

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

## Rapport d'enquête de sécurité



C-2022-13-A

Date de l'évènement  
Lieu  
Type d'appareil  
Organisme

28 mai 2022  
Biscarrosse (Landes)  
Flyboard Air  
Zapata Air

## 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

	Zapata Air	Page de garde
Figure 1	RIHB <sup>1</sup>	7
Figure 2	Service de l'information aéronautique	9
Figure 3	Zapata Air	10
Figures 4 à 7	Zapata Air et BEA-É	10 à 16

---

<sup>1</sup> Rassemblement international d'hydravions de Biscarrosse.

## TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE .....	4
SYNOPSIS.....	5
1. Renseignements de base .....	7
1.1. Déroulement du vol.....	7
1.2. Dommages corporels.....	8
1.3. Dommages à l'aéronef .....	8
1.4. Autres dommages .....	8
1.5. Renseignements sur le pilote .....	8
1.6. Renseignements sur l'aéronef.....	8
1.7. Conditions météorologiques .....	9
1.8. Aides à la navigation .....	9
1.9. Télécommunications .....	9
1.10. Renseignements sur l'aéroport .....	9
1.11. Enregistreurs de bord.....	9
1.12. Constatations sur l'aéronef .....	9
1.13. Renseignements médicaux sur le pilote .....	10
1.14. Incendie.....	10
1.15. Questions relatives à la survie des occupants et à l'organisation des secours .....	10
1.16. Essais et recherches .....	10
1.17. Renseignements sur la société Zapata Air .....	10
1.18. Renseignements supplémentaires .....	11
2. Analyse.....	15
2.1. Expertises techniques.....	15
2.2. Séquence de l'évènement.....	16
2.3. Recherche des causes de l'évènement.....	16
3. Conclusion .....	19
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement .....	19
3.2. Causes de l'évènement .....	19
4. Recommandations de sécurité .....	21
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement .....	21
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement .....	21

## GLOSSAIRE

DGAC	Direction générale de l'aviation civile
FC	<i>Flight controllers</i> , contrôleurs de vol
FOH	Facteurs organisationnels et humains
GPS	<i>Global positioning system</i> , système mondial de positionnement par satellites
kt	<i>Knots</i> – nœuds - un nœud vaut 1,852 km/h
RC	Radiocommande
RIHB	Rassemblement international d'hydravions de Biscarrosse
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours

## SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 28 mai 2022 à 14h00

Lieu de l'évènement : Biscarrosse (Landes)

Organisme : Zapata Air

Aéronef : Flyboard Air immatriculé F-WCAX

Nature du vol : vol de démonstration

Nombre de personne à bord : 1

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

Le 28 mai 2022, le pilote participe au rassemblement international d'hydravions de Biscarrosse (RIHB) avec son aéronef Flyboard Air<sup>2</sup>. Vers 14h, le pilote s'apprête à décoller de l'ancienne base d'hydraviation pour un vol de démonstration au-dessus du lac de Biscarrosse. Il commande de la puissance aux réacteurs et décolle tout en effectuant une rotation en lacet à droite. Il constate immédiatement que les commandes ne répondent pas et part en rotation incontrôlée autour de l'axe vertical. Il prend alors de la hauteur et se rapproche du lac. Une fois au-dessus de l'eau, il perd de la hauteur puis percute la surface après 15 tours autour de l'axe vertical et 18 secondes de vol. Inconscient, il est rapidement secouru et ramené à terre, où il est pris en charge par les pompiers. Le pilote est gravement blessé et l'aéronef est fortement endommagé.

### 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 expert des facteurs organisationnels et humains (FOH) du BEA-É ;
- un enquêteur de première information (EPI).

### Autre expert consulté

- société Zapata Air

---

<sup>2</sup> Le Flyboard Air est une planche à réaction, stabilisée et propulsée par cinq réacteurs.

PAS DE TEXTE

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Type de vol : vol de démonstration

Dernier point de départ : ancienne base d'hydraviation, lac de Biscarrosse

Heure de départ : 14h

Point d'atterrissage prévu : ancienne base d'hydraviation, lac de Biscarrosse

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Préparation du vol

Le matin, la plateforme dédiée au décollage et à l'atterrissage du Flyboard Air est installée sur une zone délimitée, à proximité du lac. Le pilote effectue des essais radio avec son responsable sol ainsi qu'une reconnaissance à partir de la plage, avec un membre de la direction des vols. Ils vérifient notamment les limites de la zone d'évolution située au-dessus du lac. En début d'après-midi, le pilote, aidé du responsable sol, s'équipe et prépare l'aéronef. En prévision d'un temps d'attente, il branche une batterie auxiliaire et débranche les deux batteries principales, de manière à préserver leur charge. Quelques instants avant le décollage, il effectue la manipulation inverse et s'arrime au Flyboard Air, positionné sur la plateforme. En communication radio avec le responsable sol, il lance la procédure de démarrage des réacteurs.

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

Une fois les réacteurs démarrés et la vérification de certains paramètres effectuée, le pilote, dos au lac, commande de la puissance, initie simultanément un mouvement en lacet vers la droite en poussant la rampe de maintien avec son bras gauche et décolle, conformément à la procédure habituelle.

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

Après un demi-tour, le pilote commande un ordre en lacet à gauche pour stopper la rotation et positionner l'aéronef face au lac, dans la direction qu'il veut emprunter pour débiter son vol. L'aéronef ne répond pas et la rotation en lacet continue. Le pilote prend alors de la hauteur et se rapproche du lac. Une fois au-dessus de l'eau, sentant qu'il va s'évanouir, le pilote contrôle dans un premier temps sa descente, puis chute. Après 15 tours autour de l'axe vertical et 18 secondes de vol, le pilote et l'aéronef percutent la surface de l'eau.



Figure 1 : décollage depuis la plateforme

### 1.1.3. Localisation

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Landes (40)
  - commune : Biscarrosse
  - coordonnées géographiques : N 44°23'18'' - O 001°11'03''
  - hauteur du lieu de l'évènement : décollage de la plateforme
- Moment : jour

### 1.2. Dommages corporels

Le pilote est gravement blessé.

### 1.3. Dommages à l'aéronef

L'aéronef est fortement endommagé.

### 1.4. Autres dommages

Sans objet.

### 1.5. Renseignements sur le pilote

- Âge : 43 ans
- Fonction : pilote de la société Zapata Air
- Heures de vol et nombre de vols comme pilote sur Flyboard Air :

	Total	Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
Heures de vol	124	14	1h15
Nombre de vols	1 290	111	11

- Date du précédent vol sur l'aéronef : 25 mai 2022

### 1.6. Renseignements sur l'aéronef

Le Flyboard Air est un aéronef expérimental non certifié, développé par la société Zapata Air. L'aéronef de l'évènement porte le numéro 3 (troisième prototype). Il compte environ 700 vols et 80 heures de vol. Le pilote et cet aéronef font l'objet d'un laissez-passer provisoire de la direction générale de l'aviation civile (DGAC), qui permet son emploi dans des conditions définies.

#### 1.6.1. Maintenance

Le Flyboard Air ne fait pas l'objet d'un plan de maintenance certifié. Un plan de maintenance est en cours de formalisation. Une visite de maintenance a été effectuée le 20 mai 2022.

#### 1.6.2. Performances

Les performances de l'aéronef ne sont pas disponibles dans le manuel d'exploitation.

#### 1.6.3. Masse

La limite de masse est conforme au manuel d'exploitation.

#### 1.6.4. Type de carburant utilisé

Jet-A1.



### 1.7. Conditions météorologiques

La température est de 26 °C, le ciel est sans nuage et le vent souffle du secteur est/nord-est à 15 kt de moyenne.

### 1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

### 1.9. Télécommunications

Le pilote et le responsable sol sont en contact par radio 4G.

### 1.10. Renseignements sur l'aéroport

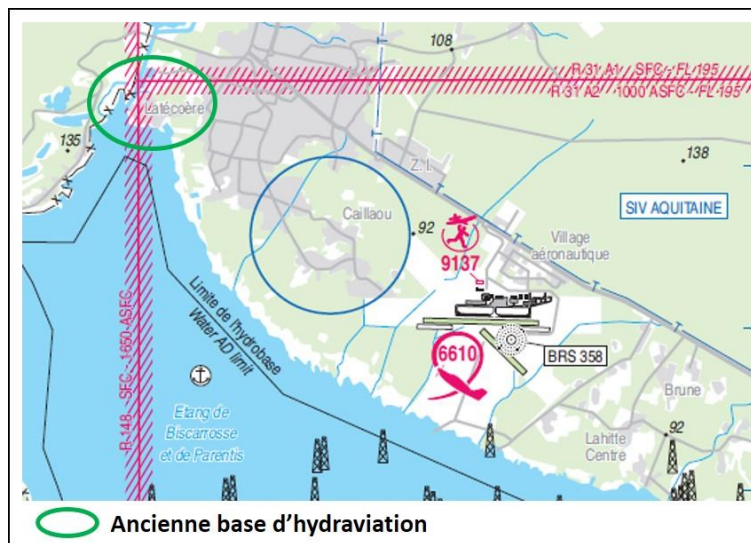


Figure 2 : localisation de l'ancienne base d'hydraviation sur la carte d'approche à vue de l'aérodrome de Biscarrosse

L'ancienne base d'hydraviation se trouve au bord du lac, au nord-ouest de l'aérodrome de Biscarrosse. Les vols réalisés dans le cadre du RIHB sont coordonnés avec le contrôle aérien de Biscarrosse.

### 1.11. Enregistreurs de bord

Le Flyboard Air est doté d'un enregistreur de données de vol, qui stocke ces données sur une carte mémoire et les transmet à la station sol ainsi qu'à un serveur distant. Les *flight controllers* (FC)<sup>3</sup> enregistrent également de nombreux paramètres. Les échanges audio ne sont pas enregistrés. Les données de vol ont été récupérées et analysées.

### 1.12. Constatations sur l'aéronef

Le châssis est tordu. Des carénages en carbone sont rompus. L'ensemble du matériel électronique ainsi que les réacteurs ont été immergés dans l'eau.

<sup>3</sup> *Flight controllers*, contrôleurs de vol. Calculateurs électroniques essentiels au fonctionnement et au contrôle du Flyboard Air.

### **1.13. Renseignements médicaux sur le pilote**

- Dernier examen médical : aucun, le pilote n'est pas soumis à un examen médical obligatoire
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : graves

### **1.14. Incendie**

Sans objet.

### **1.15. Questions relatives à la survie des occupants et à l'organisation des secours**

Les secours sur l'eau sont assurés par l'association Seaguard, employée par la mairie de Biscarrosse. Deux plongeurs sont en place à bord d'un bateau semi-rigide et un plongeur supplémentaire est en place à bord d'un jet-ski équipé d'une planche pour secouriste.

Après l'accident, une fois le pilote immergé, le gilet de sauvetage hydrostatique, prévu dans son équipement, se gonfle automatiquement. Le pilote est inconscient, légèrement penché en arrière, la tête maintenue hors de l'eau par le gilet.

Alertés immédiatement, l'ensemble des moyens arrivent à hauteur du pilote en quelques secondes. Il est récupéré et positionné sur la planche du jet-ski. Ramené à terre, il reprend conscience. Il est pris en charge par les pompiers du service départemental d'incendie et de secours des Landes (SDIS 40), présents sur place.

### **1.16. Essais et recherches**

L'analyse des données de vol et l'expertise technique de l'appareil ont été réalisés par la société Zapata Air. Le faisceau électronique et les différents composants du Flyboard Air ont été remontés sur un banc de test de manière à pouvoir rejouer la séquence du vol.

Une expertise des FOH a été menée par le BEA-É.

### **1.17. Renseignements sur la société Zapata Air**

La société Zapata Air conçoit et développe des véhicules aériens innovants depuis 2016 avec la volonté de s'inscrire dans la mobilité du futur. Elle s'appuie sur une expérience en conception, développement et production de véhicules nautiques motorisés. Après le développement et la commercialisation de la planche Flyboard à eau, la société s'est tournée vers l'objectif de créer une machine volante et compacte, sustentée par des réacteurs et intégrant des systèmes redondants. Elle a ainsi créé le Flyboard Air.

## 1.18. Renseignements supplémentaires

### 1.18.1. Description du Flyboard Air

Le Flyboard Air est constitué de quatre sous-ensembles.

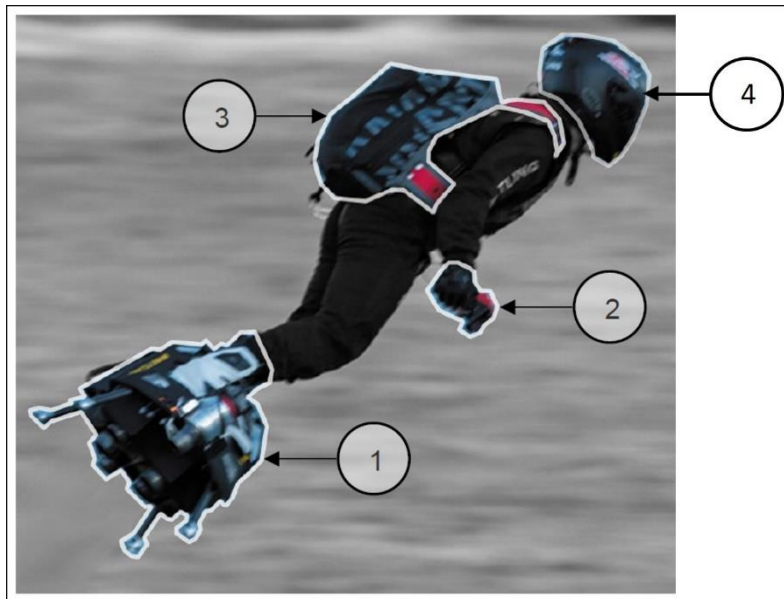


Figure 3 : description des sous-ensembles du Flyboard Air

#### 1.18.1.1. Planche à réaction (repère 1)

La planche est munie de cinq réacteurs disposés verticalement et orientés vers le bas, qui assurent la sustentation de l'ensemble Flyboard Air/pilote. Quatre des cinq réacteurs sont équipés de tuyères orientables permettant de diriger la poussée.

Les chaussures du pilote sont ancrées sur le dessus de la planche, tandis que quatre atterrisseurs, situés dessous, assurent le contact avec le sol.

#### 1.18.1.2. Radiocommande (RC, repère 2)

La RC permet de commander la poussée des réacteurs par le biais de la gâchette. Elle contient également un capteur de rotation du poignet, qui permet la commande de virage en lacet. La manette comprend un bouton nommé marche/arrêt, utilisé pour le démarrage des réacteurs et l'armement des FC.

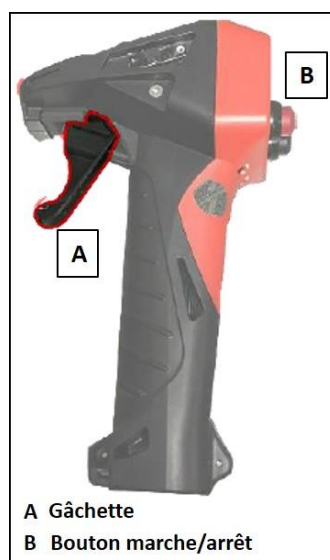


Figure 4 : description de la RC

### 1.18.1.3. Réservoir dorsal (repère 3)

L'alimentation en carburant des réacteurs du Flyboard Air est assurée par un unique réservoir souple, positionné dans le dos du pilote. Il est maintenu par un harnais verrouillé par une boucle de sécurité permettant un largage rapide en cas d'incident.

### 1.18.1.4. Casque (repère 4)

Le pilote est équipé d'un casque intégral de moto. Il contient une lunette d'affichage des paramètres de vol ainsi qu'un module de communication radio.

## 1.18.2. Pilotage du Flyboard Air

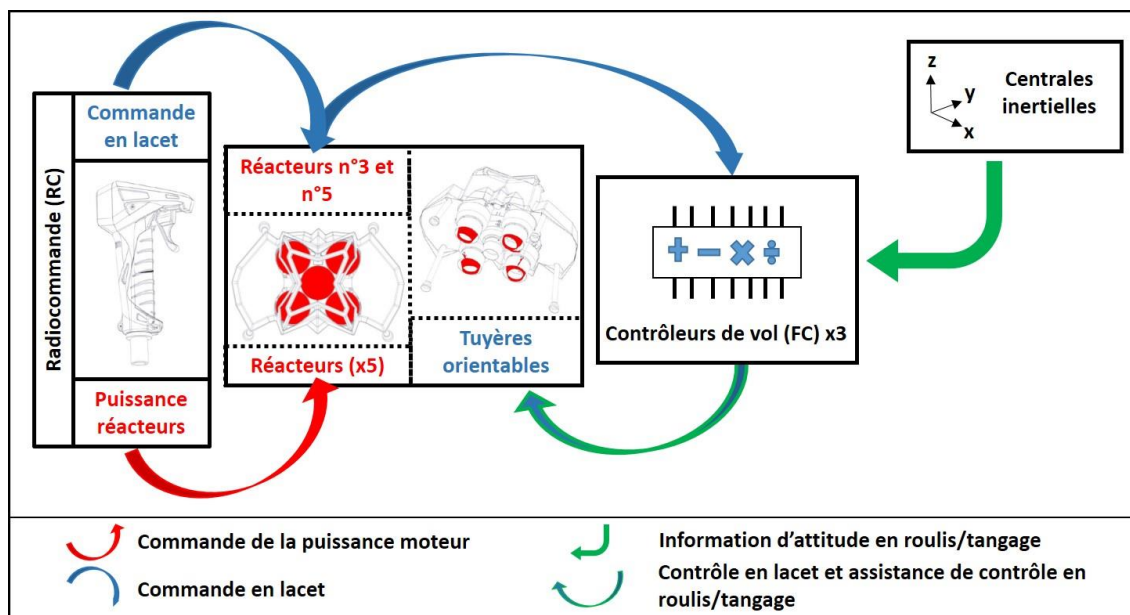


Figure 5 : schéma de fonctionnement des commandes de vol

### 1.18.2.1. Contrôle en lacet

Le pilote commande le virage en lacet grâce à la rotation de son poignet droit qui tient la RC. Les ordres sont transmis par voies filaires et radio redondantes aux FC, via les réacteurs numéros 3 et 5, afin d'être correctement formatés. Ces derniers transmettent le signal au bon format aux FC, qui l'interprètent et élaborent en conséquence des ordres en lacet, qui sont envoyés aux tuyères orientables.

La logique de fonctionnement impose que les réacteurs 3 et 5 communiquent constamment avec les FC dès la mise sous tension. En cas d'absence d'ordre de la RC ou si cette dernière est débranchée, les réacteurs 3 et 5 transmettent tout de même un signal, correspondant à une absence d'ordre.

### 1.18.2.2. Contrôle en roulis et tangage

Le contrôle en roulis et en tangage est assuré par le déplacement du centre de gravité du pilote le long des axes longitudinal et latéral du Flyboard Air. Les FC assurent une assistance de contrôle, qui permet d'apporter stabilité et sécurité au pilotage. Grâce à des ordres en roulis et tangage envoyés aux tuyères orientables, cette assistance amortit les vitesses angulaires trop importantes détectées par les centrales inertielles.

### 1.18.2.3. Contrôle de la poussée des réacteurs

La commande de poussée des réacteurs est critique pour la sustentation du Flyboard Air. Ainsi, les ordres sont envoyés directement aux cinq réacteurs, sans passer par les FC. Le contrôle de la poussée des réacteurs est donc décorrélé du contrôle en lacet et de l'assistance au contrôle en roulis et tangage. Ce choix historique résulte du manque de fiabilité des premiers FC.

### 1.18.3. États d'armement des FC

#### 1.18.3.1. État désarmé

Les FC sont des calculateurs électroniques dans lesquels sont programmées les lois de vol permettant le contrôle du Flyboard Air. A l'état désarmé, les FC sont inactifs. Les lois de vol ne sont pas appliquées et aucun ordre n'est envoyé aux tuyères orientables, qui restent figées en position neutre. Le contrôle en lacet et l'assistance au contrôle en roulis et tangage sont donc inopérants.

L'état désarmé des FC est la situation normale au sol, avant le démarrage des réacteurs.

#### 1.18.3.2. État armé

L'armement des FC est effectif lorsque le pilote appuie sur le bouton marche/arrêt situé sur la RC. L'état armé est la situation normale dès le démarrage des réacteurs.

A l'état armé, les FC opèrent les lois de vol permettant le contrôle en lacet ainsi que l'assistance au contrôle en roulis et en tangage.

### 1.18.4. Modes de vol des FC

#### 1.18.4.1. Modes manuel (MAN) et acrobatique (ACRO)

Sur les systèmes semi-automatisés de type drone, les FC possèdent plusieurs modes, qui permettent un asservissement plus ou moins fort en fonction du style de pilotage souhaité. Plus l'asservissement est faible, plus le mode de vol va accorder de la liberté de manœuvre au pilote. Sur le Flyboard Air, une utilisation normale ne fait appel qu'à deux modes, le mode MAN, qui est le mode normal au sol, et le mode ACRO, qui est le mode normal en vol. Le mode ACRO se déclenche par l'activation de la commande de puissance.

#### 1.18.4.2. Mode HOLD

L'emploi des FC sur Flyboard Air répond aux mêmes principes généraux que sur les aéronefs sans pilote. Néanmoins, le Flyboard Air étant piloté, certains modes des FC ne sont pas utilisés. C'est notamment le cas du mode de sécurité de maintien en position HOLD. Ce mode est important pour les aéronefs disposant d'une assistance complète au pilotage, afin que les FC maintiennent une position fixe en vol en cas de perte des signaux de commande. Une conséquence du passage en HOLD est l'impossibilité d'armer les FC, de manière à empêcher tout ordre de déplacement de l'aéronef.

Dans le cas du Flyboard Air, ce mode n'est pas utilisé, car l'appareil n'est pas conçu pour être piloté de façon autonome. Pour que les FC basculent en mode HOLD sur Flyboard Air, il faut simultanément la réception du signal GPS par les FC, prouvant que l'aéronef est en vol, et une perte du signal de commande. Cette perte de signal ne peut pas se produire en conditions normales, puisqu'en cas de déconnexion de la RC, les moteurs 3 et 5 envoient tout de même un signal aux FC, correspondant à une absence d'ordre.

### 1.18.5. Séquence type de démarrage du Flyboard Air

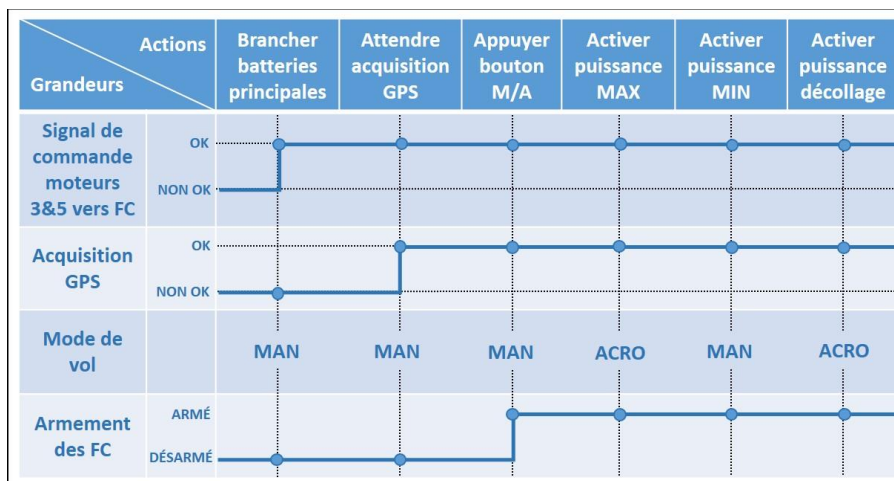


Figure 6 : séquence type de démarrage du Flyboard Air

Une fois les batteries branchées, les moteurs 3 et 5 sont sous tension et transmettent un signal de commande aux FC (passage de « non ok » à « ok »). Les centrales de navigation sont également sous tension et captent, après un temps d'acquisition, la position GPS, qui est envoyée aux FC (passage de « non ok » à « ok »). Au moment venu, le pilote initie la séquence de démarrage en appuyant sur le bouton marche/arrêt de la RC, ce qui a pour conséquence le passage des FC de l'état « non armé » à l'état « armé ». Il active ensuite la puissance maximum puis minimum, ce qui entraîne le démarrage des moteurs et le passage du mode de vol de MAN à ACRO puis à nouveau MAN. Enfin, le pilote active la puissance pour décoller. Le mode de vol passe à ACRO et le pilote débute son vol.

#### 1.18.6. Modification de configuration : ajout d'une batterie auxiliaire

Le temps d'acquisition du positionnement GPS par les centrales de navigation est de nature à limiter la réactivité au décollage. Lors des meetings ou démonstrations organisées, le branchement des batteries et la mise sous tension sont donc anticipés afin d'acquies le positionnement GPS à temps et d'être prêt à décoller sur court préavis. En cas de retard ou de report du vol, l'attente est de nature à consommer inutilement les batteries. L'ajout d'une batterie auxiliaire permet de pallier ce problème. Elle alimente les FC ainsi que les centrales de navigation, permettant la conservation de la position GPS. Afin d'être préservées, les batteries principales peuvent ainsi être débranchées, ce qui coupe notamment l'alimentation des réacteurs. La manipulation inverse peut être réalisée rapidement, au moment du décollage.

## 2. ANALYSE

### 2.1. Expertises techniques

#### 2.1.1. Désarmement des FC

Les FC restent à l'état désarmé durant tout le vol. Lors de la procédure de démarrage des réacteurs, l'appui sur le bouton marche/arrêt de la RC n'a pas provoqué leur armement. En conséquence, le contrôle en lacet et l'assistance au contrôle en roulis et en tangage sont inopérants et les tuyères orientables sont figées en position neutre. Dans la circonstance, le pilote n'est donc plus en mesure de contrer la rotation en lacet à droite qu'il a initiée en poussant la rampe lors du décollage.

**Les FC restent désarmés durant tout le vol. Le contrôle en lacet et l'assistance au contrôle en roulis et en tangage sont inopérants.**

#### 2.1.2. Gestion de la trajectoire

Malgré l'absence de contrôle nominal de l'aéronef, le pilote parvient à créer avec son corps un angle de roulis à droite en direction du lac à chaque tour du Flyboard Air autour de l'axe vertical. L'inclinaison répétée des réacteurs crée ainsi une vitesse horizontale dans cette direction.

Le pilote atteint la hauteur maximale de 31 mètres. Il contrôle sa descente en réduisant la puissance jusqu'à 15 mètres de hauteur, puis coupe la puissance et chute jusqu'à percuter la surface de l'eau.

**En l'absence de contrôle nominal de l'aéronef, le pilote parvient tout de même à se diriger vers le lac en inclinant ponctuellement en roulis le Flyboard Air.  
Une fois au-dessus du lac, il contrôle sa descente jusqu'à 15 mètres de hauteur puis chute jusqu'à percuter la surface de l'eau.**

#### 2.1.3. Rejeu de l'évènement : mode de sécurité HOLD et non armement des FC

Le rejeu du vol au banc de test permet d'obtenir la séquence de démarrage du jour de l'évènement. Cette dernière met en évidence qu'au moment du débranchement des batteries principales (entouré en orange sur la figure 7), les réacteurs n'étant plus alimentés, le signal de commande des moteurs 3 et 5 vers les FC est coupé (état « non ok »). En revanche, les centrales de navigation étant alimentées par la batterie auxiliaire, les FC conservent l'information de position GPS (état « ok »). La combinaison de ces deux conditions, non prévue en configuration normale (sans batterie auxiliaire), puisque les réacteurs sont toujours alimentés, entraîne le passage des FC en mode de sécurité HOLD (état rouge). Une fois les batteries principales rebranchées, les moteurs sont remis sous tension et un signal de commande est à nouveau envoyé aux FC (passage de « non ok » à « ok »). Bien que les deux conditions du mode HOLD ne soient plus remplies, les FC restent dans ce mode, en l'absence d'ordre contraire du pilote. Ce dernier débranche alors la batterie auxiliaire, puis entame la séquence de démarrage des réacteurs, en appuyant sur le bouton marche/arrêt de la RC. Mais l'armement des FC, par définition impossible en mode HOLD n'a pas lieu (entouré en rouge sur la figure 7).

Lorsque le pilote active la puissance maximum, il fait passer les FC du mode HOLD au mode ACRO, l'armement est alors à nouveau possible. Mais il n'est conscient ni du passage des FC en mode HOLD, ni de l'échec préalable de leur armement. Il n'a par conséquent pas de raison de tenter un nouvel armement. Le décollage et le vol ont donc lieu avec les FC à l'état désarmé.

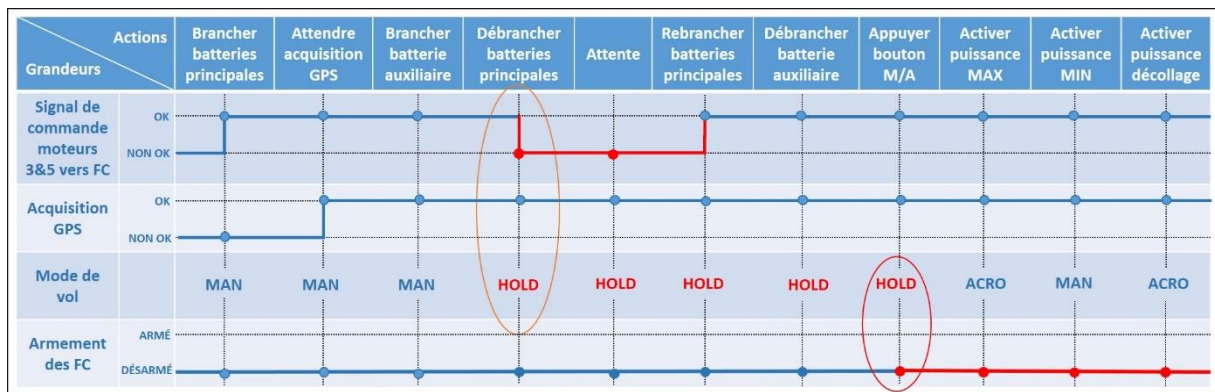


Figure 7 : séquence de démarrage du Flyboard Air en configuration batterie auxiliaire, le jour de l'évènement

La mise en œuvre de la configuration avec batterie auxiliaire entraîne, durant la séquence de démarrage, la perte du signal de commande et la conservation de l'information de position GPS. La combinaison de ces deux conditions a pour conséquence le passage des FC en mode de sécurité HOLD, qui, par définition, interdit leur armement.

Le pilote n'est conscient, ni du passage des FC en mode HOLD, ni de l'échec de l'armement. Il ne tente donc pas de nouvel armement, une fois que le mode de vol ACRO le permet à nouveau. Les FC restent donc à l'état désarmé durant tout le vol.

## 2.2. Séquence de l'évènement

Le pilote constate dès le décollage que le contrôle en lacet du Flyboard Air est inopérant. Grâce à son expérience du Flyboard Air et malgré la rotation incontrôlée, il arrive à rejoindre le lac à 31 mètres de hauteur. Il entame alors une descente contrôlée. Une fois à 15 mètres de hauteur, sentant qu'il va s'évanouir, il coupe la commande de puissance, chute et percute la surface de l'eau. Il est immédiatement secouru par les plongeurs prépositionnés, qui le récupèrent inconscient. Il est ramené à terre où il est pris en charge par les pompiers.

## 2.3. Recherche des causes de l'évènement

### 2.3.1. Nouvelle configuration avec batterie auxiliaire

La perte de contrôle en vol du Flyboard Air est due au non armement des FC. Ce dernier provient de la mise en œuvre de l'aéronef en configuration avec batterie auxiliaire. Le laissez-passer provisoire de la DGAC indique qu'avant tout vol de démonstration, la configuration de l'aéronef doit avoir été validée par un protocole d'essai, notamment en vol. Si cette configuration a bien été testée au sol, elle n'a pas fait l'objet d'un protocole d'essai exhaustif, notamment en vol.

La perte de contrôle en vol du Flyboard Air est due au non armement des FC, lui-même résultant de la configuration avec batterie auxiliaire. Cette configuration n'a pas fait l'objet d'un protocole d'essai exhaustif lors de son développement.

### 2.3.2. Absence de vérification avant-vol

Avant le décollage, le contrôle en lacet et l'assistance au contrôle en roulis et tangage n'ont pas fait l'objet d'un test de bon fonctionnement par le pilote, qui aurait permis de constater l'anomalie. Aucune vérification de ce type n'est formalisée dans les procédures normales d'utilisation du Flyboard Air.



De plus, le pilote effectue, par l'intermédiaire de la lunette d'affichage située dans son casque, une vérification avant vol de certains paramètres. L'armement des FC, qui n'a jamais fait défaut jusqu'à présent, n'est pas contrôlé. Le responsable sol, en charge du déroulement des check-lists des procédures normales d'utilisation d'après le manuel d'exploitation du Flyboard Air, ne vérifie pas non plus ce paramètre sur la station-sol.

**Le contrôle et l'assistance en roulis et en tangage du Flyboard Air ainsi que l'état d'armement des FC n'ont pas fait l'objet d'une vérification avant vol.**

### 2.3.3. Prise de décision concernant la trajectoire

Rapidement après le décollage, le pilote réalise que le contrôle du Flyboard Air est inopérant. Il a alors le choix entre se poser immédiatement sur le sol à proximité de la plateforme ou bien se diriger vers le lac pour y amerrir. Atterrir sur le sol avec une vitesse de rotation en lacet présente un risque pour le pilote ainsi qu'un risque de projection de sable ou de gravillons vers le public. Confiant en sa capacité à pouvoir manœuvrer l'aéronef malgré la situation dégradée, il fait donc le choix de rejoindre le lac et gagne de l'altitude afin de dépasser les obstacles environnants.

**Une fois qu'il est conscient du dysfonctionnement de l'aéronef, le pilote fait le choix de rejoindre le lac plutôt que d'atterrir immédiatement car il se sait en mesure de diriger l'aéronef et qu'il estime le risque moins grand pour le public et pour lui-même.**

### 2.3.4. Excès de confiance du pilote

Le pilote est la seule personne à voler sur Flyboard Air, depuis la création de l'aéronef. Au début de la conception, il a connu quelques incidents plus ou moins graves. Depuis, l'augmentation de la fiabilité du Flyboard Air, matérialisée par plusieurs centaines de vols sans problème technique, est susceptible d'avoir généré un excès de confiance du pilote en l'aéronef, pouvant se manifester par l'absence de certaines vérifications de sécurité et de briefing avant vol.

Pourtant, les briefings sont des outils de performance et de sécurité utilisés dans la plupart des systèmes à risque. Ils ont été rendus obligatoires en aéronautique pour permettre aux équipages d'anticiper les difficultés et les risques auxquels ils sont susceptibles d'être confrontés durant le vol. Sur le plan individuel, le briefing permet à chaque membre d'équipage d'élaborer des plans d'actions en pré-activant ses connaissances, en les ordonnant en schémas mentaux et en anticipant ce qui pourrait perturber leur réalisation. Sur le plan collectif, le briefing favorise la synergie et le travail en équipe. Il contribue au partage des plans d'action élaborés par chaque membre de l'équipe et favorise l'élaboration d'une conscience collective de la situation.

**L'augmentation de la fiabilité du Flyboard Air est susceptible d'avoir généré un excès de confiance du pilote dans l'aéronef, se manifestant par l'absence de briefing et de certaines vérifications de sécurité avant vol.**

PAS DE TEXTE

### 3. CONCLUSION

L'évènement est une perte de contrôle en vol.

#LOC-I<sup>4</sup>

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

Le 28 mai 2022, lors du RIHB, le pilote du Flyboard Air se prépare pour un vol de démonstration au-dessus du lac de Biscarrosse. Le Flyboard Air est configuré avec une batterie auxiliaire, permettant d'économiser les batteries principales durant le temps d'attente avant décollage.

Lors de sa préparation, le pilote branche la batterie auxiliaire et débranche les batteries principales. Une fois le décollage imminent, il effectue la manipulation inverse et finit de s'arrimer au Flyboard Air, positionné sur la plateforme. En communication radio avec le responsable sol, il lance le démarrage des réacteurs. Une fois prêt au décollage, le pilote, dos au lac, commande de la puissance, impulse simultanément un mouvement en lacet vers la droite en poussant la rampe de maintien avec son bras gauche et décolle. Après un demi-tour, le pilote tente de stopper la rotation face au lac, dans la direction souhaitée. L'aéronef ne répond pas et part en rotation incontrôlée en lacet. Le pilote fait alors le choix de prendre de la hauteur et de rejoindre le lac pour amerrir. A chaque rotation, il crée brièvement, en déplaçant son corps latéralement, un angle de roulis à droite en direction du lac, qui génère une vitesse horizontale. Une fois au-dessus de l'eau, à 31 mètres de hauteur, le pilote entame une descente contrôlée. A 15 mètres de hauteur, il coupe la puissance des réacteurs et chute. Il percute la surface de l'eau après 15 tours autour de l'axe vertical et 18 secondes de vol. Inconscient et maintenu la tête hors de l'eau par son gilet de sauvetage, il est rapidement secouru par des plongeurs prépositionnés. Il est ramené à terre où il est pris en charge par les pompiers.

#### 3.2. Causes de l'évènement

Le non fonctionnement du contrôle en lacet et de l'assistance au contrôle en roulis et en tangage du Flyboard Air est dû au non armement des FC. Ce dernier résulte du passage des FC en mode de sécurité HOLD, du fait de l'emploi d'une nouvelle configuration avec batterie auxiliaire. Le Flyboard Air n'étant pas conçu pour voler de façon autonome, sa logique d'utilisation en configuration normale ne fait pas appel au mode de sécurité HOLD.

La configuration avec batterie auxiliaire permettant l'emploi de l'aéronef lors des vols de démonstration, bien que partiellement testée, n'a pas fait l'objet d'un protocole d'essai exhaustif lors de son développement.

Avant le décollage, le contrôle en lacet et l'assistance au contrôle en roulis et tangage n'ont pas fait l'objet d'un test de bon fonctionnement par le pilote, ce qui aurait permis de constater l'anomalie. Aucune vérification de ce type n'est formalisée dans les procédures normales d'utilisation du Flyboard Air.

L'expérience du pilote sur Flyboard Air est d'environ 1 300 vols. La fiabilité de l'engin est croissante. En conséquence, un excès de confiance du pilote en l'aéronef a pu limiter les vérifications de sécurité avant vol.

---

<sup>4</sup> LOC-I : *Loss of control inflight* – perte de contrôle en vol. Référence : *Aviation Occurrence Categories*, version de mai 2021 de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI).

PAS DE TEXTE

## 4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

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

#### 4.1.1. Supervision des organismes détenteurs d'un laissez-passer provisoire de la DGAC

Les manuels d'exploitation référencé IEA-248 version P et technique référencé IEA-242 version L du Flyboard Air, associés au laissez-passer (paragraphe 5), ne sont pas à jour. De nombreux éléments sont à établir, à confirmer ou obsolètes.

Par ailleurs, la nouvelle configuration de l'aéronef n'a pas été préalablement validée par un protocole d'essai, notamment en vol, comme demandé dans le paragraphe 6 du laissez-passer.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la direction de la sécurité de l'aviation civile de renforcer la supervision des organismes détenteurs d'un laissez-passer provisoire.**

**R1 – [C-2022-13-A] Destinataire : DSAC**

#### 4.1.2. Procédures et documentation relatives à l'utilisation du Flyboard Air

Le jour de l'évènement, la procédure avant décollage n'a pas inclus de vérification de l'armement des FC ni du bon fonctionnement des commandes de vol.

Malgré l'augmentation de la fiabilité du Flyboard Air, sa pratique reste une activité à risque. La réalisation d'un briefing avant vol est primordiale pour la sécurité et la performance afin notamment de pré-activer les cas non conformes et partager les plans d'action au sein de l'équipe.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la société Zapata Air de disposer d'une documentation et de procédures exhaustives et à jour, incluant la mise en place de briefings, pour chacun des aéronefs qu'elle opère.**

**R2 – [C-2022-13-A] Destinataire : Zapata Air**

#### 4.1.3. Gestion de la sécurité au sein de l'entreprise<sup>5</sup>

Afin de gérer la sécurité aéronautique, les organisations mettent en place des systèmes de gestion de la sécurité, afin d'évaluer et réduire les risques avant qu'ils ne provoquent des incidents ou accidents. Intégré dans les activités quotidiennes de l'organisation, ce système nécessite et contribue au développement d'une culture organisationnelle de la sécurité et apporte aux organisations une approche systémique et continue, par la collecte et l'analyse d'informations, l'identification des dangers et la gestion des risques associés. Un contrôle indépendant de la conformité aide au suivi des mesures d'atténuation du risque.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la société Zapata Air de mener une réflexion sur la gestion de la sécurité au sein des activités aéronautiques de l'entreprise, visant à prendre en compte et atténuer l'ensemble des risques et à développer la culture organisationnelle de la sécurité.**

**R3 – [C-2022-13-A] Destinataire : Zapata Air**

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

Sans objet

<sup>5</sup> Extraits du site de l'Organisme pour la sécurité de l'aviation civile (OSAC), filiale du groupe Apave ([www.osac.aero](http://www.osac.aero)), habilité par la DGAC.