médicaux

### 1.12.1. Membres d'équipage de l'Alphajet

#### 1.12.1.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical : visite effectuée le 8 janvier 2020
  - type : centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN<sup>10</sup>)
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués

#### 1.12.1.2. NOSA

- Dernier examen médical : visite effectuée le 24 juillet 2020
  - type : CEMPN
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués

### 1.12.2. Membres d'équipage du Dauphin

#### 1.12.2.1. CA

- Dernier examen médical : visite effectuée le 27 août 2020
  - type : CEMPN
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués

#### 1.12.2.2. Copilote

- Dernier examen médical : visite effectuée le 17 juin 2020
  - type : CEMPN
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués

#### 1.12.2.3. Opérateur treuilliste

- Dernier examen médical : visite effectuée le 17 juin 2020
  - type : CEMPN
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués

#### 1.12.2.4. Plongeur hélicoptère/technicien aéronautique

- Dernier examen médical : visite effectuée le 24 juillet 2018
  - type : CEMPN
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués

## 1.13. Essais et recherches

L'exploitation des données des aéronefs a été réalisée par DGA EP/RESEDA.

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

Une analyse de la perception visuelle a été réalisée par l'IRBA.

## 1.14. Renseignements sur les organismes

### 1.14.1. CROSSA Étrel

Le CROSSA Étrel est le centre Atlantique de surveillance et de sauvetage en mer. Situé sur la commune d'Étel, il assure en permanence la surveillance de la zone maritime de sa zone de compétence (depuis la pointe de

---

<sup>10</sup> Arrêté du 20 décembre 2012 relatif à la détermination et au contrôle de l'aptitude médicale à servir du personnel militaire.

Penmarc'h jusqu'à la frontière espagnole, cf. figure 4), la diffusion des informations de sécurité maritime et coordonne les opérations de recherche et de sauvetage.

Le CROSSA fait appel en fonction de leurs disponibilités et du type de missions aux moyens aériens des organismes suivants : Gendarmerie nationale, sécurité civile, Marine nationale et des douanes.

Durant les missions avec le Dauphin, le CROSSA reste en contact permanent sur la VHF marine. La bande de fréquences VHF internationale, réservée à ce service radiomaritime, s'étend de 156 MHz à 162 MHz.



#### 1.14.2. Flottille 35F/Détachement de La Rochelle

Le détachement de la flottille 35F à La Rochelle est un détachement permanent de la Marine nationale sur l'aéroport de La Rochelle. Il fonctionne en bordées d'une semaine pour assurer H24 sa mission de service public SPI.

Un protocole a été conclu avec l'aéroport de La Rochelle pour la fourniture des services de la circulation aérienne à l'hélicoptère Dauphin SPI. Il définit les procédures spécifiques aux missions de ce détachement au départ de La Rochelle et inclut des plans de vol permanents VFR et IFR.

#### 1.14.3. L'escadron de transition opérationnelle 2/8 « Nice »

La base aérienne 120 de Cazaux « Commandant Marzac » est située sur la commune de La Teste-de-Buch dans le département de la Gironde. Base pluridisciplinaire, elle accueille notamment la 8<sup>e</sup> escadre de chasse. Cette dernière est rattachée organiquement à la brigade aérienne de chasse du CFA et utilise des avions de chasse Alphajet. L'escadron de transition opérationnelle 2/8 « Nice » est l'unité de la 8<sup>e</sup> escadre chargée de la transformation opérationnelle des pilotes de chasse et des NOSA de l'armée de l'Air et de l'Espace.

### 1.15. Service d'information de vol

Le service d'information de vol est un service assuré par les organismes de la circulation aérienne pour tous les aéronefs qui évoluent dans le SIV concerné et qui sont connus. Service d'information, il ne dégage pas le commandant de bord de ses responsabilités notamment en ce qui concerne la préparation, la conduite du vol et la prévention des abordages et des collisions. Seul ce dernier prend la décision ultime concernant une modification éventuelle du plan de vol. Lorsque l'organisme assure à la fois le service d'information de vol et le service du contrôle de la circulation aérienne, le service de contrôle a toujours la priorité sur le service d'information de vol. Lorsqu'un aéronef en CAG VFR évolue dans un espace aérien de classe G<sup>11</sup>, le contact avec l'organisme n'est pas obligatoire.

<sup>11</sup> Classe G : les zones tridimensionnelles de l'espace aérien sont classées par niveau de service de contrôle rendu. L'espace de classe G est l'espace avec le minimum de service où le seul service rendu est l'information de vol à la demande des pilotes.

Au moment de l'évènement, le Dauphin évolue dans le SIV de La Rochelle en maintenant le contact sur la fréquence La Rochelle Info. L'Alphajet évolue quant à lui dans le même secteur sans écoute de la fréquence. Il assure cependant une auto-information sur une fréquence militaire UHF dédiée.

#### **1.16. Règles de vol en CAM V**

Les règles et les services de la circulation aérienne militaire (RCAM) sont définis dans la réglementation de la circulation aérienne militaire (RCAM) dans l'annexe à l'arrêté du 20 juillet 2016 modifié. Ces règles s'appliquent, en temps de paix, aux armées, à la direction générale de l'armement, à la direction générale de la gendarmerie nationale ainsi qu'aux utilisateurs français et étrangers de la CAM.

L'article RCAM.9001 rappelle que le service d'information de vol a pour but de fournir au pilote les avis et renseignements disponibles nécessaires à l'exécution de sa mission. Il ne dégage le pilote d'aucune de ses responsabilités. Il lui incombe en dernier ressort de prendre une décision en ce qui concerne le déroulement de son vol.

L'article 8025-02 précise que les aéronefs évoluant en CAM V transmettent aux organismes de la circulation aérienne concernés par les espaces traversés, des comptes rendus de position dans les conditions définies. Il est complété par le paragraphe 6 du manuel d'information aéronautique militaire (MILAIP) ENR 1.2 « Vol en CAM V en SIV » édition du 2 mars 2017 « dans le cadre de la sécurité des vols et lorsque sa mission le lui permet, l'aéronef en CAM V établit et maintient une liaison radio bilatérale avec l'organisme gestionnaire de secteur d'information de vol traversé ».

Les procédures et l'emploi des fréquences d'auto-information sont précisés dans le paragraphe 8 du MILAIP CAM V. La procédure d'auto-information consiste à diffuser systématiquement ou périodiquement des messages de position en anglais permettant d'orienter la surveillance du ciel et de faciliter les évitements entre aéronefs en vol à vue. Cette procédure s'applique sur l'ensemble du territoire national. L'emploi de la fréquence d'auto-information UHF 339,725 MHz est obligatoire. En dessous d'une hauteur de 500 pieds et à proximité d'un aérodrome, l'auto-information s'effectue sur la fréquence VHF commune 123,500 MHz, à l'exception des secteurs ou des zones d'aérodrome pour lesquels une fréquence particulière est affectée.

## 2. ANALYSE

L'analyse qui suit est fondée sur l'exploitation des témoignages et l'expertise des indices récupérés.

### 2.1. Expertises techniques

#### 2.1.1. Trajectoires des aéronefs

Les trajectoires précises ont été reconstituées à partir des données GPS des deux aéronefs, des traces radar et synchronisées à partir de la vidéo de la caméra embarquée de l'Alphajet. Sur la figure ci-dessous, qui est la fusion de la caméra de l'Alphajet et de l'image IRMA<sup>12</sup> visible de la tour de contrôle de La Rochelle au moment de l'évènement, les pistes radar sont reportées sur la carte aéronautique où le Dauphin est en bleu et l'Alphajet en rouge.



Figure 5 : fusion de la caméra et de l'image IRMA à 11:26:02 UTC<sup>13</sup>



Figure 6 : reconstitution du croisement à 11:26:02 UTC

<sup>12</sup> IRMA : image radar des mouvements aériens.

<sup>13</sup> UTC : temps universel coordonné.



Figure 7 : croisement dangereux à 11:26:03 UTC

**La distance estimée entre les deux aéronefs au moment du croisement est d'environ 20 mètres. Aucun défaut technique n'est à l'origine de l'évènement.**

#### 2.1.2. Communications

L'équipage du Dauphin évolue durant sa recherche en mer en CAG VFR. Au moment de l'incident, une radio VHF est utilisée pour le contact avec La Rochelle Info et le poste VHF marine est réglé pour des communications avec le CROSSA ainsi que les messages de recherche sur le canal 16. Le système de télécommunication du Dauphin, présenté au 1.8.1, ne permet pas à l'équipage d'écouter simultanément l'UHF et la VHF marine. En effet, les postes UHF et VHF marine se partagent la voix n° 2 sur chacune des boîtes de mélange. L'équipage utilise lors des recherches en mer exclusivement la radio VHF marine qui est sélectionnée sur tous les postes. L'Alphajet qui transite au sud de La Rochelle utilise une fréquence « unité » sur la première radio et l'UHF pour l'auto-information militaire sur la seconde.

Les deux aéronefs évoluent en secteur aérien non contrôlé. Bien que le contrôleur ait connaissance que le Dauphin SPI se déplace au sud de La Rochelle au moment de l'évènement, durant une période de faible activité aérienne, il ne regarde pas son écran IRMA. En effet, ses responsabilités couvrent un périmètre plus large que l'information de vol et il est affairé sur une autre mission pendant la phase de croisement.

**Les deux aéronefs ne sont pas en contact radio et ne veillent pas de fréquence commune. Le contrôleur en fonction est en contact avec le Dauphin et n'a pas connaissance de la présence de l'Alphajet.**

## 2.2. Séquence de l'évènement

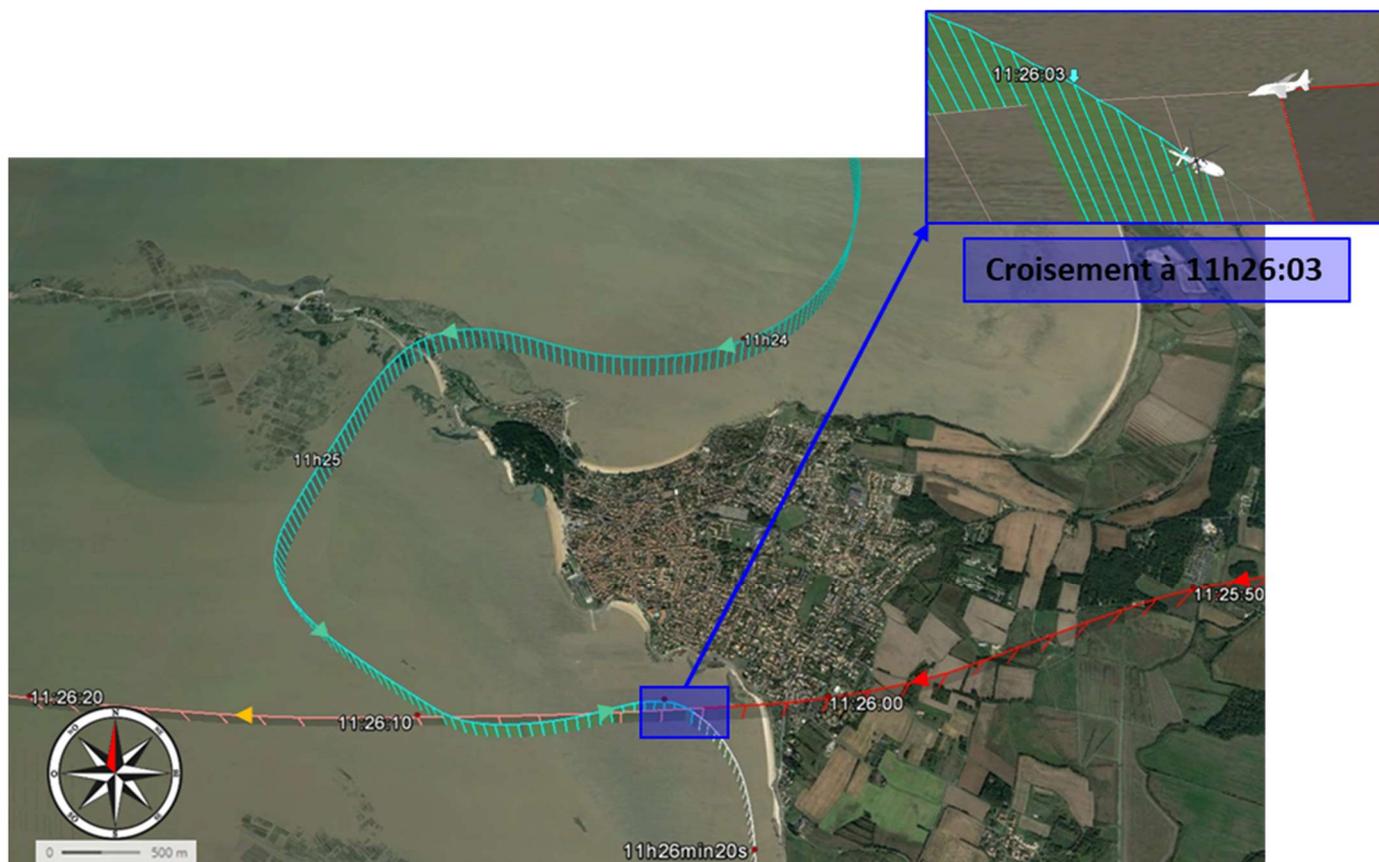


Figure 8 : trajectoire de l'évènement

HORAIRE	Alphajet	Dauphin
13:05:00		Décollage de La Rochelle et poursuite de la mission de recherche en mer.
13:22:00	Début de l'exercice de panne moteur.	Recherche du voilier disparu.
13:24:00	Fin de l'exercice de panne moteur.	
13:24:45	Changement de direction et début du virage.	
13:25:14	Message d'auto-information.	
13:25:25	Fin du virage. Direction ouest. Évitement des habitations.	
13:25:55	L'équipage échange sur l'importance d'éviter de survoler les habitations. Le Cdb demande au NOSA de les situer sur la carte.	Détection de l'Alphajet dans les 11 heures. Le copilote demande au CA de virer à droite.
13:26:01	Détection du Dauphin.	Le Dauphin vire à droite.
13:26:03	Croisement dangereux.	Croisement dangereux.

L'analyse de la séquence de l'incident aérien met en évidence :

- une détection mutuelle tardive des équipages ;
- l'absence d'utilisation d'une fréquence radio commune.

## 2.3. Recherche des causes de l'évènement

Les causes de l'évènement sont recherchées dans le domaine des facteurs organisationnels et humains.

### 2.3.1. Nature du vol des aéronefs

#### 2.3.1.1. Mission de sauvetage pour le Dauphin

Au moment de l'incident, l'équipage du Dauphin est en opération de recherche en mer d'un voilier disparu. La mission a été déclenchée le matin à 9h15. Elle vient de reprendre après une pause pour l'avitaillement et le déjeuner. L'équipage débute sa recherche en mer en descendant le trait de côte en direction du sud vers l'estuaire de la Charente. Le CA est le pilote aux commandes du Dauphin, en place droite. Il assure en priorité la surveillance du ciel, mais il effectue également aussi la recherche en mer sur son secteur avant droit. Les autres membres d'équipage sont affectés à la recherche en mer de leur secteur : le copilote vers l'avant gauche, l'opérateur treuilliste sur le travers gauche et le secouriste sur le travers droit. Ils ont également la charge de surveiller le ciel. Ils alternent donc des balayages haut/bas.

Quelques minutes après le décollage de La Rochelle, alors que le Dauphin en recherche active du voilier survole la pointe de Fouras, le copilote aperçoit l'Alphajet dans le secteur avant gauche quelques secondes avant le croisement des aéronefs.

**Les missions opérationnelles de secours sont des missions exigeantes où une attention particulière est donnée sur la répartition des tâches de surveillance du ciel.**

#### 2.3.1.2. Vol d'instruction pour l'Alphajet

La mission d'instruction de l'Alphajet au profit du NOSA est une mission d'assaut à vue. Les missions d'instruction en général exigent de la part du CdB une charge mentale importante durant tout le vol en tant qu'instructeur. En plus de ses missions de pilotage et de surveillance du ciel, le CdB occupe une partie de ses ressources à la formation du navigateur. Ce dernier, fortement occupé par le moniteur, a des difficultés à libérer de la ressource cognitive pour la surveillance du ciel. L'évènement survient pendant l'évolution de l'appareil après un exercice de panne qui a monopolisé le NOSA. Tout en pilotant et en évitant les habitations survolées au sud de la commune de Fouras, le CdB insiste sur l'importance d'éviter un maximum les zones urbanisées et en profite pour demander à son navigateur de situer l'aéronef sur la carte.

**Les missions d'instruction sollicitent beaucoup l'équipage, à la fois l'instructeur et son stagiaire. Elles requièrent un effort pour orienter l'attention vers la surveillance du ciel, en particulier durant les phases de fortes sollicitations pour l'instruction où l'attention est monopolisée par les exercices.**

### 2.3.2. Composition des équipages

#### 2.3.2.1. Équipage du Dauphin

À bord du Dauphin, le CA est un pilote expérimenté sur cet appareil. Il est le chef du détachement. Il totalise environ 3 800 heures de vol sur tout type d'hélicoptères, dont 3 550 heures sur Dauphin. Il a été récemment muté au détachement de La Rochelle quelques semaines avant l'évènement, après 2 ans d'affectation au sein de l'escadrille de la 36F sur la base aéronavale de Hyères. Il a donc une forte expérience, mais une connaissance faible de la zone.

Le copilote est encore peu expérimenté. Il totalise 400 heures de vol, dont la moitié sur Dauphin. Affecté à la 35F depuis sa sortie d'école en janvier 2020, il est en poste au détachement de La Rochelle depuis trois mois avant l'évènement. Il a donc une faible expérience aéronautique et également une faible connaissance de la zone.

**L'équipage a l'expérience aéronautique attendue pour la mission qui lui est confiée. Sa connaissance de la zone est relativement faible.**

### 2.3.2.2. Équipage de l'Alphajet

Le CdB est le commandant en second de l'escadron. Qualifié chef de patrouille, il est instructeur sur Alphajet depuis l'année 2016. Il totalise environ 2 000 heures de vol, dont 1 000 heures sur Alphajet.

Le NOSA est un stagiaire en fin de formation. Il totalise 270 heures de vol, dont 150 heures sur Alphajet. Il a intégré l'armée de l'Air et de l'Espace en mai 2017 et a commencé sa formation initiale à Salon-de-Provence. Il a ensuite été breveté sur avion de chasse à Tours et vient d'arriver à l'unité en mars 2020 pour la dernière phase du cursus de formation des NOSA avant sa première affectation en escadron. Bien que le rythme de vol soit moins soutenu qu'à Tours, il a déjà effectué 150 heures dans les alentours de Cazaux et il connaît le sud de La Rochelle.

**L'équipage est conforme à un équipage à l'instruction. Le CdB est un pilote expérimenté qui connaît bien la zone. Le NOSA est en fin de formation et a déjà volé dans le secteur de l'évènement.**

### 2.3.3. Partage de l'information en vol

#### 2.3.3.1. Système de communication du Dauphin

Le système de télécommunication et de téléphone de bord est décrit au paragraphe 1.8.1. Fonctionnellement, le pilote et le copilote peuvent choisir d'écouter la VHF marine ou l'UHF de façon indépendante sur chacune de leur boîte de mélange. Mais en pratiquant ainsi ils s'isoleraient et risqueraient de créer des interférences durant les communications. Un membre peut par exemple parler ou émettre sur une fréquence tandis que l'autre fréquence est en émission sans qu'il s'en rende compte. En pratique, pour des raisons de synergie d'équipage, tous écoutent la même fréquence choisie par le CA.

En secours maritime, les équipages ont l'obligation d'être sur la VHF marine, sur le canal 16 qui est le canal de secours en mer. Ce canal permet aux équipages d'émettre les messages de recherche, mais également d'être à l'écoute des messages émis par les requérants. Le jour de l'évènement, la mission étant un secours maritime pour l'équipage, l'utilisation de la VHF marine est alors privilégiée à l'UHF par l'équipage du Dauphin.

**La conception du Dauphin contraint les équipages à faire un choix entre l'UHF et la VHF marine. En secours maritime, l'utilisation de la VHF marine est obligatoire.**

#### 2.3.3.2. Choix des fréquences d'écoute

L'évènement se produit sous la TMA de La Rochelle en espace de vol de classe G. L'équipage du Dauphin est en contact avec La Rochelle Info, depuis le départ de l'aéroport. Le Dauphin est équipé d'un poste UHF. Cependant en raison des commutations disponibles, l'équipage doit choisir entre l'écoute de l'UHF ou l'écoute de la VHF marine. En recherche en mer, la procédure impose l'utilisation de la VHF marine. De plus, cet aéronef de la marine évolue en CAG VFR. Il n'a pas d'obligation de veiller la fréquence d'auto-information UHF réservée à la CAM V.

À l'issue d'un exercice de panne moteur, qui se déroulait à proximité de La Rochelle, le CdB de l'Alphajet reprend la navigation prévue initialement et change rapidement de cap en direction de l'ouest. L'aéronef se trouve alors à une hauteur de 500 pieds. Cette altitude est sous la TMA de La Rochelle en espace de classe G. L'équipage n'a envisagé à aucun moment de contacter l'organisme en charge de l'information de vol. Le poste VHF reste sur une fréquence « unité ». Pourtant, le contexte de la mission ne s'oppose pas à un contact avec La Rochelle.

Conformément aux règles de vol en CAM V, l'équipage émet un message d'auto-information sur la fréquence militaire UHF lors du changement de cap que l'équipage du Dauphin ne reçoit pas.

**Les fréquences utilisées par chaque équipage sont différentes. Aucun des membres d'équipage n'a conscience de la présence d'un autre aéronef à proximité. L'équipage de l'Alphajet n'a pas pris contact avec La Rochelle Info.**

### 2.3.3.3. Rôle de La Rochelle Info

Le jour de l'évènement, un même contrôleur assure à la fois le service d'information de vol de La Rochelle et les missions de contrôle d'aérodrome et d'approche. Les échanges sur la fréquence sont peu nombreux. Au moment de l'évènement, quatre aéronefs sont visibles sur l'écran IRMA de La Rochelle. Le trafic présente une faible densité par rapport au pic d'intensité habituel en été. Le contrôleur n'a pas été sollicité par un appel radio depuis plusieurs minutes. Les trajectoires conflictuelles du Dauphin et de l'Alphajet ne sont identifiables sur l'écran que 30 secondes avant l'évènement, à la fin du virage vers l'ouest de l'avion de chasse. Le contrôleur n'a pas perçu le changement soudain de trajectoire de l'Alphajet dont il ignorait la présence, il n'était pas en surveillance active du trafic aérien à ce moment. La Rochelle Info est un organisme d'information qui n'a pas pour vocation à faire du contrôle.

**La Rochelle Info n'est pas un organisme de contrôle. Le contrôleur n'a pas la mission de surveillance active des déconflitions dans le SIV. Seul le Dauphin a pris contact avec La Rochelle Info. Le contrôleur n'a pas connaissance de la présence de l'Alphajet au moment du croisement.**

### 2.3.3.4. Règles de vol en CAM V

Le paragraphe 1.16 du présent rapport rappelle les textes réglementaires militaires qui régissent les règles de vol en CAM V.

Deux articles de la réglementation militaire traitent en particulier des contacts avec les organismes de la circulation aérienne. Parce que le contexte de la mission d'instruction est totalement compatible avec un contact avec les services d'information de vol, l'équipage aurait dû contacter La Rochelle Info. Cependant, par méconnaissance de ces textes, ce contact n'a jamais été envisagé par l'équipage.

Les escadrons de chasse de l'Armée de l'Air et de l'Espace ont une interprétation ancienne des textes réglementaires et considèrent que le contact avec les organismes d'information reste facultatif dans la grande majorité des cas. De manière générale, les pilotes de chasse ne prennent pas contact avec les organismes d'information du contrôle aérien. La pratique au sein de l'aviation de chasse met en évidence une utilisation non systématique des fréquences des organismes des SIV traversés y compris dans les transits basse altitude en dépit d'éléments de réglementation militaire qui le demandent.

**Le contact avec le service d'information de vol n'est pas une pratique systématique au sein des escadrons de chasse de l'AAE, même quand la mission le permet. Durant le contournement de la CTR de La Rochelle, l'équipage de l'Alphajet pouvait prendre contact avec l'organisme d'information La Rochelle Info.**

### 2.3.4. Perception des aéronefs

L'acuité visuelle correspond au pouvoir séparateur de l'œil. Il correspond à l'angle sous lequel le plus petit écart permettant de voir deux éléments noirs séparés sur fond blanc est perçu. L'acuité visuelle est maximale au centre de la rétine.

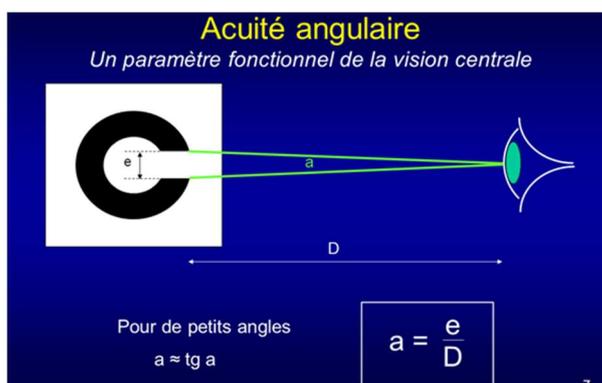


Figure 9 : acuité angulaire

Une acuité visuelle de 10/10, considérée comme normale en vision de loin permet de distinguer deux points séparés par un angle d'une minute d'arc, soit par exemple une sphère d'un mètre de diamètre à une distance de 3 400 mètres.

Le contraste est le paramètre physique de base pour la perception d'un objet. Celle-ci est meilleure pour des formes présentant un ou deux contrastes fortement marqués (alternance noir et blanc). La perception des contrastes se maintient sur toute l'étendue des niveaux lumineux perceptibles avec des seuils de contraste qui se réduisent avec l'intensité. En faible luminosité, un contraste unique marqué est le mieux perçu tandis que pour des conditions de forte luminosité, ce sont les fréquences spatiales moyennes qui sont plus facilement détectées.

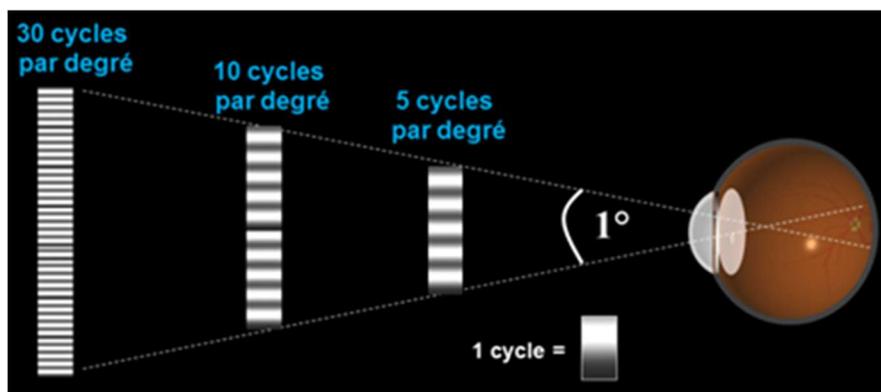


Figure 10 : illustration de la fréquence spatiale du contraste

La vision périphérique perd non seulement en résolution maximale, mais également en sensibilité au contraste. Le centre du champ visuel est exploité pour l'analyse des formes. La périphérie du champ visuel privilégie la détection des mouvements, mais se dégrade pour des vitesses très élevées de rapprochement de face.

**La perception des aéronefs repose sur de nombreux paramètres qui permettent de calculer une distance maximale de visibilité. Pour être le plus visible possible sur un fond lumineux, l'aéronef doit être sombre, tandis que sur un fond sombre, l'aéronef doit être lumineux. Une acuité visuelle de 10/10 dans les conditions optimales permet de distinguer deux points séparés par un angle d'une minute d'arc.**

#### 2.3.4.1. Caractéristiques visuelles des aéronefs

Les aéronefs militaires ont une livrée qui est intentionnellement peu visible. De couleur grise, ces aéronefs sont difficilement visibles au-dessus de l'eau ou sur un fond de ciel gris comme le jour de l'évènement, le contraste étant très faible. Or le contraste de l'appareil avec son environnement est un facteur impactant l'acuité visuelle de l'équipage. De plus, le jour de l'évènement les conditions météorologiques sont à l'origine d'une faible luminosité. En effet, la météo du jour permet une visibilité à plus de 10 kilomètres. Cependant, le ciel et la mer sont de couleurs grises et même l'horizon se confond dans les nuances de l'environnement. Le niveau de luminosité de l'arrière-plan est également un des facteurs influençant l'acuité visuelle.

Avant 2015, les Dauphin en charge des recherches en mer avaient une livrée comportant des bandes de couleurs vives contribuant à leur perception. Depuis 2015, ces aéronefs sont affectés au dispositif de Défense maritime du territoire : la surveillance des approches maritimes et le plan d'action immédiat (contre-terrorisme maritime « léger »). Leurs bandes de couleurs vives ont été supprimées pour une plus grande discrétion lors de ces missions. Les Dauphin ne disposent que d'un seul feu anticollision placé sur le dessus de la queue de l'hélicoptère qui aide principalement à la détection pour des aéronefs arrivant à une altitude supérieure. Le gris clair qui compose principalement leur livrée n'est pas assez contrasté avec le ciel du moment de l'incident.

Les Alphajet de Cazaux sont majoritairement de couleur « gris foncé », ce qui présente un contraste marqué et facilite leur perception. Cependant, les avions de chasse sont relativement fins et donc plus difficilement détectables sur l'horizon. La perception de l'Alphajet est donc particulièrement difficile malgré la présence de feux anticollisions.

**Les caractéristiques visuelles des aéronefs et les conditions météorologiques du moment ont contribué à la détection tardive des aéronefs.**

### 2.3.4.2. Distance de perception



Figure 11 : reconstitution 3D de la vue par l'équipage de l'Alphajet huit secondes avant le croisement

Bien que nuageux, le ciel est très lumineux. Il y a un faible contraste entre la couleur dominante grise de la livrée du Dauphin et le ciel. Dans ces conditions, l'acuité visuelle est diminuée de moitié et la taille du détail minimum perceptible est divisée par deux. En revanche, les Alphajet de Cazaux sont majoritairement gris foncé, ce qui présente un contraste un peu plus marqué et facilite leur perception. À surface équivalente, les Alphajet sont donc deux fois plus visibles que les Dauphin.

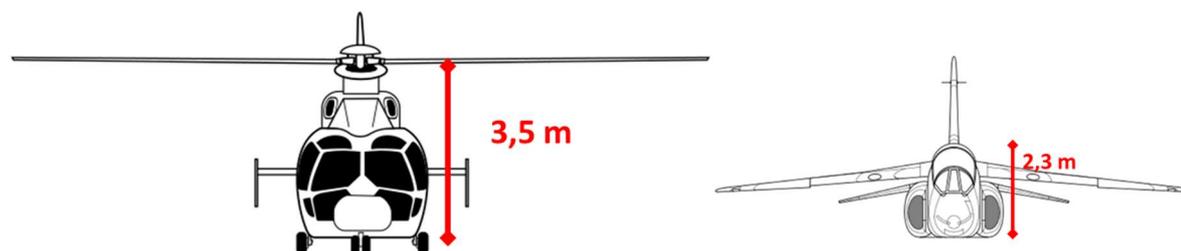


Figure 12 : dimension des aéronefs

Les figures ci-dessus permettent de considérer la taille du plus grand élément contrasté de chacun des aéronefs. Cela nous permet d'estimer une distance maximale de perception par un œil humain normal (cf. 2.3.4). Ces aéronefs peuvent être visibles à la distance de huit kilomètres pour l'Alphajet et de six kilomètres pour le Dauphin avec une acuité de 10/10. La figure 11 représente la vue enregistrée et la vue reconstituée pour l'équipage de l'Alphajet huit secondes avant le croisement.

La qualité de l'enregistrement de la vidéo de l'Alphajet ne permet pas de visualiser le Dauphin qui est à ce moment-là, seulement un point à peine visible pour l'équipage.

**Dans des conditions optimales et en ayant déjà repéré les aéronefs, l'équipage de l'Alphajet pouvait percevoir le Dauphin pendant 25 secondes avant le croisement et l'équipage du Dauphin pouvait percevoir l'avion de chasse 30 secondes avant.**

#### 2.3.4.3. Vitesse élevée

Au moment du croisement, l'Alphajet et le Dauphin évoluent sur un axe est-ouest à la vitesse respectivement de 400 nœuds et de 100 nœuds environ. Bien que leurs trajectoires ne soient pas parfaitement rectilignes, nous considérerons pour la suite que le rapprochement s'est effectué à 500 nœuds soit 250 m/s.

Les aéronefs sont potentiellement visibles pendant plusieurs secondes dans le champ de vision l'un de l'autre. Cependant, ils ne se détectent qu'au dernier moment avant le croisement. Compte tenu de la différence de vitesse entre le Dauphin qui est à une vitesse aux alentours de 100 nœuds et l'Alphajet qui évolue à 400 nœuds, le rapport est d'environ 4. La vitesse de rapprochement est élevée, autour de 500 nœuds, en cumulant les vitesses. Cette vitesse de rapprochement est un facteur défavorable à la détection par les équipages des deux appareils. La dimension angulaire de l'aéronef reste extrêmement faible jusqu'à peu de temps avant le croisement, ce qui réduit le mouvement apparent. Les deux aéronefs sont perçus comme des points immobiles sur l'horizon.

**La vitesse très élevée d'évolution et le rapprochement frontal contribuent à la détection tardive des deux aéronefs.**

#### 2.3.5. Représentation de la situation

##### 2.3.5.1. Surveillance générale du ciel

Le processus de surveillance du ciel exige un balayage des différents secteurs du champ de vision. Le délai entre deux surveillances d'une même zone peut être supérieur au temps disponible entre l'instant où l'aéronef est perceptible et le croisement, rendant ainsi potentiellement impossible la détection.

**Selon les caractéristiques de la vision humaine, la surveillance du ciel nécessite des cycles de balayage dont le temps d'exécution peut être supérieur à celui du rapprochement de deux mobiles à vitesses élevées.**

##### 2.3.5.2. Représentation erronée de la situation par l'équipage du Dauphin

L'équipage du Dauphin est peu expérimenté sur la zone. Les pilotes sont arrivés à l'été. Ils ont peu volé dans cette zone. L'opérateur treuilliste quant à lui n'est pas affecté au détachement de La Rochelle. Lors de sa relève, la présence récurrente des Alphajet sur la zone n'a pas été évoquée et elle ne semble pas être une problématique connue au sein du détachement de la flottille 35F de La Rochelle. Le CA n'a encore jamais croisé ce type d'aéronef lors de ses missions dans la zone.

Les caractéristiques géographiques de la région d'intervention du détachement de La Rochelle sont spécifiques et ne se retrouvent pas dans d'autres zones où sont implantés les flottilles et les détachements de la Marine nationale. En effet, dans ces zones maritimes, les évolutions d'avion de chasse en vol sont perçues comme moins fréquentes. Les représentations préétablies pour ces missions de secours en mer ont notamment pour caractéristique une faible probabilité de rencontrer un autre aéronef à l'exception d'aéronefs de la Marine nationale qui utilisent alors les mêmes fréquences ou d'avions civils en transit côtier. Lorsque l'équipage est déclenché pour une recherche en mer, avec une telle représentation préétablie, le risque de présence d'un avion de chasse est inexistant dans l'esprit de l'équipage qui se pense en mer. En revanche, la zone étant touristique, l'équipage a déjà croisé des aéronefs de tourisme dit aéronef « lent ». En émettant un message sur la fréquence La Rochelle Info, il pense assurer sa sécurité.

L'équipage n'a pas conscience que des Alphajet réalisent de nombreux exercices autour de La Rochelle en semaine. Se pensant en sécurité sur la fréquence de l'information en vol et en période de faible trafic aérien, l'équipage a pu relâcher son attention portée sur la surveillance du ciel.

**Le manque d'expérience sur la zone pour l'équipage du Dauphin et une représentation préétablie associée à la mission de recherche en mer sont à l'origine d'une sous-évaluation du risque de la présence d'un avion de chasse dans la zone qui a pu altérer l'attention portée à la surveillance du ciel.**

#### 2.3.5.3. Représentation erronée de la situation par l'équipage de l'Alphajet

Durant le contournement de la CTR de La Rochelle, l'Alphajet évolue à une hauteur de 500 pieds. L'équipage n'imagine pas trouver d'aéronef sur sa trajectoire. Il est culturellement admis par les pilotes de chasse qu'à cette hauteur, la probabilité de rencontrer un aéronef est faible. Lorsque l'équipage de l'Alphajet décide de changer de cap, il s'annonce sur la fréquence d'auto-information militaire. Définie dans le règlement CAM, cette fréquence est utilisée par les aéronefs et organismes de contrôle militaire.

L'équipage de l'Alphajet n'a pas connaissance qu'il existe de nombreux aéronefs militaires qui ne veillent pas l'auto-information militaire sur l'UHF. Se pensant en sécurité après avoir émis son message d'auto-information, l'équipage a sans doute relâché l'attention qu'il portait sur la surveillance du ciel.

**L'équipage a sous-évalué le risque de croiser un aéronef non à l'écoute de l'UHF à cette altitude en ignorant l'absence de veille de la fréquence d'auto-information militaire par des aéronefs militaires et étatiques en basse altitude. Confortant une représentation préétablie erronée à cette altitude de travail, cette situation a pu altérer l'attention portée sur la surveillance du ciel par l'équipage de l'Alphajet.**

#### 2.3.6. Focalisation d'attention

##### 2.3.6.1. Focalisation d'attention au sein de l'équipage du Dauphin

L'équipage du Dauphin est en mission opérationnelle de recherche en mer. Le CA a attribué à chacun des membres d'équipage un secteur de recherche en mer et de surveillance du ciel. Les membres d'équipage alternent donc la surveillance du ciel et la recherche en mer en effectuant des balayages. Ainsi, l'équipage peut passer plusieurs secondes sans effectuer de surveillance du ciel, les yeux tournés vers l'océan, et inversement.

Le croisement survient alors que l'équipage se trouve sur la zone de recherche, identifiée par le CROSSA comme pouvant être celle où se trouve le voilier. L'attention des membres d'équipage a alors pu être focalisée sur la recherche en mer, se détournant pendant plusieurs secondes de la surveillance du ciel. Seul le copilote détecte l'Alphajet dans son secteur quelques secondes avant le croisement et demande au CA de virer sur la droite. Cependant, la différence de vitesse de rapprochement entre les deux aéronefs, de l'ordre de 250 m/s, rend la manœuvre d'évitement du Dauphin délicate et aléatoire.

**La mission de secours a conduit à une focalisation de l'attention des membres d'équipage sur l'identification du voilier entraînant une surveillance intermittente du ciel durant plusieurs secondes. Seul le copilote parvient à détecter l'Alphajet dans son secteur quelques secondes avant le croisement.**

##### 2.3.6.2. Focalisation d'attention au sein de l'équipage de l'Alphajet

Peu de temps avant l'évènement, l'Alphajet vient de terminer une phase d'exercices dense pour le NOSA. Le CdB profite de ce temps de transition pour rappeler la nécessité de contourner les villes lors de vols en basse altitude. En même temps, il pilote pour éviter le survol des villages et il demande à son navigateur de situer l'aéronef en lui faisant travailler les repères visuels au sol. L'attention des deux membres d'équipage est alors orientée plus vers le sol qu'à la surveillance du ciel pendant une dizaine de secondes. Le croisement se produit dans le virage juste après les manœuvres d'évitement des habitations, au moment où le CdB donne des consignes au NOSA.

Lors des missions d'instruction, les phases de démonstration sont particulièrement à risque, car l'attention de l'équipage est orientée par les actions de l'instructeur. Lors de cet évènement, l'équipage de l'Alphajet a probablement eu son attention focalisée sur les villages au sol pendant plusieurs secondes avant le croisement et l'acquisition de repères visuels extérieurs. Focalisé sur le sol, l'équipage n'a pas été en mesure de percevoir le Dauphin sur sa trajectoire.

Cette focalisation de l'instructeur peut également expliquer l'absence de maintien du palier durant le virage de l'Alphajet qui a permis l'évitement des deux aéronefs.

**La mission d'instruction a conduit à une focalisation de l'attention sur le sol qui est à l'origine d'une absence de surveillance du ciel durant plusieurs secondes précisément au moment du croisement.**

### 2.3.7. Détection tardive

#### 2.3.7.1. Réglementation en espace G

Au moment de l'évènement, le Dauphin et l'Alphajet évoluent en vol à vue en espace aérien de classe G, ils se trouvent tous les deux sous la TMA de La Rochelle. La réglementation militaire et civile précise que l'anti-abordage incombe aux équipages des deux aéronefs et elle est fondée sur le principe « voir et éviter ». Les équipages doivent être suffisamment vigilants à la surveillance du ciel pour éventuellement adapter leur trajectoire. Cependant concentrés chacun sur leur tâche de mission, aucun ne peut effectuer un balayage du ciel pleinement efficace.

Lors du début du virage à droite de l'Alphajet, les deux aéronefs sont à la même altitude. Durant cette manœuvre, l'Alphajet perd un peu moins de 100 pieds, ce qui permet un croisement à des altitudes différentes. Les deux aéronefs ne se détectent qu'au dernier moment avant le croisement.

**Les appareils évoluent en vol à vue en espace aérien de classe G. L'anticollision est alors fondée sur le principe « voir et éviter ». Le croisement est consécutif à l'absence de détection visuelle de l'autre aéronef suffisamment tôt.**

#### 2.3.7.2. Limites connues de la règle « voir et éviter »

Les bureaux d'enquêtes français, australien, britannique et d'autres pays ainsi que des organismes du monde aéronautique ont réalisé des études démontrant les limites de la règle « voir et éviter ». Toutes ces études concluent que si cette règle demeure fondamentale pour la sécurité aéronautique, elle n'en est pas moins faillible, car elle dépend des capacités de la perception humaine.

La probabilité de détection visuelle d'un aéronef en vol dépend de nombreux facteurs dont notamment le niveau d'attention consacrée à cette tâche au travers du temps dédié à la surveillance du ciel par l'équipage, le nombre de membres d'équipage effectuant cette surveillance et leur niveau de charge de travail au cours du vol. L'efficacité de cette surveillance dépend également des caractéristiques de la vision humaine, du champ de vision disponible, des conditions environnementales ou bien encore de l'état de transparence des verrières.

En l'absence d'un système d'anti-abordage à bord des aéronefs étatiques, le principe « voir et éviter » reste la règle appliquée en vol pour la surveillance du ciel. L'évitement passe donc par la détection qui doit avoir lieu suffisamment tôt pour permettre le changement de trajectoire des aéronefs, car d'autres facteurs peuvent encore diminuer l'efficacité de cette manœuvre à savoir le délai du processus de traitement de l'information et d'action chez le pilote et le délai de latence de réactivité de l'appareil.

**La règle « voir et éviter » ne permet pas d'éviter de manière exhaustive les trajectoires conflictuelles.**

### 2.3.8. Système de prévention des abordages

L'alerte d'un équipage sur la présence d'un autre aéronef permet d'augmenter la probabilité de détection, en augmentant le temps consacré à la surveillance et en orientant la zone de recherche. Par ailleurs, cela peut aussi permettre une anticipation des équipages qui peuvent alors prendre de l'altitude ou modifier leur trajectoire afin de la rendre moins conflictuelle.

De nombreux aéronefs de l'aviation civile sont aujourd'hui équipés de systèmes dits « anti-abordage ». On trouve le TCAS<sup>14</sup> qui est un instrument de bord destiné à éviter les collisions en vol entre aéronefs prescrit par l'organisation de l'aviation civile internationale pour les avions de plus de 5 700 kg ainsi que pour ceux qui sont autorisés à transporter plus de 19 passagers. Le TCAS est un système actif. Il détecte les aéronefs environnants s'ils émettent un code transpondeur, alerte l'équipage d'un risque et il génère pour les modèles les plus sophistiqués des alarmes et des ordres de manœuvre d'évitement.

Plus petit et moins polyvalent, le FLARM (*flight alarm* : alarme en vol) est un dispositif électronique initialement développé pour les pilotes de planeur, qui est maintenant autorisé d'emploi en aviation générale. Il alerte les pilotes en vol à vue d'un risque d'abordage avec un autre aéronef équipé du même système ou avec un obstacle référencé (câble, antenne, etc.).

**Ni le Dauphin ni l'Alphajet n'est équipé de dispositif anti-abordage.**

---

<sup>14</sup> *Traffic alert and Collision Avoidance System* en français : « système d'alerte de trafic et d'évitement de collision ».

### 3. CONCLUSION

L'évènement est un croisement dangereux entre un avion de chasse Alphajet et un hélicoptère Dauphin.

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

Mercredi 30 septembre 2020, l'hélicoptère Dauphin du détachement 35F de la Marine nationale est engagé par le CROSSA Étel pour une mission de recherche en mer d'un voilier disparu au large de La Rochelle. Après la pause déjeuner, à 13h05, l'hélicoptère redécolle de l'aéroport de La Rochelle et poursuit sa recherche en longeant le trait de côte en direction du sud. L'équipage est en contact radio avec La Rochelle Info et alterne sur son poste VHF marine des messages en direction du voilier et des communications avec le CROSS. Par conception du Dauphin, l'équipage n'utilise pas l'UHF et la VHF Marine en même temps. À 13h25, le Dauphin contourne la pointe de Fouras et se retrouve face à l'est à l'altitude de 580 pieds. L'équipage est en recherche active du voilier tout en assurant la surveillance du ciel et en effectuant donc des balayages en alternance haut/bas.

Au même moment, de retour d'un vol d'instruction au profit d'un navigateur, un Alphajet de la 8<sup>e</sup> escadre de Cazaux contourne la CTR de La Rochelle par le sud en direction de la pointe de Chassiron. Au début du virage par la droite, l'Alphajet évolue à 580 pieds. Le navigateur fait un compte rendu d'information sur la fréquence auto-information UHF militaire. Alors qu'il arrive au sud de la pointe de Fouras, le CdB évite les habitations entre les villages de Soumard et de Saint-Laurent-de-la-Prée puis il se met en virage pour rejoindre son cap initial à l'ouest. À cet instant, l'équipage est concentré sur la mission d'instruction, le CdB transmet des consignes au NOSA alors que l'aéronef sort de son virage à 500 pieds.

À 13h26, alors que les deux aéronefs se rapprochent frontalement depuis quelques secondes, le copilote du Dauphin perçoit l'Alphajet dans ses onze heures et demande à son CA de virer sur la droite. Une seconde avant le croisement l'équipage de l'Alphajet qui était focalisé sur la côte détecte le Dauphin. L'Alphajet croise l'hélicoptère autour de 500 pieds à quelques mètres de distance. Le contrôleur de La Rochelle n'a pas connaissance de la présence de l'Alphajet et n'a pas détecté son changement de trajectoire.

Les équipages sont indemnes et les aéronefs intègres.

#### 3.2. Causes de l'évènement

Les causes principales de ce croisement dangereux sont consécutives à une détection mutuelle tardive et à une méconnaissance organique partielle des textes réglementaires :

- les fréquences utilisées par chaque équipage sont différentes ;
- le contact avec l'organisme en charge de l'information de vol est une pratique non systématique au sein de l'aviation de chasse.

Les deux aéronefs ne sont pas en contact radio au moment du croisement :

- le Dauphin qui évolue en CAG VFR n'est pas concerné par l'auto-information militaire ;
- l'Alphajet qui évolue en CAM V n'est pas en contact avec La Rochelle Info.

L'équipage du Dauphin a une représentation erronée de la situation avec une sous-estimation du risque de présence d'avion de chasse dans l'environnement proche de La Rochelle et est focalisé sur la recherche en mer.

L'équipage de l'Alphajet a également une représentation erronée de la situation par une sous-évaluation du risque de croiser un aéronef non à l'écoute de l'UHF à cette altitude et est focalisé sur les habitations, pour des besoins d'instruction, durant le virage, précisément au moment du croisement.

Cette détection tardive illustre les limites du principe « voir et éviter » :

- des difficultés à se détecter visuellement dues aux caractéristiques visuelles des aéronefs et des conditions météorologiques du moment ainsi que leur vitesse très élevée de rapprochement ;
- une représentation erronée de la situation chez les deux équipages qui conduit à une surveillance active du ciel au moment de l'évènement, déficiente ;
- l'absence d'un dispositif anti-abordage embarqué.

PAS DE TEXTE

## 4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

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

#### 4.1.1. Contact avec le service d'information de vol en CAM V

Les aéronefs qui évoluent en CAM V ne contactent pas systématiquement les organismes en charge de l'information du SIV traversé. Ils peuvent, en fonction de la mission, s'en affranchir. L'absence de contact radio est une des causes du défaut de détection mutuelle et de ce croisement dangereux.

Le contact avec le service d'information de vol est une pratique non systématique au sein de l'aviation de chasse.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**aux autorités d'emploi, de rappeler à leurs équipages la nécessité et l'intérêt de contacter l'organisme en charge de l'information de vol du SIV traversé lorsqu'ils évoluent en CAM V en application du RCAM.**

**R1 – [Y-2020-12-I] Destinataires : CEMAAE, CEMM, CEMAT, DGA EV, DGDDI, DGGN, DGSCGC**

#### 4.1.2. Auto-information UHF

L'hélicoptère Dauphin SA 365 N de la Marine nationale ne peut pas utiliser à la fois la fréquence UHF et la fréquence VHF marine pour des raisons techniques. L'enquête a également mis en évidence que d'autres aéronefs militaires évoluant en CAM V n'ont pas toujours de poste radio UHF. Ils ne peuvent donc pas communiquer sur la fréquence d'auto-information UHF.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DSAÉ en lien avec les autorités d'emploi d'étudier l'emploi de fréquences d'auto-information communes, quelle que soit la bande de fréquence.**

**R2 – [Y-2020-12-I] Destinataire : DSAÉ**

#### 4.1.3. Dispositif anti-abordage

Le Dauphin et l'Alphajet ne sont pas équipés de dispositif d'anti-abordage qui aurait pu prévenir le croisement dangereux. Il n'existe pas de doctrine d'emploi de ce genre de dispositif au sein des organismes militaires.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**aux autorités d'emploi en lien avec la DGA et la DSAÉ, de réfléchir à l'implémentation de dispositifs d'anti-abordage sur les aéronefs d'état.**

**R3 – [Y-2020-12-I] Destinataires : CEMAAE, CEMM, CEMAT, DGA EV, DGDDI, DGGN, DGSCGC**

#### 4.1.4. Dispositif de filet de sauvegarde

Dans la gestion du trafic aérien, les filets de sauvegarde sont un ensemble de systèmes qui alertent le contrôleur aérien si une situation potentiellement dangereuse concernant un aéronef contrôlé est sur le point de se produire. Cette alerte permet aux contrôleurs aériens d'anticiper et de gérer le trafic de manière fluide et sûre. Un dispositif de filets de sauvegarde est en cours de déploiement dans différents organismes de contrôle français.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGAC, de faire évoluer les dispositifs de filet de sauvegarde pour intégrer dans le système d'alerte, les aéronefs non contrôlés.**

**R4 – [Y-2020-12-I] Destinataire : DGAC**

#### 4.1.5. Livrée des aéronefs militaires

L'étude de l'IRBA n° 21-39 sur l'acuité visuelle et les aides à la perception a montré l'importance du choix des motifs et couleurs dans la composition de la livrée d'un aéronef. Lors de l'évènement, les caractéristiques visuelles des aéronefs dans les conditions météorologiques du moment n'ont pas facilité leur visibilité.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à toutes les autorités d'emploi, en lien avec l'IRBA, d'optimiser le choix de la livrée de leurs aéronefs en fonction des missions qui leur sont confiées.**

**R5 – [Y-2020-12-I] Destinataires : CEMAAE, CEMM, CEMAT, DGA EV, DGDDI, DGGN, DGSCGC**

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

Ni l'Alphajet, ni le Dauphin n'est équipé d'enregistreur de données de vol. La trajectoire des aéronefs a été reconstituée grâce à la vidéo de la restitution de mission de l'Alphajet et aux systèmes GPS non sécurisés à bord. En cas d'accident, toutes ces données auraient pu être détruites. Les Dauphin et les Alphajet sont des aéronefs dont les chantiers de modifications sont récents.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGA et la DMAé de profiter des chantiers de mise à niveau des aéronefs militaires pour réaliser l'acquisition et l'installation d'enregistreurs de vol durcis suivant la norme ED-112 de l'organisation européenne pour l'équipement de l'aviation civile (EUROCAE).**

**R6 – [Y-2020-12-I] Destinataires : DGA AT, DMAé**