

## Explosion d'un capteur de pression d'oxygène

<b>Aéronef</b>	Avion Bombardier CRJ700 immatriculé F-GRZF
<b>Date et heure</b>	1 <sup>er</sup> juillet 2010 vers 7 h 25 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Brit Air
<b>Lieu</b>	Paris Roissy Charles de Gaulle (95)
<b>Nature du vol</b>	Vol de transport public régulier de passagers
<b>Equipage de conduite</b>	Commandant de bord (PF), copilote (PNF)
<b>Conséquences</b>	Capteur de pression d'oxygène détruit

<sup>(1)</sup>Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC).

### DÉROULEMENT DU VOL

Lors du roulement à l'atterrissage, l'équipage entend une forte détonation et perçoit une odeur de fumée. Il constate la perte sur l'EICAS de l'indication de pression d'oxygène du système équipage.

Après avoir quitté la piste, l'équipage demande l'assistance de la sécurité incendie pour une inspection extérieure de l'avion. A l'arrivée au point de stationnement, les techniciens de maintenance constatent que le capteur de pression du circuit oxygène de l'équipage de conduite est endommagé et comporte des traces de brûlure.

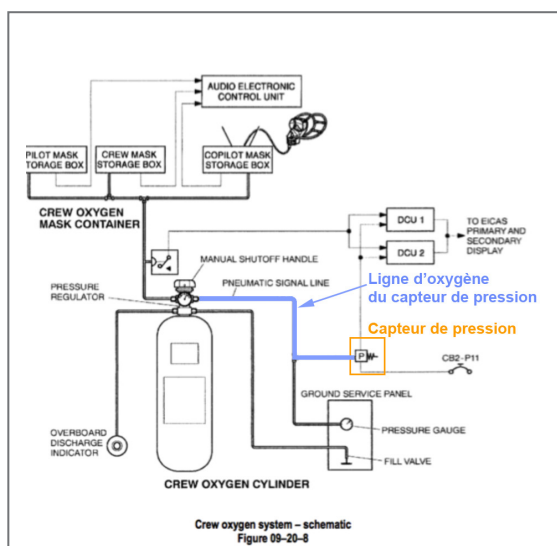
### RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

#### Principe de fonctionnement du système oxygène de l'équipage de conduite

Le système d'oxygène de l'avion consiste en deux systèmes indépendants :

- un système qui fournit à l'équipage de conduite de l'oxygène gazeux stocké dans un cylindre ;
- un système qui fournit aux passagers et à l'équipage de cabine de l'oxygène généré chimiquement.

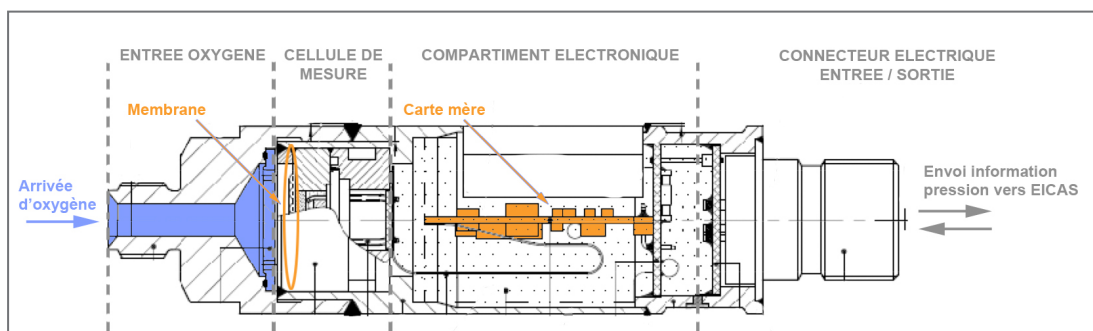
Le cylindre contient environ 1 415 l d'oxygène stocké sous une pression de 1 850 psi. L'oxygène est détendu avant d'être distribué à chaque masque. Un tube capillaire installé sur la tête de cylindre est relié à un capteur qui mesure la pression d'oxygène du cylindre (voir figure ci-après). Cette information est ensuite transmise aux pilotes sur la page STATUS de l'EICAS.



**Système oxygène de l'équipage de conduite**

## Description du capteur de pression

Il est principalement constitué d'un raccord haute pression, d'une cellule de mesure, d'un compartiment électronique et d'un connecteur électrique.



L'oxygène exerce une pression sur une membrane métallique qui retransmet l'effort à un fluide incompressible. La pression hydrostatique du fluide s'exerce alors sur un dispositif piézo-résistif qui transforme l'information de pression en signal électrique. Ce signal est alors traité par la carte mère puis utilisé pour afficher la pression d'oxygène sur l'EICAS.

La partie électronique est composée d'une carte mère et de deux cartes de protection. La carte est alimentée électriquement en 28V continu et sa consommation est inférieure à 5 mA.

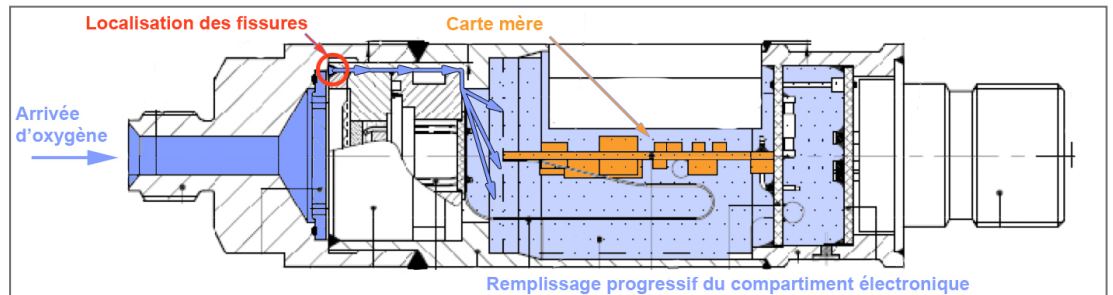
Ce capteur de pression (P/N CMC 1904) a été installé en remplacement du capteur initialement présent (P/N CMC 1901-1) à la suite de l'application du service bulletin 670BA-35-010. Ce remplacement a fait suite à la détection de défaillances électroniques sur de nombreux capteurs (composant mémoire de la carte mère corrompu) installés sur la flotte de CRJ700.

## Examen du capteur de pression

L'examen met en évidence des traces d'explosion et montre que le corps du capteur s'est rompu au niveau du connecteur électrique d'entrée/sortie.

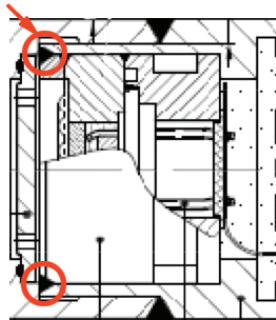
Lors de tests effectués sur le capteur endommagé, une pression de 870 psi d'oxygène

(valeur correspondant à environ la moitié de la pression nominale dans le cylindre) a été appliquée sur la membrane métallique. Une micro fuite d'environ 2 millilitres par heure a été mise en évidence entre l'entrée d'oxygène et le compartiment électronique.

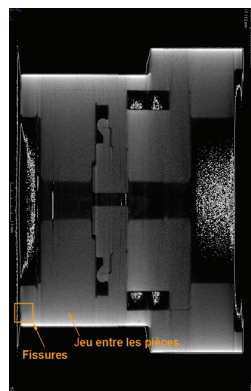


La cellule de mesure a alors été extraite et examinée. La soudure supérieure permettant de relier la membrane au corps de la cellule de mesure ainsi que le matériau constitutif du corps de la cellule présentent des fissures.

Localisation des fissures



Plan de la cellule de mesure

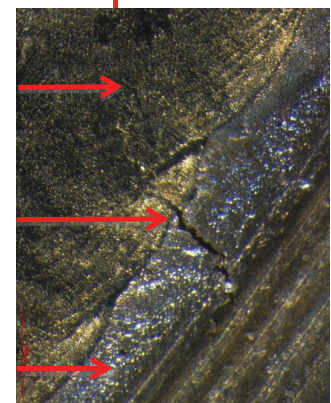


Vue et coupe longitudinale

Cordon de soudure

Fissure

Zone affectée thermiquement



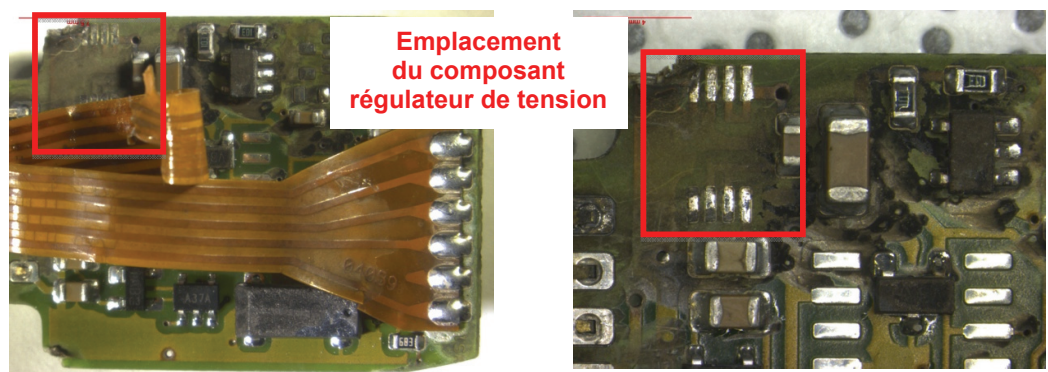
Vue et coupe transversale

Les opérations de soudage lors de la production du capteur sur du matériau présentant probablement un défaut ponctuel a été un des facteurs contributifs à l'apparition de ces fissures. Elles ont alors pu apparaître soit au moment des opérations de soudage, soit au cours de l'utilisation du capteur sous l'effet associé de la pression d'oxygène.

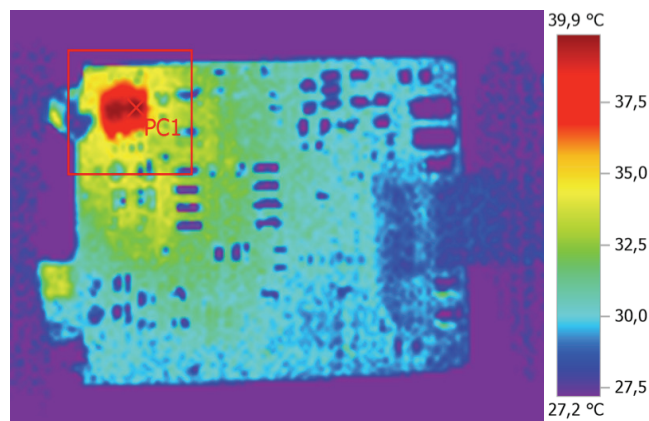
Remarque : les tests réalisés chez le constructeur montrent que la pression de rupture du corps du capteur est supérieure à la pression interne du cylindre.

### Examen de la carte mère du compartiment électronique

La carte mère présente de nombreux endommagements : le composant régulateur de tension est absent et des résidus noirs sont présents, notamment autour du composant manquant. Il s'agit d'un composant de puissance, ce qui induit une augmentation locale de la température de la carte électronique à cet endroit (voir photos ci-après).



Carte électronique



Exemple de distribution de la température sur une carte électronique en fonctionnement

*Remarque : il est possible que la température de la carte installée sur l'avion ait atteint des valeurs supérieures*

### Actions de maintenance

Le cylindre avait été installé sur avion le 21 avril 2010. Le 27 avril, la compagnie avait procédé à un complément de remplissage du cylindre d'oxygène. Depuis son installation sur avion, le capteur a accumulé 4 369 heures de vol.

## CONCLUSION ET ENSEIGNEMENTS

### Conclusion

L'explosion du capteur de pression est très probablement consécutive à l'auto-inflammation d'un composant régulateur de tension de la carte mère dans un environnement riche en oxygène sous pression. La micro-fuite d'oxygène entre la partie haute pression et le corps étanche contenant la partie électronique a généré, au fil du temps, cette concentration d'oxygène.

### Enseignements de sécurité

- Le capteur de pression a été installé alors qu'il contenait probablement des défauts de production qui n'ont pas été détectés.
- La conception du capteur de pression a permis une forte concentration d'oxygène sous pression dans une zone non prévue à cet effet.

A la suite de cet incident, le constructeur a décidé de vérifier l'étanchéité de l'ensemble des cellules de mesure en sortie de production.

### RECOMMANDATION DE SÉCURITÉ

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

L'enquête a mis en évidence des microfissures du capteur de pression. Ces microfissures ont généré une fuite d'oxygène qui a permis une forte concentration d'oxygène sous pression dans une zone du circuit d'oxygène gazeux non prévue à cet effet. Cette concentration anormale d'oxygène a ensuite favorisé l'auto-inflammation du composant.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'AESA s'assure que la conception des systèmes d'oxygène gazeux ne permette pas une concentration d'oxygène sous pression dans des zones non prévues à cet effet. [Recommandation FRAN-2012-030]**