

# Rapport

Incident grave survenu le **15 avril 2010**  
**au sud-est de Brive-la-Roche (19)**  
**à l'avion Hawker Beechcraft Corporation Beech B200GT**  
immatriculé **F-HSFA**  
exploité par le **SEFA**

**BEA**

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

---

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

# **Avertissement**

*Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet incident grave.*

*Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale et au Règlement européen n° 996/2010, l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.*

*En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.*

# Table des matières

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>1</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>3</b>
<b>SYNOPSIS</b>	<b>4</b>
<b>1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE</b>	<b>5</b>
1.1 Déroulement du vol	5
1.2 Renseignements sur le personnel	5
1.2.1 Commandant de Bord	5
1.2.2 Co pilote	5
1.2.3 Mécanicien	6
1.3 Renseignements sur l'aéronef	6
1.3.1 Cellule	6
1.3.2 Système de conditionnement d'air	6
1.4 Conditions météorologiques	9
1.5 Essais et recherches	9
1.5.1 Origine de la fumée	9
1.5.2 Résumé des opérations de maintenance	10
1.6 Renseignements sur les organismes et la gestion	11
1.6.1 Entretien de l'avion	11
1.6.2 Procédure de réparation des conduits de distribution d'air	11
1.6.3 Procédure de vérification des « flapper valves »	11
1.6.4 Supervision de l'OSAC	12
1.7 Renseignements supplémentaires	12
1.7.1 Témoignage de l'équipage	12
1.7.2 Témoignage du responsable de l'unité de maintenance	13
1.7.3 Témoignage du mécanicien	14
<b>2 - ANALYSE</b>	<b>16</b>
2.1 Scénario	16
2.2 Actions de maintenance inappropriées	16
2.3 Pratiques au sein de l'atelier et documentation	16
<b>3 - CONCLUSION</b>	<b>18</b>
3.1 Faits établis par l'enquête	18
3.2 Causes de l'incident grave	18
<b>4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE</b>	<b>19</b>
<b>ANNEXE</b>	<b>20</b>

# Glossaire

CPL	Commercial Pilot Licence
HBC	Hawker Beechcraft Corporation
IR-ME	Instrument rating – Multi Engine
SEFA	Service d'Exploitation de la Formation Aéronautique

# Synopsis

## Date

Jeudi 15 avril 2010 à 20 h 30<sup>(1)</sup>

## Lieu

Environ 15 NM au sud-est de l'aérodrome de Brive-la-Roche (19), en croisière au FL 230

## Nature du vol

Convoyage

## Aéronef

Avion Hawker Beechcraft Corporation (HBC) Beech B200GT

## Propriétaire

DEXIA BAIL SA

## Exploitant

SEFA<sup>(2)</sup>

## Personnes à bord

2 PNT

<sup>(1)</sup>Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

<sup>(2)</sup>La fusion entre le SEFA et l'ENAC (Ecole Nationale de l'Aviation Civile), en 2011, étant postérieure à l'incident, c'est le sigle SEFA qui a été retenu pour la rédaction de ce rapport.

## Résumé

En croisière au niveau de vol 230, l'équipage constate que le système de chauffage de la cabine, en mode automatique, ne délivre pas la chaleur attendue. Il sollicite le système en mode manuel puis détecte de la fumée en cabine. Il met les masques à oxygène, déclare une situation de détresse et effectue une descente d'urgence. L'émission de fumée cesse pendant l'application de la procédure associée à cette situation. L'avion atterrit à Toulouse sans autre problème.

Une gaine d'air chaud située sous le plancher de la cabine est retrouvée fendue. Une feuille d'aluminium entourant la fente et l'adhésif gris qui lui est superposé portent des traces d'échauffement.

## 1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1 Déroulement du vol

L'équipage effectue un vol de convoyage au départ de l'aérodrome de Melun Villaroche (77), où l'avion est habituellement basé, à destination de l'aérodrome de Toulouse Blagnac (31).

En croisière au niveau de vol 230, de nuit, l'équipage a froid et constate que le système de chauffage de la cabine, en mode automatique, ne fournit pas la chaleur attendue. Il sélectionne le mode manuel et actionne l'interrupteur MAN TEMP pour obtenir de l'air chaud.

Quelques instants plus tard, une fumée âcre envahit la cabine. Le commandant de bord et le co pilote s'équipent de leurs masques à oxygène, arrêtent le chauffage, déclarent une situation de détresse auprès du contrôleur en-route à 20 h 24 et entament une descente d'urgence vers le niveau de vol 100. Ils effectuent la procédure d'urgence associée à la présence de fumées dans le système de chauffage.

Le contrôleur en-route transfère l'équipage à l'approche de Toulouse en lui indiquant de prévoir une approche sur la piste 14 gauche.

Le contact radio avec l'approche de Toulouse est établi à 20 h 27 min. L'équipage constate que l'émission de fumée cesse mais il maintient sa situation de détresse. A 20 h 33, il demande la présence des pompiers à l'atterrissage.

L'avion atterrit à 20 h 44.

### 1.2 Renseignements sur le personnel

#### 1.2.1 Commandant de Bord

Age : 39 ans

- Titulaire d'un CPL, d'une qualification IR-ME et d'une qualification de type BE90/99/100/200 en cours de validité
- Expérience :
  - totale : 4 665 heures de vol dont environ 520 heures sur type
  - dans les trois mois précédents : 38 heures dont 19 sur type

Son dernier entraînement à une situation de fumée cabine a été effectué début février 2010.

#### 1.2.2 Co pilote

Age : 44 ans

- Titulaire d'un CPL, d'une qualification IR-ME et d'une qualification de type BE90/99/100/200 en cours de validité
- Expérience :
  - totale : 9 000 heures de vol dont environ 100 heures sur type
  - dans les trois mois précédents : 80 heures dont 9 sur type

Son dernier entraînement à une situation de fumée cabine a été effectué en septembre 2008.

### 1.2.3 Mécanicien

Age : 40 ans

Titulaire :

- d'une licence 66 délivrée le 26 août 2008, acquise selon les critères d'expérience « droit du grand-père »
- d'une carte de qualification interne au SEFA lui permettant d'apposer une Approbation Pour Remise en Service (APRS) dans un domaine défini d'intervention.

Expérience :

- il est employé depuis environ 18 ans par le SEFA et a passé la quasi totalité de sa carrière dans le centre de Melun. Il participe aux travaux sur Beech B200GT depuis de nombreuses années.

### 1.3 Renseignements sur l'aéronef

#### 1.3.1 Cellule

Constructeur	Hawker Beechcraft Corporation
Type	Beech B200GT
Numéro de série	BY-16
Immatriculation	F-HSFA
Mise en service	08/11/2007
Certificat de navigabilité	valide
Utilisation à la date du 15 avril 2010	636 heures de vol

#### 1.3.2 Système de conditionnement d'air

L'avion est équipé d'un système de conditionnement d'air assurant la pressurisation de la cabine ainsi que la distribution d'air à la température désirée.

L'air chaud prélevé au niveau des moteurs est refroidi, partiellement ou en totalité, dans des échangeurs de chaleur situés dans les ailes. Pour chacun d'eux, une vanne (Bleed air bypass valve) permet d'ajuster la quantité d'air qui circule dans l'échangeur et module ainsi la température de l'air chaud obtenu avant sa distribution dans la cabine.

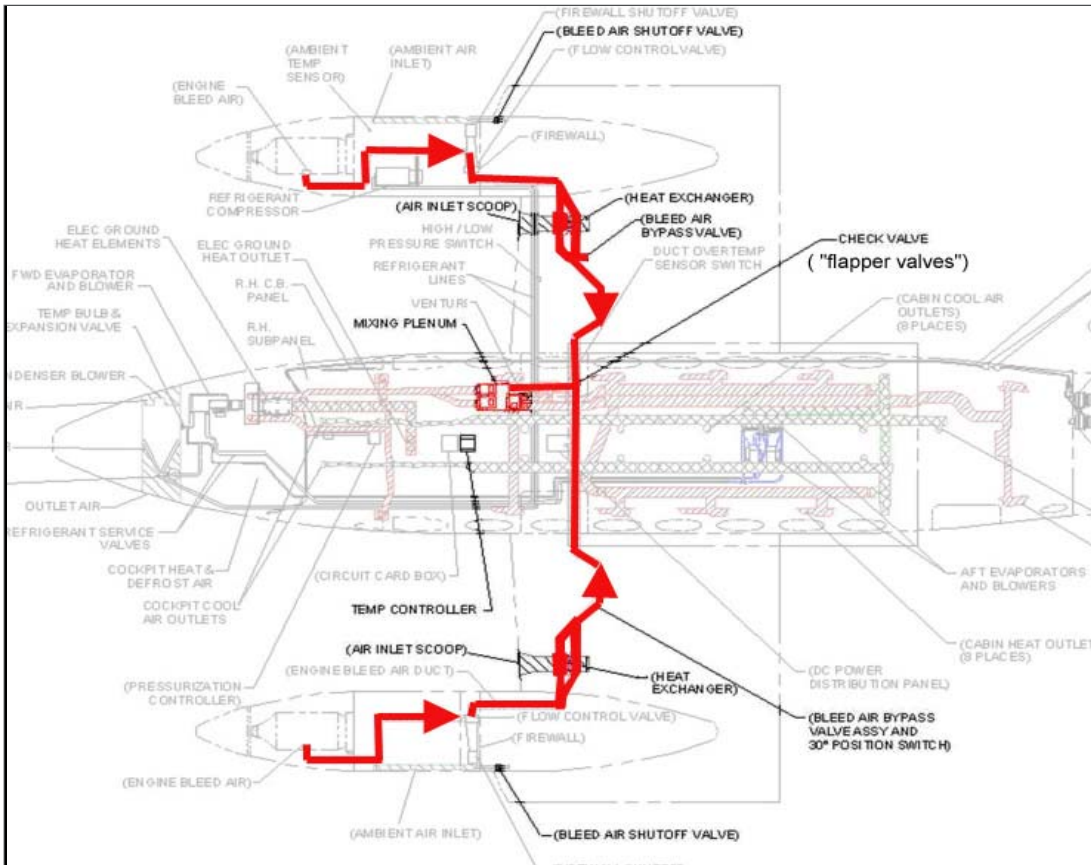


Figure 1 : schéma d'ensemble du système de pressurisation, climatisation et chauffage

En aval des échangeurs, les conduites d'air chaud droites et gauches aboutissent à un boîtier en T métallique, situé sous le plancher de la cabine, côté droit.

A l'intérieur de ce boîtier, des clapets anti-retour (« flapper valves ») évitent, en cas de panne d'un moteur, que le flux de l'air provenant de l'autre moteur n'alimente la conduite reliée au moteur en panne. La sortie de ce boîtier alimente une gaine flexible (référéncée 515 sur le schéma ci-dessous) fixée à un venturi (référéncé 510), lui-même fixé à un système de distribution dont les vannes assurent la répartition de l'air chaud dans la cabine.

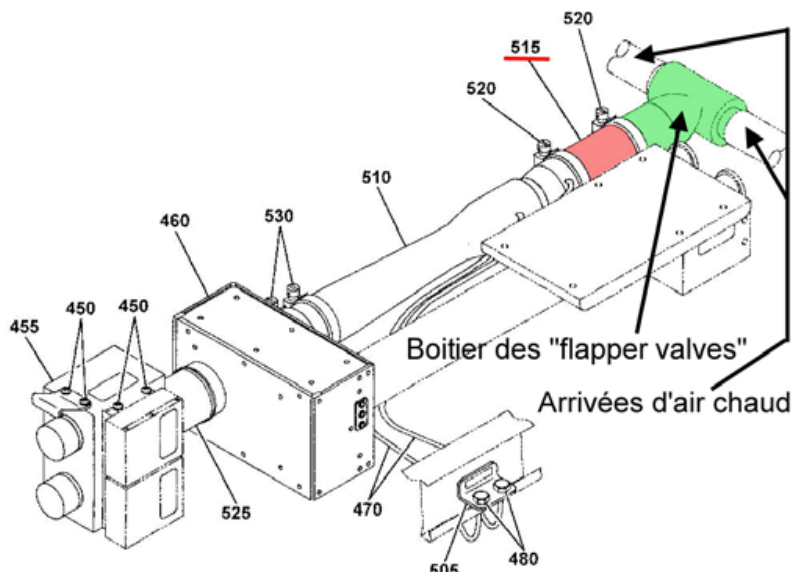


Figure 2 : schéma du système de distribution d'air chaud



Afin de limiter les pertes de chaleur, ces équipements sont enveloppés d'un isolant de type « laine de verre » maintenu en position par un adhésif aluminium.

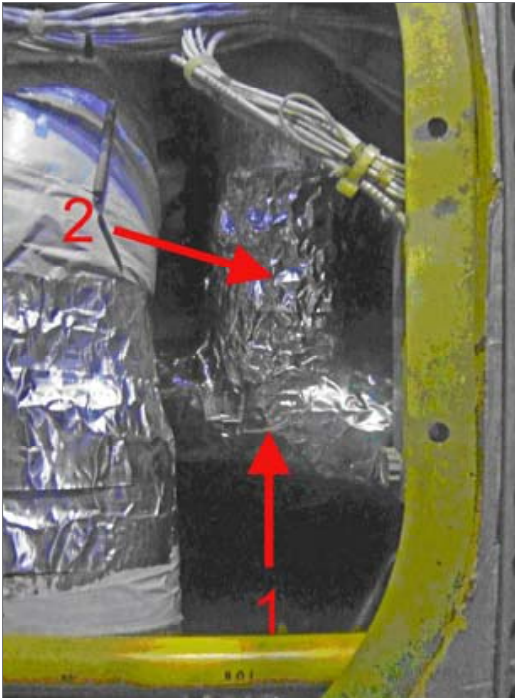


Figure 3 : le boîtier des « flapper valves »(1) et la gaine(2) enveloppés dans leur isolation thermique



Figure 4 : les mêmes équipements après retrait de l'isolation thermique

Le panneau de commande de ce système est situé sur le tableau de bord, côté droit.



Figure 5 : panneau de commande

En mode automatique (sélecteur MODE sur AUTO), un contrôleur de température commande la position des différentes vannes en fonction de la température mesurée dans la cabine et de la température désirée, fixée par les commandes rotatives TEMP.

Un mode de chauffage manuel peut être utilisé en plaçant le sélecteur MODE sur MAN HEAT.

Dans ce cas :

- les « bleed air by pass valves » restent dans la dernière position commandées par le mode automatique ;
- les vannes de distribution sont complètement ouvertes ;

- ❑ l'interrupteur MAN TEMP permet d'augmenter ou de réduire la température de l'air chaud en ouvrant ou fermant les « bleed air by pass valves ». Le contrôleur n'assurant plus la régulation de température, il convient d'augmenter la température par de brèves sollicitations de l'interrupteur afin d'éviter un brusque apport de chaleur<sup>(3)</sup>. Une sollicitation d'une durée d'environ une minute fait passer les vannes d'une position extrême à l'autre.

Un système de détection de fuite est installé le long des gaines de chauffage. Son principe repose sur la fusion d'un tube pressurisé par le système de pression d'air de servitude. La chaleur de la fuite provoque la fusion du tube entraînant une chute de pression à l'intérieur du tube. Cette chute de pression déclenche une alarme visuelle (L BL AIR FAIL ou R BL AIR FAIL).

Enfin une détection de surchauffe est assurée par un contacteur thermostatique situé au niveau du venturi et commandant l'allumage d'un voyant (OVERTEMP DUCT) dès lors que la température dépasse 300 °F.

## 1.4 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques sur l'aérodrome de Toulouse Blagnac sont des conditions de vol à vue.

## 1.5 Essais et recherches

### 1.5.1 Origine de la fumée

Les opérations de maintenance effectuées après l'incident ont mis en évidence que la gaine flexible (référéncée 515 sur la figure 2) était fendue et entourée d'un adhésif gris superposé à une feuille d'aluminium. Ces derniers portent des traces d'échauffement et sont déchirés.



Figures 6 et 7 : gaine flexible fendue et son adhésif

Sur la photographie ci-après, prise après le retrait de la gaine, on distingue le boîtier métallique des valves anti-retour et l'entrée du venturi (au milieu). L'environnement de la gaine ne montre pas de traces d'échauffement.

<sup>(3)</sup>Cette précaution est détaillée dans le manuel de vol, en section 7 « description des systèmes » ainsi qu'une mise en garde sur le risque de surchauffe en cas de sollicitations excessives de l'interrupteur MAN TEMP.



Figure 8 : environnement de la gaine

### 1.5.2 Résumé des opérations de maintenance

L'avion a été livré neuf au SEFA en mars 2008. La société UNI AIR au Bourget (93) a assuré les travaux liés à l'importation de l'avion. Dans le cadre de la garantie, elle a effectué en juin 2008 une recherche de panne consécutive à une anomalie de fonctionnement du système de chauffage et procédé au remplacement du boîtier arrière de distribution d'air chaud. Le boîtier de distribution est situé à proximité de la gaine retrouvée fendue. Son remplacement n'a pas nécessité le démontage de la gaine.

Visite d'entretien programmée effectuée du 25 juin 2009 au 8 juillet 2009 par le centre SEFA de Melun

Une vérification du bon fonctionnement des « flapper valves » a été effectuée pendant une visite de type phases 3+4, conformément au programme d'entretien du SEFA approuvé par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC). Il n'y a pas eu d'autres vérifications de cet équipement entre cette date et celle de l'événement.


SEFA A 0140 Centre de MELUN 		<b>PROTOCOLE DE VISITE B200</b> Phase 3+4 planifié édition3 amdt2 08_08
	Operations	
F.23	REGULATEUR DE PRESSION PNEUMATIQUE, TROMPE D'EVACUATION et SOUPAPE DE DISTRIBUTION DEGIVRAGE Examiner les équipements et les raccords pour en vérifier la bonne fixation.	
F.12	CONDUITS DE PRESSURISATION Examiner pour s'assurer de leur bonne fixation.	
<b>F.14</b>	CLAPET A BATTANT Vérifier le bon fonctionnement et l'absence de bruit d'air excessif des « flapper valve ».	
F.31.a	SYSTEME DE CONDITIONNEMENT D'AIR Examiner les conduits pour en vérifier l'état et l'installation sûre.	

Figure 9 : extrait du programme d'entretien

### Anomalie de chauffage constatée le 9 mars 2010

- Un équipage a constaté le non-fonctionnement du chauffage en mode automatique. Une vérification a été effectuée par le centre SEFA de Melun et n'a pas permis de reproduire la panne.

## Travaux effectués après le vol de l'incident grave par la société UNI AIR à Toulouse

- ❑ Remplacement du contrôleur de température (p/n 201-0750-2 remplacé par le p/n 201-0750-3) selon une information disponible sur le site internet du constructeur de l'avion qui mentionnait cette possibilité d'évolution pour résoudre des pannes d'initialisation occasionnelles observées sur quelques équipements de ce type à la mise sous tension<sup>(4)</sup>.
- ❑ Remplacement de la gaine défectueuse.
- ❑ Essais au sol et en vol n'indiquant pas d'anomalie.

En conclusion, aucun échange et aucune réparation de la gaine endommagée n'apparaît dans les documents de maintenance depuis la livraison de l'avion jusqu'à l'incident.

## 1.6 Renseignements sur les organismes et la gestion

### 1.6.1 Entretien de l'avion

Le centre SEFA de Melun assure la gestion du maintien de la navigabilité de l'avion ainsi que les opérations d'entretien (programmées ou non). Il emploie huit mécaniciens et assure la maintenance d'une quinzaine d'aéronefs, comprenant 4 Beech 200 et des avions à moteurs à pistons non pressurisés.

Cet atelier, comme les autres ateliers du SEFA, dépendent du Département Technique, qui comprend en particulier un Bureau d'Etude en charge du suivi de la documentation technique. Le SEFA dispose d'un agrément Partie 145 (FR.145.618) depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2009<sup>(5)</sup>. A ce titre, il dispose d'un Manuel de spécifications de l'Organisme d'Entretien « MOE-SEFA » qui décrit l'organisation et les procédures générales associées aux opérations de maintenance. Ce document prévoit la possibilité d'adapter des procédures de maintenance prévues par un constructeur pour tenir compte des contraintes locales. Cette possibilité est prévue dans le règlement Partie 145 (paragraphe 145.A.45 (d)).

Ponctuellement, certaines interventions sont demandées à la société UNI AIR, qui dispose d'un agrément Partie 145 (FR.145.243).

### 1.6.2 Procédure de réparation des conduits de distribution d'air

Le manuel de maintenance établi par HBC ne mentionne pas de solution de réparation de ces conduits. En cas de dommages, ceux-ci doivent être remplacés.

### 1.6.3 Procédure de vérification des « flapper valves »

La procédure prévue par le constructeur, décrite dans le manuel de maintenance, consiste à vérifier l'absence de débit d'air à la sortie de la conduite d'air située dans l'une des nacelles tandis que la conduite opposée est alimentée par le moteur en fonctionnement. On procède ainsi pour la conduite gauche avec le moteur droit en fonctionnement, puis pour la conduite droite avec le moteur gauche en fonctionnement. Une copie de la procédure est annexée à ce rapport.

<sup>(4)</sup>HBC indique que cette référence avait également été incluse dans une mise à jour du document « Illustrated Parts Manual », auquel le SEFA était abonné, afin que les opérateurs commandent et reçoivent le nouvel équipement en cas de panne de l'ancien. HBC n'a pas retenu l'émission d'un « Communiqué » ou d'un « Service Bulletin Recommandé », en raison du caractère occasionnel de la panne, du fait que le mode manuel reste disponible, et que les conséquences de cette panne portent éventuellement sur le confort des occupants, mais pas sur la sécurité du vol.

<sup>(5)</sup>Il avait le statut d'atelier d'entretien agréé avant cette date.



Si aucun débit d'air n'est observé, le test est satisfaisant. Si un débit d'air est observé, le boîtier des « flapper valves » doit être démonté afin de vérifier visuellement le positionnement correct et l'état des clapets. Dans ce cas, il faut démonter la trappe de visite dans la cabine préalablement débarrassée de ses équipements, puis retirer l'isolation thermique enveloppant la gaine et le boîtier pour procéder à la vérification et au changement de boîtier. Il faut ensuite remettre l'isolation en place et refermer la trappe de visite. La technique à utiliser pour retirer l'isolation thermique n'est pas décrite dans ce manuel.

Un historique des procédures de vérification des « flapper valves » a été demandé au constructeur HBC. Il en ressort que cette procédure a été introduite en août 1986 et que le principe décrit ci-dessus n'a pas varié.

### 1.6.4 Supervision de l'OSAC

Lors des audits de l'atelier de maintenance, l'OSAC n'a pas constaté d'écart relatif à l'application de la procédure prévue par le constructeur. Le déroulement d'un audit ne prévoit pas le contrôle exhaustif de toutes les procédures applicables par l'atelier. En l'occurrence, lors du dernier audit en octobre 2008 précédant l'opération de maintenance de l'été 2009, l'application de cette procédure n'avait pas été vérifiée.

## 1.7 Renseignements supplémentaires

### 1.7.1 Témoignage de l'équipage

L'équipage indique qu'il a froid et constate que le chauffage ne fonctionne pas de manière satisfaisante en mode automatique. Il essaye d'obtenir de la chaleur en mode manuel. Peu après, il sent une odeur de brûlé qui s'intensifie. De la fumée âcre et irritante apparaît semblant provenir de l'avant du cockpit, plutôt du côté droit.

Il met les masques à oxygène, coupe le chauffage (sélecteur MODE sur OFF), entame la descente d'urgence, et l'application de la procédure « Environmental system SMOKE or FUMES » :

ENVIRONMENTAL SYSTEM SMOKE OR FUMES	
1. Oxygen Mask(s) .....	DON
2. Mask Selector Switch.....	EMERG POSITION
3. MIC Switch(es).....	OXY
4. ECS Mode.....	MAN HEAT
5. Cockpit/Cabin Blower.....	AS REQUIRED
6. Left Bleed Air Valve .....	ENVIR OFF
<i>If Smoke Decreases:</i>	
7. Continue operation with left bleed air off.	
<i>If Smoke Does Not Decrease:</i>	
8. Left Bleed Air Valve .....	OPEN
9. Right Bleed Air Valve.....	ENVIR OFF
<i>If Smoke Decreases:</i>	
10. Continue operation with right bleed air off.	
<i>If Smoke Persists:</i>	
11. Bleed Air Valves .....	ENVIR OFF
12. Cabin Pressurization .....	DUMP
13. Storm Window (if required).....	OPEN
14. Land .....	NEAREST SUITABLE AIRPORT

Figure 10 : procédure « Environmental system SMOKE or FUMES »

Il constate une diminution de la fumée après avoir positionné sur OFF l'interrupteur de la Left Bleed Air Valve.

Les deux membres d'équipage expliquent que l'usage des masques et des microphones intégrés a gêné leurs communications, entre eux et avec le contrôleur aérien. Il leur fallait parler plus fort que d'habitude pour être entendus.<sup>(6)</sup>

### 1.7.2 Témoignage du responsable de l'unité de maintenance

Le responsable de l'unité de maintenance est employé depuis de nombreuses années au sein de cet atelier. Il a d'abord exercé des fonctions de mécanicien avant d'évoluer vers ce poste d'encadrement.

Au printemps 2008, dans le cadre de l'achat du F-HSFA, il a suivi aux Etats-Unis un stage sur l'entretien de l'avion. Il explique qu'avant ce stage, au sein de l'atelier, la vérification des « flapper valves » était systématiquement effectuée de manière visuelle en retirant l'isolation thermique de la gaine pour accéder ensuite au boîtier et contrôler visuellement les clapets. Au cours de ce stage, il a pris connaissance, parmi de nombreuses autres informations, de la procédure de test décrite dans le manuel de maintenance et indiquée au chapitre 1.6. A son retour, il a indiqué cette procédure de manière ponctuelle à d'autres mécaniciens de l'atelier. La transmission de cette information n'a pas été davantage formalisée par exemple au cours d'une réunion des mécaniciens de l'atelier. Un outillage spécifique a été développé localement afin de permettre le test moteur arrêté (génération d'air par un compresseur branché sur la conduite d'air) et permettant ainsi d'optimiser l'organisation des travaux de la visite et d'éviter les risques liés à des opérations moteur tournant. Cet outillage est utilisable sur le F-HSFA mais ne l'est pas sur l'un des Beech 200 du SEFA (F-GJFA) en raison d'une configuration différente des conduites d'air.

Il indique que le retrait de l'isolation thermique est habituellement effectué en essayant de décoller un morceau d'adhésif aluminium. On procède ainsi par petites étapes pour accéder à la gaine et au boîtier. L'utilisation d'un outil tranchant est prohibée en raison des risques d'endommagement qu'elle engendre. Au remontage, l'isolation thermique est placée au contact direct de la gaine, puis maintenue serrée au contact de celle-ci par l'application d'adhésif aluminium.

L'atelier n'utilise pas systématiquement de cartes de travail décrivant avec précision les opérations à effectuer pour mener à bien une tâche de maintenance identifiée, hormis pour des tâches lourdes, comme un changement de moteur. Les tâches simples ne font pas l'objet d'une carte de travail.

Les réunions techniques au sein de l'atelier, visant à discuter des problèmes rencontrés et à partager les expériences, étaient rares en 2008. Elles sont devenues plus fréquentes depuis. L'alimentation du processus de détection et de rectification des erreurs de maintenance à travers les formulaires appelés « Fiches d'Observation », décrit dans le MOE-SEFA, rentre également peu à peu dans les mœurs, comme la démarche « facteurs humains ».

<sup>(6)</sup>Aucun dysfonctionnement technique lié à l'usage des masques n'a été mis en évidence après l'incident. A la suite de celui-ci, le SEFA a inclus la pose et l'essai des masques lors de stages de maintien des compétences sur B200GT afin d'accoutumer les équipages.

### 1.7.3 Témoignage du mécanicien

Le mécanicien intervient depuis de nombreuses années sur tous les types d'avion utilisés dans ce centre (monomoteurs et bimoteurs à piston, Beech 200). En février 2009, il a suivi une formation sur la maintenance de l'avion. Cette formation a duré deux semaines, en anglais, et traitait de généralités. Avant cette date, il n'avait jamais suivi de stage de formation particulier pour travailler sur une cellule de Beech 200. Il a construit son expérience « sur le tas » au sein de l'atelier.

Il explique qu'en juin ou juillet 2009, au cours d'une visite programmée du F-HSFA, il lui a été demandé de conduire le test des « flapper valves » prévu dans le programme d'entretien. Pour cette opération, le programme d'entretien ne fait pas explicitement référence à une procédure de test. Le mécanicien a donc utilisé la procédure qu'il utilisait habituellement pour ce test sur les autres avions du SEFA de même type, c'est-à-dire en démontant la connexion entre la gaine endommagée et le boîtier en T des « flapper valves » pour effectuer un contrôle visuel des clapets.

Le mécanicien précise qu'il se sert occasionnellement d'une documentation électronique accessible à l'atelier et utilise les numéros de série pour identifier les procédures qui s'appliquent. Les numéros de séries individuels ne sont pas toujours tous explicitement mentionnés. Le recours à une mention « n°XXXX et après » est courant. Cette documentation est rédigée en anglais, ce qui pose parfois des difficultés de compréhension au mécanicien. Il n'a pas consulté cette documentation le jour de l'intervention car il n'avait pas de raison de penser que la procédure décrite pouvait être différente de celle qu'il pratiquait habituellement.

Ainsi, le mécanicien a :

- retiré la trappe d'accès située sur le plancher de la cabine pour accéder aux équipements ;
- utilisé un cutter pour ouvrir proprement l'isolation thermique entourant la gaine et le boîtier en T. Le mécanicien explique qu'il s'agissait du premier démontage de cet équipement depuis la livraison de l'avion neuf. Par conséquent, l'isolation entourait le circuit d'air chaud de manière propre, sans aspérité ou voie d'accès visible provenant d'un précédent démontage. L'usage d'un cutter lui paraissait présenter les meilleures garanties d'une ouverture et d'une fermeture efficace et propre de la couche isolante ;
- effectué une entaille perpendiculaire à l'axe de la gaine. Il ne s'est pas rendu compte que l'entaille avait atteint la gaine. Il a ensuite écarté l'isolation ;
- désolidarisé la gaine du boîtier en desserrant le collier qui assure la fixation puis a sollicité vers le haut le boîtier en T. Cette sollicitation était de nature à comprimer la gaine dans la zone de l'entaille, ne facilitant pas sa détection.

L'examen visuel des clapets n'a pas révélé d'anomalie.

Les souvenirs du mécanicien sur les opérations de remontage ne sont pas très précis car l'opération a été faite environ vingt mois avant l'entretien avec les enquêteurs. Il pense que pendant les opérations de remontage, il a entouré la gaine d'un ruban d'aluminium adhésif sur lequel il a ajouté un adhésif gris. Il pense qu'il a voulu procéder ainsi afin d'améliorer l'isolation de la gaine. L'adhésif aluminium ne tenant pas bien sur la matière de la gaine, il a rajouté un adhésif gris pour le maintenir. Il se souvient qu'il n'y avait plus d'adhésif aluminium à l'atelier ni au magasin. Il ne sait plus comment il se l'est procuré. L'adhésif gris, souvent utilisé en protection des conduits d'air dans les nacelles des moteurs, provient du magasin. Il a ensuite reconnecté la gaine au boîtier puis remis l'isolation en place.

Le mécanicien ajoute qu'un contrôle par un autre mécanicien n'est pas obligatoire pour cette opération. Il ne se souvient pas s'il a demandé à un collègue de venir vérifier son travail.

Il explique enfin qu'une visite de ce type nécessite environ deux semaines de travail s'il n'y a pas de soucis d'approvisionnement et pas d'autres opérations de maintenance importantes pour l'atelier sur d'autres avions. Généralement, cinq techniciens se partagent les tâches prévues de la visite. Il pense qu'ils étaient trois pendant la visite concernée qui se déroulait pendant la période des congés d'été. Il ne pense pas avoir agi dans la précipitation ni sous pression temporelle.



## **2 - ANALYSE**

### **2.1 Scénario**

L'équipage a été confronté à une panne du mode automatique du système de chauffage. Il est possible que cette panne ait pour origine un défaut du contrôleur de température résolu par une évolution de cet équipement (voir 1.5.2). L'équipage a alors eu recours au mode manuel.

L'enquête a montré que les fumées âcres et irritantes provenaient de la dégradation d'adhésifs au contact d'une conduite d'air chaud endommagée. La fragilisation de celle-ci par le dommage et la demande manuelle de chaleur par l'équipage, difficile à maîtriser et ainsi possiblement plus brutale qu'en mode automatique, ont exposé les adhésifs à une chaleur supérieure à celle qu'ils pouvaient supporter. Le débit et la température de l'air n'ont toutefois pas été suffisants pour déclencher les systèmes de détection de surchauffe et de fuite.

L'émission de fumée a cessé ou diminué lorsque l'équipage a réduit le débit d'air admis dans la conduite en positionnant l'interrupteur « Left bleed air valve » sur OFF.

### **2.2 Actions de maintenance inappropriées**

L'examen des documents de maintenance et les entretiens avec les employés de l'atelier ont permis d'identifier les actions à l'origine de l'endommagement de la conduite et de la pose des adhésifs.

L'endommagement de la conduite a été fait avec un outil tranchant, en principe prohibé pour ce type d'intervention. Le recours à cette méthode a cependant été perçu par le mécanicien comme le plus adapté pour défaire proprement l'enveloppe de l'isolation thermique qui n'avait jamais été ouverte depuis la construction de l'avion. Les adhésifs endommagés n'étaient pas présents lors du démontage (ils ne sont pas prévus par le constructeur) et leur ajout résulte donc, là aussi, d'une décision individuelle.

Cet événement illustre les risques associés aux initiatives individuelles prises sans avis préalable auprès des collègues.

### **2.3 Pratiques au sein de l'atelier et documentation**

Cet endommagement et le recours à des adhésifs isolants supplémentaires sont d'autant plus inappropriés que le démontage de la gaine aurait pu être évité en effectuant le test fonctionnel des « flapper valves » prévu par le constructeur.

Il apparaît que cette procédure était pourtant en vigueur depuis de nombreuses années et que le responsable de l'unité de maintenance n'en a pris connaissance qu'en participant à un stage de formation dans le cadre de l'achat de l'avion. A son retour, la transmission de cette information n'a manifestement pas été suffisante pour changer les habitudes et mettre les pratiques de tous en conformité avec le manuel de maintenance. La réalisation d'un outillage spécifique permettant la conduite d'un test fonctionnel sans mettre en route les moteurs est toutefois un signe tangible d'une prise en compte de cette information. Il convient de noter que ce matériel n'est pas utilisable sur tous les Beech 200 entretenus par l'atelier. Lorsqu'il ne l'est pas, le respect de la procédure du constructeur impose des

contraintes liées à la mise en route des moteurs, compliquant ainsi l'organisation des diverses tâches de maintenance. On peut comprendre que le démontage de la gaine puisse être parfois jugé plus commode, d'autant qu'il est pratiqué depuis de nombreuses années.

Toutefois, il ne peut pas être exclu d'avoir à démonter occasionnellement le boîtier des « flapper valves », par exemple lorsque le test fonctionnel n'est pas satisfaisant. C'est donc surtout la procédure de démontage et de remontage qu'il conviendrait de préciser, ainsi que les risques associés.

Dans cet esprit, il faut également formuler quelques remarques sur la documentation de maintenance et son usage qui ne sont pas de nature à limiter les pratiques individuelles observées : le programme des visites mentionne les opérations à effectuer et une description succincte des procédures à suivre, mais ne comporte pas de renvoi à la page du manuel de maintenance qui pourrait inciter le mécanicien à vérifier si la procédure qu'il compte utiliser est bien celle préconisée. La procédure du manuel de maintenance ne précise pas la technique à utiliser, ni celles à éviter, pour retirer l'isolation thermique. Le témoignage du mécanicien montre qu'il n'est pas à l'aise avec cette documentation et la langue anglaise. La rédaction par le SEFA de cartes de travail adaptées pour le test, le démontage et le remontage du boîtier des « flappers valves » semblerait ainsi présenter un intérêt pour valider et formaliser les méthodes à employer, et ce d'autant que l'atelier a déjà développé des outils et une adaptation de la méthode préconisée par le constructeur.

### 3 - CONCLUSION

#### 3.1 Faits établis par l'enquête

- L'équipage possédait les titres requis pour effectuer le vol.
- Le certificat de navigabilité était valide.
- En croisière, l'équipage a constaté un fonctionnement incorrect du système de chauffage en mode automatique, il a alors sélectionné le mode manuel puis actionné l'interrupteur permettant d'augmenter la température de l'air chaud.
- Le manuel de vol contient une mise en garde sur le risque de surchauffe de la gaine en cas d'utilisation du mode manuel.
- De la fumée est apparue en cabine.
- L'équipage a appliqué la procédure prévue en cas de fumée en cabine et entamé une descente d'urgence.
- L'émission de fumée a cessé.
- Une gaine du système d'alimentation en air chaud a été retrouvée fendue. Les adhésifs entourant la partie fendue ont partiellement fondu.
- Cette gaine a été endommagée avec un outil tranchant lors d'une opération de maintenance visant à vérifier le bon fonctionnement des « flapper valves » du boîtier d'alimentation en air chaud.
- Pour cette vérification, les procédures du constructeur prévoient en premier lieu un test fonctionnel suivi, en cas d'anomalie relevée lors de cet essai, d'un démontage du boîtier. Le test fonctionnel n'a pas été fait.
- La documentation de maintenance du constructeur ne prévoit pas de solution de réparation pour ce type de gaine.
- Les adhésifs entourant la fente de la gaine n'étaient pas présents au démontage et ont été rajoutés pendant le remontage.
- L'OSAC n'avait pas mis en évidence d'écart à la procédure du constructeur pour la vérification des « flapper valves ».

#### 3.2 Causes de l'incident grave

L'émission de fumée provient de la fusion d'adhésifs fixés sur une conduite d'air chaud endommagée par une utilisation inappropriée d'un outil tranchant lors d'une action de maintenance.

Les facteurs suivants ont contribué à l'incident :

- la non-connaissance par le mécanicien de la procédure prévue par le constructeur, ni de son adaptation au sein de l'atelier, qui l'a conduit à pratiquer un démontage qui n'était pas nécessaire et au cours duquel l'endommagement a été généré ;
- une formalisation insuffisante, au sein de l'atelier, de la procédure à suivre pour le test et le démontage du boîtier des « flapper valves ».

#### 4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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 à l'article 18 du règlement précité.

L'enquête a montré que l'endommagement de la gaine à l'origine de la fumée résulte d'une initiative individuelle d'un mécanicien rendue possible par la méconnaissance, depuis plusieurs années, de la procédure de test prévue par le constructeur et de son adaptation, récente et encore non formalisée au sein de l'atelier. La réglementation prévoit la possibilité qu'un organisme de maintenance adapte les instructions de maintenance à son activité.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'OSAC recense la documentation et les pratiques de maintenance relatives au test et au démontage des « flapper valves » dans les ateliers en charge de la maintenance des BE 200 ; [Recommandation FRAN-2012-019]**

et :

- **que l'OSAC s'assure qu'elles sont conformes aux références du constructeur ou à une adaptation définie selon les modalités de la Partie 145. [Recommandation FRAN-2012-020]**

annexe

**Documentation technique du crochet**  
**Procédure de vérification des « flapper valves »**

La procédure en vigueur au moment des opérations de maintenance de l'été 2009 est indiquée ci-dessous :

**Hawker Beechcraft Corporation**

SUPER KING AIR 200 SERIES MAINTENANCE MANUAL

**DISTRIBUTION - MAINTENANCE PRACTICES**

**(BB-2 THRU BB-1977, BB-1979 THRU BB-1987; BL-1 THRU BL-152; BT-1 AND AFTER; BN-2 AND AFTER)**

**INFORMATION**

**NOTE:** Special Tools and Equipment/Consumable materials called out by the procedures in this chapter are individually identified by Item No., Chart No. and the referenced Chapter where the corresponding specification, product and supplier/manufacturer are listed.

<b>EQUIPMENT/MATERIALS</b>	<b>ITEM NO., CHART NO., (REF.CHAP.)</b>
Tape, Aluminum Foil, Pressure Sensitive (3 x 0.002 inch)	57, Chart 201, (Ref. 20-15-00)
Industrial Oven Insulation, (2-inch)	58, Chart 201, (Ref. 20-15-00)

**NOTE:** The right hand electronic flow control valve was initially installed in the inverted position. On airplanes BB-1313 and after; BT-34 and after; BL-152 and after; and BN-5 and after, the right hand electronic flow control valve was rotated 180° and installed right side up.

**ENVIRONMENTAL BLEED AIR DUCTS**

The bleed air ducts are insulated with 2-inch-thick industrial oven insulation (Item No. 58) held in place with 0.002-inch-thick, 3-inch-wide, aluminum foil tape (Item No. 57). The tape should be wrapped in a spiral with approximately 1-1/2-inch overlap. The tape and insulation may be compressed as required to maintain a clearance of 0.25 inch from adjacent hardware.

**CAUTION:** To prevent damage to the airplane electrical system, maintain a minimum clearance of 2 inches between uninsulated bleed air lines and any electrical wiring. The clearance requirement may be reduced to 0.5 inch if the bleed air lines are insulated.

**CHECK (FLAPPER) VALVE TEST PROCEDURE**

The check (flapper-type) valve should be checked for proper operation or if excessive air noise is noted during operation of the pressurization system (Ref. Chapter 5-20-00). The following steps should be utilized for the check valve test:

- a. Disconnect the air duct at the left flow control valve or remove the cap from the test fitting on elbow if installed (Ref. Figure 201).
- b. Operate the right engine with both bleed air switches on. If no significant air flow is noted at the open duct, the duct may be reconnected to the flow control valve or reinstall cap removed in step (a).
- c. Shut down the right engine.
- d. Disconnect the air duct at the right flow control valve or remove cap from test fitting on elbow if installed.

**21-20-00**

Page 201  
Nov 1/07

## Hawker Beechcraft Corporation

### SUPER KING AIR 200 SERIES MAINTENANCE MANUAL

- e. Operate the left engine with both bleed air switches on. If no significant air flow is noted at the open duct, it may be reconnected to the flow control valve or reinstall cap removed in step (d).
- f. If no significant air flow was noted at either of the open ducts during the test procedure, the check valve flappers are operating properly. If significant air flow was noted at either of the open ducts during the test, the check valve must be replaced and the downstream ducts must be examined to assure that none of the check valve components are lodged in them.

#### *CHECK (FLAPPER) VALVE REMOVAL*

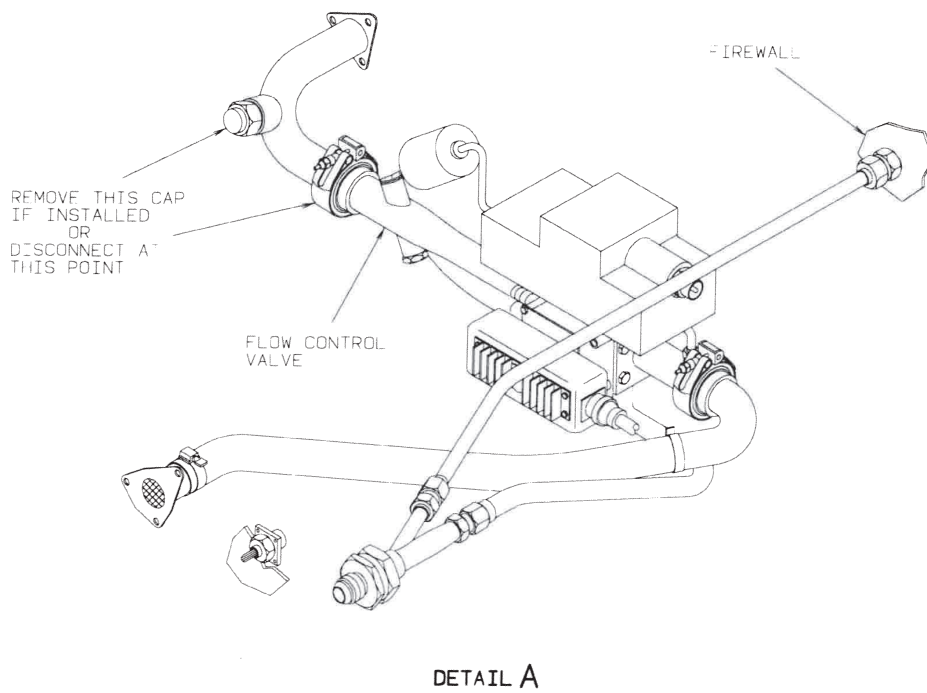
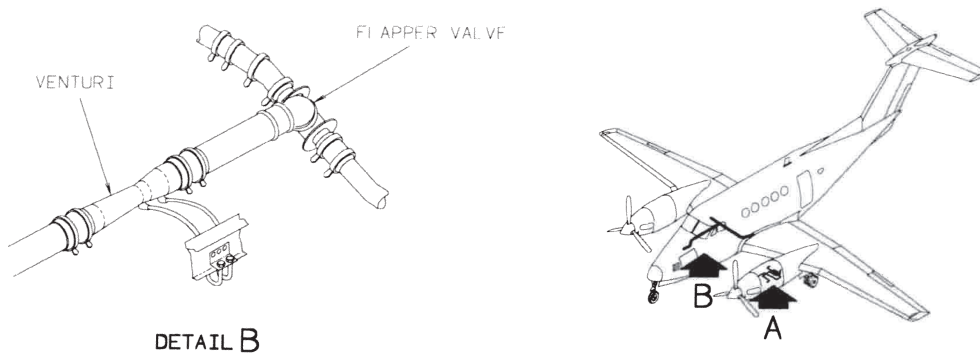
- a. Remove furnishings as required to clear the right seat area from (F.S. 167.00 to 188.00).
- b. Remove the carpet and soundproof material as required to gain access to the cover plate over the check valve (F.S. 169.00 to 184.00).
- c. Remove the inspection cover.
- d. Remove the tape and insulation from the check valve and connecting hoses (Ref. Figure 202).
- e. Loosen the clamps on the connecting hoses and remove the check valve.

**NOTE:** It may be necessary to slide the hoses back on the ducts in order to gain sufficient clearance to remove the check valve.

#### *CHECK (FLAPPER) VALVE INSTALLATION*

- a. Position the check valve in line with the ducts and slide the connecting hoses onto the valve (Ref. Figure 202).
- b. Tighten the attaching clamps and reinstall the insulation and tape.
- c. Install the inspection plate, soundproofing, carpet and furnishings.

**Hawker Beechcraft Corporation**  
**SUPER KING AIR 200 SERIES MAINTENANCE MANUAL**



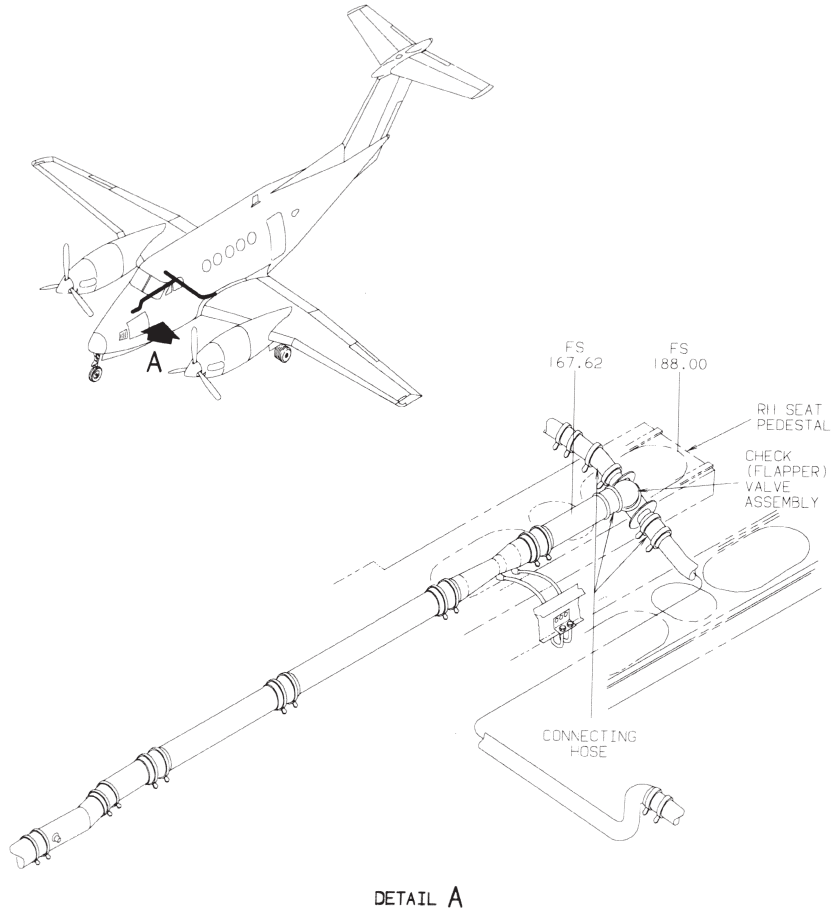
C948521B0940 C

**Check (Flapper) Valve Test Procedure**  
**Figure 201**

**21-20-00**

**Page 203**  
**Nov 1/07**

Hawker Beechcraft Corporation  
SUPER KING AIR 200 SERIES MAINTENANCE MANUAL



DETAIL A

C94882180259 C

Check (Flapper) Valve Replacement Procedure  
Figure 202

Page 204  
Nov 1/07

**21-20-00**



# BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

200 rue de Paris  
Zone Sud - Bâtiment 153  
Aéroport du Bourget  
93352 Le Bourget Cedex - France  
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)