

## ÉTUDE FEU - OXYGÈNE EN COCKPIT

### Contexte

A la suite de l'accident survenu le 19 mai 2016 en Méditerranée à l'Airbus A320 immatriculé SU-GCC, les premières informations factuelles collectées (enregistreurs CVR et FDR, débris récupérés de l'épave) ont mis en évidence qu'un feu s'était déclaré à bord de l'avion et avait été identifié par l'équipage.

Le BEA en coordination avec ses homologues internationaux a identifié plusieurs événements antérieurs, impliquant des incendies en présence d'une fuite d'oxygène en cockpit produisant un bruit comparable à celui présent sur l'enregistrement du CVR du SU-GCC.

Le BEA a alors mené une étude sur les feux oxygénés dans le cockpit, convaincu qu'une analyse approfondie de cet accident du 19 mai 2016 et des événements antérieurs pourrait fournir des enseignements de sécurité de nature à être partagés avec la communauté aéronautique internationale.

### Périmètre et objectif de l'étude

En cas de dépressurisation ou de présence de fumée, les pilotes peuvent avoir besoin d'utiliser de l'oxygène. Pour cela, ils disposent de masques à pose rapide rangés dans des boîtes de rangement sur les côtés du cockpit.



*Masque à oxygène (à mise en place rapide)*



*Boîtes de rangement des masques à oxygène sur avion de transport commercial*

L'étude menée par le BEA a porté sur les feux alimentés par de l'oxygène sous pression provenant de ce dispositif en cockpit. Elle s'est notamment intéressée aux mécanismes de déclenchement, à la propagation et aux possibilités d'extinction de ce type de feu.

Les mécanismes de déclenchement du feu étudiés ont porté sur

- des sources extérieures de chaleur (batterie au lithium de dispositifs électroniques ou cigarette incandescente) ;
- une ignition interne aux flexibles ;
- l'inflammation de graisses ou poussières dans l'environnement enrichi en oxygène.

Pour l'ensemble des essais, les bruits ont été enregistrés par des moyens d'acquisition identiques à ceux présents dans un cockpit de manière à pouvoir réaliser une caractérisation acoustique des différents phénomènes et ainsi les comparer aux enregistrements des CVR des accidents préidentifiés.

*À noter : Le système d'oxygène à destination des passagers et des membres d'équipage commerciaux est de conception différente et ne fait pas l'objet de l'étude ; les événements s'étant produits uniquement en cockpit.*

## Résultats des tests de feu alimenté par de l'oxygène sous pression

L'ensemble des travaux et des résultats sont disponibles dans l'[étude complète](#) et ses [annexes](#). Les détails des tests et résultats obtenus sont également résumés dans plusieurs vidéos.

Les résultats principaux montrent qu'une source de chaleur dans la boîte de rangement du masque (dans un environnement potentiellement enrichi en oxygène), ou à l'intérieur même du système de distribution peut conduire à un feu entraînant la rupture des flexibles d'alimentation et donner lieu à un feu alimenté par de l'oxygène sous pression, feu qui devient difficilement maîtrisable. Le bruit produit est alors comparable à celui d'un chalumeau.

Dans ce cas, les flammes sont importantes et le feu se propage rapidement à l'environnement de la boîte de rangement. Les moyens de protection et d'extinction présents dans le cockpit ne sont alors pas suffisants pour le maîtriser.

[La vidéo sur la façon dont le feu se propage dans l'environnement du système de distribution d'oxygène](#) dans un cockpit permet de mettre en évidence les conséquences d'un tel phénomène.

[Une vidéo spécifique sur l'utilisation d'un extincteur au halon](#) montre son inadéquation sur un feu alimenté par une fuite d'oxygène sous pression.

La présence du dispositif de distribution d'oxygène a ainsi deux impacts cumulés sur les risques d'incendie : (1) augmentation du risque de départ de feu ; (2) diminution des possibilités de contrôle / ou facilitation de la propagation.

- (1) Des micro-fuites, des tests du masque ou la défaillance d'un composant du système peuvent entraîner une augmentation de la concentration d'oxygène dans la boîte de rangement. En présence d'une source de chaleur et d'un combustible, la présence d'oxygène en forte concentration rend un départ de feu plus probable dans le circuit en cas de contamination ou dans la boîte de rangement.
- (2) Lorsque le feu a lieu dans cet environnement avec de l'oxygène à forte concentration, le système de distribution, et en particulier les flexibles d'alimentation deviennent alors le combustible et en cas de rupture, ils libèrent de l'oxygène sous forte pression qui alimentent le feu préexistant et en facilitent la propagation.

## Recommandations de sécurité de l'étude

La certification exige que l'occurrence d'un feu oxygéné non contrôlé soit extrêmement improbable. L'occurrence de plusieurs événements en vol et au sol, a amené à considérer dans l'étude outre les moyens de prévention de ces incendies, leur propagation et les moyens de lutter contre. Les résultats ont conduit aux recommandations suivantes.

### Poursuite de travaux en considérant les effets d'une surpression dans le circuit oxygène

Les essais effectués par le BEA dans le cadre de cette étude ont été réalisés avec le postulat que la pression dans le circuit était de 5 bars. Les mécanismes d'ignition interne tels que l'impact de particules, l'oxydation de graisse ou l'inflammation par décharge électrostatique peuvent dépendre de la pression d'oxygène. De même, la fragilité créée par une source externe d'inflammation à proximité pourrait être supérieure en cas de fuite à haute pression.

*En conséquence, le BEA a recommandé que l'AESA en collaboration avec les constructeurs conduise des analyses de risque complémentaires pour prendre en compte l'hypothèse d'une surpression dans le circuit de distribution et ses conséquences en termes de mécanismes de défaillances. Les résultats devront notamment être analysés au regard de facteurs explicatifs potentiels de l'accident du vol MS804. Ces analyses pourront nécessiter la conduite d'essais complémentaires dans le cadre d'un programme de recherche. [FRAN-2023-024]*

### Propagation d'un feu alimenté par une fuite d'oxygène

Les événements et les essais réalisés ont mis en évidence l'ampleur de l'embrassement et la vitesse de propagation du feu dans le cas d'un feu alimenté par une fuite d'oxygène. Ces feux produisent un son caractéristique, comparable à celui d'un chalumeau et une chaleur importante (reconnaissable à la blancheur de la flamme).

Deux événements au sol et les essais ont montré que les extincteurs au halon ne sont pas indiqués pour traiter les feux alimentés par une fuite d'oxygène.

Dans les événements au sol, les équipages n'ont pas réussi à maîtriser les incendies et ont évacué le cockpit. En vol, la lutte contre un feu enrichi en oxygène nécessite de stopper sans délai l'apport d'oxygène.

*En conséquence, le BEA a recommandé que l'AESA évalue la pertinence que les procédures feu/fumée dans le cockpit intègrent une reconnaissance d'un feu oxygéné (identifiable par un bruit caractéristique comparable à celui d'un chalumeau) et une coupure immédiate de l'arrivée d'oxygène dans ce cas, et qu'elle revoie le cas échéant les exigences d'installation et d'emport de moyens de protection indépendants du système de distribution d'oxygène. [FRAN-2023-025]*

### Risque lié à l'utilisation de cigarettes dans le cockpit

La réglementation internationale n'est pas explicite quant à l'interdiction de fumer dans le cockpit des avions de transport commercial. Autant il existe des mises en garde sur le fait de fumer à proximité de l'oxygène dans l'espace passager autant il n'existe rien concernant celui du cockpit. La décision semble être du ressort du commandant de bord.

Il n'a pas été établi de danger systématique et évident à fumer à proximité d'une boîte de rangement du masque à oxygène même avec un masque en position *EMERGENCY* ou une boîte non resetée. Cependant, en cas d'introduction de la cigarette dans la boîte de rangement, événement qui paraît improbable néanmoins possible, un départ de feu, accompagné d'une fuite en oxygène, est possible. Dans ce cas les flammes sont importantes et le feu se propage rapidement à l'environnement de la boîte de rangement.

*En conséquence, le BEA a recommandé que l'AESA s'assure que le danger représenté par une cigarette incandescente dans le cockpit soit pris en compte et les risques associés évalués et que la réglementation de certification ou opérationnelle soit amendée le cas échéant. [FRAN-2023-026]*

***Les enquêtes et études de sécurité du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou responsabilités.***