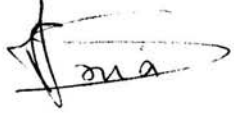




**RAPPORT FINAL DE SYNTHESE SUR L'ETUDE FACTEURS  
HUMAINS EN MAINTENANCE AERONAUTIQUE****VOLUME DES ANNEXES**

	<b>Nom et Fonction</b>	<b>Date</b>	<b>Signature</b>
<b>Préparé par :</b>	Lydie Soria	14 / 12 /2001	
<b>Vérifié par :</b>	Sylvie Courteix	14 / 12 /2001	
<b>Approuvé par :</b>	Eric Hermann	14 / 12 /2001	

**LISTE DE DIFFUSION****Interne**

Gestion – 1 exemplaire

**Externe**

Luc Angerand SFACT – 1 exemplaire

Stéphane Deharvengt SFACT – 1 exemplaire

G. Herzin GSAC – 1 exemplaire

Claude Valot IMASSA – 1 exemplaire


AUC

## REPertoire DES MODIFICATIONS

Révision	Date	Pages modifiées	Observations

**SOMMAIRE****1. LES ANNEXES** **4**

<b>1.1. ANNEXE 1 : DESCRIPTION DU PROCESSUS D'INTERVENTION RÈGLEMENTAIRE</b>	<b>5</b>
<b>1.2. ANNEXE 2 : TCAS ET DÉTECTEURS INCENDIE</b>	<b>6</b>
<b>1.3. ANNEXE 3 : TÂCHES ET CARTE DE TRAVAIL</b>	<b>10</b>
<b>1.4. ANNEXE 4 : SCHÉMA DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE DES LUMIÈRES HUBLLOT</b>	<b>16</b>
<b>1.5. ANNEXE 5 : CARTE DE TRAVAIL ET TRAÇABILITÉ</b>	<b>17</b>
<b>1.6. ANNEXE 6 : RETRANSCRIPTION EN ATELIER DE LA DOCUMENTATION INITIALE</b>	<b>18</b>

<b>EURESPACE</b> 	ETUDES FACTEURS HUMAINS EN MAINTENANCE AERONAUTIQUE	Réf.: NT/1354A/01/021 Rev.B Date :14/12/2001 Page 4/18
--	--	--

## 1. LES ANNEXES

Sont présentés ici les différents éléments d'observation permettant d'illustrer les points développés dans le corps du document.

L'annexe 1 présente la description du processus d'intervention réglementaire.

L'annexe 2 présente un compte rendu d'observation d'intervention sur un nouveau système.

L'annexe 3 présente un exemple de tâche décrit aux moyens de :

- la page de garde de la carte de travail,
- la page de garde de la tâche AMM référençant l'ensemble des tâches à consulter,
- le mode opératoire de la tâche AMM référençant l'ensemble des modes opératoires à consulter,
- un exemple de schéma technique fourni.

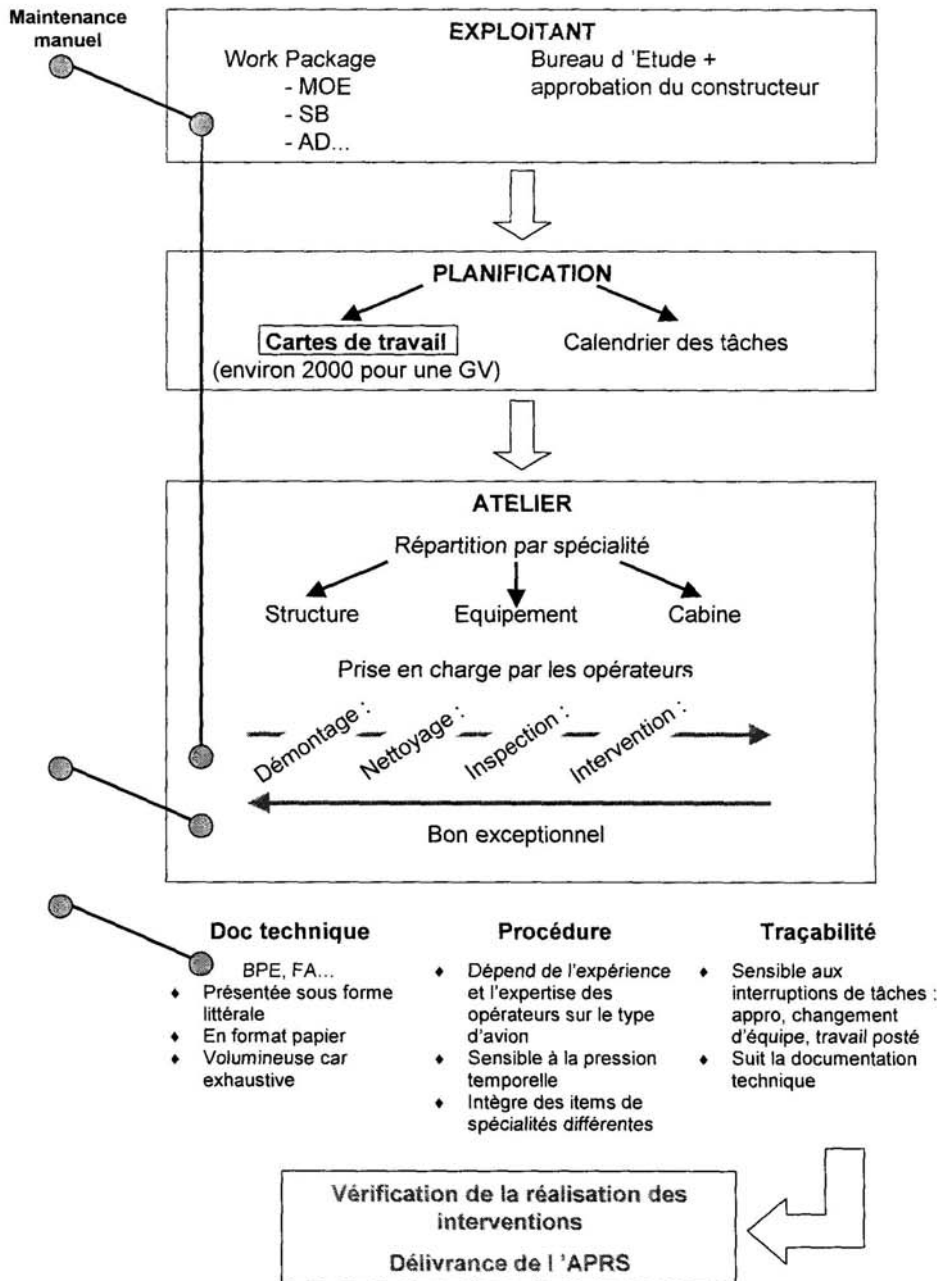
L'annexe 4 fournit un exemple de la « qualité » de certains schémas de documentation.

L'annexe 5 détaille les zones d'une carte de travail dédiées à la traçabilité.

L'annexe 6 présente un exemple de retranscription en atelier de la documentation initiale.

**1.1. ANNEXE 1 : DESCRIPTION DU PROCESSUS D'INTERVENTION REGLEMENTAIRE**

**Description du processus d'intervention réglementaire**



<b>EURESPACE</b>	ETUDES FACTEURS HUMAINS EN MAINTENANCE AERONAUTIQUE	Réf.: NT/1354A/01/021 Rev.B  Date :14/12/2001 Page 6/18
------------------	--	--

## 1.2. ANNEXE 2 : TCAS ET DETECTEURS INCENDIE

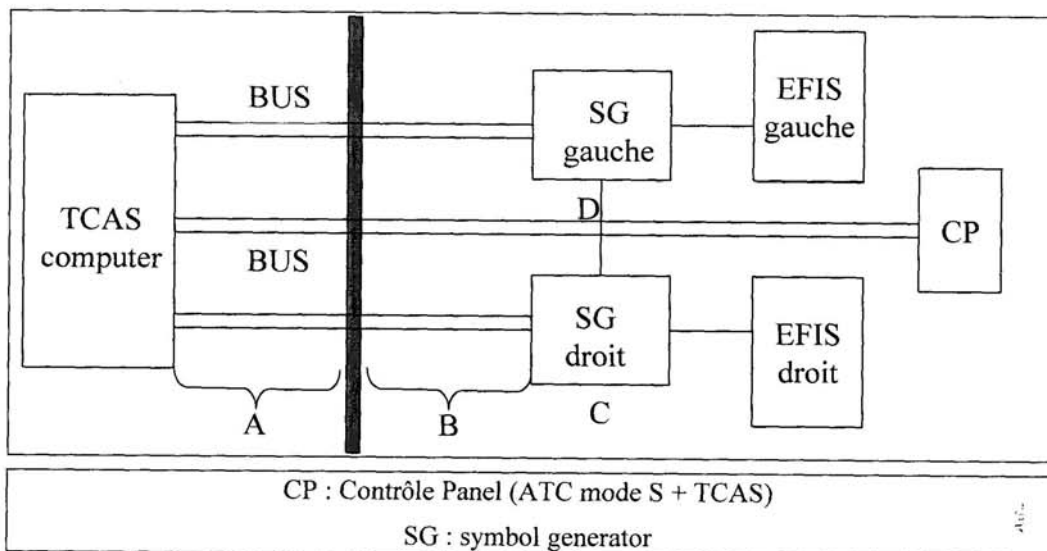
Le fil directeur de cet exemple concerne une intervention à réaliser sur BOEING 737 400 dont le contenu est le suivant :

- installation d'un détecteur de fumée en soute arrière
- installation d'un TCAS

### 1.2.1. Contexte

Dans le cas d'une installation de ce type, il y a émission d'un Ordre d'Exécution à la place des cartes de travail. Les deux documents supports à l'activité, sont d'une part le schéma constructeur et d'autre part les procédures de tests associés.

Pour le besoin de notre propos, le schéma constructeur peut être simplifié de la façon suivante :



Le client est une compagnie européenne dont le bureau d'engineering est dans un autre pays de la communauté. C'est ce bureau qui tient à jour la documentation avions et réalise des modifications pour l'installation de nouveaux systèmes.

Lorsque les observations commencent, le chef d'équipe EIR (Electronique, Instrument de bord, Radio) et deux opérateurs « planchent » sur le TCAS. Sur le chantier deux responsables du client, dont un ingénieur, sont présents.

### 1.2.2. Déroulement de l'intervention

Nous présenterons sommairement le déroulement de cette intervention à partir des classes de situations rencontrées.

#### 1.2.2.1. Des tests négatifs

Dès les premiers tests, l'équipe a constaté qu'il y a un problème entre le computer TCAS et le symbole générateur droit (SG). Côté co-pilote, sur l'écran TCAS, lors du test fonctionnel depuis le CP, celui-ci est considéré comme TCAS Fail.

Les opérateurs ont déjà effectué :

- ✓ un changement de TCAS computer,
- ✓ un croisement des portions A (BUS ARINC 419),

Le problème se reproduit à l'identique.

Notons ici que chaque dépose/repose du TCAS est coûteux en temps (une heure) le rack TCAS à démonter/remonter étant peu facile d'accès dans la soute électronique.

Le Rack est déposé et les opérateurs effectuent le croisement de la portion B du circuit. Puis ils remontent le rack dans la soute électronique. Le test est effectué par le chef d'équipe, les compagnons et l'ingénieur du client, sans succès.

L'ingénieur du client contacte son service ingénierie et l'informe des tests infructueux déjà effectués.

En accord avec le chef EIR, la choix est fait de tester la liaison D entre les deux SG, c'est un cross talk vérifiant en permanence la cohérence des informations entre les deux SG. La connexion est testée. Elle répond correctement.

#### 1.2.2.2. Résolution de problème par le bureau d'ingénierie

C'est l'appel du service ingénierie qui sortira l'équipe de la situation: Dans le schéma même du constructeur, il y a une erreur de connexion entre les SG et le TCAS.

Les opérateurs modifient la connexion et remarquent que cela est d'ailleurs plus accessible. Les opérateurs remettent en conformité l'équipement en remontant le rack dans la soute.

Le test de montage est effectué par le chef d'équipe, les opérateurs et l'ingénieur client, il est alors positif.

Cette erreur de schéma aura été coûteuse en temps puisque deux compagnons et un chef d'équipe auront travaillé durant 4 heures.

#### 1.2.2.3. Des « levées de doute » dans la simulation de l'avion intrus

La procédure de tests est un document issu du bureau d'ingénierie.

L'équipe commence par installer le banc de simulation TCAS<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> Le simulateur comporte un simulateur d'altitude et vitesse, un simulateur qui simule la radio altitude, un simulateur de l'avion intrus (cet appareil est nouveau et c'est la première fois qu'il est utilisé), un simulateur ATC (mode C + mode S), un coupleur pour éviter les parasites (la « gamelle »). L'utilisation de ce coupleur est indispensable si les essais se font dans un hangar (nombreuses réflexions)

L'organisation humaine pour les tests TCAS nécessite :

- ⇒ Au sol, un opérateur qui active le banc de test (intercom service avion).
- ⇒ Dans le cockpit, un opérateur (le chef EIR pour la première partie, puis le compagnon) qui suit et vérifie les items de la procédure.

Les deux opérateurs sont connectés via le casque.

La première série d'items de la procédure de tests concerne le mode C (transpondeur et AFL). Les tests sont positifs. La seconde concerne la simulation de pannes TCAS. Les tests sont aussi positifs.

C'est la série d'items concernant la simulation de l'avion intrus qui va bloquer la procédure durant une heure et demi. En effet, les opérateurs attendent, comme convenu sur la procédure une réponse du TCAS par voie de synthèse<sup>2</sup> associée à l'apparition du plot avion sur l'écran. Le plot n'apparaît pas.

Les opérateurs posent deux hypothèses : un défaut du coupleur, qui est nouveau et dont c'est la première utilisation ou le fait de faire les tests dans le hangar malgré le coupleur.

Sortir l'avion est une action coûteuse en temps, les opérateurs vont privilégier tout d'abord de lever le doute sur le coupleur. Pour cela ils enlèvent le nouveau coupleur et installent l'ancien. Les tests effectués sont pires car dans le cockpit on ne reçoit ni voix de synthèse ni affichage du plot avion. Le chef d'équipe est informé. Par principe il refait l'ensemble des tests qui restent négatifs.

Il suppose alors une mauvaise utilisation du nouveau banc de test et demande aux compagnons de remonter le coupleur initial. A partir du mode d'emploi du simulateur TCAS, l'équipe passe les tests du mode d'emploi. L'utilisation paraît correcte.

Le chef atelier, informé, prend la décision de sortir l'avion du hangar. Cela prendra une heure et quart<sup>3</sup>.

L'avion est hors du hangar. Le banc de test est réinstallé avec l'ancien coupleur<sup>4</sup>. La procédure de tests est reprise, et les réponses sont positives.

#### **1.2.2.4.Des erreurs dans la procédure de tests.**

Durant la dernière partie des tests l'équipe sera ralentie - a nouveau - par deux erreurs dans le document de procédures fourni par le bureau d'ingénierie du client : un code couleur erroné et un environnement de tests illogique. L'équipe identifie qu'il ne s'agit pas d'un comportement défectueux du TCAS mais d'erreurs sur le document de procédures. L'équipe explique que ces erreurs sont courantes sur les supports documentaires avec lesquels ils travaillent.


L'information sera remontée à l'ingénierie via le client.

<sup>2</sup> Traffic, Traffic, descent descent

<sup>3</sup> il faut dégager l'ensemble du hangar, interrompre les interventions en cours, démonter le banc de test,...

<sup>4</sup> le chef EIR demande de tester le nouveau coupleur. Au test, l'équipe constate que le même problème se reproduit à l'extérieur du hangar. Après plus amples investigations, le coupleur de l'ensemble test TCAS se révélera défectueux




<b>EURESPACE</b> 	ETUDES FACTEURS HUMAINS EN MAINTENANCE AERONAUTIQUE	Réf.: NT/1354A/01/021 Rev.B Date :14/12/2001 Page 9/18
--	--	--

Le compagnon, dédié à l'installation du détecteur de fumée, travaille à l'installation des prises dans le cockpit. Il interrompt son activité dès que cela est nécessaire par rapport aux tests TCAS.

Les interventions décrites ont nécessité une journée de 13h. En fin d'après midi, au moment de la sortie de l'avion du hangar, l'adjoint au directeur technique effectue un point par rapport aux heures supplémentaires des compagnons.

412

<b>EURESPACE</b> 	ETUDES FACTEURS HUMAINS EN MAINTENANCE AERONAUTIQUE	Réf.: NT/1354A/01/021 Rev.B Date :14/12/2001 Page 10/18
--	--	---

### 1.3. ANNEXE 3 : TACHES ET CARTE DE TRAVAIL

La carte de travail présentée à la page suivante donne un exemple caractéristique de la situation en maintenance.

L'objectif de l'intervention est une décontamination de compartiments avioniques. Cet exemple nous permet de relever les points suivants :

1. Cette tâche AMM renvoie à 17 autres tâches AMM (possédant elles-mêmes leurs propres renvois).
2. Elle est prévue pour mobiliser un opérateur pour 8h. La réalisation de la 1<sup>ère</sup> partie de la tâche a, en fait, mobilisé 3 opérateurs du fait des délais entre les différentes actions à enchaîner.
3. Cette tâche est décrite pour un avion sur roues. Elle prévoit pour contrôle, le démontage des racks ce qui nécessite 4 jours de travail (d'après les opérateurs). Du fait du contexte de grande visite, l'environnement des racks est démonté, l'opérateur explique alors que du fait qu'il s'agit d'une tôle de 10 /10<sup>ème</sup> et que l'accès visuel est possible, le contrôle de l'absence de crique ne nécessite pas de démontage (ce qui de toute façon n'est pas compatible avec les 8h prévues).
4. La durée de déroulement de la tâche entraîne l'intervention de plusieurs opérateurs. Afin de satisfaire l'exigence de traçabilité, ceux-ci signent sur le document AMM, les actions qu'ils ont réalisées (ce document n'est pas archivé) et reportent de façon synthétique cette information sur la page de garde (qui elle est archivée) en ajoutant « à la main » des zones de signatures.

4/12

**1.3.1. Structure d'une carte de travail**

Page de garde spécifique à l'OE

Work Package : 01005806 Check : 10YE 01 Check date : 2001/02/15	JOB CARD NUMBER AMP 020002 ZONE : 120	EC-HCR EFF : AFR701	Skill : 02 Manpower : 1 0 0 Manhours : 8H00
---	---	------------------------	---

Spécialité et nombre d'opérateurs concernés

Card Item	Zone	Date	Task Code	Associated Documents
AMP 212643-71-1TD002MI	120	2000/03/30	DP/E2	AMM 12-21-13-100-001- 0

Durée prévue de la tâche prescrite

Access : 811,824

Tâche AMM correspondant

**Text :**  
REMOVAL OF EQUIPMENTS  
REMOVE UNITS/COMPUTERS LISTED IN CHAPTER 3  
JOB SET-UP ITEM B OF AMM TASK12-21-13-100001  
NOTE : DO NOT OPEN C/S  
EXTERNAL ELEC POWER LAUNCH REMAINS OFF  
WARNING  
AFTER EACH REMOVAL OF UNIT  
GIVE A PARTICULAR ATTENTION TO THE DUST  
LEVEL OF VENTILATION HOUSING  
IN CASE OF EXCESSIVE DUST CONTAMINATION

Description de la tâche

Performed by :

Zone dédiée à la traçabilité

	NAMES	SIGNS
1		

Zone rajoutée par les opérateurs

↓  
Text :  
OPEN A MAINTENANCE DISCREPANCY  
TO CLEAN THE RELATED DUCT AND  
TO IDENTIFY POSSIBLE CAUSE  
INFORM TECHNICAL DESK THEN A320 ENGINEERING

	NAMES	SIGNS

3 cock p. r. a. b (10VU-13VU)

DEPOSE + NETTOYAGE EQTS ETAGERES 82VU-84VU-86VU-88VU

DEPOSE + NETTOYAGE EQTS ETAGERES 81VU-83VU-87VU

Performed by :

	NAMES	SIGNS
1		

**1.3.2. Page de garde de la tâche AMM**

**A319/A320/A321**  
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

TASK 12-21-13-100-001

Cleaning of the Avionics Compartment

1.Reason for the Job

To remove the dust contamination from the avionics compartment and from the cockpit (Panels 10VU and 13VU).

2.Job Set-up Information

A.Fixtures, Tools, Test and Support Equipment

REFERENCE	QTY	DESIGNATION
No specific		soft brush
No specific		vacuum cleaner
No specific		access platform 1.60 m (5 ft. 3 in.)

B.Consumable Materials

REFERENCE	DESIGNATION
Matenal No. 19-003	USA Avionics (19-00)

Ensemble des tâches AMM  
référéncées pour cette tâche (18)

C.Referenced Information

REFERENCE	DESIGNATION
21-26-34-000-001	Removal of the Avionics Equipment Ventilation Computer (AEVC) (10HQ)
21-26-34-400-001	Installation of the Avionics Equipment Ventilation Computer (AEVC) (10HQ)
21-31-34-000-001	Removal of the Cabin Pressure Controller (11HL,12HL)
21-31-34-400-001	Installation of the Cabin Pressure Controller (11HL,12HL)
21-43-34-000-001	Removal of the FWD Cargo Heat Controller (1HC)
21-43-34-000-002	Removal of the AFT Cargo Heat Controller (10HC)
21-43-34-400-001	Installation of the FWD Cargo Heat Controller (1HC)
21-43-34-400-002	Installation of the AFT Cargo Heat Controller (10HC)
21-61-34-000-001	Removal of the Pack Controller (7HH, 27HH)
21-61-34-400-001	Installation of the Pack Controller (7HH, 27HH)
21-63-34-000-001	Removal of the Zone Controller (8HK)
21-63-34-400-001	Installation of the Zone Controller (8HK)
22-66-34-000-002	Removal of the FAC (1CC1,1CC2)
22-66-34-400-002	Installation of the FAC (1CC1,1CC2)
22-81-12-000-001	Removal of the FCU (2CA)
22-81-12-400-001	Installation of the FCU (2CA)
22-83-34-000-001	Removal of the FMGC (1CA1,1CA2)

**12.21.13** Page 701

Aug 01 00

EFF : ALL

**1.3.3. Mode opératoire de la tâche AMM**

**A319/A320/A321**  
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

Annotation des opérateurs

SAIT

- remove the cabin pressure controller 1 (11HL)  
(Ref.21-31-34-000-001)
- remove the pack 1 temperature controller (7HH)  
(Ref.21-61-34-000-001)
- remove the FWD Cargo Heat Controller (1HC)  
(Ref.21-43-34-000-001)
- , if installed.
- On the shelf 96VU:
  - remove the pack 2 temperature controller (27HH)  
(Ref.21-61-34-000-001)
  - remove the cabin pressure controller 2 (12HL)  
(Ref.21-31-34-000-001)
  - remove the BMC 2 (1HA2) (Ref.36-11-34-000-001)
  - remove the APT cargo heat controller (10HC)  
(Ref.21-43-34-000-002)
  - , if installed
  - remove the EGIU 2 (22XU2) (Ref.24-22-33-000-001)
  - remove the ILS receiver 2 (2RT2) (Ref.34-36-31-000-001)
- (p) On the shelf 109VU:
  - remove the Weather Radar t (Ref.34-41-33-000-004)
  - , if installed.
- (5) Removal of the rack assy.  
(Ref. Fig. 702/TASK 12-21-13-991-002)
  - (a) On the shelves 81VU, 82VU, 83VU, 84VU, 85VU, 86VU, 87VU, 88VU, 109VU, 91VU, 92VU, 93VU, 94VU, 95VU, 96VU:
    - remove the rack assy.

Action jugée bloquante par l'opérateur

4. Procedure

Subtask 12-21-13-160-050- -

A.Cleaning of the Avionics Compartment and of the Cockpit (Panels 10VU and 13VU)

- (1) Use a vacuum cleaner and a soft brush or a MISCELLANEOUS (Material No. 19-003) and clean:
  - (a) the area where the units and computers were installed
  - (b) the area of the rack assy.
  - (c) all the faces of the removed units and computers
  - (d) the avionics compartment

**12.21.13** Page 708

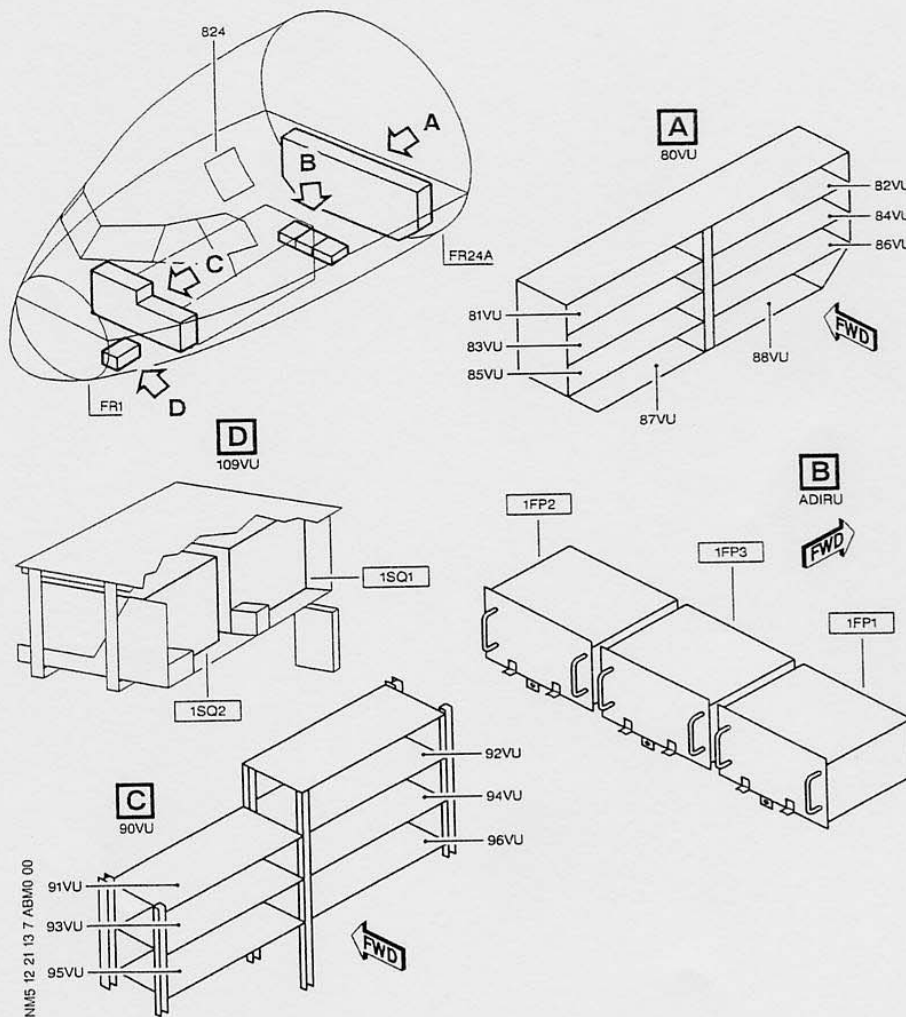
EFF : ALL

Aug 01 00

Printed in France

**1.3.4. Schéma technique de la tâche AMM**

**A319/A320/A321**  
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL



Location of Shelves and Computers in the Avionics Compartment

Figure : 702 Sheet 1 / TASK 12-21-13-991-002- -

ON A/C

EFF : ALL

AFR

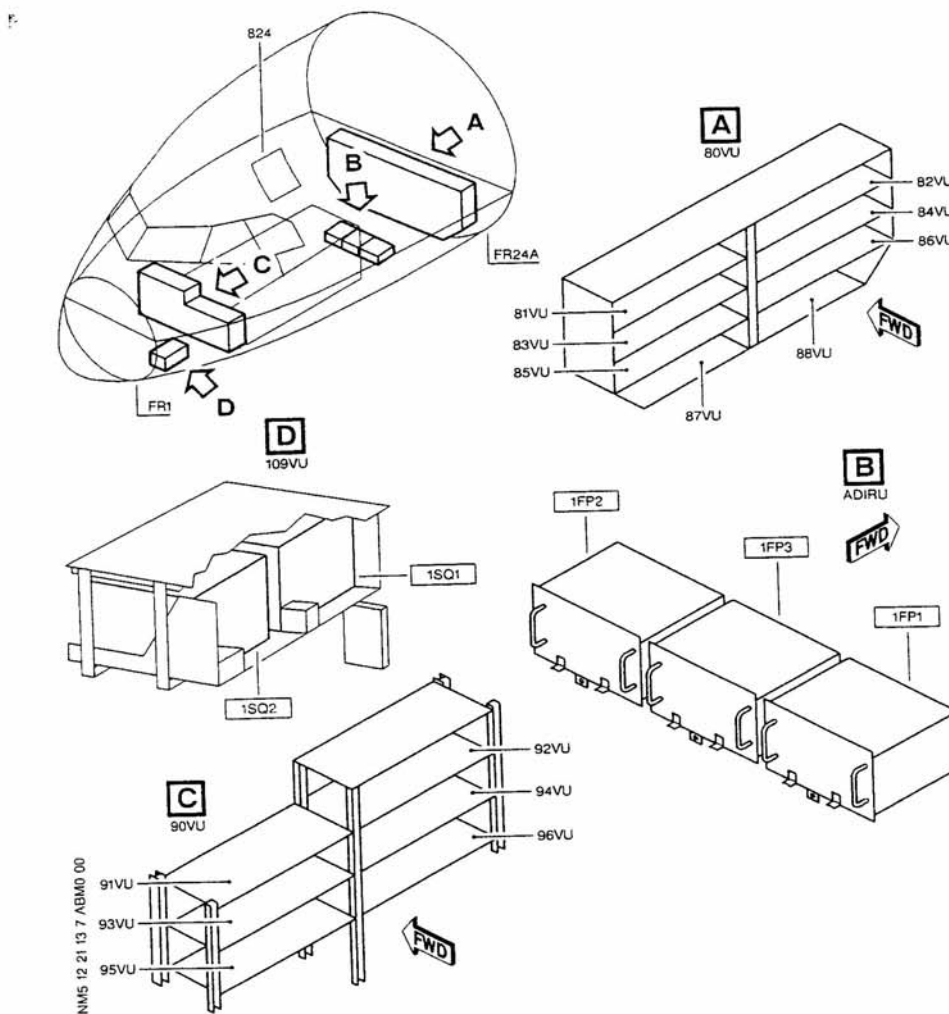
Printed in France

**12.21.13** Page 715

Aug 01 00

**1.3.5. Schéma technique de la tâche AMM**

**A319/A320/A321**  
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL



Location of Shelves and Computers in the Avionics Compartment

Figure : 702 Sheet 1 / TASK 12-21-13-991-002- -

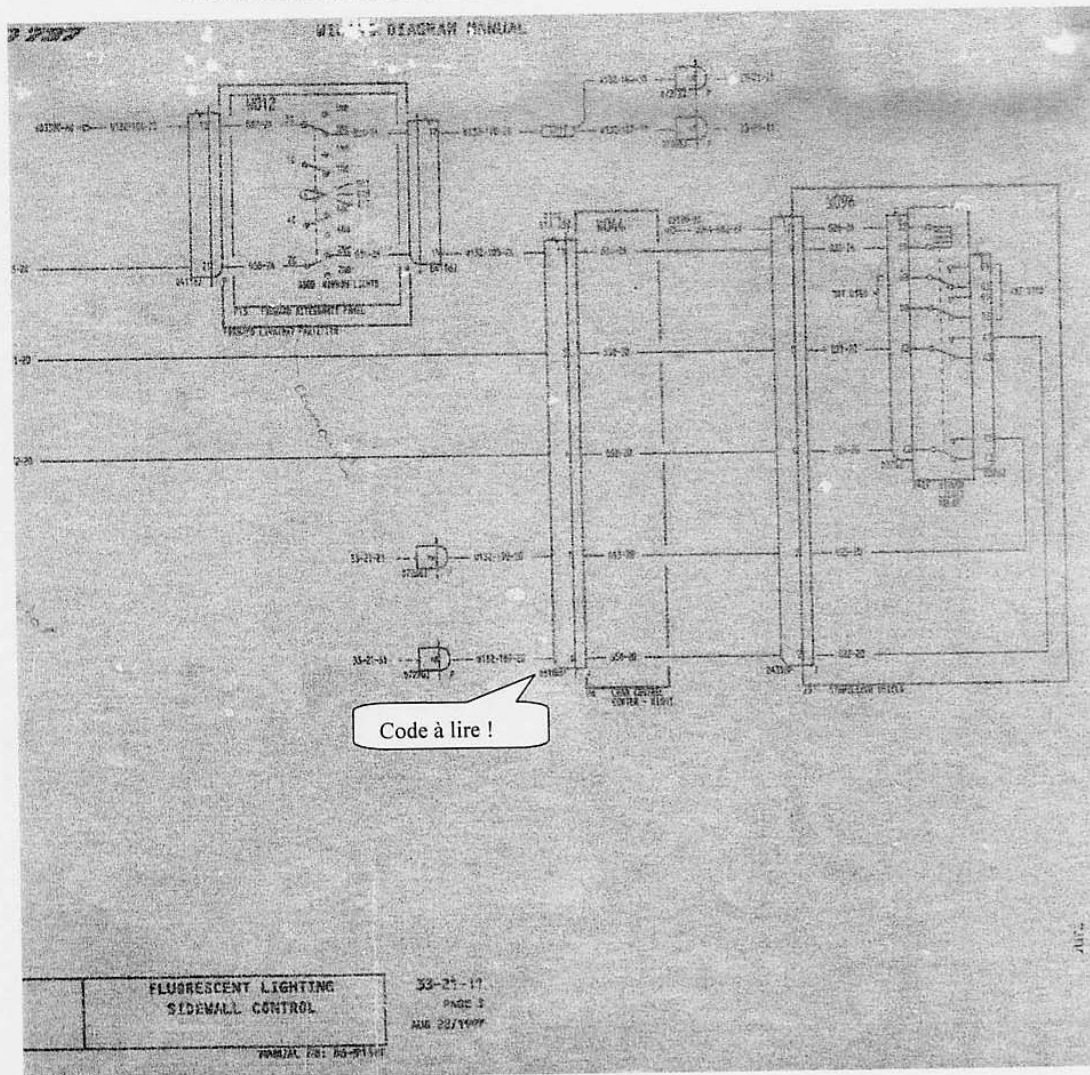
ON A/C

EFF : ALL

**12.21.13** Page 715

Aug 01 00

### 1.4. ANNEXE 4 : SCHEMA DU CIRCUIT ELECTRIQUE DES LUMIERES HUBLOT





**1.5. ANNEXE 5 : CARTE DE TRAVAIL ET TRAÇABILITE**

JOB CARD NUMBER  
**AMP 010118**  
ZONE : 210

Package : 01005806 Check : 10YE 01 Check date : 2001/02/15	<b>EC-HCR</b> EFF : AFR701	Skill : 01 Manpower : 2      0      0 Manhours : 21 00
--	-------------------------------	--

Card Item	Zone	Date	Task Code	Associated Documents	Ver	Date
AMP 275100-02-11WD01	210	1999/11/03	F1	AMM 27-51-00-710-002- 0	1	2000/10/27

**Access :**

**Text :** OPERATIONAL TEST OF FLAPS INTERCONNECTING STRUT AND FLAP DISCONNECT PROXIMITY SENSORS

Niveau de qualification requis

Réitération et croisement des rôles

**Performed by :**

	NAMES	SIGNS
1		
2		

**Reiteration :**

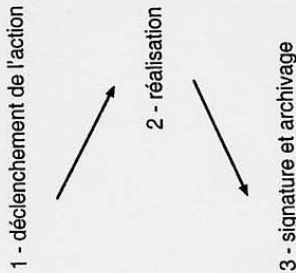
	NAMES	SIGNS
1		
2		

**1.6. ANNEXE 6 : RETRANSCRIPTION EN ATELIER DE LA DOCUMENTATION INITIALE**

**Types de documentation utilisée lors des actions de maintenance**

Documentation de l'atelier pour réaliser l'intervention

DATE		FICHE DE RELEVÉ N° 2	18737
VERITE		AILERONS Phases: 4-5	AVION:
CONTROLE			
NOTES:			
VERIFICATION BRAQUAGES AILERONS Phases 4-5			
HTP	HTP	SECS	SECS
HTP	HTP	HTP	HTP
HTP	HTP	HTP	HTP
VERIFICATION DEBATEMENTS TABS AILERONS Phase 4-5			
HTP	HTP	HTP	HTP
HTP	HTP	HTP	HTP
HTP	HTP	HTP	HTP
VERIFICATION DE L'EFFORT DE ROTATION Phase 5			
HTP	HTP	HTP	HTP
HTP	HTP	HTP	HTP
HTP	HTP	HTP	HTP



**Documentation issue de la réglementation**

AIR FRANCE	***** ENIS	LE 12.02.90
DIRECTION	***** REV 00	DU 03.12.02.90
ECRIRE TRESB728308A1 ESSAI DEBATEMENT AILERONS.		
MANOEUVRE AU POSTE	REPONSE AU SOL	
Volant à gauche	Aile gauche -Aileron levé	tab. baissé
	Aile droite -Aileron levé	tab. baissé
Volant à droite	Aile gauche -Aileron baissé	tab. levé
	Aile droite -Aileron baissé	tab. levé
Volant centre	Ailerons au. neutres	
Trié aileron à gauche	Aile gauche -Aileron levé	tab. baissé
Volant se déplace vers le D	Aile droite -Aileron levé	tab. levé
Trié aileron à droite	Aile gauche -Aileron baissé	tab. levé
Volant se déplace vers le D	Aile droite -Aileron baissé	tab. baissé
Trié aileron au. neutres	Ailerons au. neutres	
FLIGHT CONTROL B sur OFF		
MANOEUVRE plusieurs fois		
de Volant, sans secousse		
sans à coup		
Volant à gauche	Aile gauche -Aileron levé	tab. baissé
	Aile droite -Aileron levé	tab. levé
Volant à droite	Aile gauche -Aileron baissé	tab. levé
	Aile droite -Aileron baissé	tab. baissé
FLIGHT CONTROL A sur OFF		
FLIGHT CONTROL B sur ON		
MANOEUVRE plusieurs fois		
de Volant, sans secousse		
doit être répétée et		
sans à coup		
Volant à gauche	Aile gauche -Aileron levé	tab. baissé
	Aile droite -Aileron baissé	tab. levé

**Forme :**  
 - Etanchéité : 1 tableau = 1 ensemble de tests / 1 objectif  
 - Lisibilité : utilisation d'icônes - mise en évidence des principales valeurs  
 - Exhaustivité: apport d'informations issues de l'expertise et de l'expérience des opérateurs

**Contenu :**  
 - Ajout de tests / objectif de fiabilité final  
 . test d'effort  
 . mesures des débattements