
JOURNAL OFFICIEL

DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ÉDITION DES DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

SECRETARIAT D'ÉTAT AUX TRANSPORTS

RAPPORT FINAL

de la Commission d'Enquête sur l'accident

de l'avion D. C. 10 TC-JAV des Turkish Airlines survenu

à ERMENONVILLE, le 3 mars 1974

SOMMAIRE

1. Synopsis	469
2. Composition de la commission d'enquête et résumé des travaux :	
2. 1. Commission d'enquête	469
2. 2. Résumé des travaux	469
3. Investigations techniques :	
3. 1. Déroulement du vol	470
3. 2. Personnes tuées ou blessées	470
3. 3. Dommages à l'avion	471
3. 4. Dégâts aux tiers	471
3. 5. Renseignements sur l'équipage :	
3.5.1. Personnel navigant technique	471
3.5.2. Personnel navigant commercial	471
3. 6. Renseignements sur l'aéronef :	
3.6.1. Cellule	472
3.6.2. Turboréacteurs	472
3.6.3. Equipements	472
3.6.4. Devis de poids et centrage	472
3. 7. Conditions météorologiques	473
3. 8. Aides à la navigation	473
3. 9. Télécommunications	474
3.10. Aérodrome — Assistance aéroportuaire :	
3.10.1. Opérations - Trafic	474
3.10.2. Déroulement des opérations d'escale	474
3.10.3. Avitaillement en carburant	475
3.10.4. Service de sécurité	475
3.10.5. Cheminement au sol	475
3.10.6. Piste utilisée	475
3.11. Enregistreurs de bord :	
3.11.1. Enregistreur de conversations et alarmes sonores (C.V.R.)	475
3.11.2. Enregistreur digital des paramètres de vol (D.F.D.R.)	475
3.12. Epave :	
3.12.1. Epave principale	476
3.12.2. Eléments retrouvés à Saint-Pathus	476
3.13. Renseignements médicaux et pathologiques	477
3.14. Incendie	477
3.15. Survie des occupants. — Opérations de secours	477
3.16. Essais et recherches :	
3.16.1. Expertise du réacteur n° 2	477
3.16.2. Servo commandes et vis stabilisateur	477
3.16.3. Vérin de la porte cargo	478
3.16.4. Fonctionnement des contacts	478
3.16.5. Réglages de verrouillage	478
3.16.6. Porte de même définition	478
3.16.7. Accident du 12 juin 1972 à Windsor (Ontario)	479
4. Analyse :	
4.1. Analyse du processus de l'éjection de la porte cargo arrière gauche	485
4.2. Conséquence de cette éjection	485
5. Conclusion :	
5.1. Résultats de l'enquête	485
5.2. Causes de l'accident	486

ANNEXE : Recommandations de sécurité.

1. Synopsis.

Date et heure de l'accident : dimanche 3 mars 1974, peu avant 11 h 42' TU (1).

Emplacement de l'épave : forêt domaniale d'Ermenonville, lieudit Bosquet de Dammartin, commune de Fontaine-Chaalis (Oise). Altitude moyenne 105 mètres. Coordonnées géographiques : 49° 08' 30" N et 02° 38' 00" E.

Nature du vol : transport public de passagers, vol TK n° 981, Istanbul—Orly—Londres.

Avion : Mac Donnell Douglas D.C. 10-10 TC-JAV.

Propriétaire et exploitant : lignes aériennes turques Turk Hava Yollari (T.H.Y.).

(1) Les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel. Il convient d'ajouter une heure pour obtenir l'heure légale française.

Personnes à bord : commandant Nejat Berköz, 11 membres d'équipage et 334 passagers.

Résumé de l'accident :

Après escale à Orly et en retard sur l'horaire par suite de l'embarquement de nombreux passagers de dernière heure, le TC-JAV décolle à 11 h 32' à destination de Londres.

Peu après 11 h 40', en cours de montée alors que l'avion atteint 12 000 pieds, une émission en turc partiellement couverte par de forts bruits de fond, accompagnée des alarmes de pressurisation, puis de survitesse, est enregistrée par le contrôle ; simultanément l'écho de l'avion se dédouble sur le radar et l'étiquette du radar secondaire disparaît.

Quelque 70 secondes plus tard, le D.C. 10, à grande vitesse et sous faible pente, heurte la cime des arbres et se désintègre dans la forêt.

Conséquences :

PERSONNEL A BORD	MATÉRIEL	CHARGEMENT	TIERS
Tués : 346.	Détruit.	Détruit.	Importants dégâts dans la forêt domaniale.

2. Composition de la commission d'enquête et résumé des travaux.

2.1. COMMISSION D'ENQUÊTE

Par arrêté du 4 mars 1974, le ministre d'Etat, ministre de l'aménagement du territoire, de l'équipement et des transports, a désigné une commission d'enquête composée de :

M. Lemaire (René), chef de l'inspection générale de l'aviation civile, président ;

M. Forestier (Jean), ingénieur général de l'armement, vice-président ;

M. Mignard (Robert), pilote inspecteur à l'organisme du contrôle en vol ;

M. Guillevic (Paul), ingénieur en chef de l'aviation civile ;

M. Vigier (Michel), ingénieur au bureau Enquêtes-Accidents ;

M. le docteur Lavernhe, membre du conseil médical de l'aéronautique civile,

avec mission d'étudier les circonstances, rechercher les causes et dégager les enseignements de l'accident survenu le 3 mars 1974 en forêt d'Ermenonville à l'avion type D.C. 10 TC-JAV appartenant à la Compagnie Turkish Airlines.

En application des dispositions de l'annexe 13 de la convention relative à l'aviation civile internationale, des représentants accrédités, assistés de conseillers techniques, de l'Etat d'immatriculation et de l'Etat constructeur ont été appelés à participer aux travaux de la commission. Par ailleurs, en raison de la présence d'un grand nombre de leurs ressortissants parmi les passagers, des observateurs accrédités britanniques et japonais étaient autorisés à suivre le déroulement des investigations.

Enfin, outre les experts du bureau Enquêtes-Accidents, la commission d'enquête a bénéficié du concours de nombreux experts français (centre d'essais des propulseurs de Saclay, centre d'essais en vol de Brétigny, Compagnie U.T.A.) et étrangers (Gouvernement turc et Turkish Airlines, National Transportation Safety Board (N.T.S.B.), Federal Aviation Agency (F.A.A.), Mac Donnell Douglas, autorités fédérales suisses, ateliers Swissair, expert de l'Accident Investigation Branch spécialisé dans la recherche du sabotage).

2.2. RÉSUMÉ DES TRAVAUX

Dès le surlendemain de l'accident et après examen des lieux de l'impact et des premiers débris retrouvés à 15 kilomètres en amont, le président de la commission décidait la création de groupes de travail associant les divers participants français et étrangers.

Ces groupes ont porté leurs efforts :

Sur l'étude de l'épave principale et de ses principaux composants, l'établissement du plan des débris, leur transfert sous hangar ou en laboratoire pour expertises complémentaires (servo commandes) ainsi que sur l'examen de la documentation relative à l'entretien de l'avion et l'état de navigabilité de l'appareil après la perte de la porte cargo arrière gauche ;

Sur l'ensemble des informations permettant la reconstitution de l'histoire du vol (conditions de l'escala, opérations de départ et déroulement du vol) et, en particulier, l'audition et la transcription des communications air-sol et de l'enregistreur de communications verbales et alarmes sonores dans le poste d'équipage (C.V.R.) ainsi que l'étude des films radar et la trajectoire ainsi définie;

Sur le dépouillement des données fournies par l'enregistreur digital des paramètres de vol (D.F.D.R.) dont le premier traitement a été effectué aux Etats-Unis en liaison avec les experts français;

Sur l'étude des premiers débris, essentiellement sur l'épave de la porte cargo arrière gauche et ses composants, la documentation concernant sa conception, son fonctionnement, son entretien et les manipulations effectuées au départ d'Orly. Cette étude a donné lieu à diverses expertises en France et en Suisse; elle a été facilitée par le prêt et l'envoi en France d'une porte neuve répondant aux mêmes caractéristiques. Le groupe a également examiné les circonstances d'un premier accident survenu le 12 juin 1972 à Windsor (Ontario), à un appareil du même type, accident présentant certaines analogies;

Sur l'examen des corps des victimes et le déroulement des opérations de secours.

Les travaux des groupes ont fait l'objet de divers comptes rendus et leurs résultats ont été examinés au cours des séances plénières de la commission, dont la dernière s'est tenue le 6 novembre 1975.

3. Investigations techniques.

3.1. DÉROULEMENT DU VOL

Le dimanche 3 mars 1974, le D.C. 10-10, immatriculé TC-JAV, se pose à Orly à 10 h 02', conformément à l'horaire du vol TK 981 Istanbul-Paris-Londres qu'il assume.

A l'atterrissage, 167 passagers sont à bord, 50 d'entre eux s'arrêtent à Paris.

L'avion est stationné au point A2 du satellite Ouest de l'aéroport Orly-Sud, où il est pris en charge par le personnel d'escala de la Compagnie T.H.Y. et par celui du service d'assistance aéroportuaire.

La sécurité du stationnement du TC-JAV est assurée par un gendarme en poste fixe et la surveillance par une patrouille mobile de trois hommes.

Les opérations d'avitaillement comportent la livraison de 10 350 litres de carburant Jet A1.

Outre le personnel de la compagnie, interviendront les agents de l'aéroport de Paris concernés par les opérations de préparation du vol et de trafic, la manutention des bagages et du fret, les opérations techniques (groupe de parc, remorquage) et le nettoyage intérieur.

La durée normale d'escala est d'une heure, mais sera portée à une heure trente, en raison de l'embarquement de nombreux voyageurs de dernière minute en provenance des compagnies British Airways et Air France. Deux cent seize nouveaux passagers seront ainsi embarqués après avoir fait l'objet des contrôles systématiques par les services de police.

L'alimentation électrique pendant l'escala est assurée par l'A.P.U. de 10 h 00' jusqu'à la mise en route (le groupe de parc initialement prévu n'a pas été utilisé). La fermeture de la porte desservant la soute arrière gauche intervient vers 10 h 35'.

Du point de stationnement à l'entrée de la piste de décollage, l'avion est escorté par une voiture-radio de la gendarmerie des transports aériens.

Parmi les éléments qui composent la séquence de départ, on relève notamment, selon la chronologie des communications air-sol :

- 11 h 11' 30" : premier contact avec Orly-prévol pour opérations de départ;
- 11 h 24' 00" : autorisation d'Orly-sol pour rouler vers la piste 08;
- 11 h 28' 40" : autorisation d'Orly-Airport pour alignement sur la piste de décollage, départ par la route 18 (I), montée initiale au niveau 40.

Les conditions météorologiques sont bonnes :

- Vent du 060°/10 Kt;
- Plafond 2/8 de Cumulus à 900 m;
- Q.N.H. 1016, 2 mb;
- Q.F.E. 1004, 4 mb;
- Température 6,2 degrés centigrades.

(1) Le départ 18 assigné à l'avion fixe le cheminement par les points suivants : Tournan-intersection—Coulommiers—Montdidier.

Le décollage a lieu sensiblement à 11 h 30'30". Le déroulement du vol est alors le suivant :

- 11 h 33' 00" : Orly départ autorise l'avion au niveau 60;
- 11 h 34' 00" : le TC-JAV annonce le niveau 60, auquel il sera ultérieurement transféré au centre de contrôle régional Nord;
- 11 h 36' 10" : après prise de contact avec le contrôle régional, le TC-JAV est autorisé à monter jusqu'au niveau 230;
- 11 h 36' 35" : le contrôle demande à l'avion de virer à gauche vers Montdidier;
- 11 h 37' 00" : le niveau 70 est atteint.

Le dépouillement de l'enregistreur digital des paramètres du vol fait apparaître que, conformément aux règles opérationnelles de la Compagnie T.H.Y., la montée s'est probablement effectuée en mode automatique du système de contrôle de vol. La fin du virage vers Montdidier et la stabilisation au cap 345° interviennent vers 11 h 38', le niveau 90 est atteint et la C.A.S. de l'ordre de 300 Kt.

Trois ou quatre secondes avant 11 h 40'00", le bruit de la décompression est entendu dans l'enregistrement des conversations du cockpit, le copilote déclare : « La carlingue a éclaté » et l'alarme sonore « pressurisation » se déclenche.

- 11 h 40' 13" : le contrôleur qui suit le vol TK 981 entend une émission confuse, mêlant un fort bruit de fond, des paroles en langue turque et les signaux d'alarme « pressurisation » puis « survitesse ».

En même temps que cette dernière alarme est perçue, l'étiquette comportant le numéro du vol « 981 » disparaît sur le scope du radar secondaire. L'inscription du niveau de vol « 130 » subsiste quelques instants. Sur le radar primaire l'écho de l'avion se dédouble, une partie (qui peut correspondre aux éléments éjectés de l'avion) reste fixe à environ 24 NM dans le 045° d'Orly et demeure visible deux à trois minutes. La seconde partie, écho du D.C. 10 lui-même, poursuit une trajectoire qui s'infléchit vers la gauche du cap 350° vers le cap 280°.

- 11 h 40' 41" : l'émission confuse cesse d'être reçue par le contrôle;
- 11 h 41' 04"/05" : une nouvelle émission très brève est enregistrée au sol;
- 11 h 41' 06"/07" : une dernière émission se fait entendre jusqu'à 11 h 41' 13".

A partir de 11 h 41' 50", le contrôleur appellera à plusieurs reprises le TK 981 et ne recevra aucune réponse.

L'étude des divers enregistrements (liaisons air/sol, C.V.R., D.F.D.R.) fait ressortir qu'environ 77 secondes se sont écoulées entre le moment de la décompression et l'impact au sol.

Les données fournies par l'enregistreur digital montrent, dans les secondes suivant immédiatement la dépressurisation, d'une part, une chute brutale du régime du réacteur n° 2, d'autre part, un engagement à gauche (9°) et en piqué de l'appareil. Le piqué s'accroît rapidement (assiette jusqu'à — 20°) et la vitesse croît (360 Kt) alors que les réacteurs 1 et 3 ont été réduits. L'assiette diminue ensuite progressivement jusqu'à — 4° et la vitesse se stabilise aux environs de 430 Kt (800 kilomètres-heure).

Le TC-JAV s'écrase dans la forêt d'Ermenonville, au lieu-dit Bosquet de Dammartin, commune de Fontaine-Challis (Oise), à environ 15 km du village de Saint-Pathus, au-dessus duquel s'est produite la décompression initiale et la perte des premiers éléments. Il n'y a pas d'incendie.

Le lieu de l'accident, à 37 km dans le Nord-Est de Paris, est abordé à grande vitesse, 430 Kt (environ 800 kilomètres-heure). L'appareil est incliné à gauche à environ 17°, la pente est de l'ordre de — 4°.

L'avion creuse dans la forêt une saignée d'Est en Ouest, le rectangle dévasté par le choc a une dimension de 700 mètres sur 100 mètres.

Il n'y a pas de survivant à bord.

Aucun appel n'a été relevé sur la fréquence de détresse (121,5 MHz).

3.2. PERSONNES TUÉES ET BLESSÉES

	MEMBRES d'équipage.	PASSAGERS	TIERS
Mortellement blessées.....	12	(1) 334	»
Blessées non mortellement...	»	»	»
Indemnes	»	»	»

(1) Dont six passagers éjectés de l'avion à environ 15 km du point d'impact principal au-dessus de Saint-Pathus.

3.3. DOMMAGES A L'AVION

Après l'éjection de la porte cargo arrière gauche et d'éléments divers (planchers, sièges), l'avion a été littéralement désintégré lors de l'impact ultérieur survenu à très grande vitesse dans la forêt.

3.4. DÉGÂTS AUX TIERS

Les dégâts au sol estimés par le service des eaux et forêts de Senlis sont les suivants :

- La zone touchée est d'une superficie de 6,55 ha composée :
 - pour 0,70 ha de pins sylvestres âgés de vingt à trente ans ;
 - pour 5,85 ha de pins sylvestres et maritimes âgés de cinquante à soixante-dix ans.

Le préjudice matériel est évalué à plus de 220 000 F.

3.5. RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉQUIPAGE

Les membres d'équipage réglementaires pour T.H.Y. sur D.C. 10 sont : 2 pilotes, 1 officier mécanicien et 8 ou 10 personnels navigants commerciaux.

(Dans le cas où il n'existe pas de mécanicien au sol permanent aux escales, un mécanicien supplémentaire est embarqué pour assurer ce service.)

3.5.1. Personnel navigant technique.

Commandant de bord : M. Nejat Berköz (nationalité turque), quarante-quatre ans, marié, deux enfants. Adresse : 4. Kısım T/O Blok n° 32/1 Ataköy, Istanbul (Turkey).

Brevets et licences : T.H.Y. A.O. Air Transport Pilot Licence : F-27 du 14 octobre 1967, D.C. 9 du 7 juin 1968 et D.C. 10 du 8 mars 1973. Transportation Pilot Licence n° 294. Validité de la licence médicale : 20 août 1974, de la licence technique : 8 mars 1974.

Heures de vol totales : 7 003 h 10', dont 1 392 h 10' de nuit. Sur le type d'aéronef accidenté : 438 h 15'. Au cours des deux mois qui précèdent l'accident : 25 h 25'. Dans les 48 heures : 3 h 50'.

Déroulement de la carrière aéronautique : après son transfert des forces aériennes turques à la Compagnie T. H. Y., M. Nejat Berköz a piloté les appareils suivants : F. 27, D. C. 9 et D. C. 10.

Formation D. C. 10 : 1° 24 heures d'entraînement au simulateur D. C. 10, 10 effectuées au Douglas Factory Training Center, à Los Angeles (Californie), du 24 janvier 1973 au 29 janvier 1973 ; 2° entraînement en vol en Turquie : 5 heures, du 5 mars 1973 au 8 mars 1973 ; 3° contrôle en route sur D. C. 10 : 4 h 30, le 26 avril 1973, et 7 h 30 le 29 avril 1973. 4° perfectionnement : 8 heures de simulateur auprès de United Airlines, à Denver, Colorado (U. S. A.), les 18 et 19 septembre 1973.

Accidents antérieurs : néant.

Cocapitaine : M. Oral Ulusman (nationalité turque), trente-huit ans, marié. Adresse : 3 Blok kat. 1 Daire 5 Merter, Istanbul (Turkey).

Brevets et licences : T. H. Y. A. O. Air Transport Licence : F-27 du 23 mars 1968, D. C. 9 du 5 janvier 1969 et D. C. 10 du 8 mars 1973. Transportation Pilot Licence n° 315. Validité de la licence médicale : 17 avril 1974, de la licence technique : 8 mars 1974. Turkish Air Force Brevet : 30 août 1957.

Heures de vol totales : 5 589 h 25', dont 1 425 h 10' de nuit. Sur le type d'aéronef accidenté : 628 h 05'. Au cours des deux mois qui précèdent l'accident : 73 h 45'. Dans les 48 heures : 3 h 50'.

Déroulement de la carrière aéronautique : après son transfert des forces aériennes turques à la Compagnie T. H. Y., M. Oral Ulusman a piloté les appareils suivants : F. 27, D. C. 9 et D. C. 10.

Formation D. C. 10 : 1° 30 heures d'entraînement au simulateur D. C. 10, 10 dans le Douglas Factory Training Center, à Los Angeles (Californie), du 24 janvier 1973 au 2 février 1973 ; 2° 5 h 25' D. C. 10, 10 (entraînement en vol) en Turquie ; contrôle en route : 7 h 30' le 28 avril 1973, 6 h 30' le 14 mai 1973, et 3 h 30' le 11 janvier 1974 ; 4° perfectionnement : 8 heures de simulateur auprès de United Airlines, à Denver, Colorado (U.S.A.) les 12 et 13 juillet 1973.

Accidents antérieurs : néant.

Officier mécanicien : M. Erhan Ozer (nationalité turque), trente-sept ans, marié, 3 enfants. Adresse : Sipahioğlu Cad. n° 12 kat 2 Yeşilyurt, Istanbul (Turkey).

Brevets et licences : T. H. Y. A. O. Flight Engineer, licence du 8 mars 1973. Validités de la licence médicale : 18 avril 1974, de la licence technique : 14 octobre 1974. Turkish Air Force Brevet du 30 août 1957.

Heures de vol totales : 2 113 h 25', dont 350 heures de nuit. Sur le type d'aéronef accidenté : 775 h 50'. Au cours des deux mois qui précèdent l'accident : 119 h 05'. Dans les 48 heures : 3 h 50'.

Déroulement de la carrière aéronautique (formation D. C. 10) : 1° 25 h 35' d'entraînement au simulateur, dans le Douglas Factory Training Center, à Los Angeles (Californie), du 24 janvier 1973 au 29 janvier 1973 ; 2° 10 heures D. C. 10, 10 entraînement en vol en Turquie du 5 mars 1973 au 9 mars 1973 ; 3° contrôle en route : 4 h 30 le 25 mars 1973 et 4 h 10 le 23 septembre 1973 ; 4° perfectionnement : 8 heures de simulateur auprès de United Airlines, à Denver, Colorado, les 14 et 15 octobre 1973.

Accidents antérieurs : néant.

Mécanicien au sol embarqué : M. Engin Uçok (nationalité turque), quarante-cinq ans, marié, trois enfants. Adresse : Iskender Paşa Mah. Deyneklî SOK 3/3/Fatih, Istanbul (Turkey).

Brevets et licences : Second Class Aircraft Maintenance Mecanic Licence n° 185 du 19 octobre 1967.

Déroulement de la carrière aéronautique : M. Uçok est un mécanicien avion au sol qui travaille à la direction technique de la Compagnie T.H.Y. comme technicien de maintenance d'avion. Le 3 mars 1974, le mécanicien permanent de la T.H.Y. à Paris, se trouvant à Istanbul pour participer à un cours d'instruction technique, M. Uçok avait été embarqué à bord du TC-JAV pour le remplacer. Ses tâches, selon la Compagnie T.H.Y., étaient les suivantes : surveiller le chargement, le déchargement, la maintenance en transit et la fourniture de kérosène.

3.5.2. Personnel navigant commercial.

Chef steward : M. Hayri Tezcan (nationalité turque), trente ans, marié, un enfant.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Steward Licence du 20 janvier 1968.

Heures de vol totales : 4 916 heures. Sur le type d'aéronef accidenté : 569 h 30'.

Stewardess : Mlle Gulay Sonmez (nationalité turque), vingt et un ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Stewardess Licence du 18 août 1971.

Heures de vol totales : 1 901 h 30'. Sur le type d'aéronef accidenté : 439 h 25'.

Stewardess : Mlle Nilgun Yilmazer (nationalité turque), vingt-trois ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Stewardess Licence du 11 mai 1972.

Heures de vol totales : 1 029 h 55'. Sur le type d'aéronef accidenté : 90 heures.

Stewardess : Mlle Sibel Zahin (nationalité turque), vingt-deux ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Stewardess Licence du 11 mai 1972.

Heures de vol totales : 1 262 h 15'. Sur le type d'aéronef accidenté : 494 h 50'.

Stewardess : Mlle Semra Hidir (nationalité turque), vingt ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Stewardess Licence du 2 avril 1973.

Heures de vol totales : 741 h 45'. Sur le type d'aéronef accidenté : 74 h 50'.

Stewardess : Mlle Fatma Barka (nationalité turque), vingt-cinq ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Stewardess Licence du 8 novembre 1971.

Heures de vol totales : 1 465 h 50'. Sur le type d'aéronef accidenté : 297 h 40'.

Stewardess : Mlle Rona Altınay (nationalité turque), vingt-neuf ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O. Stewardess Licence du 11 janvier 1967.

Heures de vol totales : 4 456 heures. Sur le type d'aéronef accidenté : 387 h 15'.

Stewardess : Mlle Ayse Birgili (nationalité turque), vingt-deux ans, célibataire.

Brevets et licences : T.H.Y. A. O Stewardess Licence du 1^{er} septembre 1971.

Heures de vol totales : 1 723 h 15'. Sur le type d'aéronef accidenté : 139 h 05'.

1.6. RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRONEF

1.6.1. Cellule.

Propriétaire et exploitant : Turk Hava Yollari A. O. (Turkish Airlines Inc.), Cumhuriyet Caddesi, n° 199/201, Sisli Istanbul (Turkey).

Constructeur : Mc Donnell Douglas Corp.

Type : D. C. 10-10 ; n° de série : 46704.

Date du premier vol : 27 février 1972.

Date de livraison : 10 décembre 1972.

Immatriculation : TC-JAV.

Certificat de navigabilité et certificat d'immatriculation figurent en Turquie sur un même document n° 342 du 20 décembre 1972.

Validité (partie C.D.N.) : 3 décembre 1974.

Dernière visite à Istanbul : 21 janvier 1974 (visite 5-c-4).

Visite prévol. effectuée par M. Sabri Bayraktar, inspector (Istanbul).

Temps total d'utilisation depuis fabrication : 2 955 h 52' (sur livret d'aéronef).

Depuis la dernière revision périodique : « C » Check 81 h 34' et « D » Check 487 h 17'.

Accidents antérieurs : néant.

1.6.2. Turboréacteurs.

Constructeur : General Electric Company.

Type et puissance : CF6-6D, poussée maximale au décollage : 18 144 kg.

EMPLACEMENT (numérotation commençant par babord).	1	2	3
Numéro de série.....	451-215	451-200	451-267
Temps de fonctionnement total.....	2 358 h 01 dont 1 983 h 15 de fonctionnement sur le D.C. 10 TC-JAU.	2 955 h 52	2 195 h 51 dont 1 497 h 40 de fonctionnement sur le D.C. 10 TC-JAV.
Temps depuis la dernière revision générale.....	374 h 46		698 h 11

1.6.3. Equipements.

Instruments et systèmes de pilotage : l'équipement très complet, satisfaisait aux normes exigibles pour les avions de transport public. L'avion était doté d'un ensemble automatique de contrôle de vol (A. F. C.).

Communications et radio navigation (le certificat d'exploitation de l'installation radio-électrique de bord a été détruit dans l'accident) :

Le D.C. 10 TC-JAV disposait des équipements suivants :

Deux émetteurs récepteurs V.H.F. - C.O.M., type 618-2D, Collins ;

Deux récepteurs A.D.F., type 51-Y-4, Collins ;

Un récepteur Marker, type MKA-28 C, Bendix ;

Un radar météorologique, type RDR - 1 F, Bendix ;

Deux indicateurs radar météo, type PPI - 1 L, Bendix ;

Deux sondes radio, type ALA - 51 A, Bendix ;

Deux indicateurs sonde-radio, type INA - 51 A, Bendix ;

Deux récepteurs V.O.R., type RVA - 33 A, Bendix ;

Deux récepteurs I.L.S., type I.L.S. - 70, Collins ;

Deux interrogateurs D.M.E., type 860 - E 3, Collins ;

Deux transpondeurs A.T.C., type 621 - A 6, Collins.

3.6.4. Devis de poids et de centrage.

Durant leurs escales à Orly, les appareils de la Compagnie aérienne T.H.Y. utilisent l'assistance aéroportuaire de l'Aéroport de Paris pour les opérations dites « de trafic », qui comprennent notamment l'établissement des états de chargement, feuilles de poids, de centrage, manifestes passagers.

Masse : le devis de poids initial a été complété en toute dernière minute par l'adjonction de vingt passagers.

La partie du devis de poids (située en bas et à gauche de l'imprimé) n'a pas été modifiée en conséquence. On y trouve un total pour les passagers de 23 170 kilogrammes et une masse au décollage de 161 628 kilogrammes.

Passagers : la rubrique « Passagers » du devis de poids, fait apparaître la présence à bord de 306 passagers adultes (hommes 56 + 193 — femmes 57), de 6 enfants et un bébé.

Les 23 170 kg correspondants sont obtenus de la manière suivante :

306 passagers adultes × 75 kg.....	22 950
6 enfants × 35 kg	210
1 bébé × 10 kg	10
Total	23 170

Le cartouche Last Minute Changes fait état de 20 passagers supplémentaires, et d'une masse correspondante de 1 480 kg, soit au total 333 passagers (326 passagers adultes, 6 enfants et un bébé) et une charge afférente de 24 650 kg.

La répartition de ces vingt passagers de dernière minute, entre les compartiments passagers, n'apparaît pas sur l'imprimé de centrage.

A la lecture du cartouche Last Minute Changes, l'équipage pouvait calculer sa masse réelle au décollage de 163 108 kg, résultant de l'addition des vingt passagers supplémentaires (1 480 kg).

Le fait que les vitesses caractéristiques au décollage adoptées par le pilote aient été plus élevées que celles qui correspondaient à la masse initiale prévue, amène à supposer que l'augmentation de charge a été évaluée par le personnel navigant du TC-JAV.

Rappel des limitations du D.C. 10-10 TC-JAV :

Masse maximale au décollage : 195 000 kg ;

Masse maximale à l'atterrissage : 164 890 kg ;

Masse maximale sans carburant : 151 950 kg.

Le jour du vol, la masse maximale au décollage permise par le contrôle des limitations (limitation atterrissage) était de 172 600 kg (164 890 kg + 7 710 kg de délestage prévu de carburant = 172 600 kg).

La masse réelle au décollage de 163 178 kg respectait la limitation utile de ce vol.

Pour juger du centrage concernant ce vol, on dispose :

Du manuel de vol, section 1, page 4-1 (approuvé par la F.A.A.) ;
De la feuille de centrage de la Compagnie T.H.Y., utilisée par les agents de trafic.

Aux masses sans carburant, prévue et réelle, respectivement 135 313 kg et 136 798 kg, le manuel fixe la limite avant à 8 p. 100 de la corde aérodynamique moyenne (M.A.C.).

L'enveloppe de centrage est établie dans le manuel en supposant que les charges sont parfaitement connues, en poids et en localisation dans l'avion. L'abaque de centrage établie à partir d'un calcul d'erreurs possibles, est plus sévère et fixait la limite avant à 10,2 p. 100 de M.A.C.

Le centrage de 11,3 p. 100 calculé pour le TC-JAV était donc à l'intérieur des limites citées plus haut.

De même, le centrage à la masse au décollage était de 16,7 p. 100 supérieur dans le sens favorable à la limite de 12,6 p. 100 fixée par le manuel de vol.

Fret et bagages : pour répartir la charge entre les trois soutes du D.C. 10-10, les agents de trafic devaient considérer les éléments qui suivent :

La soute avant avait été chargée à Istanbul de 2 896 kg de fret et de bagages à destination de Londres.

Les quatre containers chargés à Orly de 1 525 kg de bagages, ne pouvaient être placés qu'en soutes centrale ou avant, la soute arrière étant réservée au chargement d'objets « en vrac ». Ce type de fret ne figurait pas dans le vol TK 981 du 3 mars au départ d'Orly. Les 1 525 kg de bagages en containers ont été placés en soute centrale.

Pendant la courte escale d'Orly, aucune considération de centrage n'imposait un transvasement vers la soute des containers chargés à Istanbul en soute avant.

Passagers: la répartition prévue des passagers, entre les trois compartiments de cabine, lors de la rédaction de la feuille de centrage, était la suivante:

Compartiment 1 (avant). — Prévus: 76 (capacité: 86 passagers);

Compartiment 2. — Prévus: 98 (capacité: 108 passagers);

Compartiment 3 (arrière). — Prévus: 140 (capacité: 151 passagers);

soit un total de 314 passagers figurant en marge du graphique de la partie droite de l'imprimé utilisé.

Hypothèses sur la variation du centrage calculé, en fonction:

De la présence des passagers de dernière minute;

Du délestage de carburant intervenu entre le moment du décollage, et celui où la rupture de cellule s'est produite;

De la perte de personnes et de matériel en vol.

Nombre de passagers embarqués: 332 adultes et enfants plus un bébé.

Passagers figurant sur le graphique de centrage: 314 (1).

Passagers considérés pour une éventuelle variation de centrage: 18, sans tenir compte d'un bébé.

Rappel:

Limitation de centrage avant sans carburant. — F. A. A. Approved Airplane Flight: Manuel 8 p. 100 M. A. C.; Graphique de centrage 10 p. 100 M. A. C.

Limite de centrage avant (pour la masse de carburant à bord). — F. A. A. Approved Airplane Flight: Manuel 12 p. 100 M. A. C.

Première éventualité (moins favorable): les 18 passagers sont répartis entre les compartiments 1 et 2:

Compartiment 1: 86 passagers (+ 10);

Compartiment 2: 106 passagers (+ 8);

Compartiment 3: 140 passagers (sans changement).

Délestage estimé 2 060 kg = carburant à bord à la dépressurisation 24 tonnes environ:

Centrage sans carburant: 9 p. 100 de la M. A. C.;

Centrage (à la dépressurisation): 15 p. 100 de la M. A. C.;

Centrage à la suite de la perte de personnes et de matériel en vol (500 kg environ): 14 p. 100 de la M. A. C.

Au poids sans carburant:

Centrage normal suivant manuel de vol.

Centrage trop avant 1 p. 100 suivant graphique de centrage.

Au poids avec carburant: centrage normal dans tous les cas.

Deuxième éventualité: les 18 passagers sont répartis entre les compartiments 2 et 3:

Compartiment 1: 76 passagers (sans changement);

Compartiment 2: 105 passagers (+ 7);

Compartiment 3: 151 passagers (+ 11).

Centrage sans carburant: 11,6 p. 100 de la M. A. C.;

Centrage à la dépressurisation: 16,8 p. 100 de la M. A. C.;

Centrage avec perte de masse arrière: 16,0 p. 100 de la M. A. C.

Conclusions:

Dans les deux cas, le centrage reste compris dans les limites normales.

L'éventualité d'un transfert des passagers vers l'avant, à la suite d'un mouvement de panique consécutif à l'effondrement du plancher, ne peut être retenue comme possibilité d'une évolution dangereuse du centrage. Un déplacement d'au moins 50 passagers aurait été nécessaire, dans la moins favorable des deux hypothèses précédentes, pour amener le centrage à sa limite avant avec carburant.

Bien que soit ignorée la répartition des 332 passagers sur les 345 sièges que comporte la cabine, les problèmes de centrage ne peuvent être retenus comme éléments aggravants de la situation de fait, créée par l'éjection de la porte de soute arrière.

3.7. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Le 3 mars 1974, entre 11 heures et 12 heures, la moitié Nord de la France demeure sous l'influence de masses d'air instables. Le ciel est peu nuageux, 1 à 3/8 de cumulus médiocres dont la base se situe entre 500 et 1 000 mètres. La visibilité est bonne, égale ou supérieure à 15 km.

(1) Il existait une différence d'une personne à bord entre les parties poids et centrage du « Load and trim sheet » (313 et 314 pax). Le nombre de 313 a été retenu dans cette rubrique. Le fait d'avoir recensé ultérieurement un passager de plus, ne change pas les données ci-après.

Les vents et températures rencontrés en altitude sont:

500 mètres: 030°, 10 nœuds + 0,5 °cgr;
1 000 mètres: 040°, 10 nœuds — 3 °cgr;
1 500 mètres: 050°, 18 nœuds — 6 °cgr;
3 000 mètres: 010°, 15 nœuds — 15 °cgr;
4 000 mètres: 350°, 08 nœuds — 20 °cgr;
5 000 mètres: 340°, 12 nœuds — 39 °cgr.

Conditions météorologiques locales rencontrées sur les terrains d'Orly et de l'aéroport Charles-de-Gaulle (15 km du point d'impact), dans la période de temps où s'est produit l'accident:

	AÉROPORT d'Orly.		AÉROPORT Charles-de-Gaulle (Roissy).	
	11 h. 30.	12 heures.	11 heures.	12 heures.
Visibilité (km).....	Supérieure à 10.	20	15	15
Vent en surface (degrés et nœuds).	060/10	060/10	360/5	040/10
Nébulosité (octas)...	2/8 Cu 900	2/8 Cu 900	1/8 Cu 450	2/8 Cu 600
Plafond (mètres)...	1/8 Ci 7500	1/8 Ci 7500	1/8 Ci 8000	1/8 Ci 8000
QNH (millibars)...	1016.2	1016.2	1016.6	1016.5
QFE (millibars)...	1004.4	1004.4	1003.1	1003.1
Température.....	+ 6	+ 6,2	+ 5	+ 5,9
Point de rosée.....		— 0,2	+ 0,3	— 0,1
Humidité relative (pourcentage)...		56	72	61

Les observations faites au sol et en vol dans la région de l'accident peu de temps après l'impact concordent avec les relevés ci-dessus.

3.8. AIDES À LA NAVIGATION

Avant son décollage d'Orly, l'équipage du TC-JAV avait reçu du contrôle l'instruction de suivre la procédure de départ n° 18 et d'afficher le code transpondeur 2.3.5.5.

3.8.1. La procédure de départ n° 18 impliquait l'utilisation des V. O. R. suivants:

O. L. : 111,2 MHz, implanté sur le terrain d'Orly 48° 43' N - 02° 23' E. Ce V. O. R. est complété par un D. M. E. (C. H. 49) 48° 42' 55" N - 02° 22' 50" E.

C. L. M. : 112,9 MHz : 48° 50' 40" N - 03° 00' 51" E. A la même implantation on trouve un N. D. B. (C. L. M.) 413 kHz. (Le D. M. E. C. H. 76 n'était pas en fonctionnement à la date de l'accident.)

M. T. D. : 115,8 MHz (à la date de l'accident) 49° 32' 05" N - 02° 29' 24" E. Un N. D. B. « M. T. D. », 377 kHz est implanté 49° 33' 13" N - 02° 28' 30" E. (L'impact a eu lieu dans le 172° de M. T. D., à environ 24 N. M.)

Aucune panne de ces aides radioélectriques n'a été enregistrée pendant la période où s'effectuait le vol du TC-JAV.

3.8.2. Radars.

L'image des radars primaires des aéroports d'Orly et du Bourget est filmée en permanence. C'est à partir des films réalisés sur ces deux terrains qu'a été reconstituée la trajectoire du D. C. 10, de son départ d'Orly jusqu'au voisinage du point d'impact.

Coordonnées du radar primaire du Bourget : 02° 26' 11" E - 48° 56' 54" N.

Coordonnées du radar primaire d'Orly : 02° 23' 39" E - 48° 43' 51" N.

Les scopes étaient réglés sur une portée de 30 NM, les markers concentriques, espacés de 5 NM.

Le centre de contrôle régional Nord est doté de radars de surveillance, primaire et secondaire, ayant une zone de pleine détection de 100 NM. Ces radars sont implantés dans le périmètre du terrain d'Orly.

L'image du radar secondaire n'est pas filmée; c'est par le rapport du chef de quart et de l'officier contrôleur de service qu'on apprend que « l'étiquette » du radar secondaire a disparu de l'écran, sensiblement au moment où l'alarme de survitesse était entendue sur la fréquence. L'altimètre indiquait alors le niveau 130.

Le code 7700 « Etat d'urgence » n'a pas été affiché par l'équipage, ce qui n'est pas anormal compte tenu des circonstances.

Le plan de vol déposé avant le départ du D.C. 10 mentionnait, dans sa case 10 S.S.R., la lettre « I » se rapportant à un répondeur 4096 codes en modes A et B. Normalement, les lettres J.K. auraient dû être mentionnées case 10 du plan de vol, puisqu'elles se rapportent à des équipements susceptibles de la transmission automatique de l'altitude pression, ce qui était le cas de ceux dont était muni de TC-JAV.

9. TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les enregistrements des liaisons entre les différents services au sol et l'avion ont fait l'objet des transcriptions en annexe.

Les heures portées sur ces transcriptions résultent d'une chronologie unique établie à partir des pistes horaires et contrôlées à l'écoute.

En ce qui concerne les liaisons avec le centre de contrôle Nord, il a paru utile, outre les communications établies sur 131,35 MHz avec le TK 981, d'indiquer certaines communications avec d'autres appareils sur les fréquences 131,35 MHz, 128,1 MHz et 128,3 MHz (émission groupée sur les 3 fréquences pour Paris Contrôle).

A. — Aéroport de Paris-Orly. — Aucun problème technique ou de compréhension n'est apparu au cours des communications suivantes :

- 11 h 11' 30" à 11 h 14' 20" : Orly-prévol sur 120,5 MHz ;
- 11 h 14' 30" à 11 h 28' 30" : Orly-sol sur 121,7 MHz ;
- 11 h 28' 40" à 11 h 32' 00" : Orly-aéroport sur 118,7 MHz ;
- 11 h 32' 10" à 11 h 36' 00" : Orly-départ sur 127,75 MHz.

B. — Centre de contrôle régional Nord : Paris contrôle (131,35 MHz). — Cinq communications de routine, 11 h 36' 10" à 11 h 37' 10" entre le TK 981 et C. C. R./N n'appellent aucun commentaire.

11 h 40' 10" un signal très bref précédant immédiatement la communication du contrôle peut faire penser qu'il s'agit d'une première émission du TC-JAV (alarme pressurisation).

11 h 40' 13" à 11 h 40' 41" : émission dont le caractère d'appel à l'intention du contrôle n'est pas certain. Les paroles entendues correspondent à un dialogue entre les membres d'équipage sur les graves anomalies se déroulant à bord. Les alarmes sonores pressurisation (jusqu'à 11 h 40' 22") et survitesse (de 11 h 40' 22" à 11 h 40' 41") figurent également dans cette émission.

11 h 41' 04"/05 : émission très brève sur 131,35 MHz pouvant provenir du TC-JAV.

11 h 41' 06"/07 à 11 h 41' 13" : toujours sur la fréquence 131,35 MHz, émission d'une onde porteuse, non modulée, dont l'interruption semble correspondre à l'instant de l'accident.

11 h 41' 50" à 11 h 46' 50" : huit appels de Paris contrôle, adressés au TC-JAV restent sans réponse.

Fréquence de détresse 121,5 MHz : entre 11 h 36' 00" et 11 h 50' 00". Aucun appel et aucun bruit anormal ne sont enregistrés sur cette fréquence.

10. AÉRODROME. — ASSISTANCE AÉROPORTUAIRE

Le 3 mars à 10 heures du matin, le D.C. 10 TC-JAV, en provenance d'Istanbul, s'immobilise au point de stationnement Alpha 2.

Le point A.2 est situé devant la face nord de la jetée qui prolonge l'aérogare Orly-Sud en direction de l'Ouest. Des passerelles télescopiques, dépendantes de la jetée, assurent la liaison entre le bâtiment et l'avion.

Un personnel nombreux s'est occupé de l'appareil durant son escale de quatre-vingt-dix minutes.

Ce personnel appartenait :

A la gendarmerie des transports aériens et à la police de l'air pour la sécurité de l'avion au sol et le contrôle des passagers embarqués ;

A la Compagnie Turkish-Airlines (chef d'escale et ses assistants) ;

A la Société Shell-Française en ce qui concerne l'avitaillement en carburant ;

Enfin, outre le personnel chargé du nettoyage de la cabine, l'assistance aéroportuaire proprement dite était assurée par l'Aéroport de Paris et son entreprise sous-traitante, la Société Samor.

3.10.1. Opérations. — Trafic.

Le personnel Aéroport de Paris comprenait :

Un agent d'opération chargé de la préparation technique du vol, M. Marteau ;

Un agent de trafic chargé du chargement en fonction du centrage et des capacités offertes, M. Salaun.

Ces personnes devaient assurer également l'envoi et la réception des messages concernant le vol TK 981.

Un superviseur, M. Merlier, assurait la liaison entre les responsables opération-traffic et l'avion ;

Un coordonnateur de piste, M. Baudouin, orchestrait les différentes opérations d'escale au profit du D.C. 10.

Bien que leurs tâches ne soient pas exclusivement consacrées à l'appareil des Turkish-Airlines, trois mécaniciens de piste se sont occupés de l'avion :

M. de Altis a procédé à la mise en place des cales de roues et du groupe électrogène du type DU 812-2, lors de l'arrivée du TC-JAV. Le groupe de parc n'a pas été utilisé en raison du bon fonctionnement du groupe autonome de bord (A.P.U.) ;

M. Baby a effectué avec son tracteur les manœuvres de push-back au départ du point de stationnement A.2 ;

M. Vaudry a enlevé les cales des roues et les diverses sécurités lorsque l'avion a été prêt à rouler, à son départ pour Londres.

3.10.2. Déroulement des opérations d'escale.

3.10.2.1. Manutention du fret et des bagages.

Ces opérations ont été effectuées par le personnel de la Société Samor conformément à une convention aéroportuaire passée entre la Compagnie Thy et l'Aéroport de Paris.

Ce personnel comprenait :

Un chef d'équipe de manutention, M. Voisin ;

Trois conducteurs d'engins spécialisés, MM. Dumas, Pereira et Cavaco ;

Trois manutentionnaires « arrimeurs-soutiers », MM. Delfau, Tacheau et Mahmoudi.

Soute avant : cette soute, chargée à Istanbul de 2 896 kg à destination de Londres, terminus du vol TK 981, n'a pas été ouverte à Orly.

Soute centrale : personnel s'étant occupé de la soute centrale : MM. Cavaco, Voisin et Dumas.

Matériel utilisé : plate-forme élévatrice Sovam, type PE 45.

Déchargement de 1 111 kg de fret, d'un lot de palettes vides et d'un sac postal de 40 kg environ. Les opérations de déchargement se sont terminées vers 10 h 15.

Chargement : 1 525 kg de bagages appartenant aux passagers embarqués à Orly. Les opérations de chargement ont commencé à 10 h 55 et se sont terminées vers 11 h 05. La porte a été fermée vers 11 h 10 par M. Cavaco.

Soute arrière : personnel chargé de la soute arrière : MM. Pereira, Delfau, Mahmoudi et Tacheau.

Matériel utilisé : tapis élévateur Cohram (hauteur maximum : 5 mètres).

Déchargement : 915 kg de bagages, 335 kg de sacs postaux (la soute a été entièrement vidée de sa charge). Les opérations de déchargement se sont terminées vers 10 h 25.

Chargement : il n'y a eu aucune charge (fret ou bagages) embarquée dans cette soute. La porte de soute a été fermée vers 10 h 35 par M. Mahmoudi qui a déclaré avoir procédé, comme à l'ordinaire, sans difficultés particulières, et n'avoir constaté aucune anomalie. M. Mahmoudi a également déclaré qu'il n'a pas regardé par le hublot d'inspection, opération qu'il avait vu faire mais qu'il n'effectuait jamais et dont il ignorait le sens.

3.10.2.2. Personnel de la Compagnie Thy.

Le personnel de piste de la Compagnie Thy n'a pas participé directement aux opérations de manutention et de chargement.

En l'absence du mécanicien d'escale, en instruction à Istanbul, un autre mécanicien avait été embarqué au départ de ce dernier aéroport.

Après la fermeture de la porte cargo arrière gauche par M. Mahmoudi, personne n'a vu ce mécanicien ou un autre membre d'équipage procéder, au moyen du hublot prévu à cet effet, à l'inspection des brochures dont le non engagement n'a donc pas été constaté ; cette opération aurait, d'ailleurs, nécessité, une fois le travail de M. Mahmoudi terminé, la mise en place d'un dispositif d'accès.

3.10.2.3. Mouvement de passagers en cabine.

50 passagers à destination de Paris ont été débarqués à Orly.
216 passagers à destination de Londres ont été embarqués.

3.10.3. Avitaillement en carburant.

La Société Shell-Française a fourni 10 350 litres de carburateur JET A1, à bord du D.C. 10 TC-JAV.

Au moment de sa livraison, le test « Shell detector » de recherche d'eau dans le carburant s'est avéré négatif.

Huit échantillons de carburant, prélevés dans les bacs 11 et 21 ont été examinés par le laboratoire « Carburant et lubrifiant » du centre d'essais des propulseurs de Saclay, et ont fait l'objet du rapport d'expertise n° 1057-LC 74 dont les résultats sont satisfaisants.

L'avitaillement en carburateur a débuté à 10 h 15' et s'est terminé à 10 h 30'.

3.10.4. Service de sécurité.

Ce service est assuré par la gendarmerie des transports aériens. Il comprend la garde statique de l'appareil pendant toute la durée d'escale, l'escorte de l'appareil jusqu'au seuil de la piste d'envol.

La garde au point Alpha 2 a été assurée par un gendarme entre 10 h 05' et 11 h 20'.

L'escorte de l'appareil a été effectuée par deux gendarmes entre le point Alpha 2 et le seuil de la piste de décollage 08.

Les passagers embarquant à Orly, ainsi que leurs bagages, ont été l'objet d'une fouille effectuée par les services de la police de l'air et des frontières.

Ces diverses opérations de routine n'ont suscité aucun commentaire de la part des personnels qui en ont été chargés.

3.10.5. Cheminement au sol.

Entre le point de stationnement Alpha 2 et le seuil de la piste 08, l'équipage du vol TK 981 a emprunté le cheminement suivant :

Mancœuvre du push-back, l'avion étant placé en position « nose in » devant le satellite de l'aérogare Sud ;

Voie de circulation passant entre les points A5 et A6-D11 et D13 ;

Virage à droite et voie n° 1, après le point E9 virage à gauche pour emprunter la voie 37.

3.10.6. Piste utilisée.

La piste de décollage 08, utilisée par le TC-JAV est orientée au Q.F.U. 080°, sa longueur est de 3 310 mètres et sa largeur de 45 mètres.

Le balisage comprend une ligne d'approche (HI et BI), des projecteurs (HI) et des feux (BI).

L'altitude moyenne du terrain est de 89 mètres.

3.11. ENREGISTREURS DE BORD**3.11.1. Enregistreur de conversations et alarmes sonores.**

Le TC-JAV, conformément aux dispositions réglementaires nationales et internationales, était équipé d'un enregistreur de conversations et alarmes sonores (C.V.R.), de type Collins, modèle 642 C-1. Placé à côté de l'enregistreur digital des paramètres, il est situé à l'intérieur du compartiment cargo inférieur arrière et immédiatement en arrière de la porte cargo arrière gauche.

Retrouvé à environ 150 mètres en aval du point d'impact initial dans la forêt d'Ermenonville, l'enregistreur a subi des détériorations, mais la bande magnétique est restée exploitable. La première audition de cette bande et des copies a été réalisée au service technique de la navigation aérienne, en présence des experts français et étrangers de la commission d'enquête.

Dans la transcription de cet enregistrement la chronologie a été établie en harmonie avec les pistes horaires des communications échangées entre l'avion et les organismes du contrôle (aéroport et C. C. R. Nord).

Il est à noter que le temps qui s'écoule, soixante-dix-sept secondes, entre le bruit de la décompression et l'arrêt de l'enregistrement du C.V.R. est pratiquement identique à celui décompté sur l'enregistreur digital des paramètres. Toutefois, entre l'heure fournie par ce dernier (indication prise sur le chronomètre du panneau mécanicien) et celle commune aux C. C. R./Tour/C. V. R., on constate pour la période en question un décalage de l'ordre de 30 secondes (Heure C. C. R. = heure D. F. D. R. - 30).

Compte tenu des divers éléments de comparaison utilisables, ce décalage paraît sensiblement constant et du même ordre sur l'ensemble du vol.

Outre les indications déjà fournies par les communications enregistrées au sol et les diverses observations portées sur la transcription jointe, l'étude du C.V.R. met notamment en relief les points suivants dans la phase ultime du vol :

Décompression entendue à 11 h 39' 56".

Audition de l'alarme pressurisation presque immédiatement et pour une durée d'un peu moins de 25 secondes.

Identification de la nature de l'accident par l'équipage.

Audition de l'alarme survitesse vers 11 h 40' 23" jusqu'à, semble-t-il, la fin de l'enregistrement (bien que très peu audible dans les derniers instants), soit pendant une durée de l'ordre de 50 secondes.

Arrêt du C. V. R. à 11 h 41' 13".

3.11.2. Enregistreur digital des paramètres du vol (D. F. D. R.).

Conformément aux dispositions réglementaires nationales et internationales, le TC-JAV était équipé d'un enregistreur digital des paramètres de vol, de type Sunstrand data control, modèle 573 A, numéro de série 2104, situé sous le plancher côté gauche, à côté de l'enregistreur des communications verbales et alarmes sonores (C. V. R.), immédiatement en arrière de la porte cargo arrière gauche.

Retrouvé dans la zone de l'épave principale, à environ 600 mètres du point d'impact initial, le coffret de protection avait subi à l'impact des dommages assez importants (pas de trace d'incendie ou de dépôts de fumée, mais la bande magnétique en vicalloy était très sale, plissée et cassée en deux endroits). Après transport aux E. U., le dépouillement de la bande a été effectué par les soins du N. T. S. B. chez les industriels Sunstrand et Teledyne, en présence d'experts français du C.E.V. de Brétigny et du bureau Enquêtes-Accidents. Ce dépouillement a été restitué sous forme de courbes et ultérieurement, au C. E. V., un nouveau dépouillement a été effectué sur l'installation Reseda en utilisant les étalonnages du groupe K. S. S. U. Les résultats obtenus ont été concordants.

Les principaux points de ce dépouillement peuvent se résumer comme suit :

Décollage : 11 h 31' (chronologie de l'enregistreur) :

Effectué à poussée réduite, la rotation débute à 143 Kt, soit 4 Kt en-dessous du V_2 précalculé, et la durée du roulement a été de l'ordre de 40 secondes.

Durant le décollage, le réglage du plan fixe horizontal était d'environ $-6^\circ \frac{3}{4}$, l'incidence maximale de 19° , tandis que le braquage des gouvernes de profondeur variait progressivement de 8° à 11° .

Montée : 11 h 32' à 11 h 39' (même chronologie) :

Se déroule normalement. A noter un palier à 6 000 pieds pendant plus de deux minutes (11 h 35' et 11 h 36'). Peu avant d'atteindre 12 000 pieds, l'avion monte à 300 Kt indiqués avec une vitesse verticale de 2 200 pieds/mminute.

L'assiette est de l'ordre de 3° , le plan fixe est réglé à $\frac{3}{4}$ de degré à cabrer, les profondeurs sont braquées à monter de 2° à 3° .

Accident :

La dépressurisation peut être estimée à 11 h 40' 26" vers 11 500 pieds ; deux secondes plus tard, on constate :

Un braquage à gauche d'une dizaine de degrés des deux gouvernes de direction, l'altération de cap à gauche est de 9° ;

Un mouvement à piquer des gouvernes de profondeur dont le braquage a diminué d'environ 3° , tandis que l'assiette diminue d'autant ;

Le calage enregistré du stabilisateur horizontal passe de 1/2 degré à cabrer à 6° 1/2 à piquer ;

Le régime du réacteur n° 2 est tombé à 45 p. 100 dès 11 h 40'29".

(Une seule de ces informations est aberrante : le calage du stabilisateur horizontal limité par une butée mécanique a un braquage inférieur à celui enregistré après l'accident. En outre, le stabilisateur horizontal ne peut se déplacer aussi rapidement et une variation de braquage aussi importante que celle indiquée aurait inmanquablement induit des accélérations verticales beaucoup plus importantes que celles enregistrées. Le capteur de mouvement intéressé étant à l'avant sur le câble qui renvoie cette information au cockpit, il est plus que probable que la valeur douteuse enregistrée correspond à une tension de ce câble, corrélative à la destruction du plancher.)

Le piqué de l'avion s'accroît rapidement, l'assiette de — 20° est atteinte 22 secondes après la décompression ; simultanément la vitesse croît jusqu'à 362 Kt, bien que les réacteurs 1 et 3 aient été réduits.

A la fin de la minute 11 h 40', la vitesse atteint 400 Kt à 7200 pieds, les ailerons semblent fonctionner correctement et l'inclinaison à gauche ne dépasse pas 20°.

Au début de la minute 11 h 41', l'assiette va progressivement diminuer et la vitesse se stabiliser autour de 430 Kt sans que ceci paraisse dû aux gouvernes.

L'impact survient à 11 h 41' 43" (chronologie enregistreur) sous une assiette de — 4°, à une vitesse de 423 Kt et au cap 281°.

3.12.

EPAVE

3.12.2

Epave principale

Le D.C. 10 a abordé le sol dans le département de l'Oise, au hêudit Le Bosquet de Dammartin, sur le territoire de la commune de Fontaine-Chalais.

Le site de l'accident se présente comme un vallon encaissé, orienté d'Est en Ouest, couvert de pins sylvestres et de pins maritimes. Le relief en est tourmenté et comporte quelques rochers dans sa partie Est. L'altitude moyenne du sol est de 105 mètres.

La superficie intéressée par l'impact de l'avion dépasse les 65 000 mètres carrés. L'avion s'y est littéralement désintégré en débris de petites dimensions. L'appareil des Turkish Airlines a tracé dans la forêt une saignée longue de quelque 700 mètres sur une centaine de mètres de largeur.

Lors de l'impact initial, à la cime d'arbres d'une hauteur de 10 mètres environ, l'avion suivait un cap de 280°, son assiette était voisine de — 4° et son inclinaison latérale à gauche de l'ordre de 17°. Ces éléments résultent des informations concordantes recueillies sur l'enregistreur de vol, et de l'observation des lieux. La vitesse très élevée se situe entre 420 et 430 Kt (800 kilomètres/heure).

En prenant comme origine des distances ce premier impact en bordure de la route forestière des Epines, on constate que la violence du choc a provoqué une destruction cahotique de la cellule. Les débris identifiés appartiennent aussi bien à l'avant de l'avion qu'à sa structure arrière.

L'impact avec le sol se situe à environ 330 mètres du heurt initial. Sur ces 330 mètres, l'avion a été décomposé en centaines d'arbres. On trouve répandus sur une largeur de 100 à 150 mètres des débris de la voilure, des encadrements des portes avant. A 220 mètres environ et à 60 mètres (Sud) de la ligne médiane de la saignée, a été retrouvé l'enregistreur de conversation (C.V.R.) dont on sait qu'il est monté dans l'avion, à l'arrière gauche, à l'aplomb du bord d'attaque de l'empennage vertical.

Entre 170 et 270 mètres on a noté sur les deux bordures extérieures du vallon des traces de kérosène permettant de localiser le démembrement des réservoirs. Des débris du réacteur droit sont également relevés sur la face Nord de la zone dévastée par l'avion.

Entre 250 et 270 mètres, sur cette même face Nord, on trouve de nombreux et petits débris appartenant en majorité à la voilure et aux réacteurs.

C'est entre 330 et 440 mètres que peut se localiser le contact de la cellule avec le sol. Il s'est ensuivi une violente explosion et la quasi-désintégration de l'avion. On trouve dans cette zone, pêle-mêle, une très grande quantité de petits fragments provenant de toutes les parties de l'avion.

De 400 à 600 mètres, se trouvent répandus sur toute la largeur de la zone de crash, des débris variés généralement de faibles dimensions. C'est dans cette portion et à sa limite gauche qu'a été retrouvé l'enregistreur digital des paramètres de vol. En fin de cette partie se trouvaient deux débris d'assez grande dimension, l'étampot et un élément de fuselage avec encadrement de porte et neuf hublots.

A 650 mètres, sur la route dite « de la cavée », a été récupéré le réacteur central. Ce moteur avait conservé une homogénéité suffisante pour permettre l'analyse de ses composants.

Les derniers débris ont été retrouvés à 700 mètres du point d'impact initial.

3.12.2.

Eléments retrouvés à Saint-Pathus.

Les corps de six passagers, divers éléments de siège et les débris de la porte arrière cargo ont été retrouvés sur la trajectoire suivie par l'avion, 15 kilomètres avant l'épave principale, le 4 mars au matin par les experts français accompagnés des gendarmes de Saint-Pathus.

Porte cargo arrière gauche :

Les éléments de cette porte étaient constitués :

Du tiers inférieur de la porte avec les 4 crochets et leur mécanisme de commande et de verrouillage complet, ainsi que la bielle de commande du « Lock-tube ». Le moteur électrique du vérin de commande des crochets n'a pas été retrouvé ;

D'une partie comprenant la poignée de verrouillage (handle) avec biellette et tube de commande de la « vent door », ainsi que la ferrure supérieure arrachée de la bielle de commande du « Lock-tube ». La « vent-door » n'a pas été retrouvée ;

Du levier supérieur de manœuvre d'ouverture de la porte.

Tous ces éléments, tombés en chute libre dans des champs fraîchement labourés, se sont enfoncés dans le sol assez mou et, de ce fait, ont peu souffert du choc sur le sol. Les cassures qu'ils comportent ont été faites, en vol, à l'éjection.

Les constatations visuelles effectuées immédiatement sur les lieux de chute ont mis en évidence :

L'absence de traces d'incendie ou de surchauffe ;

Une fermeture incomplète des crochets de la porte ;

Le non-engagement des broches de sécurité (lock-pins) ;

Le moteur électrique du vérin (latch actuator) a été arraché de son support et n'a pu être retrouvé ;

La poignée (handle) était sortie de son logement (position ouverte), le cliquet (trigger) qui la maintient dans son logement a été forcé et se manœuvre difficilement ;

Les biellettes de commande des crochets n'avaient pas dépassé le « point mort » (over center) et un léger effort sur les crochets entraînait un déplacement de l'ensemble du vérin qui n'était plus fixé positivement par sa partie supérieure sur la structure de la porte.

Tous ces éléments ont ensuite été transportés, d'abord au Bourget, puis au centre d'expérimentation des propulseurs à Saclay, pour examen plus détaillé en laboratoire.

Identification de la porte :

Deux références étaient imprimées au tampon encreur sur la porte en deux endroits différents :

Première référence : P/N NFA 6070-501 N - S/N 46704/11 FG 401 ;

Deuxième référence : P/N NFA 6070-507.

Sous cette référence étaient inscrites les indications ci-après :

F/N : 29 ;

Edition : 1 ;

Prod. : 05804 ;

Insp. accept. : ZAI 04.

La consultation du plan Douglas NFA 6070 « W » confirmait la référence de la porte : NFA 6070-507 (l'installation de la « vent door » expliquant l'évolution de la référence 501 à 507).

Constatations principales effectuées sur les débris de la porte :

Un trou, non prévu par Douglas et percé par T. H. Y., existait sur la plaque d'instruction d'ouverture manuelle du vérin de verrouillage afin d'accéder directement à la prise de mouvement (exécution non conforme du SB 52-38) ;

La bielle (Link Assy P/N ADA 7366-501), située entre la poignée de commande et le « torque tube » de la « vent door », était fléchi ;

Le palier supplémentaire prévu pour le « torque tube » de la « vent door » par le SB 52-37 n'avait pas été installé (1);

La bielle (Link Assy P/NADA 7372), située entre le « torque tube » de la « vent door » et le « lock tube » des broches de sécurité, était pliée et les deux rivets de fixation du guignol étaient cisailés;

Le coin structural inférieur avant de la porte était déformé. Cette déformation due au contact avec le sol après une chute de 3 600 mètres avait entraîné une légère déformation du « lock tube » de manœuvre des broches de sécurité et du support du lock limit switch;

Le lock tube portait à son extrémité le chanfrein prévu par le SB 52-37. Les grossières traces de limé et les irrégularités de l'entaille prouvent que cette opération avait été faite manuellement;

Le poussoir (striker) du « unlock limit switch » était équipé de deux cales d'origine Douglas P/NAFA 3210-1 surmontées d'une troisième cale sans référence se présentant sous forme d'une feuille métallique mince froissée, présentant de nombreux plis sur la face qui devait appuyer sur le rouleau du « unlock limit switch ». La présence surprenante de cette pièce, inhabituelle sur un matériel de qualité aéronautique, ne pouvait qu'entraîner des imprécisions et des fonctionnements erratiques de l'interrupteur permettant d'alimenter le moteur du vérin (latch actuator) dans le sens d'ouverture des crochets seulement. Cette réalisation défectueuse était sans influence sur la sécurité, mais pouvait être à l'origine de nombreuses difficultés d'ouverture de la porte.

3.13. RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX ET PATHOLOGIQUES

Dès le lendemain de l'accident, il avait été décidé, pour les commodités de l'enquête, de grouper les corps des passagers et membres d'équipage à l'institut médico-légal de Paris.

Vu le nombre exceptionnellement élevé des victimes, des difficultés ont cependant été rencontrées, l'institut n'étant pas adapté à des accidents de ce type.

Les constatations suivantes ont notamment pu être faites:

Lésions observées:

Du point de vue traumatologique, les lésions pouvaient être classées en deux catégories:

a) Les corps recueillis sur le site principal de l'accident, dans la forêt d'Ermenonville, étaient caractérisés par une importante fragmentation (près de 20 000 fragments répertoriés) liée à la violence de l'impact.

b) Par contre, les six corps retrouvés près de Saint-Pathus, bien que présentant des fractures et des lésions viscérales graves, étaient entiers. Un examen soigneux a montré:

- l'absence de brûlure externe;

- l'absence de blessure externe, pouvant évoquer la projection de fragments, métalliques ou autres, par explosion criminelle ou accidentelle;

- l'absence de corps étrangers dans les tissus profonds à la radioscopie-télévision.

Toxicologie:

Des analyses toxicologiques systématiques ont été réalisées sur les six corps éjectés de Saint-Pathus, ainsi que sur plusieurs fragments recueillis à Ermenonville, choisis au hasard. Il n'a été décelé: ni oxyde de carbone, ni dérivés cyanhydriques, ni dérivés chlorés, ni alcool.

Identification:

188 corps ou parties de corps ont été identifiés de façon certaine en utilisant plusieurs techniques:

- Dactyloscopie (notamment pour les ressortissants turcs et japonais en raison de l'existence de fichiers nationaux);

- Etat dentaire;

- Mensurations osseuses;

- Vêtements, objets personnels.

Il est à noter que la dactyloscopie a été d'un grand secours et que l'utilisation d'un ordinateur s'est avérée indispensable pour traiter l'énorme somme de données nécessaires aux identifications.

3.14.

INCENDIE

Les conditions de l'impact (désintégration à très grande vitesse dans les arbres) ont été telles qu'il n'y a pratiquement pas eu d'incendie, hors quelques îlots très superficiels où des feux de courte durée n'ont subsisté que quelques instants, faute d'éléments.

Le carburant utilisé était du carburateur JET A1 dont environ 23 500 litres étaient à bord au moment de l'impact.

3.15.

SURVIE DES OCCUPANTS. — OPÉRATIONS DE SECOURS

3.15.1.

Survie.

L'accident s'est déroulé en deux phases qui ne laissent aucune chance de survie aux 346 occupants du D.C. 10. La première phase s'est produite à 11 h 40' à la verticale de la commune de Saint-Pathus, où six occupants ont été projetés hors de l'avion à une hauteur d'environ 3 600 mètres.

La deuxième phase est celle de l'impact à 11 h 41', où l'avion a aboré la forêt à une vitesse de 430 kt (800 km/h), ne laissant aucune chance de survie à ses occupants.

3.15.2.

Opérations de secours.

Le contrôle a constaté immédiatement la perte de contact radio radar et a pu localiser la région de l'accident simplifiant ainsi l'action des services d'alerte et de recherche (appels V. H. F. sans réponse de 11 h 41' 50" à 11 h 46' 50", recherches téléphoniques en liaison avec Orly, Le Bourget et Creil, de 11 h 44 à 12 h 38').

Alors que le processus de secours était déjà largement engagé le message de « Detresfa » a été émis par le centre de contrôle régional Nord à 12 h 00', le message de « présomption d'accident » à 12 h 40'.

L'avis de « notification d'accident », après recueil sur place des renseignements, était adressé à 16 h 15' et la fin de « Detresfa » à 16 h 50'.

À 18 h 40', le centre de Doullens annonçait que l'opération SAR avait pris fin à 17 h 32'.

Outre l'observation des faits par le centre de contrôle régional Nord, la chute du D.C. 10 était signalée dès 11 h 45' à la brigade gendarmerie de Senlis par le poste de C.R.S. de Survilliers (Val-d'Oise). À partir de 11 h 45', des moyens de secours exceptionnellement importants (aériens et terrestres) étaient mis en œuvre par les autorités civiles et militaires (gendarmerie, armée, centres de secours civils, aéroports de Paris, etc.).

À 12 h 15', dans des délais très rapides, les premiers secours arrivèrent sur place. Le transfert des corps des victimes vers l'église Saint-Pierre de Senlis débuta à 13 h 45'.

Les corps retrouvés près des villages de Saint-Pathus et d'Osillery furent acheminés sur l'hôpital de Meaux.

Dix-sept centres de secours (mettant en œuvre des moyens civils et militaires) avec cinquante-six véhicules divers, sont intervenus et environ 300 personnes ont participé aux opérations de la première journée.

Enfin, les opérations matérielles de transfert des débris de l'épave ont débuté le 8 mars pour s'achever le 20 du même mois.

3.16.

ESSAIS ET RECHERCHES

3.16.1.

Expertise du réacteur n° 2.

Le réacteur central, General Electric CF6-6D n° 451-200, a été expertisé au centre d'essais des propulseurs de Saclay.

Son examen a permis de tirer les conclusions suivantes:

Les détériorations mécaniques constatées sont dues à l'impact. Le réacteur était éteint au moment de l'impact;

Le moteur tournait à ce moment en autorotation à faible vitesse;

Aucune trace d'incendie n'est à signaler.

3.16.2.

Expertise des servo commandes et d'une vis de commande du stabilisateur.

Les servo commandes (quatre de profondeur, deux de direction et quatre d'ailerons) ont été récupérées très peu abîmées et ont pu être expertisées.

Ces expertises ont été conduites dans les laboratoires hydrauliques de la compagnie U.T.A. au Bourget. Un contrôle caractéristique électrique des valves électrohydrauliques (transfert a été effectué et aucune anomalie n'a été décelée, dans la partie hydraulique, ni dans la partie électrique.

(1) Le SB 52-37 ne mentionne pas dans les avions concernés le TC-JAV, la modification prévue aurait, en effet, dû être effectuée en usine avant la livraison. Par suite d'un oubli du constructeur, l'avion a été livré sans la modification, le début d'application sur le lock tube semble prouver que l'erreur avait subi un début de rattrapage.

Une des deux vis de commande du plan stabilisateur sur laquelle se trouvait l'écrou bloqué par suite du choc dû à l'impact, a également été examinée.

L'expertise de la vis et de son écrou a permis de mesurer le nombre de filets libres existant entre la base de la vis et la partie inférieure de l'écrou. Les mesures ainsi effectuées sur cette seule vis ont donné, pour le calage du stabilisateur, une valeur à l'impact très proche de la position enregistrée avant le départ de la porte.

3.16.3. Expertise du vérin (l'ach actuator) de la porte cargo arrière gauche.

Ce vérin irréversible a été déposé de la porte. Les deux boulons qui fixent la chape sur laquelle il est articulé, ont été retrouvés cisailés : l'effort de cisaillement a été estimé à 4700 daN.

Son extension était de 277,5 mm mesurée entre l'axe de fixation sur la structure et l'axe d'attache de la tige extensible. L'extension normale nécessaire au verrouillage correct des crochets est de 297 mm.

Une expertise complète a ensuite été effectuée avec la collaboration des autorités fédérales suisses dans les laboratoires de la Compagnie Swissair, à Zurich, agréés pour la maintenance de ce matériel.

Les points suivants ont été mis en évidence :

1° L'extension incomplète ne peut provenir que d'un arrêt prématuré du moteur électrique. Ce dernier n'ayant pas été retrouvé, il est donc impossible de dire si cet arrêt prématuré provient d'une défaillance intrinsèque du moteur, du fonctionnement du dispositif de protection thermique, ou d'une coupure accidentelle de l'alimentation électrique.

Il faut noter que les flasques des 4 crochets portent sur leur chant des marques importantes (arrachement de peinture et de métal) effectuées par les broches (fig. 8). Ces marques n'ont pas été produites au cours du dernier vol, car dans ce cas les crochets auraient été verrouillés. Elles prouvent que, dans des circonstances antérieures, la manœuvre permettant de dépasser le point mort (over center) était incomplète car les broches doivent passer librement sans frotter (fig. 1 et 5).

2° Les rondelles du roulement de butée à billes qui transmet l'effort de fermeture des crochets sont cassées.

Un essai de compression d'une butée à billes identique a montré qu'un effort d'environ 2000 daN provoquait la rupture des rondelles. Comme l'effort qui a cisailé les deux boulons d'attache supérieure (4700 daN) dépassait largement ce chiffre, il paraît normal que le roulement, en bon état, ait pu se casser en transmettant un tel effort.

Au cours des différents essais effectués en présence des membres de la commission d'enquête aux laboratoires de la Swissair à Zurich, le vérin (actuator) avec roulement cassé, équipé d'un moteur en bon état, a fonctionné au banc d'essai sous la « charge de fonctionnement » de 865 daN (11500 lbs). Par contre, son fonctionnement n'a pu se poursuivre au-delà de 1080 daN (2415 lbs) alors qu'il aurait dû atteindre, selon ses spécifications, la « charge limite » minimale de 1260 daN (2600 lbs).

En conclusion, deux hypothèses restent en présence quant à l'état du roulement de butée avant la dernière manœuvre de fermeture de la porte :

1° Le roulement était déjà détérioré : une telle avarie augmente la charge du moteur électrique et peut entraîner la coupure de l'alimentation électrique par fonctionnement normal du système de protection thermique ;

2° La cassure du roulement a été consécutive à l'effort anormal transmis immédiatement avant l'éjection de la porte.

3.16.4. Vérification électrique du fonctionnement des contacts du circuit électrique de porte.

La vérification du fonctionnement électrique des cinq contacts installés sur la porte a donné les résultats suivants :

Close limit warning switch : bon fonctionnement ;
Cockpit call syst switch : bon fonctionnement ;
Unlock limit switch : bon fonctionnement ;
Close limit switch : bon fonctionnement ;
Lock limit warning switch : ne fonctionnait pas (1) (tige faussée).

(1) Après dépose et nettoyage : bon fonctionnement (à noter que ce switch se situe dans la zone où la structure de la porte est déformée suite au choc dû à la chute).

3.16.5. Vérification des réglages de verrouillage.

a) Lock limit warning switch :

Il a été procédé aux réparations suivantes sur l'épave de la porte :

- redressement du « lock tube » ;
- redressement et remise en place du support du « lock limit warning switch » ;
- remplacement du « lock limit warning switch » endommagé lors de la chute par un switch neuf du même type.

Après remontage des éléments, les constatations suivantes ont été faites :

Le poussoir (striker) P/N 7797-3 monté en bout du lock tube est équipé de 10 cales d'épaisseur, soit :

Une cale P/N ADA 7773-1 ;

Huit cales P/N ADA 7773-501 ;

Une cale P/N ADA 7773-503,

dont l'empilage mesure 15,9 millimètres.

Lorsqu'on pousse le lock tube vers la position verrouillage, l'interrupteur éteint le voyant au poste d'équipage alors que les extrémités des broches sont encore à 3 millimètres des flasques de verrouillage (fig. 3). Il faut d'ailleurs noter que d'après le manuel de maintenance, l'extrémité des broches doit se trouver au maximum à 2 millimètres des flasques en position déverrouillée.

En conclusion, le réglage du « lock limit warning switch » était défectueux et provoquait l'extinction du voyant d'alarme au poste d'équipage alors que les crochets pouvaient ne pas être fermés.

b) Réglage du lock tube :

Les deux bielles de longueur ajustable qui permettent de faire varier les positions extrêmes du lock tube ont été redressées et leurs cotes de réglage mesurées (les fils à freiner bloquant les vis de réglage sont restés en place).

Biellette P/N ADA 7366 : entre axes : 302,79 millimètres ;

Bielle P/N ADA 7372 : entre axes : 914,38 millimètres.

Ces cotes ont ensuite été reportées sur les éléments correspondants d'une porte de même type prêtée par Mc Donnell Douglas, sur laquelle le palier supplémentaire prévu par le SB 52-37 avait été supprimé, la rendant ainsi conforme à la définition de la porte équipant le TC-JAV.

3.16.6. Essais sur une porte de même définition que celle du TC-JAV.

Les constatations suivantes ont été effectuées sur cette porte ainsi réglée aux cotes trouvées sur l'épave :

1° Crochets fermés, poignée de verrouillage fermée :

Les quatre broches de sécurité sont engagées derrière les flasques et interdisent l'ouverture des crochets, mais elles ne sont que partiellement engagées. Il manque 1,6 mm de course pour que l'extrémité affleure le plan de la face arrière des flasques (fig. 4).

Les documents officiels de réglage (Manuel de maintenance révision 4 de janvier 1973) prévoient que les extrémités des broches en position de verrouillage doivent dépasser la face arrière des flasques de 6,35 mm (fig. 5).

En conséquence, le lock tube avait, sur ce montage, une position de verrouillage insuffisante de $6,35 + 1,6 = 7,95$ mm.

2° Crochets ouverts :

Lorsque les crochets sont ouverts, le mouvement de la poignée vers la position fermée est arrêté lorsque les broches de sécurité viennent buter sur la face avant des flasques.

Des essais, effectués sur cette même porte avec des réglages différents de la position extrême des broches, ont mis en évidence que l'effort à appliquer sur la poignée, pour en forcer la fermeture, dépend de la position extrême (verrouillée) de réglage du lock tube.

Lorsque ce réglage est conforme aux prescriptions du constructeur, c'est-à-dire lorsque l'extrémité des broches dépasse de 6,35 mm la face arrière des flasques, il est humainement impossible de forcer la poignée même en l'absence d'un palier supplémentaire (SB 52-37).

Par contre, lorsque cette cote de dépassement de 6,35 mm diminue, l'effort de fermeture forcée diminue également. Il devient théoriquement nul lorsque l'extrémité de la broche est dans le plan de la face avant du flasque.

Lors des essais effectués (avec le réglage du lock tube insuffisant de 7,95 mm), la poignée a pu être ainsi fermée (et la « vent door » apparemment close) avec un effort de 22 daN (environ 50 lbs) (fig. 7).

Cette fermeture n'est possible que grâce aux déformations de la chaîne cinématique de transmission du mouvement du lock tube. La déformation principale se situant au niveau du « torque-tube » de manœuvre de la « vent door ». Le palier supplémentaire prévu en application du SB 52-37 (fig. 6) a précisément pour but de s'opposer à cette déformation.

Il faut noter que l'engagement partiel des broches tel qu'il a été reproduit sur la porte neuve correspond aux marques de frottement qu'elles ont laissées sur le chant des flasques de la porte du TC-JAV et qui n'intéressent que la moitié avant de leur épaisseur (fig. 8).

Conclusions :

Sur la porte neuve : le réglage défectueux des positions extrêmes du lock tube a permis de fermer la poignée sans effort excessif, bien que les crochets soient incomplètement fermés.

L'apparence extérieure de l'ensemble poignée, vent door, porte cargo ne permettait pas, sans inspection visuelle par le hublot prévu à cet effet, de suspecter une mauvaise fermeture.

Sur la porte du TC-JAV : l'épaisseur des cales du poussoir (striker) rendait impossible tout réglage correct des broches (toute tentative de porter le dépassement de la face arrière des flasques à la distance correcte prévue de 6,35 mm aboutissant fatalement à une détérioration du lock limit warning switch). Le mauvais réglage de cet interrupteur a provoqué l'extinction du voyant correspondant sur le tableau de bord alors que la porte n'était pas encore verrouillée.

Le dépassement insuffisant des broches a permis la fermeture de la poignée (handle) et celle de la vent door sans effort excessif, alors que les broches étaient en butée sur la face avant des flasques (fig. 7).

D'après les documents de fabrication et de contrôle recueillis par le NTSB auprès du constructeur Douglas, il apparaît que, compte tenu de l'exécution et de la vérification du travail suivant plans EOADA 7797 change A effectuées avant la livraison de l'appareil, les réglages des broches sur le fuselage n° 29 (TC-JAV) conduisaient à un dépassement minimum de 0,25 pouce (6,35 mm).

Ces documents n'apportent que des garanties formelles, mais ces réglages étaient aussi ceux figurant sur le manuel de maintenance (notamment sa revision 4 de janvier 1973) et devaient être vérifiés ou repris par l'exploitant à l'occasion de toute intervention relative à cette porte.

En résumé, les constatations faites sur l'épave de la porte du TC-JAV mettent en évidence un réglage défectueux du lock limit warning switch. D'autre part, les dimensions des bielles reportées sur la porte neuve de même définition ont permis d'estimer que le réglage des broches était également incorrect en position verrouillée.

Ce réglage ainsi reconstitué est cohérent avec celui du lock limit warning switch, ainsi qu'avec les traces et marques de frottement trouvées sur les broches et les flasques. Il permet enfin d'expliquer la manœuvre de la poignée sans effort excessif alors que les crochets n'étaient pas verrouillés.

3.16.7. Recherches : accident survenu le 12-juin 1972 du D. C. 10-10 N 103 AA près de Windsor (Ontario).

Au cours de ses travaux, la commission a été conduite à examiner le rapport du National Transportation Safety Board du 28 février 1973 relatif à la perte en vol de la même porte cargo arrière gauche d'un D. C. 10-10 des American Airlines.

Bien que le déroulement des faits et certaines des causes ne soient pas entièrement identiques, cet accident présente néanmoins des points communs avec celui du TC-JAV :

Les crochets n'étaient pas complètement refermés et les broches de sécurité n'étaient pas en place ;

Le voyant d'alarme au poste d'équipage s'était éteint avant que le verrouillage effectif ait eu lieu ;

L'altitude atteinte par le D.C. 10 d'American Airlines était du même ordre que celle du TC-JAV lorsque la porte s'est ouverte et les deux boulons (reliant la partie fixe du vérin à la structure de la porte) ont cédé dans les mêmes conditions ;

La décompression brutale du compartiment cargo a, faute de conduits d'équilibrage de pression suffisamment dimensionnés entre cabine passagers et compartiment cargo arrière, entraîné la détérioration du plancher et de sa structure. Ces déformations moins sévères que dans le cas du TC-JAV, où le plancher était plus chargé, ont diversement endommagé le fonctionnement des câbles de commandes, sans toutefois rendre l'avion entièrement incontrôlable.

Les conclusions du rapport du N.T.S.B. ont mis en cause un engagement incorrect du mécanisme de verrouillage et les caractéristiques du système qui pouvaient permettre une fermeture apparente de la porte alors que les crochets n'étaient pas en position verrouillée et que les broches de sécurité n'étaient pas engagées. Deux recommandations avaient été émises par les enquêteurs :

Modification du système de fermeture pour qu'il soit physiquement impossible de mettre en place la poignée dans son logement et la vent door en position fermée tant que les broches de sécurité ne sont pas engagées ;

Installation de conduits d'équilibrage de pression entre la cabine et le compartiment cargo arrière, de façon à minimiser les charges de pression sur le plancher de la cabine en cas de dépressurisation brutale du compartiment cargo.

La première de ces recommandations avait donné lieu aux modifications prévues dans les services bulletins impératif 52-35 et non impératifs 52-27 et 52-37 (ce dernier n'ayant reçu qu'un début d'exécution sur le TC-JAV).

D'autres modifications du système de fermeture de la porte ainsi que les moyens de pallier une dépressurisation brutale du compartiment cargo arrière étaient toujours à l'étude au moment de l'accident du TC-JAV.

PORTE ARRIERE CARGO DC 10
Schéma de principe de fermeture des crochets

Fig. 1.

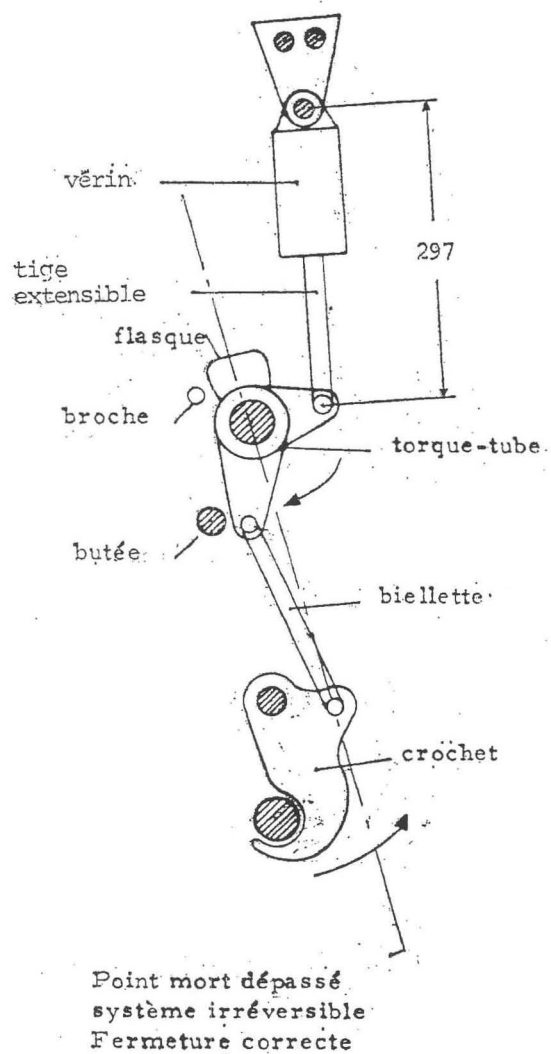
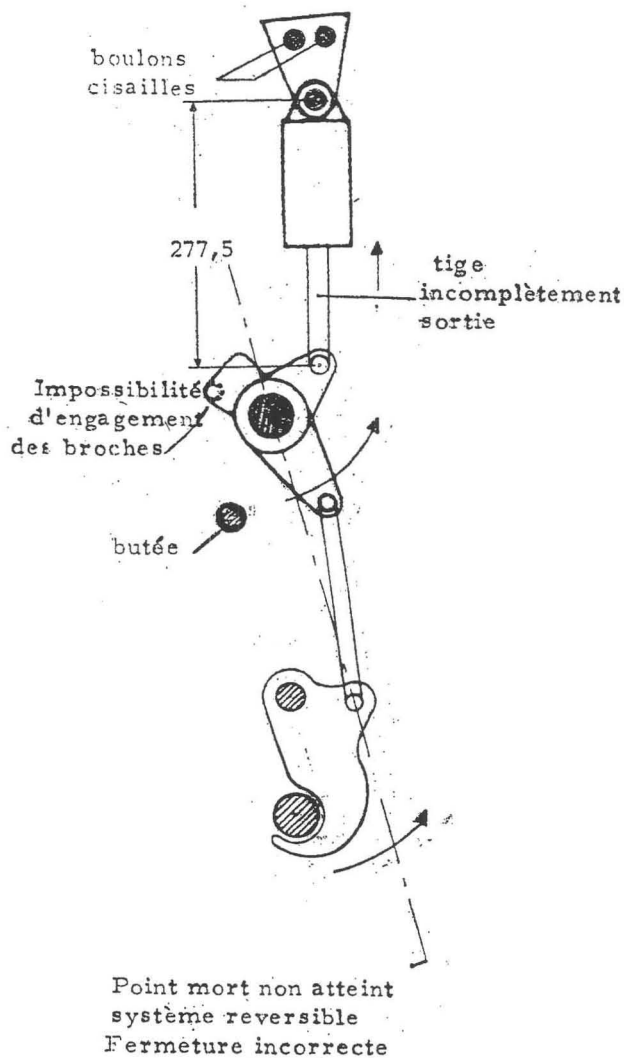


Fig. 2.



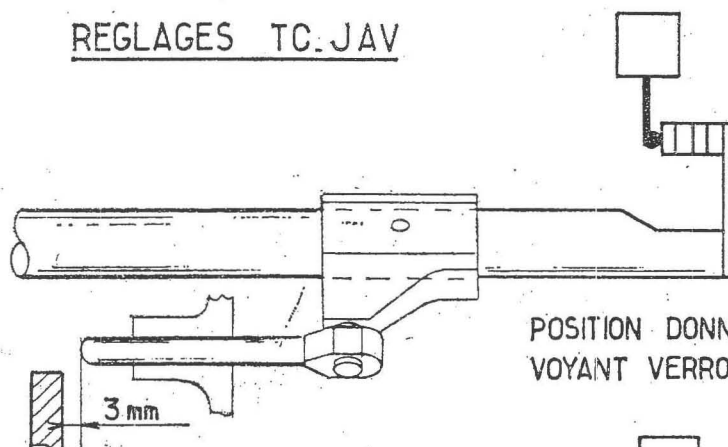
Légende

-  points fixes sur la structure
-  sens des efforts transmis par les crochets

85

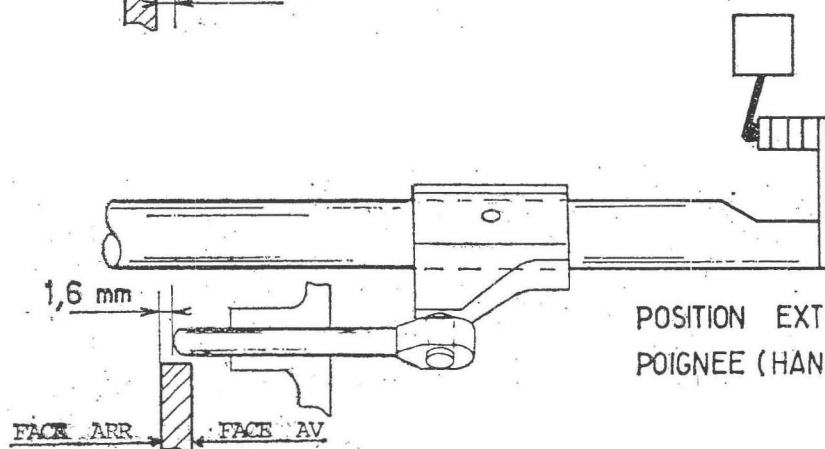
REGLAGES TC.JAV

FIG. 3



POSITION DONNANT L'EXTINCTION DU
VOYANT VERROUILLAGE AU POSTE
D'EQUIPAGE.

FIG. 4



POSITION EXTREME DU LOCK TUBE
POIGNEE (HANDLE) FERMEE.

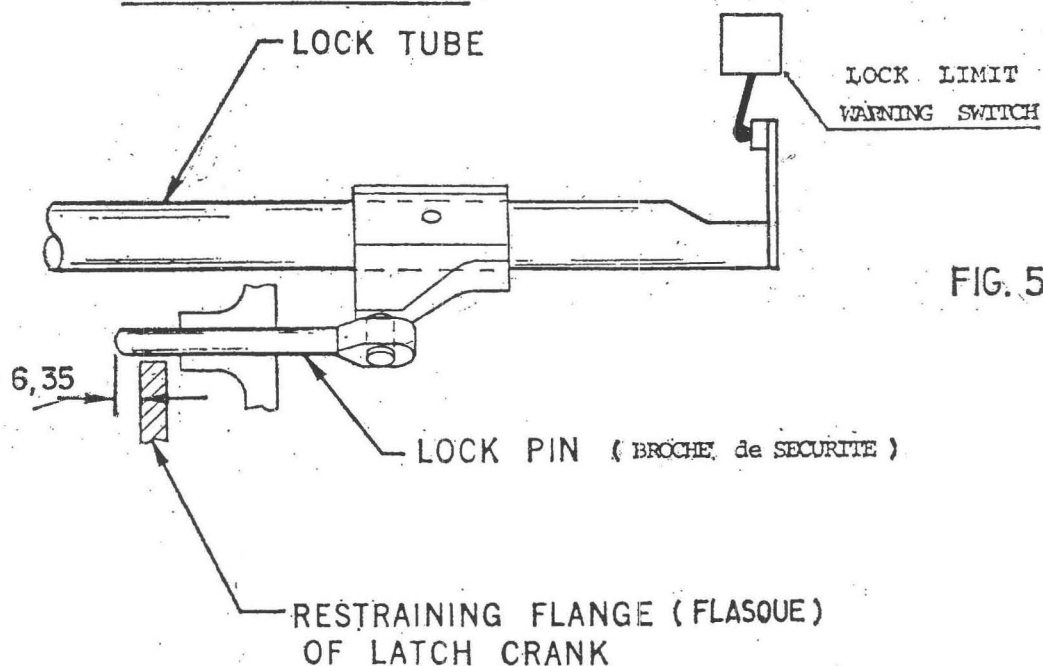
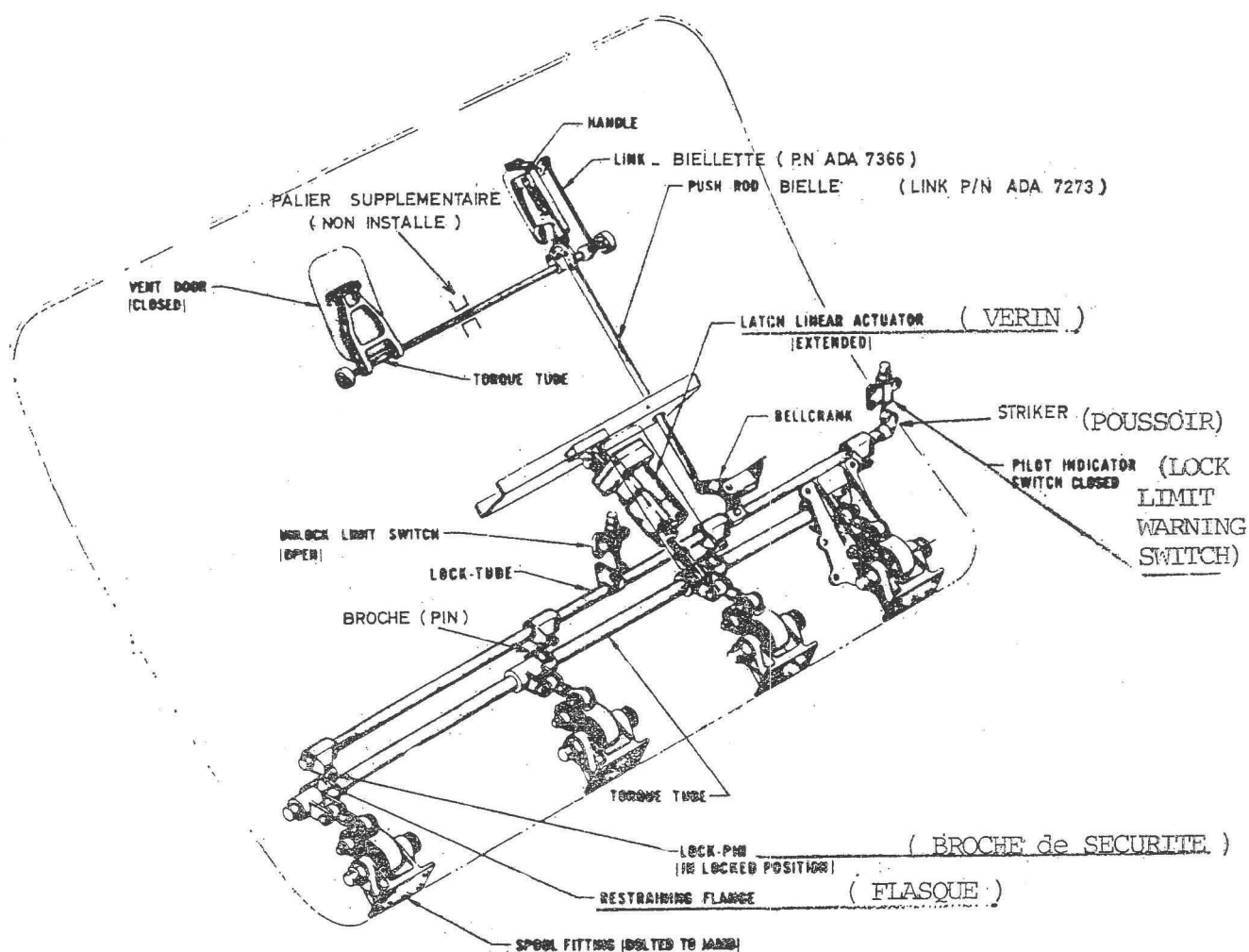
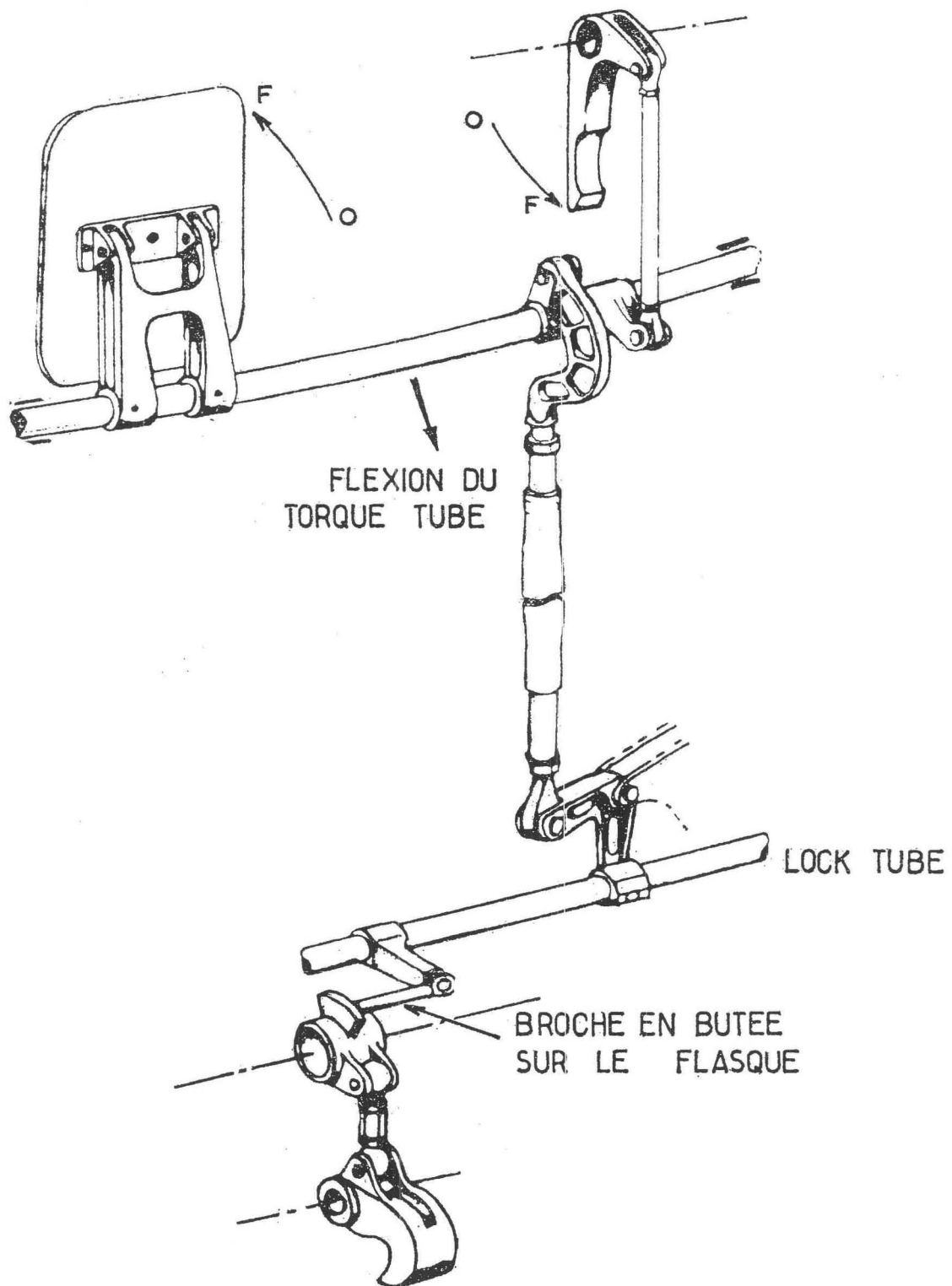
REGLAGES CORRECTS

FIG. 5



SCHEMA DU MECANISME DE FERMETURE
ET DE VERROUILLAGE
 (POSITION FERME VERROUILLE)

FIG. 6

FERMETURE FORCEEFIG. 7

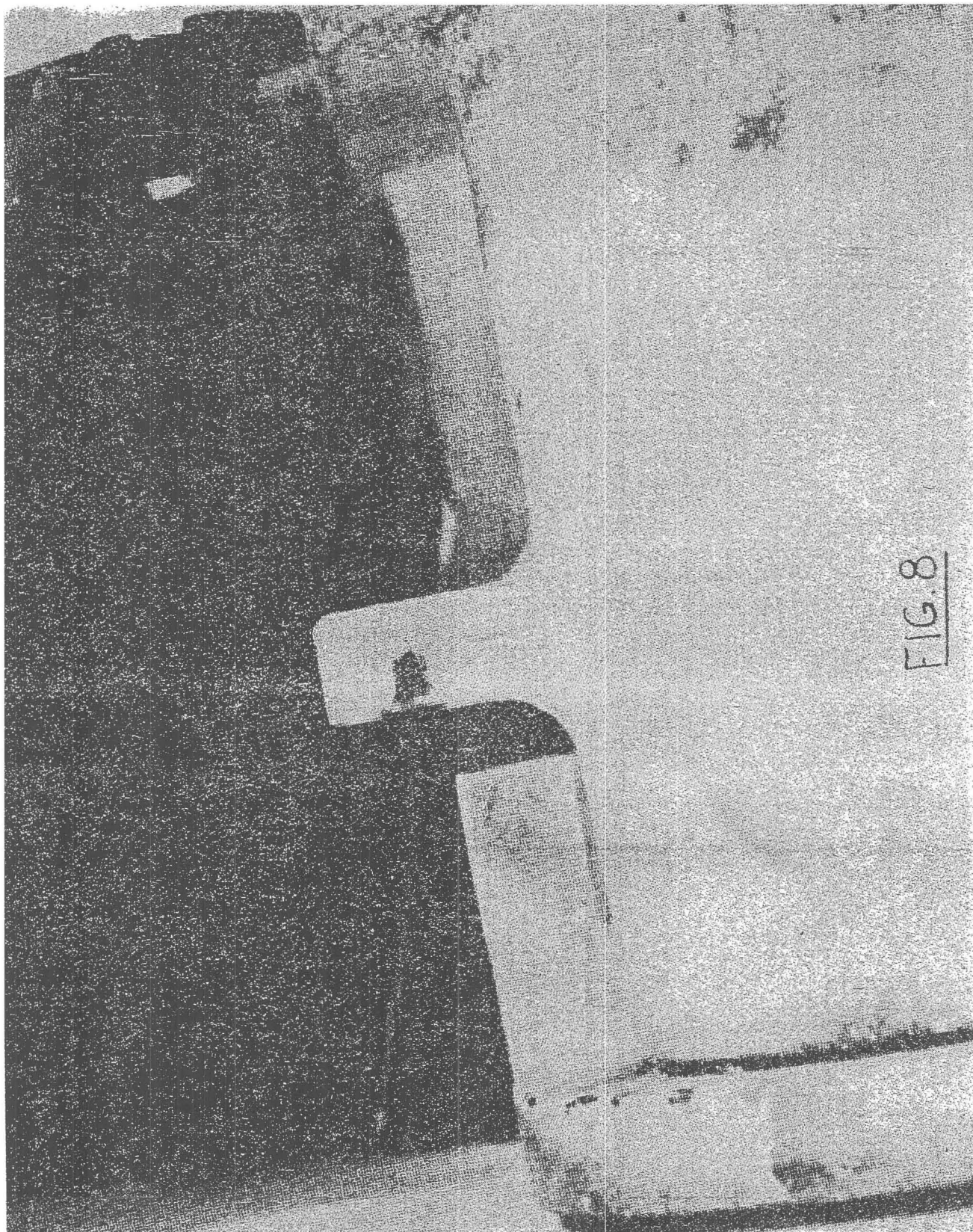


FIG. 8

4. Analyse.

4.1. ANALYSE DU PROCESSUS D'EJECTION DE LA PORTE CARGO ARRIERE GAUCHE

Le facteur initial de l'accident a été l'ouverture et l'éjection en vol de la porte cargo arrière.

Les expertises effectuées sur l'épave de la porte dont le système de fermeture (crochets, vérin de manœuvre et transmission cinématique) a été retrouvé en bon état, ont mis en évidence diverses défaillances qui ont conduit à entreprendre le décollage avec les crochets très près de leur position correctement fermés, mais alors que les bielles qui les commandent n'avaient pas dépassé leur point mort (over center) (fig. 2) et, naturellement, sans qu'aient pu être engagées les broches de sécurité.

Dans ce cas, la cinématique vérin-crochet n'est pas irréversible: un effort sur les crochets se retransmet au vérin au lieu d'être absorbé par les quatre butées qui sont prévues à cet effet (fig. 1).

Le vérin a résisté à l'effort de compression sans que sa tige se déplace puisqu'il est irréversible. Il a donc transmis l'effort provenant des quatre crochets aux deux boulons (diamètre 0,25 pouce en titane) qui relient sa partie fixe à la structure de la porte.

L'effort sur les crochets est proportionnel à la différence entre la pression de l'intérieur du fuselage et la pression atmosphérique. Il est nul au décollage et augmente progressivement avec l'altitude jusqu'à 22 400 pieds environ.

Il n'est pas possible de connaître les dispositions effectivement adoptées par l'équipage en ce qui concerne la loi de pressurisation cabine. Aucun défaut de fonctionnement n'ayant été signalé, le niveau de vol choisi pour la croisière FL 240 et l'altitude identique des terrains de départ et d'arrivée permettent de supposer que la régulation était effectuée en mode automatique. Dans ce cas à 12 000 pieds l'altitude cabine était voisine du niveau de la mer et la pression différentielle dans le fuselage devait être comprise entre 330 et 360 mb (4,7 et 5,2 PSI). Il est à noter que ces chiffres sont du même ordre de grandeur que ceux qui avaient été estimés lors du précédent accident de Windsor (Ontario).

L'effort transmis sur les boulons de fixation du vérin est égal à l'effort sur les crochets multiplié par le rapport des différents bras de levier du système. (Ce rapport est nul lorsque les bielles des crochets sont au point mort il augmente avec leur éloignement du point mort).

La porte est donc restée fermée tant que les deux boulons de fixation du vérin sur la structure ont résisté à l'effort croissant provenant de la pressurisation.

Lorsque les deux boulons ont cédé, les crochets se sont ouverts et la porte s'est ouverte brutalement après avoir rompu l'axe supérieur de son vérin de manœuvre.

Sous l'effet du choc sur le fuselage combiné avec la pression dynamique de l'air, la porte s'est cassée en plusieurs morceaux et s'est séparée de l'avion.

Dans la configuration de la porte du TC-JAV, les examens entrepris ont montré que la fermeture partielle des crochets résultait d'une extension incomplète du vérin.

Les expertises et recherches effectuées sur les éléments récupérés n'ont pas permis d'en déterminer le processus avec certitude :

Soit l'interrupteur de commande a été maintenu en position active pendant un temps trop court (la modification non impérative du SB 52-44 [1] n'ayant pas encore été installée sur le TC-JAV, un voyant lumineux indicateur de fin de course du vérin n'était pas à la disposition de l'opérateur) :

Soit un arrêt intempestif du vérin dû :

Au glissement de son limiteur de couple ;

Au fonctionnement normal du disjoncteur de protection thermique du moteur électrique ;

A une coupure accidentelle de l'alimentation électrique.

Le moteur électrique du vérin n'ayant pas été retrouvé après l'accident, il est impossible de vérifier pour laquelle des raisons citées ci-dessus, le vérin n'a pas bien fonctionné.

Il faut enfin noter que de nombreuses fermetures à la manivelle avaient dû être effectuées antérieurement, ce qui confirmerait l'hypothèse de fonctionnement erratique du vérin.

(1) Pièces commandées par T.H.Y. et approvisionnées par Douglas, mais modification non encore exécutée.

4.2. CONSÉQUENCE DE L'EJECTION EN VOL DE LA PORTE CARGO ARRIERE GAUCHE

La perte de la porte a provoqué une chute quasi instantanée de la pressurisation établie en soute sous le plancher de la cabine passagers.

Les divers conduits d'équilibrage de pression entre la soute et la cabine passagers ne sont pas dimensionnés pour un débit d'air aussi important que celui qui est passé par la porte brusquement ouverte. Il en est résulté une surpression instantanée au-dessus du plancher de l'ordre de 36 KPa (environ 3,6 tonnes/mètre carré) du même ordre de grandeur que dans le cas du N 103 AA (cf. § 3.16.7).

Cette surpression, s'ajoutant aux contraintes normales sur le plancher, a cette fois provoqué des dommages suffisants pour l'éjection d'éléments de siège et de six passagers occupant vraisemblablement deux sièges triples au droit de la porte cargo. Ces dommages ont donc été nettement plus importants que dans le cas du N 103 AA où la charge initiale du plancher était plus faible.

Les études conduites pour tenter de reconstituer les dommages subis par les commandes ne permettent pas d'établir de façon précise le détail des altérations de leur fonctionnement. Il reste cependant que le cheminement sous le plancher du D.C. 10 de l'ensemble des câbles de commande de l'empennage horizontal aussi bien que des gouvernes de profondeur associé à la priorité accordée sur cet avion à chacune de ces commandes mécaniques ont dû conduire, après le départ de la porte et la dislocation de la structure du plancher, à un état de navigabilité du TC-JAV ne laissant à l'équipage de ce dernier aucun moyen de reprendre un contrôle suffisant du vol.

5. Conclusions.

5.1. RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

L'enquête a permis d'établir :

Que l'équipage détenait les brevets, licences et qualifications exigés par la réglementation pour remplir les fonctions qui lui étaient confiées sur le type d'appareils et le trajet considérés ;

Que l'avion était certifié équipé et exploité conformément aux règles nationales et internationales ; son chargement et son centrage étaient, tant au décollage qu'au moment de l'accident, à l'intérieur des limites appropriées ;

Que, toutefois, en ce qui concerne la porte cargo arrière gauche :

Un *Service Bulletin* 52-37, prévoyant l'installation d'un palier supplémentaire destiné à interdire de « forcer » la fermeture de la poignée et celle de la « vent door » en cas d'engagement incomplet du système de verrouillage, n'avait pas été réalisé en usine : cet oubli n'avait pas été décelé lors de la livraison de l'appareil ;

Un début d'application de cette modification a cependant été constaté sur le lock tube dont le chanfreinage a été grossièrement exécuté ;

Une modification (accès direct à la prise de mouvement) a été réalisée en exploitation de façon non conforme au *Service Bulletin* 52-38 ;

Les réglages des broches de sécurité et l'interrupteur de signalisation verrouillage porte (lock limit warning switch) étaient incorrects ;

Le poussoir (striker) du « unlock limit switch » était équipé de deux cales d'origine Douglas surmontées d'une cale sans référence de qualité non aéronautique ;

Que, lors de l'escala à Orly, la porte du compartiment cargo arrière gauche avait été fermée sans anomalie apparente, la poignée de verrouillage rabattue et la vent door close, sans que les broches aient été engagées et qu'aucune inspection visuelle, par le moyen du hublot destiné à s'assurer de l'engagement des broches de sécurité, n'avait été effectuée ;

Que le décollage et la montée s'étaient déroulés sans incident jusqu'aux environs de 12 000 pieds vers 11 h 40 ;

Que, à ce moment, la porte cargo arrière gauche s'est ouverte en vol et s'est séparée de la structure de l'avion ;

Que la perte de pression dans le compartiment cargo a créé une pression différentielle instantanée suffisante pour entraîner la dislocation de la structure du plancher et l'éjection consécutive de six passagers, de leurs sièges et de divers débris ;

Que les déformations et dislocations du plancher ont conduit à des détériorations graves des commandes du réacteur n° 2 et des commandes de vol dont les câbles cheminent sous cette structure, détériorations qui ne permettaient pas à l'équipage de reprendre le contrôle de l'avion ;

Que la conception d'ensemble du mécanisme, la réalisation partielle (absence du palier supplémentaire prévu) de la modification SB 52-37 et les réglages incorrects relevés (sur les broches de sécurité et le poussoir) permettaient de rabattre la poignée de la porte sans efforts anormaux et d'éteindre le voyant au poste d'équipage, crochets non verrouillés, broches de sécurité non engagées. Les examens et essais entrepris ont confirmé un engagement incomplet des crochets de verrouillage de la porte cargo et corrélativement le non-engagement des broches de sécurité;

Que l'enquête sur un accident survenu à Windsor (Ontario) le 12 juin 1972, avait mis en évidence les risques graves entraînés par une dépressurisation brutale du compartiment cargo, l'insuffisance des conduits d'équilibrage de pression entraînant alors la dislocation du plancher sous lequel cheminent les câbles de commandes de vol, conduisant ainsi au coincement ou à la rupture de ces derniers.

5.2.

CAUSES DE L'ACCIDENT

L'accident résulte de l'éjection en vol de la porte cargo arrière gauche: la dépressurisation brutale qui s'en est suivie a conduit à la dislocation de la structure du plancher entraînant en même temps l'expulsion de six passagers et de divers éléments, la coupure du réacteur n° 2 et une détérioration des commandes de vol (empennage) qui n'a pas permis à l'équipage de reprendre le contrôle de l'avion.

L'engagement incorrect du mécanisme de verrouillage de la porte avant le décollage est à l'origine du processus de l'accident. Les caractéristiques de la conception du mécanisme pouvaient en effet permettre une fermeture de la « vent door » et un verrouillage apparents de la porte, alors qu'en fait les crochets n'étaient pas complètement refermés et que les broches de sécurité n'étaient pas en place.

A noter cependant qu'un hublot de contrôle était destiné à permettre une vérification visuelle de l'engagement de ces broches.

La fermeture défectueuse relève de divers facteurs concourants:

Application partielle du *Service Bulletin* 52-37;

Modifications et réglages incorrects ayant notamment conduit à une protrusion insuffisante des broches de sécurité et à l'extinction, avant le verrouillage, du voyant lumineux d'alarme au poste de pilotage;

Conditions de fermeture de la porte à l'escale d'Orly et, en particulier, défaut d'inspection visuelle de l'engagement effectif des broches de sécurité, inspection rendue difficile par le diamètre, à l'époque insuffisant, du hublot.

Il reste enfin, qu'en dépit de la redondance apparente des systèmes de commandes de vol, l'insuffisance des conduits d'équilibrage de pression entre le compartiment cargo et la cabine des passagers et le cheminement de tous les câbles de commande de vol sous le plancher mettaient gravement l'avion en danger lors d'une dépressurisation brutale provoquant des dommages importants à cette structure.

L'ensemble de ces risques avait déjà été mis en évidence, dix-neuf mois auparavant, lors de l'accident de Windsor, mais cette constatation n'avait pas été suivie de mesures correctives efficaces.

Le président de la commission,
R. LEMAIRE.

Le vice-président de la commission,
J. FORESTIER.

Le pilote inspecteur de l'organisme de contrôle en vol,
R. MIGNARD.

L'ingénieur en chef de l'aviation civile,
P. GUILLEVIC.

L'ingénieur du bureau Enquêtes Accidents,
M. VIGIER.

Le docteur, membre du conseil médical
de l'aéronautique civile,
J. LAVERNHE.

ANNEXE

Recommandations de sécurité.

1° A la suite de l'accident de Windsor (Ontario), deux recommandations de sécurité avaient été émises par le National Transportation Safety Board (N.T.S.B.):

La recommandation A 72-97 relative à la modification du système de verrouillage de la porte de soute, de façon à rendre impossible la mise en place de la poignée de verrouillage et la fermeture de la vent door tant que les broches de sécurité n'étaient pas complètement engagées;

La recommandation A 92-98 relative aux moyens de minimiser l'effet sur le plancher d'une dépressurisation rapide des compartiments de soute.

L'accident d'Ermenonville a montré que les modifications apportées au système de verrouillage, modifications d'ailleurs incomplètement réalisées sur le TC-JAV, étaient insuffisantes et que les mesures proposées pour pallier une décompression brutale n'avaient pas été entreprises.

Depuis l'accident, les autorités de certification et le constructeur ont décidé la mise en œuvre de nouvelles procédures et modifications.

La commission souhaite que leur application soit impérative et que leur mise en œuvre intervienne dans les meilleurs délais sur tous les avions du type.

D'une façon générale, la commission recommande qu'une attention particulière soit portée, pour tous les avions, à l'efficacité des systèmes de fermeture, de verrouillage et de contrôle des portes cargo, ainsi qu'au comportement du plancher en cas de dépressurisation rapide des compartiments de soute.

2° Parallèlement à ces mesures, il reste que le cas du TC-JAV a montré que la duplication nécessaire des commandes de vol

pouvait ne pas être suffisante lorsque le cheminement de l'ensemble des systèmes était concentré en des endroits pouvant subir des détériorations structurelles.

Le cas du TC-JAV a aussi attiré l'attention sur les conséquences éventuelles des détériorations d'un circuit de commande, qui ne devraient jamais interdire l'utilisation des circuits survivants.

3° La commission recommande que l'instruction des personnels chargés de manipuler les portes de soute ou d'en vérifier la fermeture fasse l'objet d'un programme détaillé établi d'accord entre le constructeur et la compagnie aérienne et approuvé par les services officiels.

4° L'examen des procédures utilisées après l'accident de Windsor (Ontario) pour aviser le constructeur et la compagnie aérienne des modifications nécessaires a montré que la méthode de la « consigne de navigabilité » n'a pas été employée; de ce fait, les mesures préconisées n'étaient pas impératives et l'attention des intéressés n'a pas été convenablement attirée.

La commission recommande que la procédure impérative des « consignes de navigabilité », quelles qu'en soient les incidences financières, soit choisie chaque fois que la sécurité est susceptible d'être sérieusement mise en jeu.

5° L'étendue de la catastrophe et, en particulier, le grand nombre de victimes, ont entraîné des difficultés matérielles importantes pour le recueil, la conservation et l'identification des corps. Il est notamment apparu que les installations de l'institut médico-légal et des hôpitaux de Paris ne disposaient pas de moyens adaptés à une telle situation.

La commission recommande que les mesures nécessaires soient étudiées pour tenir compte des problèmes nouveaux découlant de la grande capacité des avions.