

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

Rapport d'enquête de sécurité



A-2019-01-A

Date de l'évènement	9 janvier 2019
Lieu	Mignovillard (Jura)
Type d'appareil	Mirage 2000D
Organisme	Armée de l'air

AVERTISSEMENT

UTILISATION DU RAPPORT

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

COMPOSITION DU RAPPORT

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

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

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

CRÉDITS

	SIRPA Air	Page de garde
Figure 1	DIRCAM/BEA-É	9
Figure 2	Géoportail/BEA-É	10
Figures 3 à 5	Météo-France/BEA-É	13 et 14
Figure 6	RESEDA/BEA-É	16
Figures 7 à 11	SRGA/BEA-É	16 à 19
Figure 12	Géoportail/SRGA/BEA-É	20
Figure 13	ETD/BEA-É	23
Figure 14	Google Earth/BEA-É	25
Figure 15	BEA-É	26
Figures 16 et 17	DGA EP	28
Figure 18	BEA-É	29
Figures 19 à 23	Google Earth/BEA-É	30 à 32
Figure 24	Météo-France/Google Earth/BEA-É	33
Figures 25 à 27	Google Earth/BEA-É	35 et 36
Figure 28	Météo-France/Google Earth/BEA-É	37
Figure 29 et 30	BEA-É	45

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
CRÉDITS	2
TABLE DES MATIÈRES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	7
1.1. Déroulement du vol	7
1.2. Dommages corporels	10
1.3. Dommages à l'aéronef	11
1.4. Autres dommages	11
1.5. Renseignements sur l'équipage	11
1.6. Renseignements sur l'aéronef	12
1.7. Conditions météorologiques	13
1.8. Aide à la navigation	15
1.9. Télécommunications	15
1.10. Enregistreurs de bord	15
1.11. Constatations sur la zone d'impact et l'aéronef	17
1.12. Renseignements médicaux	20
1.13. Incendie	21
1.14. Questions relatives aux opérations de secours	21
1.15. Essais et recherches	22
1.16. Renseignements sur les organismes	22
1.17. Renseignements supplémentaires	23
2. Analyse	25
2.1. Expertises techniques	25
2.2. Analyse de la trajectoire	29
2.3. Recherche des causes de l'évènement	39
3. Conclusion	51
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	51
3.2. Causes de l'évènement	51
4. Recommandations de sécurité	53
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	53
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement	54
ANNEXE ILLUSIONS PERCEPTIVES	57

GLOSSAIRE

AIA	atelier industriel de l'aéronautique
AST	assaut en suivi de terrain
CCS	centre de coordination de sauvetage
CPIP	consignes permanentes d'instruction du personnel navigant
DGA EP	direction générale de l'armement - Essais propulseurs
DGA EV	direction générale de l'armement - Essais en vol
DGA TA	direction générale de l'armement - Techniques aéronautiques
CFA	commandement des forces aériennes
CRFT	compte rendu de fait technique
DRH-AA	direction des ressources humaines de l'armée de l'air
EAC	école de l'aviation de chasse
EC	escadron de chasse
EIUOT	escadron d'instruction et d'utilisation opérationnelle et technique
ESTA	escadron de soutien technique aéronautique
ETD	escadron de transformation Mirage 2000D
ISG	indicateur sphérique gyroscopique
IMC	<i>instrument meteorological conditions</i> - conditions météorologiques de vol aux instruments
NOSA	navigateur officier systèmes d'armes
OPEX	opération extérieure
PA	pilote automatique
PLA	point de largage de l'armement
PCO	pilote de combat opérationnel
PGS	plein gaz sec
REAC	répertoire d'emploi de l'aviation de chasse
RTBA	réseau très basse altitude
SAR	<i>search and rescue</i> - recherche et sauvetage
SATER	sauvetage aéroterrestre
SCALP	système de croisière conventionnel autonome à longue portée
SCN	sous-chef navigateur
SDT	suivi de terrain
TBA	très basse altitude
UTC	<i>universal time coordinated</i> - temps coordonné universel
VMC	<i>visual meteorological conditions</i> - conditions météorologiques de vol à vue
VTB	visualisation tête basse
VTH	visualisation tête haute
3° EC	troisième escadre de chasse

SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 9 janvier 2019 à 10h30

Lieu de l'évènement : Mignovillard (Jura)

Organisme : armée de l'air

Commandement organique : commandement des forces aériennes (CFA)

Unité : escadron de chasse (EC) 001.03 « Navarre »

Aéronef : Mirage 2000D n° 667

Nature du vol : mission d'entraînement à l'assaut en suivi de terrain (AST) dans le réseau très basse altitude (RTBA)¹

Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le mercredi 9 janvier 2019, le Mirage 2000D n° 667 de l'EC 001.03 « Navarre » réalise une mission d'AST en conditions de vol aux instruments et en zone réservée. L'équipage est composé d'un pilote et d'un navigateur officier systèmes d'armes (NOSA).

Après 10 minutes de vol en mode de suivi de terrain (SDT)² dans le RTBA, l'équipage doit réaliser une simulation de passe de tir SCALP³. Les contacts radar et radio sont perdus alors que l'aéronef survole la forêt de Mignovillard en virage par la droite. Des débris de l'aéronef sont retrouvés en fin de journée à 2 kilomètres au sud-est de cette commune. L'équipage est décédé.

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 directeur d'enquête de sécurité adjoint (BEA-É) ;
- un expert technique (BEA-É) ;
- un officier pilote ayant une expertise sur Mirage 2000D ;
- un officier mécanicien ayant une expertise sur Mirage 2000D ;
- un sous-officier ayant une expertise sur l'armement du Mirage 2000D ;
- un médecin breveté supérieur de médecine aéronautique ;
- un expert parachutiste de la direction générale de l'armement - Essais en vol (DGA EV) ;
- un enquêteur de première information (EPI).

¹ Le RTBA est un ensemble de couloirs aériens réglementés, interdits de pénétration aux autres usagers et reliés entre eux pour assurer l'entraînement des aéronefs de combat au vol très basse altitude et aux instruments. Les planchers de certaines portions sont abaissés au sol. Le contournement est obligatoire pour les autres usagers pendant l'activation.

² SDT : le suivi de terrain permet de réaliser une pénétration en territoire hostile, en volant à très basse altitude, à haute vitesse et en suivant une trajectoire proche du relief survolé.

³ Le système de croisière conventionnel autonome à longue portée est un missile de croisière développé en 1994 puis fabriqué par MBDA.

Autres experts consultés

- direction générale de l'armement - Essais propulseurs (DGA EP) ;
- direction générale de l'armement - Techniques aéronautiques (DGA TA) ;
- direction générale de l'armement - Essais en vol (DGA EV) ;
- atelier industriel de l'aéronautique (AIA) de Bordeaux ;
- escadron d'instruction et d'utilisation opérationnelle et technique (EIUOT) 67.430 ;
- institut de recherche biomédicale des armées (IRBA) ;
- Dassault Aviation ;
- Météo-France.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : circulation aérienne militaire tactique (CAM T)

Type de mission : mission d'entraînement à l'assaut en SDT dans le RTBA

Dernier point de départ : base aérienne 133 de Nancy-Ochey

Heure de départ : 10h08

Point d'atterrissage prévu : base aérienne 116 de Luxeuil Saint-Sauveur

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Contexte du vol

L'équipage du Mirage 2000D accidenté est composé d'un pilote qui est qualifié pilote de combat opérationnel (PCO) et d'un NOSA qui est qualifié sous-chef navigateur (SCN).

Tous deux reviennent de congés de fin d'année le lundi 7 janvier 2019. Ils n'ont pas volé en métropole depuis plusieurs mois. En effet, en octobre et novembre 2018, le pilote a participé à une opération extérieure (OPEX) à N'Djamena au Tchad peu de temps après l'obtention de sa qualification de PCO. En décembre 2018, il a réalisé un convoyage d'une dizaine d'heures de vol d'un Mirage 2000D vers N'Djamena. Pour sa part, le NOSA a enchaîné deux OPEX l'une à la suite de l'autre. Il a donc passé 4 mois à N'Djamena, d'août à novembre 2018. À l'issue, il a pris des congés. Durant ces OPEX, le pilote et le navigateur ont principalement réalisé des missions en haute altitude. Ils ont eu toutefois l'occasion de faire quelques missions de maintien en conditions opérationnelles (MCO), notamment d'AST.

Un programme dit « de reprise » leur est assigné par leur commandant d'escadrille à leur retour de congés. Le lundi, ils réalisent ensemble une séance au simulateur consacrée aux pannes nécessitant des réactions d'urgence et à la mécanisation des procédures de SDT. Le mardi, le pilote doit effectuer une mission de combat aérien mais l'avion de son leader est indisponible. Il effectue en remplacement une mission de voltige et des approches finales aux instruments. Le navigateur doit également voler mais il choisit de ne pas réaliser le vol pour participer à une rencontre avec des cadres de la direction des ressources humaines de l'armée de l'air (DRH-AA) présents sur la base aérienne.

Le mercredi, ils sont planifiés sur deux missions. La première mission est un entraînement à l'AST dans le RTBA, dénommé AST 4. Elle est réalisée en avion isolé. Deux simulations de passe de tir SCALP sont prévues. À l'issue, ils doivent atterrir à Orange pour une remise en œuvre de l'avion par l'équipage et une pause déjeuner. L'après-midi, ils doivent réaliser une seconde mission qui consiste en un vol d'assaut à vue en patrouille légère (deux avions) avec un autre appareil. Ce dernier aura effectué le matin la même mission qu'eux, en les précédant de 5 minutes sur l'itinéraire emprunté et en atterrissant également à Orange. À l'issue de cette seconde mission, les deux appareils doivent se poser à Nancy.

L'indicatif de l'équipage de l'avion accidenté est Coca 27 ; celui de l'équipage de l'autre avion est Coca 26.

1.1.2.2. Préparation du vol

Les préparations des missions du mercredi ont lieu la veille des vols. À 15 heures, les deux équipages se réunissent sous la supervision du pilote de Coca 26, qui est qualifié chef de patrouille (CP). Ensuite, les deux NOSA ainsi que le pilote de Coca 27 préparent la mission du matin, sous la supervision du NOSA de Coca 27. Le pilote de Coca 26 prépare de son côté la mission de l'après-midi, qui doit être briefée pendant l'escale à Orange.

Toutefois, les prévisions de vent sur Orange n'étant pas favorables, une modification de la mission est étudiée, en accord avec le commandant d'escadrille. Cette modification prévoit de raccourcir le vol par une sortie du RTBA en région Centre, sous contrôle de l'approche d'Avord, et d'effectuer un transit retour vers Luxeuil. La préparation des missions est finalisée vers 17h15. Le commandant d'escadrille rédige l'ordre de vol nominal le soir, avant de quitter l'escadron tandis que le NOSA de Coca 27 se rend à son rendez-vous avec la DRH-AA.

Le matin du vol, les deux équipages se retrouvent à 8 heures pour actualiser les éléments. Ne pouvant assister au briefing météorologique quotidien à 8h30, ils récupèrent les informations sur le réseau intranet. Ils contactent également le service météorologique de la base pour connaître les conditions sur tout le trajet prévu. Les prévisions de vent défavorables étant confirmées à Orange, la mission est modifiée comme étudiée la veille. Le commandant d'escadrille réécrit alors l'ordre de vol adapté à la nouvelle mission. Il autorise le vol à une hauteur de 300 pieds⁴ sol et l'emploi de tous les modes de SDT.

Cette première mission étant réalisée en avion isolé, chaque équipage la briefe alors de son côté vers 8h50, pendant une demi-heure. Puis ils rejoignent simultanément leur avion.

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

Coca 26 décolle de Nancy-Ochey à 10h01 ; Coca 27 à 10h08. Ils débutent leur vol de Nancy vers Luxeuil par un transit d'environ 5 minutes à une altitude de 5 000 pieds pour Coca 26 et 6 000 pieds pour Coca 27. Ils sont alors successivement sous contrôle radar des approches de ces deux terrains et évoluent entre deux couches nuageuses.

À l'issue de ce transit, ils descendent en très basse altitude (TBA) en traversant une couche nuageuse. Ils intègrent le RTBA à 10h15 pour Coca 26 et 10h20 pour Coca 27 et débutent le vol en SDT, tout en maintenant cet espacement de 5 minutes. Ils évoluent alors dans un espace aérien non contrôlé mais interdit de pénétration aux autres usagers, et assurent leur navigation de façon autonome.

Pendant le vol dans le premier tronçon du RTBA, ils évoluent à une hauteur⁵ minimale de 300 pieds, essentiellement sous la couche nuageuse et en vue du sol. Au bout d'environ 4 minutes, ils doivent remonter au-dessus de 800 pieds sol car le plancher du RTBA est rehaussé à partir de cet endroit.

Au début du deuxième tronçon, ils redescendent à une hauteur minimale de 300 pieds car le plancher du RTBA est à nouveau abaissé au niveau du sol. Néanmoins, quelques instants plus tard et suite à une erreur de manipulation qu'il décèle, le pilote de Coca 26 décide de sélectionner un mode de SDT correspondant à une hauteur de 800 pieds.

À la fin du deuxième tronçon de vol dans le RTBA, vers 10h24, Coca 26 réalise sa première simulation de passe de tir SCALP. À ce moment, il vole dans les nuages. Coca 27, qui évolue 5 minutes derrière et plus bas, suit le même itinéraire et prépare sa simulation de passe de tir.

⁴ Un pied vaut 30,46 cm.

⁵ Hauteur : distance verticale entre un aéronef et la surface qu'il survole.

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

Sur le tronçon pendant lequel la première simulation de passe de tir SCALP est prévue, Coca 27 est détecté par les radars en évolution à une altitude comprise entre 3 300 et 3 400 pieds, ce qui correspond à une hauteur de 300 pieds environ.

Peu de temps avant le point où est prévue cette simulation de passe de tir, aux alentours du village de Frasne, deux témoins voient brièvement passer l'avion en très basse altitude pendant quelques secondes avant que celui-ci ne pénètre à nouveau dans les nuages. Ils ne distinguent ni feu ni fumée sur l'appareil.

Au point prévu pour la simulation de passe de tir, le Mirage 2000D engage un virage à droite, détecté par les radars. Il percute le sol dans la forêt de Mignovillard, à 2 kilomètres au sud-est du village. Au moment de l'accident, deux témoins situés légèrement au nord du point d'impact voient une boule de feu.

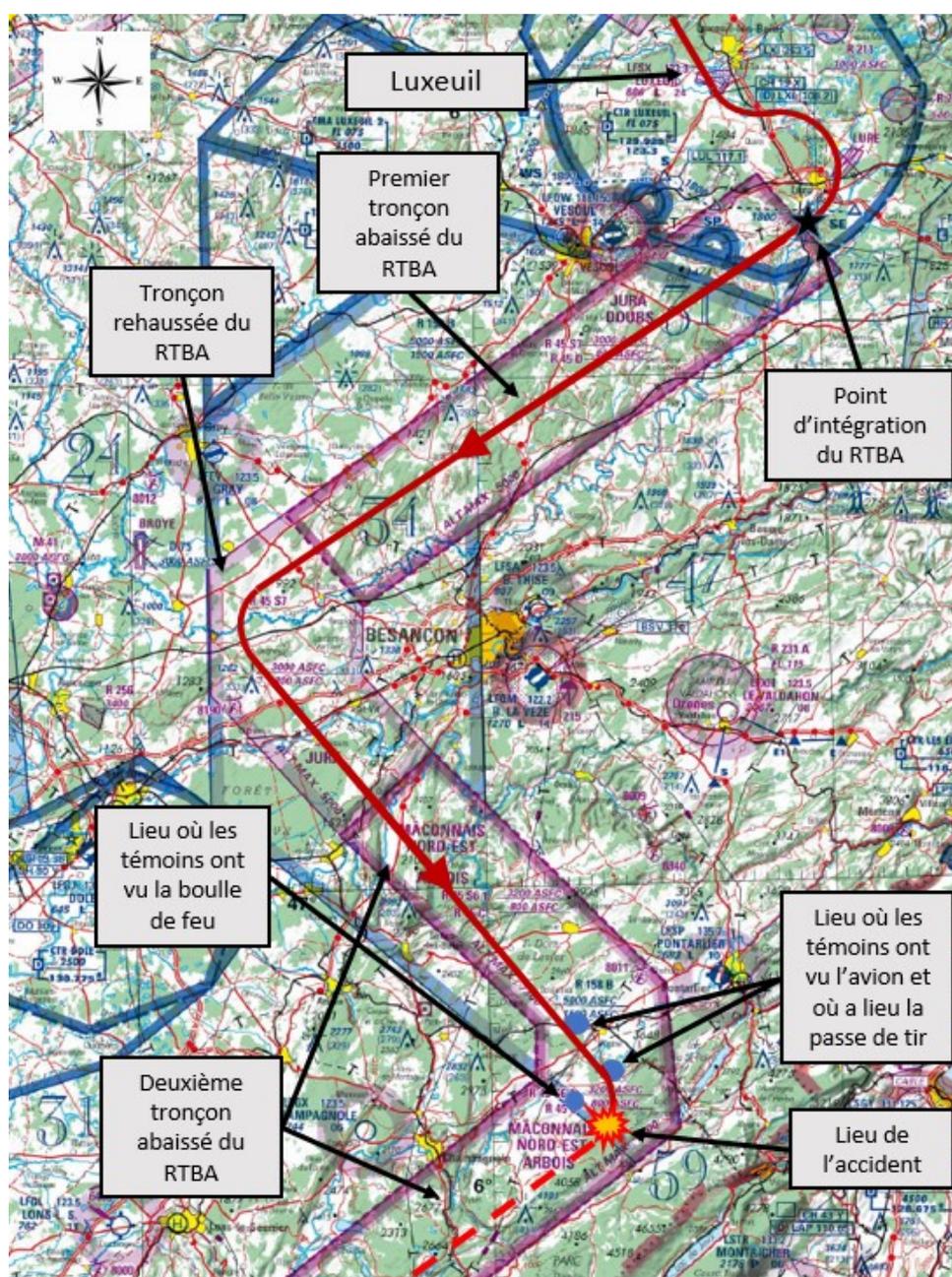


Figure 1 : trajectoire de Coca 27 à partir de son intégration dans le RTBA

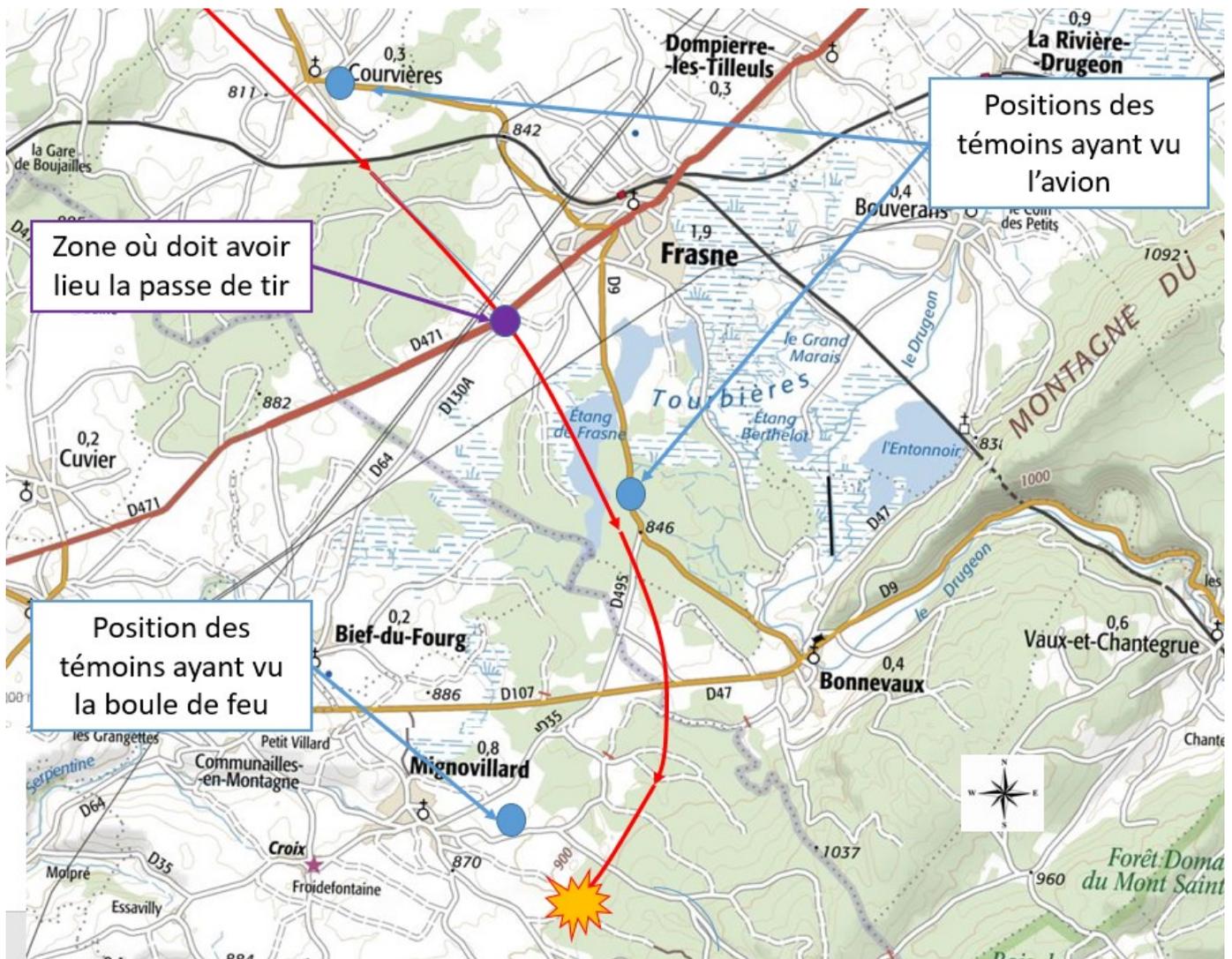


Figure 2 : positions des témoins

1.1.3. Localisation

- Lieu :

- pays : France
- département : Jura
- commune : Mignovillard
- coordonnées géographiques : N046°46'54"/E006°09'15"
- altitude topographique du point d'impact : 882 mètres soit 2 895 ft⁶

- Moment : jour

1.2. Dommages corporels

Le pilote et le navigateur sont décédés.

⁶ ft : feet - pied (1 ft = 9,81 m/s²).

1.3. Dommages à l'aéronef

L'aéronef est détruit.

1.4. Autres dommages

Le carburant de l'aéronef (environ 4,7 t restantes au moment du crash) a pollué la zone d'impact. De plus, des arbres ont été coupés ou arrachés tandis que d'autres ont été brûlés sur une face.

1.5. Renseignements sur l'équipage

1.5.1. Commandant de bord, NOSA

- Âge : 29 ans
- Unité d'affectation : EC 001.03 « Navarre »
- Formation :
 - qualification : SCN depuis le 1^{er} avril 2018
 - école de spécialisation : école de l'aviation de chasse (EAC) de Tours
- Heures de vol comme NOSA :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont M 2000D	sur tout type	dont M 2000D	sur tout type	dont M 2000D
Total (h)	1 267	1 014	139	139	0	0
Dont AST	42	42	8	8	0	0

- Date du précédent vol sur Mirage 2000D : de jour le 23 novembre 2018 en OPEX

1.5.2. Pilote

- Âge : 30 ans
- Unité d'affectation : EC 001.03 « Navarre »
- Formation :
 - qualification : PCO depuis le 7 septembre 2018
 - école de spécialisation : EAC de Tours
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont M 2000D	sur tout type	dont M 2000D	sur tout type	dont M 2000D
Total (h)	807	328	122	122	12	12
Dont AST	22	22	2	2	0	0

- Date du précédent vol sur Mirage 2000D : de jour le 8 janvier 2019
- Date du dernier contrôle en vol (annuel) sans visibilité (dit « vol VSV ») : 17 septembre 2018

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air
- Commandement d'appartenance : CFA
- Aérodrome de stationnement : base aérienne 133 de Nancy-Ochey
- Unité d'affectation : escadron de soutien technique aéronautique (ESTA) 15.003 « Malzéville »
- Type d'aéronef : Mirage 2000D
- Configuration : 2 réservoirs pendulaires de 2 000 litres chacun

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	Mirage 2000D	667	4 411	36 heures depuis la dernière GV ⁷
Moteur	M53-P2	60455	3 794	75 heures depuis le dernier dépannage

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au plan de maintenance approuvé.

La veille de l'accident, le SDT a été testé en vol conformément aux directives de l'autorité technique (DGA⁸).

En effet, suite à un dysfonctionnement du SDT d'un Mirage 2000N en mai 2012 alors qu'aucune panne n'avait été déclarée, l'industriel a imposé de réaliser un test en vol du SDT tous les 3 mois sur la flotte Mirage 2000N et 2000D⁹. Le test réalisé le 8 janvier 2019 sur le Mirage 2000D n° 667 indique un fonctionnement nominal.

D'autre part, au cours de plusieurs vols non consécutifs entre le 29 mai et le 5 septembre 2018, les équipages ont constaté l'apparition d'une panne sur le circuit de tir normal des armements air-sol. Les dépannages effectués à l'issue de chaque vol n'ont pas permis de trouver la cause du fait technique. Après échanges standards de plusieurs éléments, l'ESTA a édité un compte rendu de fait technique (CRFT)¹⁰ qui demandait aux équipages de réaliser au moins 6 vols avec passe de tir avant de considérer la panne comme résorbée. Durant ces vols, la panne est réapparue. L'ESTA était en cours de rédaction d'un nouveau CRFT au moment de l'évènement.

1.6.2. Performances

Compte tenu de la masse et des conditions de température et d'altitude de vol, l'appareil avait des performances compatibles avec la réalisation du vol.

⁷ GV : grande visite.

⁸ Acte technique n° 0504-14/DT/ASA/AAC valant consigne de navigabilité du 6 mai 2014.

⁹ Service Bulletin n° 925250A - URL EAV-SB01 RADAR ANTILOPE préparé par THALES SYSTÈMES AÉROPORTÉS.

¹⁰ CRFT gravité 3Q NR Mirage 2000/ESTA15.003/18/217/D667 panne récurrente sur conduite de tir du 10 octobre 2018.

1.7.1.2. Coupe d'humidité

Météo-France a fourni des coupes d'humidité AROME sur le trajet Lure-Besançon-Pontarlier-Mouthe, trajet proche de celui suivi par Coca 27. Celles-ci présentent en coupe verticale sur le trajet demandé les prévisions d'humidité en pourcentage. L'altitude-pression en hPa est donnée en ordonnées.

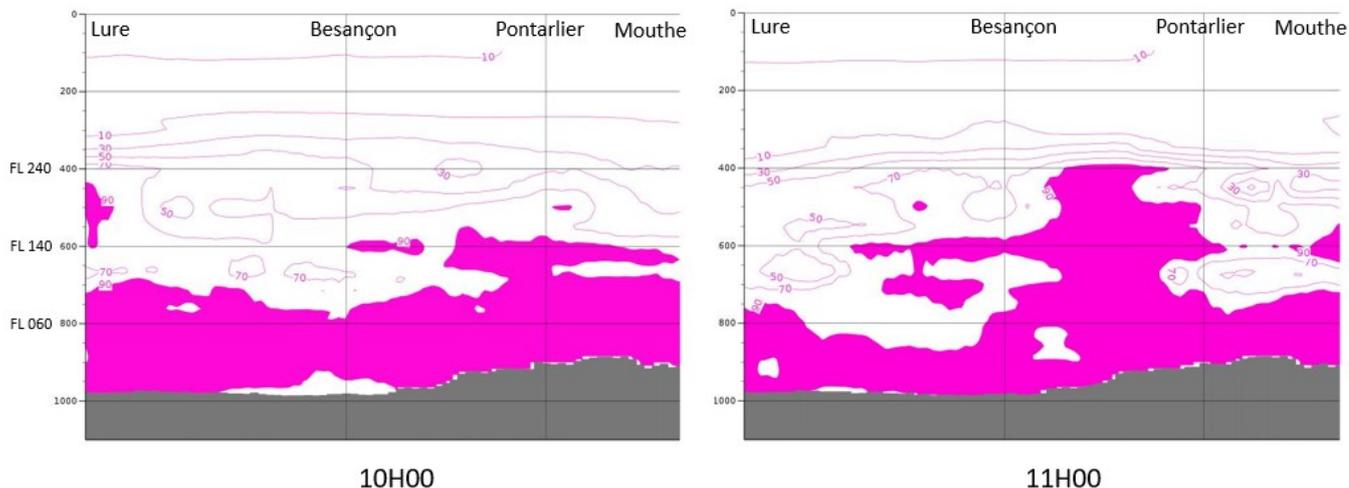


Figure 4 : coupe d'humidité AROME

L'étude des coupes d'humidité sur ce trajet à 10h et 11h montre que la couche nuageuse était épaisse dans la région traversée par Coca 27. La zone violette correspond à une tranche d'humidité supérieure à 90%. Les nuages se situent majoritairement dans cette tranche, au-delà de 95% d'humidité.

Il n'est pas possible de connaître précisément la hauteur entre le sol et la base des nuages.

1.7.2. Observations

La carte des radars météorologiques de 10h30 montre la présence de précipitations dans la zone de l'accident.

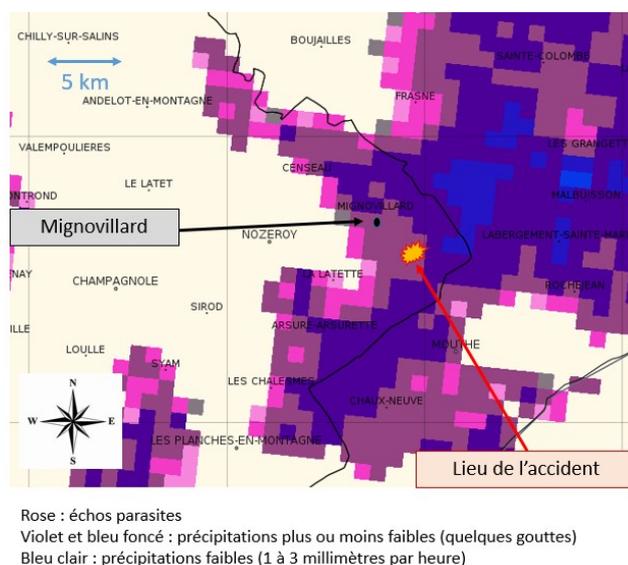


Figure 5 : carte des précipitations à 10h30

Les précipitations sont faibles ; quelques gouttes sont observées sur le lieu exact de l'accident. Les différents témoignages recueillis ne permettent pas de confirmer s'il y avait des chutes de neige au moment précis de l'accident. Toutefois, les témoins qui ont vu l'avion vers Frasne indiquent qu'il ne neigeait pas à cet endroit et que le plafond était bas.

Deux autres témoins ont vu une boule de feu au moment de l'accident. La base des nuages ne rejoignait donc pas le sol à cet endroit.

1.8. Aide à la navigation

Le Mirage 2000D est équipé d'un GPS, de deux centrales à inertie, d'une visualisation tête haute (VTH) et de 2 visualisations tête basse (VTB). Le GPS et les deux centrales à inertie ont été retrouvés.

1.9. Télécommunications

Au moment du crash, Coca 26 et 27 sont dans un espace aérien non contrôlé. Ils ne sont donc pas en contact radio avec un organisme de contrôle aérien. Néanmoins, ils émettent régulièrement des messages de position sur une fréquence UHF¹¹ d'auto-information¹².

Le dernier message de Coca 27, reçu et enregistré par Coca 26 quelques minutes avant l'accident, vers 10h25, est : « *Coca 27, Mirage 2000D, west Besançon, heading 130 inbound Pontarlier, low level network*¹³. ».

Ce message est conforme et n'appelle aucune remarque.

1.10. Enregistreurs de bord

Plusieurs éléments susceptibles de contenir des informations enregistrées des paramètres de vol sont présents dans le Mirage 2000D.

1.10.1. ESPAR¹⁴

Le Mirage 2000D est équipé d'un système d'enregistrement de données d'accident ESPAR. Il a été très fortement endommagé au moment de l'impact. Plusieurs pièces ont été retrouvées, éparpillées sur le site :

- le boîtier de protection statique externe ;
- le boîtier de protection statique interne, extrait du boîtier externe ;
- la carte électronique, extraite du boîtier interne ;
- les deux puces électroniques (2 capots et 2 fonds séparés), normalement soudées sur la carte mais détachées ;
- 2 modules de mémoires sur les 16 (8 par puce) que contenaient les deux puces.

¹¹ UHF : *ultra high frequency* - très haute fréquence.

¹² Cette fréquence est utilisée par les équipages des aéronefs militaires pour signaler leur type d'appareil, leur position, leur altitude et leur sens de vol à intervalles réguliers afin d'assurer l'anti-abordage avec les autres usagers militaires.

¹³ « *Coca 27, Mirage 2000D, ouest Besançon, cap 130 vers Pontarlier, réseau basse altitude.* »

¹⁴ ESPAR : enregistrement statique de paramètres.

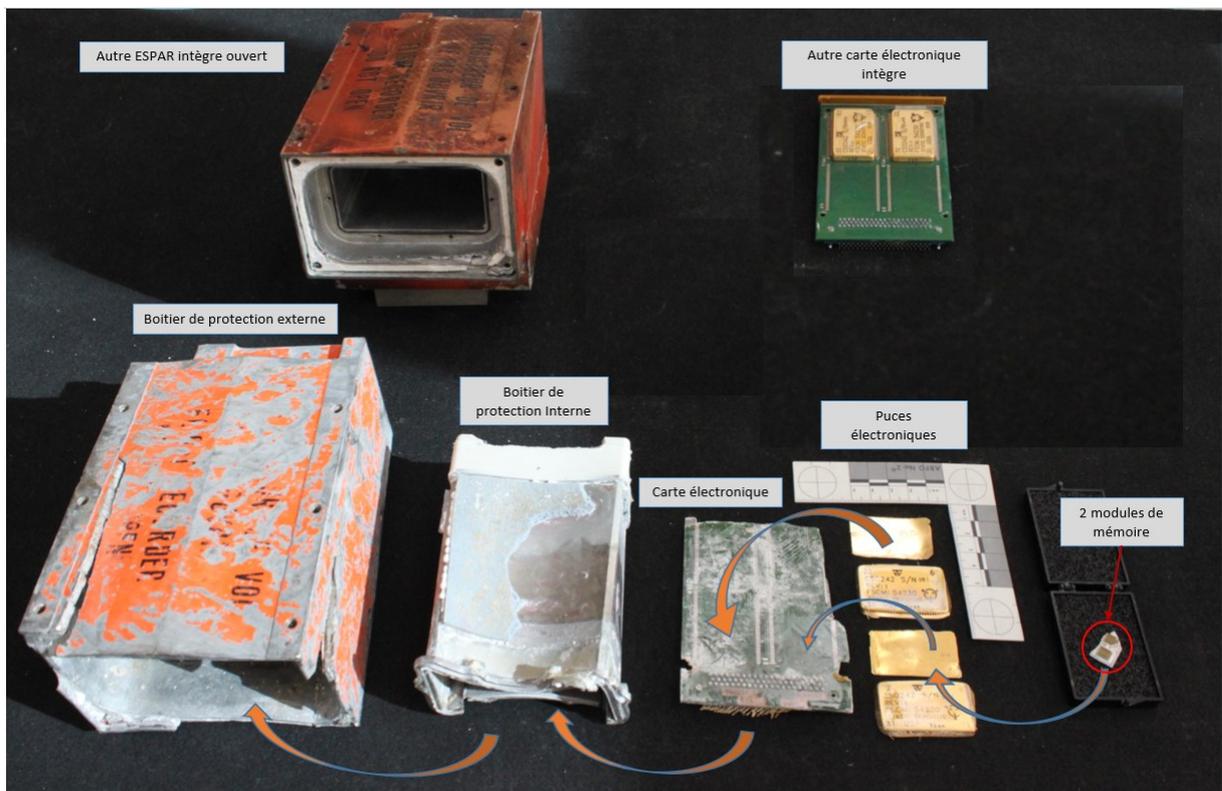


Figure 6 : pièces retrouvées de l'ESPAR et comparaison avec un ESPAR intègre

1.10.2. Calculateur moteur

Le calculateur du moteur M53 dispose d'une mémoire statique enregistrant la dernière panne moteur constatée. La coque du calculateur a été retrouvée mais la majeure partie des cartes électroniques est manquante. La carte du calculateur contenant la mémoire flash n'a pas été retrouvée.



Figure 7 : calculateur moteur

1.10.3. Cassette magnétique Hi8

La VTH du pilote ainsi que les conversations et signaux sonores sont enregistrés sur une cassette magnétique au format Hi8 au travers d'un magnétoscope. Cette cassette n'a pas été retrouvée.

1.10.4. GPS

Le GPS a été retrouvé. Il contient une mémoire flash enregistrant la dernière position reçue. Elle doit être alimentée en permanence pour conserver l'information enregistrée. L'expertise a déterminé qu'après l'accident, il n'y avait plus d'alimentation électrique dans le boîtier GPS. La mémoire flash a donc perdu son alimentation suite au crash et n'a pas pu conserver les données enregistrées.



Figure 8 : GPS

1.11. Constatations sur la zone d'impact et l'aéronef

1.11.1. Examen de la zone d'impact

Le Mirage 2000D a heurté le sol dans une zone forestière composée de sapins. Le terrain est en légère pente. Le sol était enneigé au moment de l'accident. Peu de temps après, les chutes de neige ont repris, compliquant les constatations sur le site.



Figure 9 : vue générale de la zone de l'accident

Sur la zone de l'accident, un cratère peu profond est retrouvé au point d'impact ainsi que des arbres coupés net.

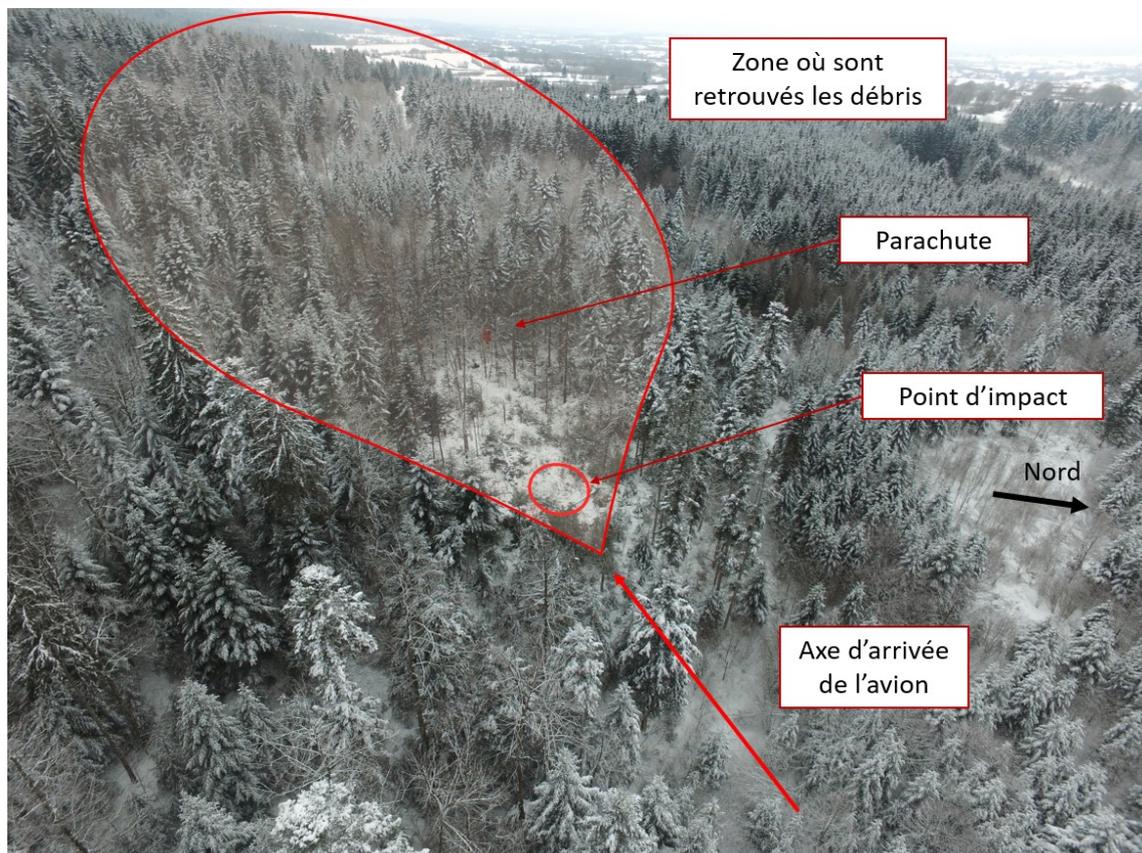


Figure 10 : vue de la zone d'impact



Figure 11 : arbres coupés net dans l'axe d'arrivée

1.11.2. Examen de l'épave

L'aéronef est dispersé au sol. Les débris sont éparpillés dans la forêt et dans des champs, dans une zone d'un kilomètre de long sur 300 mètres de large. Un parachute, celui du pilote, retrouvé accroché dans un arbre, a permis de localiser le site de l'accident. Les éléments de l'ESPAR ont été retrouvés proches du point d'impact.

Du fait des chutes de neige peu de temps après l'évènement, une partie des pièces n'a pu être ramassée qu'après la fonte des neiges 3 mois plus tard.

La taille des débris ainsi que l'étendue de la zone de dispersion témoignent d'un impact à très haute énergie.

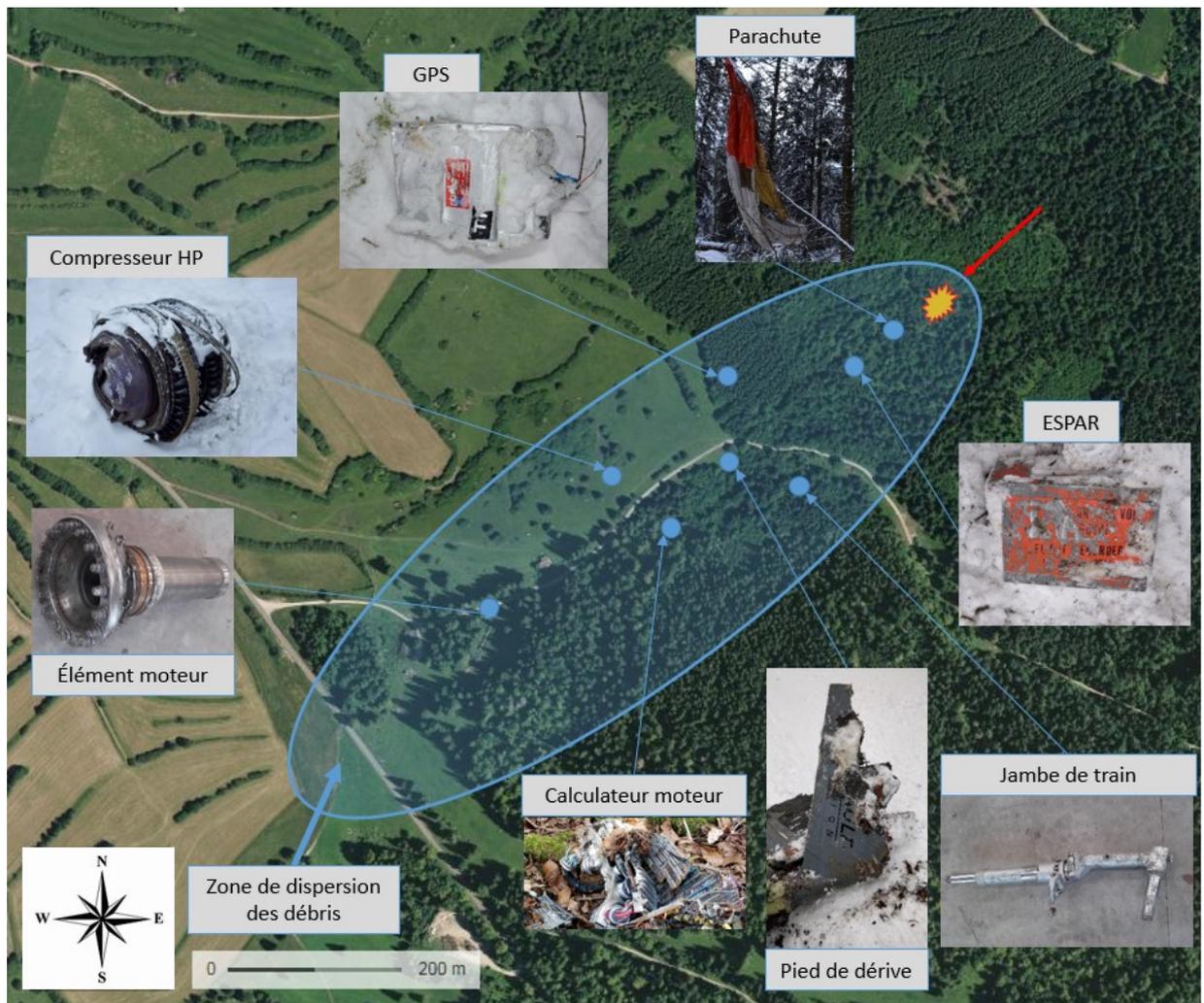


Figure 12 : dispersion des débris

1.12. Renseignements médicaux

1.12.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite révisionnelle au centre principal d'expertise médicale du personnel navigant (CPEMPN)¹⁵ du 7 décembre 2018
 - résultat : apte NOSA de combat jusqu'au 31 décembre 2019
- Examens biologiques : effectués
- Blessures : mortelles

¹⁵ Instruction n° 4000/DRH-AA/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.