


ORGANISME EMETTEUR		CLASSIFICATION	
 <b>eurocopter</b> AN EADS COMPANY		SECRET MILITAIRE	SECRET INDUSTRIEL
		NC	NC
DIRECTION EMETTRICE : E/TS		LIEU D'ARCHIVAGE :	
AUTEUR : S. HEDBAUT	SIGLE : E/TSM	VISA : <i>S. Hedbaut</i>	DATE : 8/06/2001
AUTEUR : S. BAILLY	SIGLE : E/TES	VISA : <i>S. Bailly</i>	DATE : 8/06/2001
<b>SERVICE</b> SIGLE : E/TSM NOM : Y. BRUN <i>[Signature]</i> VISA : <i>[Signature]</i> DATE : 13/06/2001		<b>SERVICE</b> SIGLE : E/TES NOM : P. CARIOU <i>[Signature]</i> VISA : <i>[Signature]</i> DATE : 13/06/01	
<b>SERVICE</b> SIGLE : NOM : VISA : DATE : <b>RESPONSABLE DE RECHERCHE</b> SIGLE : E/TRA NOM : F. TOULMAY VISA : <i>[Signature]</i> DATE : 13/6/01		<b>VISAS D'ORIGINE DIRECTION EMETTRICE</b>  <b>VISAS D'ORIGINE AUTRES DIRECTIONS</b>	
<b>TITRE</b>			
<b>TEMPS DE REPRISE EN MAIN DES PANNES HELICOPTERE</b>  <b>DOCUMENT DE SYNTHESE</b>			
<b>DIFFUSION (SIGLES)</b>			
INTERNE DIRECTION EMETTRICE		EXTERNE DIRECTION EMETTRICE	
DOCUMENT COMPLET	RESUME (Page 1 à )	DOCUMENT COMPLET	RESUME (Page 1 à )
E/T E/TS E/TSM (2) E/TES (2) E/TR		E/FCC	
<b>EXTERNE EUROCOPTER FRANCE</b>			
SFACT - Issy Les Moulinaux			
PROGRAMME	MARCHE N°	LOT N°	CAT. DIFFUSION
	93.50.07K	1	
NOTION D'INDEXAGE		IND. N° DOCUMENT	PAGE
Temps de reprise en main des pannes		A TN X 000 AR 431 F01	1 / 127
<small>*This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed*. © EUROCOPTER 06/2001  - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</small>			

*"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001*  
- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)

a

## MODIFICATIONS

IND.	PAGE(S) MODIF.	DATE	DESCRIPTION DE LA MODIFICATION	REDACT.	VISAS RESP. SERVICE	AUTRES DIRECTIONS MARQUE
A	X	8/06/2001	NOUVEAU DOCUMENT	S. HEDBAUT S. BAILLY	Y. BRUN P. CARIOU	F. TOULMAY

a

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

AC	Advisory Circular
ACJ	Advisory Circular, Joint
AFCS	Automatic Flight Control System
ALT	Altitude
APU	Auxiliary Power Unit
BAT	Battery
CAT	Catastrophic
CDS	Control Display System
CDP	Critical Decision Point
CWP	Central Warning Panel
EC	EuroCopter
ECS	Electrical Control System
EGS	Electrical Generation System
EMS	Emergency Medical Service
ENG	Engine
FADEC	Full Authority Digital Engine Control
FAR	Federal Aviation Regulations
FCS	Flight Control System
FHA	Functional Hazard Assessment
FLIR	Forward Looking Infra-Red
FND	Flight & Navigation Display
HAZ	Hazardous
H/C	Helicopter
IEBD	Integrated Engine Backup Display
IHM	Interface Homme Machine
IMC	Instrument Meteorological Condition
IPS	Ice Protection System
IRS	Inertial Reference System
JAR	Joint Aviation Requirements
LDP	Landing Decision Point
L/G	Landing Gear
LS	Landing System
MAJ	Major
MIN	Minor
MGB	Main Gear Box
MFD	Multi Function Display
NA	Not Applicable
NAV	NAVigation system
NVG	Night Vision Goggle
OEI	One Engine Inoperative
OHCP	OverHead Control Panel
PA	Pilote Automatique
PHL	Preliminary Hazard List
PMS	Plant Management System
PT	ProtoType
RA	Radio Altimeter
RAGB	Remote Access Gear Box
SAR	Search And Rescue
SAS	Stabilization Augmentation System
SHA	System Hazard Analysis
SOV	Shut Off Valve
TGB	Tail Gear Box
VMC	Vision Meteorological Condition
VMD	Vehicle Management Display
V <sub>NE</sub>	Speed Not to Exceed

a

WAT Weight, Altitude, Temperature  
WWWS Windshield Washer Wiper

a

**SOMMAIRE**

**LISTE DES ABREVIATIONS.....3**

**SOMMAIRE .....5**

**L. INTRODUCTION .....6**

**2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....7**

**3. CADRE DE L'ETUDE .....8**

3.1 DEMARCHE ..... 8

3.2 DEFINITIONS DES TEMPS LIES A LA RESOLUTION DE PANNES ..... 9

3.3 CONFIGURATION TYPE D'UN HELICOPTERE DE NOUVELLE GENERATION ..... 10

3.4 TYPES D'EXPLOITATIONS CIVILES APPLICABLES ..... 10

3.5 LIMITES DE L'ETUDE ..... 11

**4. ANALYSE DE LA REGLEMENTATION ..... 12**

**5. ANALYSE THEORIQUE DES PANNES ET DE LEURS CONSEQUENCES..... 15**

5.1 ANALYSE DES SHA APPLICABLES A L'HELICOPTERE GENERIQUE CONSIDERE ..... 15

5.2 FACTEURS INFLUENCANT LA PERFORMANCE REACTIVE DU PILOTE ..... 15

5.3 CRITERES DE SELECTION DES PANNES..... 15

5.4 PANNES SELECTIONNEES ..... 17

5.5 DESCRIPTION DES PANNES..... 19

**6. METHODOLOGIE DE MESURE DES TEMPS DE REACTION ET DE RECONNAISSANCE ..61**

6.1 DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE ..... 61

6.2 PARAMETRES ENREGISTRES ..... 66

**7. RESULTATS DU TRAITEMENT DES DONNEES..... 67**

7.1 PANNE 1..... 67

7.2 PANNE 2..... 70

7.3 PANNE 3..... 73

7.4 PANNE 4..... 76

7.5 PANNE 5..... 79

**8. CONCLUSION ..... 82**

a

## **I. INTRODUCTION**

L'automatisation croissante des systèmes ainsi que l'évolution des technologies appliquées aux hélicoptères a modifié le travail des pilotes. Le pilote est devenu un superviseur et décideur, laissant les tâches basiques aux systèmes.

Ce nouveau rôle ainsi que les nouvelles possibilités d'interfaçage a permis une refonte des interfaces hommes-machines, permettant une meilleure synthèse de l'état de la machine, afin de permettre au pilote d'assurer son rôle de superviseur et de décideur.

Néanmoins l'automatisation des systèmes éloigne le pilote du contact direct des données machines de base, et il est nécessaire de s'assurer qu'aucune représentation mentale de la machine par le pilote ne soit erronée, et que le temps d'analyse d'une situation dégradée et de sa correction soit adéquat.

En cas de situation dégradée, la réglementation actuelle spécifie les modalités de détection et de recouvrement temporels. Cette réglementation nécessite une évolution qui puisse prendre en compte le nouveau rôle du pilote.

Le but de cette étude est de poser les bases techniques nécessaires à l'évolution de la réglementation concernant les temps de reprise en main des pannes (majeures ou dangereuses) à conséquences catastrophiques en l'absence d'une réaction rapide du pilote.

Afin de permettre l'établissement d'une référence de base, but de la phase 1 de cette étude, les étapes suivantes ont été réalisées:

- 1: analyse de la réglementation FAR/JAR 29
- 2: détermination des pannes à étudier
- 3: champ d'application des pannes sélectionnées
- 4: expérimentation avec un pilote de référence

Les essais avec un panel de pilotes représentatifs pourront être entrepris dans le cadre d'une deuxième phase.

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 6/127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i> - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)			

a

## **2. DOCUMENTS DE REFERENCE**

Les documents de références réglementaires sont:

- JAR 29 (05/11/1993)
- FAR Part 29 (15/08/1985)
- AC29-2C (30/09/1999)
- AC29-2A (16/09/1987)
- ACJ29 - subpart of JAR 29 (05/11/1993)

Les documents de références internes à l'étude, tenant lieu de rapports intermédiaires, sont:

- Compte rendu de réunion "lancement de l'étude" 30/03/2000– E/TSM/1086/2000 (19/06/2000)
- Compte rendu de réunion "phase 1 – trimestre 1" 19/06/2000– E/TSM/1087/2000 (19/06/2000)
- Compte rendu de réunion "phase 1 – trimestre 2" 25/09/2000– E/TSM/1144/2000 (19/10/2000)
- Compte rendu de réunion "phase 1 – trimestre 3" 19/01/2001– E/TSM/1044/2001 (07/03/2001)

Le document de référence interne à l'étude, tenant lieu de document intermédiaire et présentant l'analyse réglementaire et la sélection des pannes, est:

- "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère"– TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001)

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 7/127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i> - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)			



a

### **3. CADRE DE L'ETUDE**

#### **3.1 DEMARCHE**

L'étude se compose de plusieurs phases, découpées comme suit :

➤ **Etape 1: Analyse de la réglementation**

☞ *Réalisée par des spécialistes de la certification*

➤ **Etape 2: Analyse théorique des pannes et de leurs conséquences sur les hélicoptères de nouvelle génération**

- ◆ Analyse des pannes et conséquences attachées aux nouveaux systèmes,
- ◆ Identification des risques en fonction des phases de mission et des types de vol les plus contraignants,
- ◆ Analyse des temps de réponse minima acceptables,
- ◆ Analyse du niveau d'adéquation des règlements actuels à ces types de panne et identification des points justifiant une évolution.

☞ *Réalisée par des spécialistes sécurité et systèmes hélicoptères*

➤ **Etape 3: Champ d'application**

- ◆ Sélection des pannes de référence,
- ◆ Configurations et situations théoriques,
- ◆ Trames des scénarios,
- ◆ Descriptifs des scénarios détaillés.

☞ *Réalisée par des spécialistes sécurité, systèmes hélicoptères, facteurs humains et essais en vol*

➤ **Etape 4: Expérimentation**

- ◆ Définition de la méthodologie,
- ◆ Développement sur simulateur,
- ◆ Essais sur SPHERE avec 1 pilote EUROCOPTER,
- ◆ Traitement des données,
- ◆ Validation des moyens de mesures, scénarios et pannes.

☞ *Réalisée par des spécialistes simulation, facteurs humains et essais en vol*

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 8/127</b>
<p><i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i></p> <p>- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>			

a

### 3.2 DEFINITIONS DES TEMPS LIES A LA RESOLUTION DE PANNES

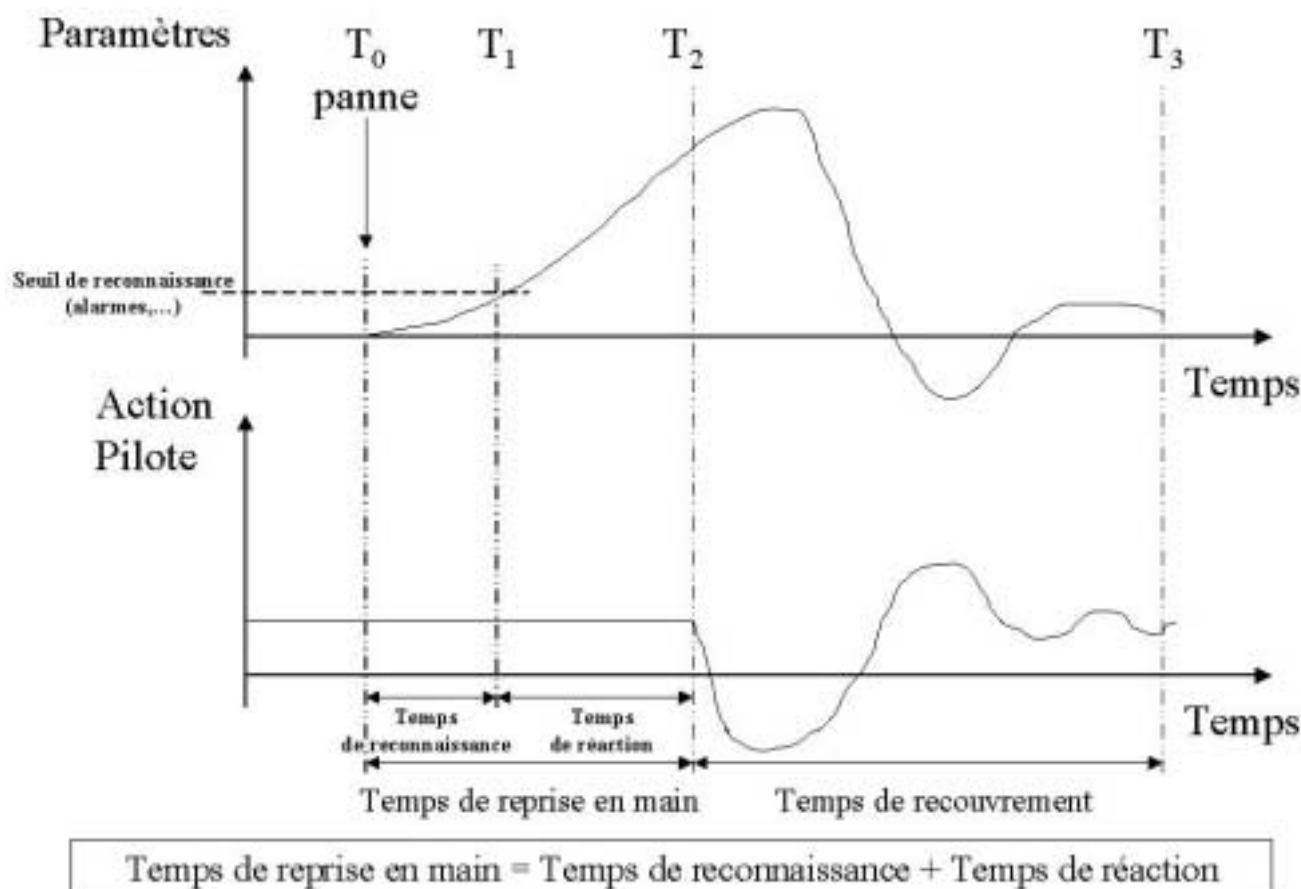
Les terminologies employées pour les temps sont différentes entre le domaine des SHA et des IHM. De manière à permettre une compréhension précise des termes employés, les définitions suivantes seront appliquées à l'ensemble de l'étude (terminologie SHA) :

Temps de reconnaissance (recognition time): C'est le temps entre l'occurrence de la panne ( $T_0$ ) et le début de réaction du pilote ( $T_1$ ): soit le temps qu'il faut au pilote pour comprendre qu'il y a une panne.

Temps de réaction (reaction time): C'est le temps entre lequel le pilote a compris qu'il y a une panne ( $T_1$ ) et le début de l'action corrective adéquate ( $T_2$ ): soit le temps qu'il faut au pilote pour initialiser l'action corrective adéquate à compter du temps où il a compris qu'il y a une panne.

Temps de recouvrement (recovery time): C'est le temps entre le début de l'action corrective adéquate ( $T_2$ ) et le moment où le système est revenu dans son fonctionnement nominal ( $T_3$ ): durée nécessaire de l'action.

Pour notre étude, les temps qui nous intéressent sont le temps de reconnaissance et le temps de réaction du pilote ( $T_0$  à  $T_2$ ).



*Figure 1: Définition des temps étudiés*

N° DOCUMENT	TN X 000 AR 431 F01	INDICE A	Du 8/06/2001	PAGE 9/127
"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001 - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				

a

### 3.3 CONFIGURATION TYPE D'UN HELICOPTERE DE NOUVELLE GENERATION

Un seul appareil générique est considéré dans l'étude et est représentatif des hélicoptères de nouvelle génération de la catégorie des moyens/lourds bimoteur (soit 6 à 10 tonnes, compatible avec les réglementations JAR et FAR 29). Cet appareil générique est muni d'un poste de pilotage de type « full glass cockpit » comprenant un système de management hélicoptère de base.

Le cadre de l'étude est l'exploitation civile en monopilote ou bipilote. De manière à obtenir des résultats plus pertinents, les essais seront appliqués en monopilote.

### 3.4 TYPES D'EXPLOITATIONS CIVILES APPLICABLES

Le cadre d'élaboration des scénarii est choisi parmi les types de vol et d'exploitations à l'horizon 2005 suivantes :

- Environnement extérieur:
  - ◆ VMC jour et nuit,
  - ◆ Pluie, givre,
  - ◆ IMC.
  
- Aide au pilotage,
  - ◆ Pilotage Automatique (hands off),
  - ◆ PA modes supérieurs 4 axes,
  - ◆ NAV.
  
- Type de terrains
  - ◆ Sol plat: terre, mer, lac...
  - ◆ Sol accidenté: montagnes, falaises, arbres, obstacles...
  
- Type de missions
  - ◆ Off shore,
  - ◆ Transport de personnes et/ou charges,
  - ◆ Treuil mono-pilote,
  - ◆ Elingue,
  - ◆ Search And Rescue (SAR),
  - ◆ Emergency Medical Service (EMS).

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 10/127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i> - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)			

a

### 3.5 LIMITES DE L'ETUDE

#### 3.5.1 Pannes

La phase expérimentale de cette étude se limite à une sélection de 5 pannes, avec une occurrence dans le cadre le plus pertinent, ce en monopilote.

D'autre part, les pannes classées Catastrophiques (situations non récupérables), ainsi que celles classées Mineures (effets très limités sur la sécurité) ne sont pas prises en compte.

#### 3.5.2 Simulateur

L'expérimentation s'effectue sur le simulateur de développement EUROCOPTER appelé SPHERE (cf annexe 1), avec projection du monde extérieur sur un champ de 180°H x 80°V, fixe et non vibrant. La cabine qui équipe le simulateur, pour les besoins de cette étude, est une cabine de nouvelle génération d'hélicoptère de la gamme des 8 à 10 tonnes. La simulation comporte des restrictions qui sont prise en compte dans la sélection des pannes et de leur occurrence.

Les contraintes de simulation sur SPHERE ne permettent pas de simuler des pannes détectables par les capteurs proprioceptifs (vibrations, accélérations, oscillations...) des membres d'équipages, ni certains capteurs extéroceptifs dont l'olfaction, l'audition de sons autres que ceux émis par le générateur de sons et de messages vocaux. Les pannes sélectionnées sont donc détectables et/ou par la vue, le touché (ex : à-coups commandes de vol) et les alarmes sonores.

L'effet simulateur peut avoir un impact sur les temps mesurés. Afin d'en limiter les effets, les scénarii de pannes sont construits de manière à obtenir un effet le plus réaliste possible.

D'autre part le choix des pilotes dans la phase 2 devra tenir compte de l'aptitude des pilotes à ne pas avoir d'absence de réaction ou, au contraire, des prises de risques excessives (sentiment de sécurité dans le simulateur), ni à être destabilisés par les informations de l'oreille interne (nausée).

#### 3.5.3 Temps

Les essais sont réalisés sur un appareil générique représentatif des hélicoptères de nouvelles générations. Cependant les temps de recouvrement sont spécifiques à une machine donnée. Les temps de recouvrement ne sont donc pas pris en compte, étant donné leur spécificité non généralisable.

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 11/127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i> - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				

a

#### **4. ANALYSE DE LA REGLEMENTATION**

Les documents de références réglementaires, analysés en fonction de la catégorie d'hélicoptère de la gamme des moyens/lourds étudié, sont:

- JAR 29 (05/11/1993)
- FAR Part 29 (15/08/1985)
- AC29-2C (30/09/1999)
- AC29-2A (16/09/1987)
- ACJ29 - subpart of JAR 29 (05/11/1993)

L'analyse de la réglementation est plus particulièrement détaillée dans le document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère"- TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint. Il y est extrait et synthétisé les informations qualitatives et quantitatives concernant les temps de reprise en main des pilotes suite à l'occurrence d'une ou plusieurs pannes.

#### **Synthèse des exigences :**

Les réglementations JAR et FAR 29 donnent principalement des objectifs qualitatifs de sécurité à réaliser lorsqu'une action pilote est requise. La seule exception concerne les pannes moteur, pour lesquelles les temps de reprise en main quantifiés sont donnés suivant les phases de vol.

Les AC sont plus précises et recommandent également des temps de reprise en main maximum suivant l'occurrence d'une ou de plusieurs pannes sur le SAS. Ces temps maximum de reprise en main sont fonction des différentes phases de vol, et des conditions de vol (IMC, VMC,...). Les objectifs de sécurité doivent être démontrés en IMC. Ces temps maximum de reprise en main s'appliquent aussi aux hardovers.

Toutes ces informations (provenant notamment de l'AC29-2A) sont résumées dans le tableau suivant (cf. figure 2), mais ne s'appliquent qu'aux systèmes de commande de vol.

Pour les pannes détectées par la machine et signalées par une alarme visuelle rouge ou sonore, le temps de reconnaissance maximum de la panne par le pilote est usuellement de 0.5s.

En revanche, pour les pannes non détectées par la machine, le temps de reconnaissance de la panne du pilote inclura le temps de détection de la panne par le pilote.

Les temps de reprise en main suite aux pannes autres que moteurs et systèmes de commande de vol ne sont pas définis. Il n'est donc pas interdit d'appliquer à d'autres systèmes les temps définis pour le SAS ou les moteurs, mais sans être toutefois couvert par la JAR, la FAR et l'AC.

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 12/127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i> - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				

a

	CERTIFICATION IFR			CERTIFICATION VFR	
	Général (Mono-Pilote)	<i>Bi-Pilote AVEC le(s) mode(s) supérieur(s)</i>	Bi-Pilote SANS le(s) mode(s) supérieur(s)		
Degré d'attention du pilote		→	→	→	→
Stationnaire	Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)	<i>Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction) mode stationnaire auto</i>	Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)	<i>Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction) mode stationnaire auto</i>	Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)
Décollage Atterrissage	Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)		Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)	Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)	
Manœuvres Approche	Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction)		Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction)	Tps Rec. + 0 s (Temps de réaction)	
Descente Montée	Tps Rec. + 3 s (Temps de réaction)		Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction)	Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction)	
Croisière	Tps Rec. + 3 s (Temps de réaction)		Tps Rec. + 1 s (Temps de réaction)	Tps Rec. + 3 s* (Temps de réaction)	Tps Rec. + 1 s* (Temps de réaction)



Démonstration en IMC requise



Le temps de reconnaissance (Tps Rec.) de pannes est normalement considéré comme étant de 0,5s pour les pannes signalées (alarmes)



Les données en italiques ne sont pas définies dans l'AC29-2A mais sont proposées par les autorités françaises de certification pour la certification des modes stationnaires automatiques (mode SAR de nuit).

\*

Les temps de réaction du ou des pilotes en phase de croisière et en certification VFR dépendent de la vitesse de l'appareil. Pour une vitesse comprise entre  $V_H$  et  $V_{NE}$ , un temps de réaction de 1s est approprié, alors que pour une vitesse inférieure ou égale à  $V_H$ , un temps normal de réaction sera de 3s (cf. page 13: AC29-2B Ch.3 §775 b(6)(iii)(A)).

Figure 2: Temps de reconnaissance de panne théorique issus de l'AC 29 – 2A

N° DOCUMENT	TN X 000 AR 431 F01	INDICE A	Du 8/06/2001	PAGE	13/127
<p>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001 - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>					

a

Il ressort du tableau précédent, que le temps de reconnaissance de pannes des pilotes dépend de la vitesse  $V_H$ , pour la phase de croisière en condition VMC.

Cette vitesse  $V_H$  est la vitesse maximale que l'hélicoptère peut atteindre pour une altitude donnée, à puissance maximale.

La figure 3 ci-dessous positionne  $V_H$  par rapport aux différentes vitesses caractéristiques de l'appareil en fonction de sa puissance, pour un palier d'altitude constant.

Pour une altitude constante, deux autres vitesses sont ainsi définies:

la vitesse de croisière économique à laquelle l'hélicoptère parcourra le trajet le plus long,

la vitesse  $V_Y$  à laquelle l'hélicoptère volera le plus longtemps (endurance maximale). C'est aussi la vitesse pour laquelle la puissance est minimale en palier, c'est donc une vitesse où l'appareil disposera du maximum de puissance en réserve pour prendre de l'altitude.

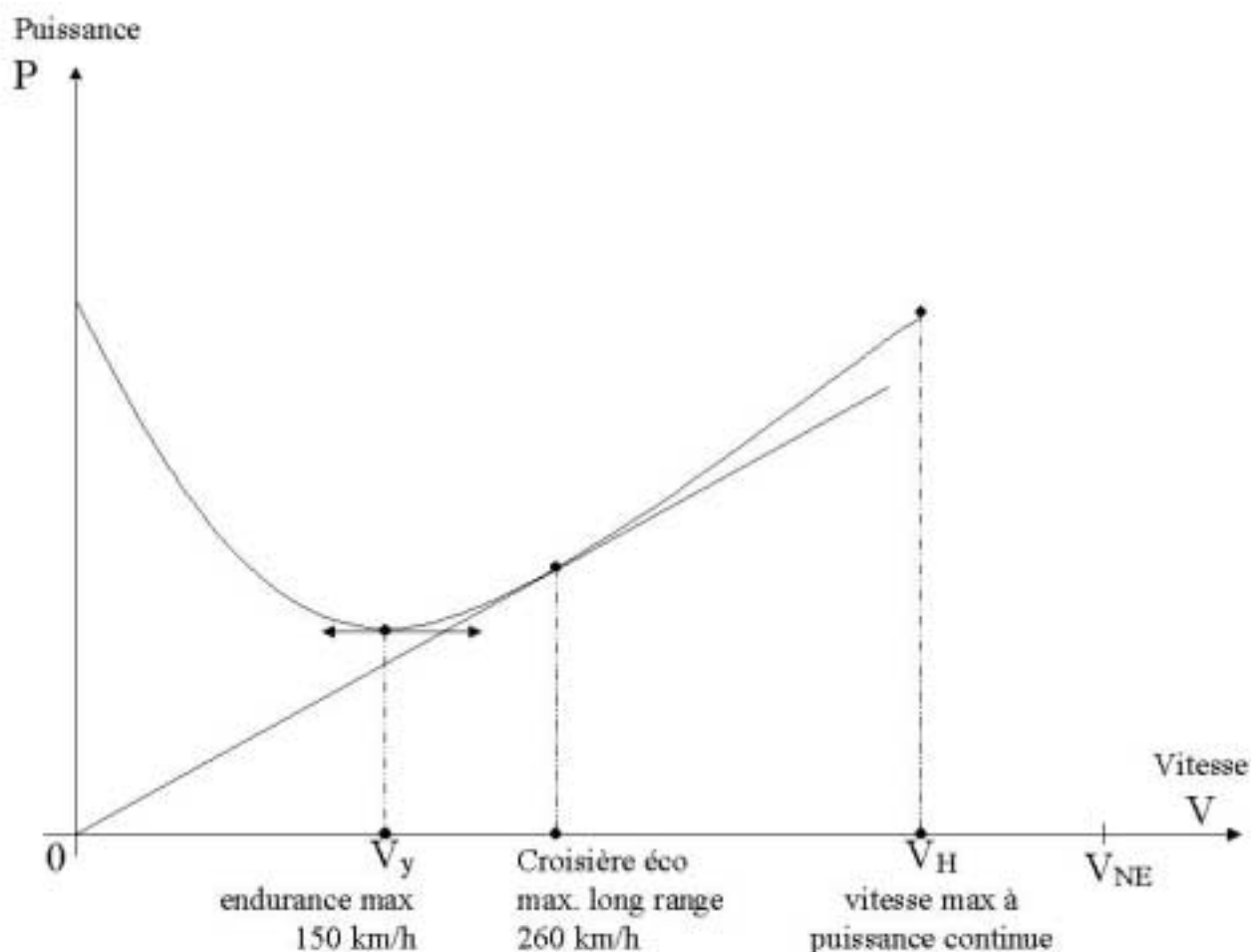


Figure 3: Définition de la vitesse maximum  $V_H$  pour une altitude donnée

a

## **5. ANALYSE THEORIQUE DES PANNES ET DE LEURS CONSEQUENCES**

### **5.1 ANALYSE DES SHA APPLICABLES A L'HELICOPTERE GENERIQUE CONSIDERE**

Les analyses de sécurité listent exhaustivement les pannes nécessitant des actions pilotes pour assurer la sécurité du vol. Elles dressent un bilan de la criticité de chaque panne qui tient compte des combinaisons avec des pannes croisées avec d'autres systèmes ou autres fonctions, mais également des conditions environnementales défavorables et des phases de vol au moment de l'occurrence de la panne.

D'autre part les SHA identifient la ou les actions pilote attendues, la détection ou non de la panne par le système, la présentation d'alarmes.

La liste des pannes nécessitant une action pilote est présentée exhaustivement dans l'annexe du document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère"– TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint.

### **5.2 FACTEURS INFLUENCANT LA PERFORMANCE REACTIVE DU PILOTE**

Les conditions d'occurrence de pannes influencent directement le temps de réaction du pilote. Outre la nature de la panne (rapide ou lente), l'attention du pilote dépend :

- Des phases de vol
- De la charge de travail du pilote
- Du relief
- De la météorologie
- De la stabilité du vol

Les pannes les plus critiques ont pour effet de perturber la trajectoire de l'hélicoptère en stationnaire ou à une faible vitesse proche des obstacles ou du sol.

### **5.3 CRITERES DE SELECTION DES PANNES**

Les pannes sélectionnées sont issues des pannes majeures ou dangereuses à conséquences catastrophiques en l'absence d'action rapide du pilote :

- Alarme de classe A
- Alarme de classe B éventuellement
- Dérive lente de type slowover, pouvant ne pas être détectée immédiatement

Les pannes catastrophiques (situations non récupérables) ou mineures (effets très limités sur la sécurité) n'entrent pas dans le cadre de cette étude.

5 pannes sont sélectionnées en fonction de leur de criticité, de la pertinence des pannes pour un appareil de nouvelle génération et de leur applicabilité dans les limites de l'étude précisée en § 3.2. Les indications contenues dans les SHA ainsi que les exigences réglementaires, permettent d'établir des trames de scénario d'occurrence de panne pertinents pour chacune d'entre elles (état et modalité de dégradation d'équipements ou systèmes associés à différents états d'attention du pilote).

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 15 /127</b>
<i>" This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i> - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				



a

En complément, le concept d'alarmes et la liste des alarmes permettent d'identifier les moyens mis à la disposition du pilote pour la détection de la panne.

Ces 5 pannes sont issues des 4 types de pannes suivants :

- pannes signalées (détection par alarme rouge ou ambre, ainsi qu'éventuellement par alarme sonore),
- pannes non signalées (pannes sur la détection, ou pas de détection),
- pannes rapides (pannes dont les effets sont quasi immédiats comme par exemple les hardovers),
- pannes lentes (pannes "perverses" dont les effets ne sont pas immédiats comme les slowovers, les dérives lentes...),

avec une occurrence dans une des conditions de vol suivantes :

- vol sans les instruments de bord: VFR,
- vol avec les instruments, mais avec une bonne visibilité: IFR(VMC); en cas de panne sur les instruments, le pilote peut s'aider de la visibilité extérieure pour résoudre la panne,
- vol uniquement avec les instruments: IFR(IMC); le pilote ne bénéficie d'aucune aide extérieure pour résoudre la panne, il ne doit se fier qu'à ses instruments de bord,

sous une charge de travail sélectionnée parmi :

- charge de travail faible (typiquement: croisière en altitude avec les modes supérieurs engagés, l'activité du pilote est faible),
- charge de travail relativement importante, notée W (altitude moyenne avec ou sans modes supérieurs, un virage ou bien une approche),
- charge de travail très importante, notée W<sup>++</sup> (par exemple un décollage ou un atterrissage, ou encore un travail à l'élingue),

et pouvant induire un des comportement suivant, lors de la résolution de la panne :

- Procédural bas (pas ou peu de réflexion de la part du pilote: la panne est simple et le pilote a peu d'actions à faire pour corriger la panne),
- Procédural (le pilote n'agit pas par réflexe, il doit reconnaître la panne et il agit en suivant des règles mémorisées),
- Procédural haut (typiquement des double pannes nécessitant une réflexion importante d'identification des pannes avec plusieurs actions de correction),
- Procédural en limite cognitive (le pilote ne répond plus à des règles mémorisées, mais suppose et interprète des observations personnelles).

a

### 5.4 PANNES SELECTIONNEES

Les 5 pannes sélectionnées et leur occurrence associée sont :

Panne		Occurrence
1	Dérive lente de l'IRS2 à 2,4°/s	Croisière en IMC
2	Perte d'un moteur détecté par le FADEC	HOVER avec élingue
3	Perte partielle de la puissance moteur	Approche à l'atterrissage de nuit en VFR
4	Dérive lente de la tenue d'altitude du PA suite à une panne du baro-alti	Croisière en IMC
5	Hardover sur axe roulis du pilote automatique (PA)	Croisière faible altitude en VMC

Les caractéristiques en 3 dimensions des pannes montrent l'espace couvert par les 5 pannes sélectionnées, dans les combinaisons suivantes:

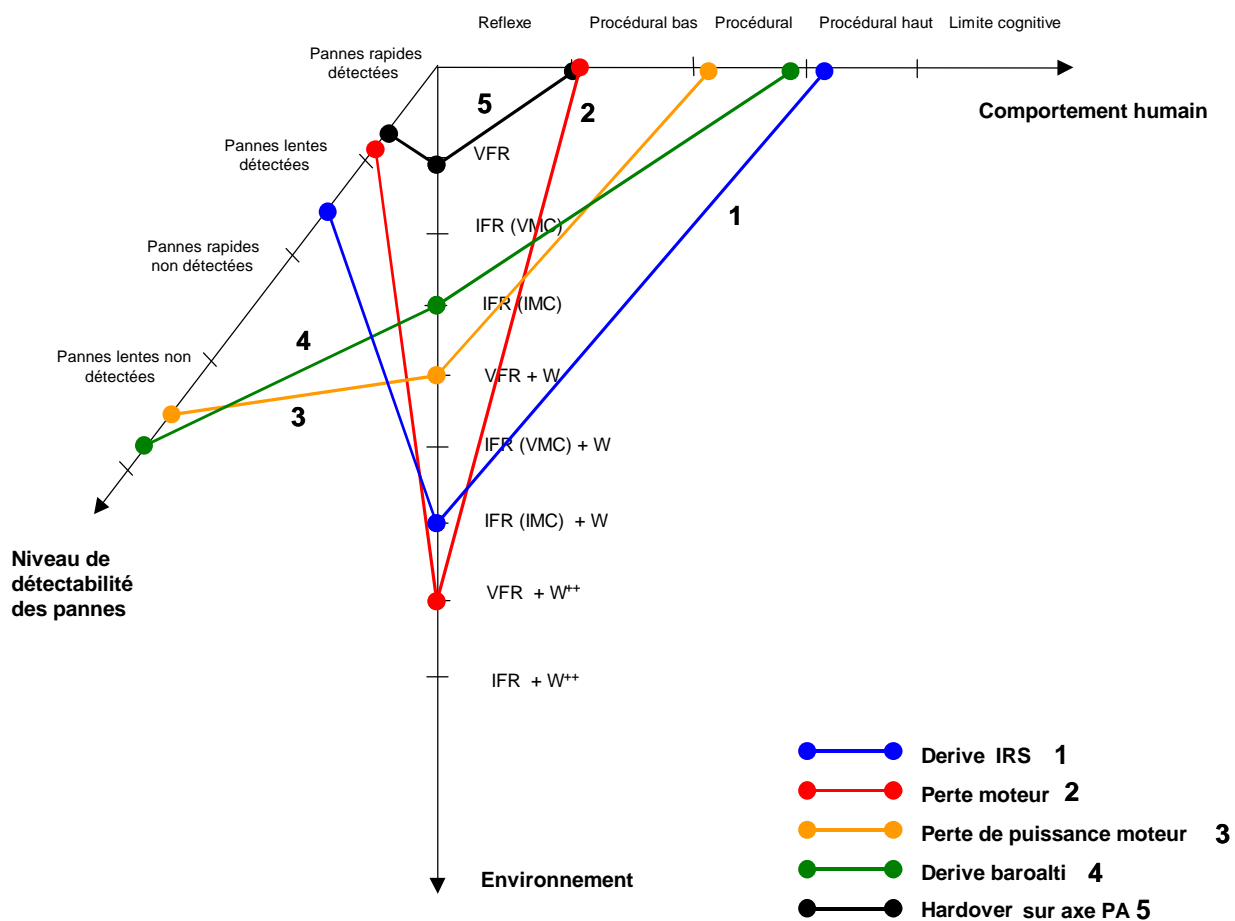


Figure 4: Caractéristiques tridimensionnelles des pannes - comportement humain

a

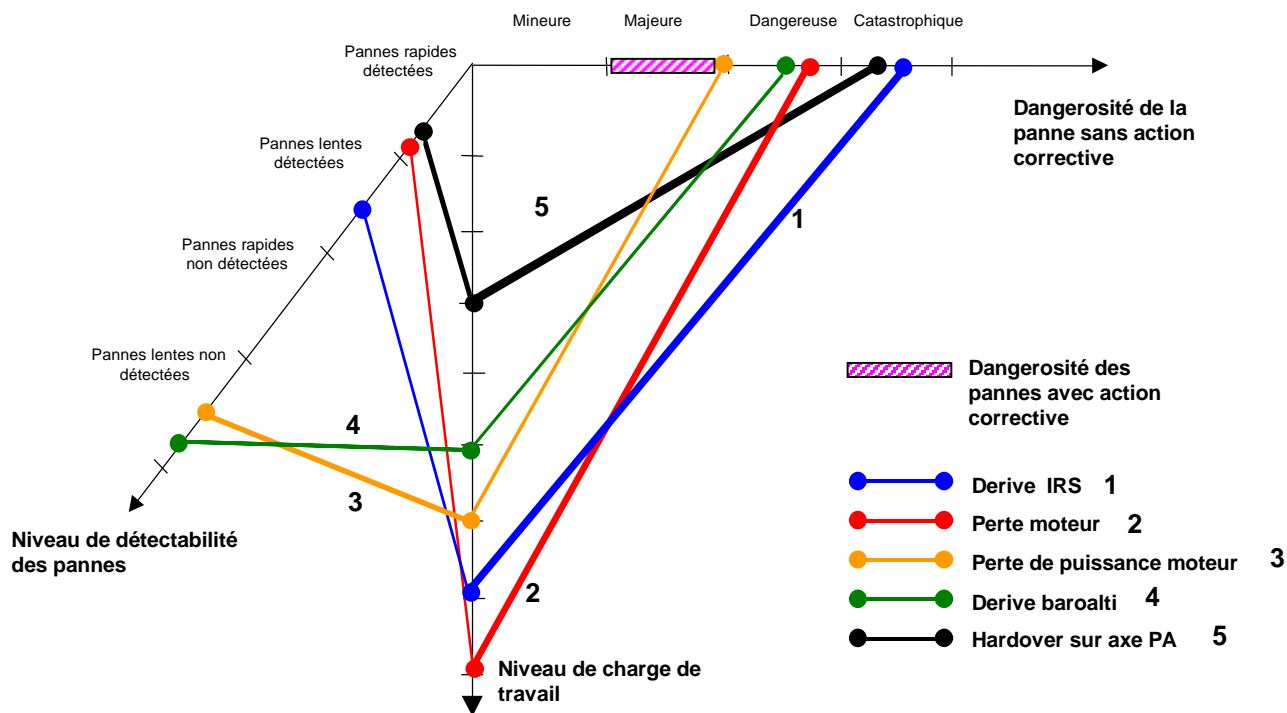


Figure 5: Caractéristiques tridimensionnelles des pannes - dangereusité de la panne

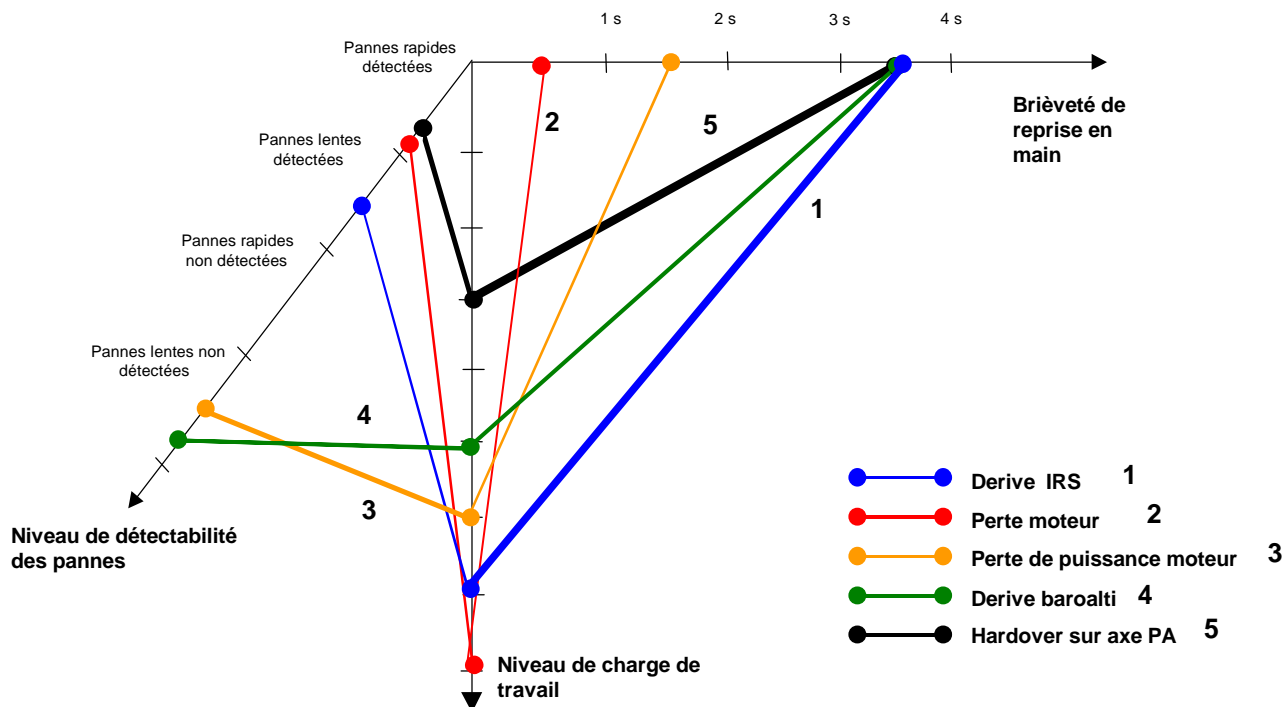


Figure 6: Caractéristiques tridimensionnelles des pannes - brièveté de reprise en main

N° DOCUMENT	TN X 000 AR 431 F01	INDICE A Du 8/06/2001	PAGE 18 /127
<p>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</p> <p>- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>			

a

## 5.5 DESCRIPTION DES PANNES

Chacune des pannes est présentée avec le descriptif des éléments constitutifs de la panne suivant:

- Les systèmes impliqués dans la panne
- Les moyens visuels de présentation de l'information
- Les seuils de détection de la panne par le système
- Les éléments de détection de la panne
- Les corrections de la panne attendues par le pilote
- Les effets induits en absence d'actions correctives
- Les effets induits grâce aux actions correctives opportunes par le pilote
- Les temps de reconnaissances et de réactions attendus par le pilote
- Le tableau du déroulement temporel des tâches de résolution de la panne par le pilote

de même sont présentés les conditions d'occurrence de la panne :

- Les combinaisons :
  - ◆ configuration de l'hélicoptère/type d'exploitation
  - ◆ phase de vol/paramètres de vol
  - ◆ conditions météorologiques
  - ◆ trame de scénario sur cartographie

ainsi que les éléments nécessaires au briefing et à la préparation de l'exploitation:

- la fiche de briefing comprenant :
  - ◆ le timing de l'exploitation
  - ◆ les conditions extérieures
  - ◆ la configuration de l'hélicoptère
  - ◆ la configuration d'exploitation avec le nombre de personnes à bord
  - ◆ les routes d'exploitations
- la fiche d'enroute
  - ◆ consignes d'altitude/hauteur/cap/vitesse
  - ◆ temps des points de passage
  - ◆ temps d'occurrence de la panne
- la description complète du scénario d'exploitation :
  - ◆ les tâches macroscopiques pilote
  - ◆ le timing
  - ◆ les paramètres de vol (hauteur/altitude, vitesse, cap)
  - ◆ les paramètres de navigation et radionavigation

a

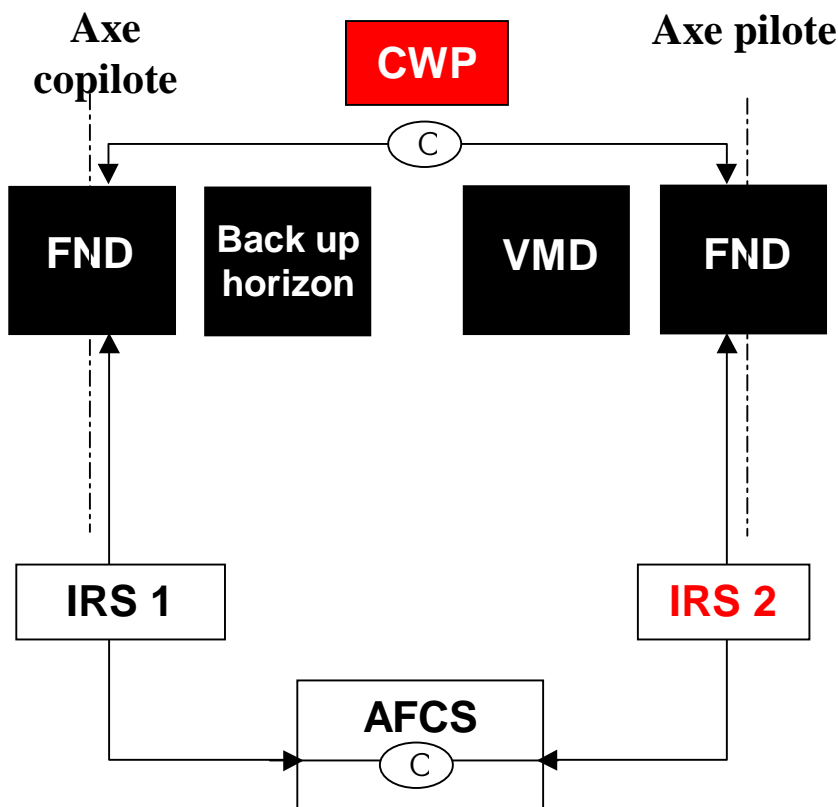
### 5.5.1 Panne 1 : dérive lente de l'IRS2

La panne de dérive lente de l'IRS2 a été sélectionnée pour son aspect dérive (« slowover ») détectable par le pilote. Cette panne illustre la dérive temporelle possible d'une panne, après détection par le système de l'écart entre les 2 IRS, si le pilote ne procède pas à des recoupements d'informations efficaces entre les équipements.

La fiche descriptive de données d'entrée de la panne est présentée dans le document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère" – TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint.

#### 5.5.1.1 Descriptif des éléments constitutifs de la panne 1

#### ❖ Systemes impliquées dans la panne et moyens visuels de présentation de l'information



#### ❖ Seuils de détection de la panne par le système :

- écart d'assiette supérieur à 3° entre IRS1 et IRS2
- écart de vitesses angulaires supérieur à 2,5°/s entre IRS1 et IRS2

- ☞ panne détectée par le système 1,25s après son occurrence
- ☞ 1,25s + 3,5s => roulis et tangage de 11°4

N° DOCUMENT	TN X 000 AR 431 F01	INDICE A	Du 8/06/2001	PAGE 20 /127
"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001 - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				

a

❖ Les éléments de détection de la panne et corrections de la panne attendues par le pilote

ELEMENTS DE DETECTION DE LA PANNE	CORRECTION DE LA PANNE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- piqué et roulis à droite</li> <li>- perte des modes supérieurs (ALT, vitesse, tenue d'assiette)</li> <li>- écart de symbologies entre les 2 FND</li> <li>- alarme sonore "HANDS ON"</li> <li>- alarme CWP "HANDS ON" + "DEGRAD IRS1/IRS2" ou "AVIONICS"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reprise en main <math>\leq 3,5</math> s</li> <li>- cross check des 2 écrans/ standby instrument</li> <li>- acquittement de l'alarme</li> <li>- identification de l'écran fournissant la fausse information</li> <li>- reconfiguration du MFD2 sur l'IRS 1</li> <li>* <i>coupure automatique du PA</i></li> </ul>

❖ Effets induits en absence d'actions correctives ou grâce aux actions correctives opportunes par le pilote

EFFETS INDUITS	
EN ABSENCE D' ACTIONS CORRECTIVES: CATASTROPHIQUE	AVEC ACTIONS CORRECTIVES OPPORTUNES: MAJEURE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- roulis à droite</li> <li>- tangage piqué</li> <li>- désorientation spatiale en cas d'absence de référence extérieure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stabilisation de l'hélicoptère</li> <li>- identification de l'écran fournissant la fausse information</li> </ul>




❖ Temps de reconnaissances et de réactions attendus par le pilote selon réglementation actuelle

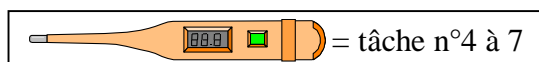
La panne sera injectée en phase « croisière en IMC » de manière à ne fournir aucune information extérieure pour la résolution de la panne.

REACTION PILOTE ATTENDUE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- temps de reconnaissance: 0,5s</li> <li>- temps de réaction: 3s</li> <li>- temps de recouvrement: NA</li> </ul>

a

❖ Tableau du déroulement temporel des tâches de résolution de la panne par le pilote

TRPH – SCENARIO 1					
			N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE DERIVE LENTE IRS2	TEMPS
			1	Apparition de la panne	0,5 s
X	X		2	Audition « Hands On » + Visuel master	
	X		3	Visuel CWP : « HANDS ON » + « DEGRAD IRS/AVIONICS »	3 s
	X	X	4	Reprise des commandes cyclique et collectif, régulation avec back-up	
	X		5	Cross check des MFDs 1 et 2	
	X		6	Cross check avec le back up horizon pour identification de l'écran fournissant la fausse information	
	X	X	7	Contrôle machine, régulation dans le bon sens	
	X	X	8	Passage du MFD 2 sur l'IRS 1 via le Panneau de reconfiguration sur le pupitre	
	X	X	9	Acquittement du master	



Temps de reconnaissance

Temps de réaction

Temps de recouvrement

5.5.1.2 Conditions d'occurrence de la panne 1

❖ configuration de l'hélicoptère/type d'exploitation, phase de vol/paramètres de vol, conditions météorologiques

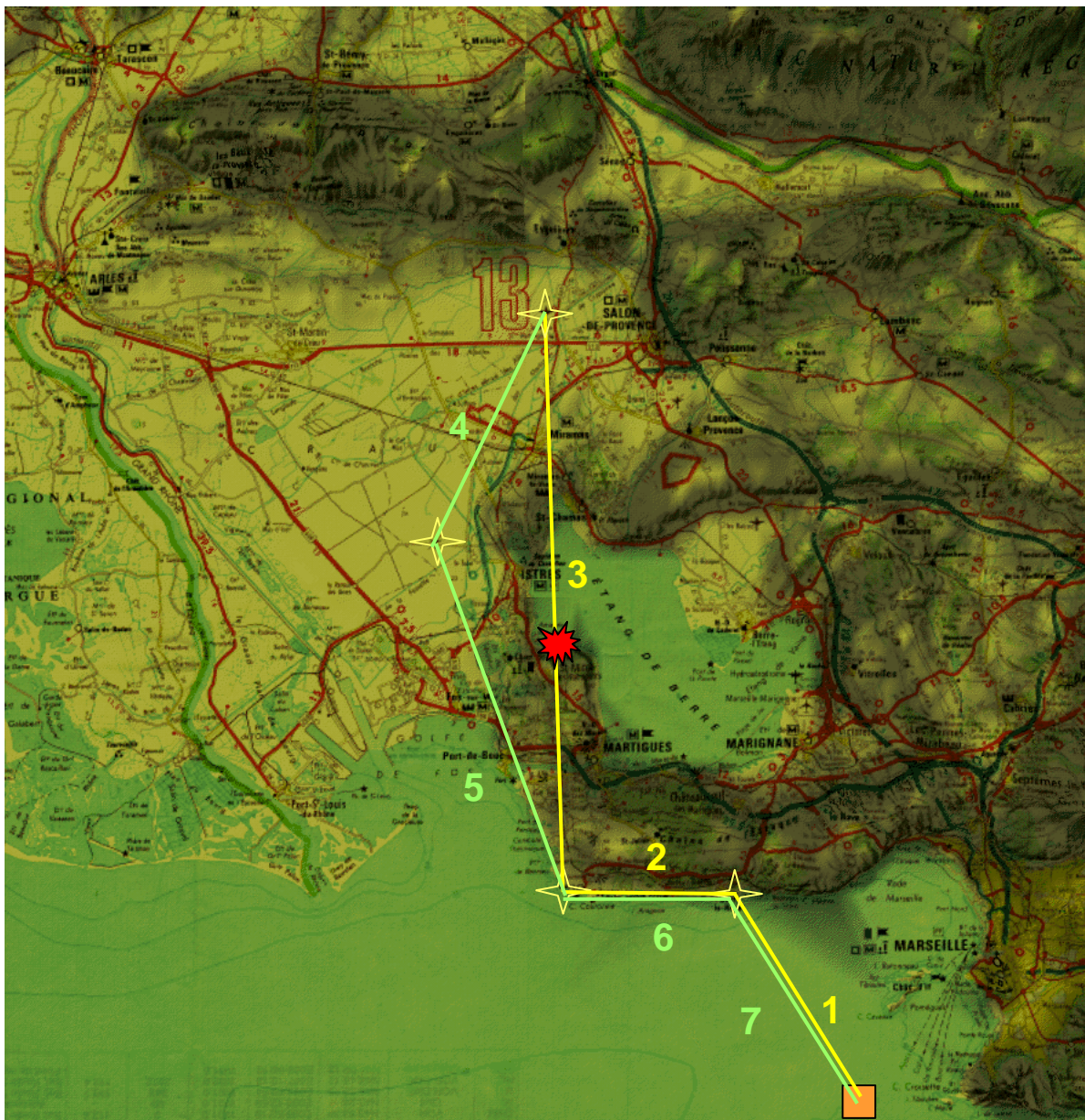
CONFIGURATION OPERATIONNELLE
- monopilote
- IMC
- croisière
- 1500ft (TBC)
- 150kt
- survol maritime
- programmation PA + communication avec le sol




a

❖ trame de scénario sur cartographie

Ocurrence : début du survol de l'étang de Berre, traversée d'une TMA induisant une surveillance appuyée ainsi qu'une communication avec ATIS, programmation PA terminée.



 : plateforme off shore

 : apparition de la panne



a

5.5.1.3 Briefing et descriptif de l'exploitation de la panne 1

❖ Fiche de briefing

<b>TRPH – SCENARIO 1</b>				TTO	9 :00	TOIP	-----
DATE	30/1/2001	HELO	F/TRPH	TOT	9 :18	END	9 :38
<b>EXTERNAL CONDITIONS</b>				<b>HELO CONF. : 8,7 TONNES</b>			
WIND	150/2kts			FUEL	max		
VISIBILITY ON 1RST WP	5 KM			ENDURANCE	6 hours		
VISIBILITY ON T WP	5 KM			LOADS	none		
CEILING	1300 FT <> 2000ft			<b>CREW AND PASSENGERS</b>			
RELAT. HUM.	80%			PILOT	1		
AIR T°	12° C			COPILOT			
QNH	1013			CABIN CREW			
FORECAST	NOSIG during the next 4 hours			PASSENGERS	5		
<b>EXPLOITATION : transport de passagers de Eyguière à la station off shore</b>							
Leg 1	Take off de la station off shore vers le Rouet – préparation PA						
Leg 2	Enclenchement PA et communication avec ATIS pour transit						
Leg 3	Modification de la consigne d'altitude sur consigne ATIS						
Eyguière	Embarquement des passagers pour la station off shore						
Leg 4>6	Transit pour la station off shore via Istres sous PA						
Leg 7	Survol maritime vers la station off shore et atterrissage						

a

❖ Fiche d'enroute

Waypoint	X	Y	h(m)	Alt (ft)	Route	Dist	Speed	TTG	Time
station off shore	47 709	5 155							09:00
				Take off	180	0,0	0	0:02	
station off shore	47 709	5 155							09:02
				500	327	7,6	150	0:03	
le rouet	39 986	16 916							09:05
				500	270	5,1	150	0:02	
carro	30 530	16 978							09:07
				1500	357	20,5	150	0:08	09:11
eyguière	28 324	54 885							09:15
				landing	180	0,0	20	0:03	
eyguière	28 324	54 885							09:18
				0	180	0,0	0	0:03	
eyguière	28 324	54 885							09:21
				take off	180	0,0	150	0:02	
eyguière	28 324	54 885							09:23
				1500	206	8,9	150	0:03	
istres	21 074	40 006							09:26
				1500	158	13,4	150	0:05	
carro	30 530	16 978							09:32
				1500	90	5,1	150	0:02	
le rouet	39 986	16 916							09:34
				1500	147	7,6	150	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:37
				landing	180	0,0	0	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:40



a

❖ Description complète du scénario d'exploitation :

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / Iff Plan
<b>1.TAKE OFF PREPARATION</b>	Off shore station	NA	NA		
1.1. Communications with off shore station					
1.2. General information about take off and flight plan				MTG 117.3 / 120X	
1.3. Clearance from off shore station					
<b>2.TAKE OFF</b>	Climb	N	<b>T0</b>		
2.1. DTO to LE ROUET					
<b>3. CRUISE FOLLOWING FLIGHT PLAN</b>	Less than 500 ft	328			
3.1. Engage AFCS mode					
3.2. Fly over Carry le Rouet			T0 + 3 mn		
3.3. Prepare communications with MRS ATIS. Selection of frequencies		270			
3.4. Contact MRS ATIS		270			
3.5. Fly towards CARRO	Climbing to 1500ft				
3.7. Fly to SALON	1500ft				
<b>3.6. Failure : IRS 2 SLOWOVER OF 2,4°/s</b>			Crossing « Etang de Berre » shore		
3.6.1. The crew acknowledges the caution on Master caution					
3.6.2. The crew investigates the failure on MFD/VMD formats					
3.6.3. The crew solves the failure and recovers a safe situation					
3.7. Continue flight to SALON	1500ft				
<b>4.LANDING</b>	Transdown				
4.1. communication with Salon military area for clearance					
4.2. Land at SALON					

a

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / lff Plan
<b>5.TAKE OFF</b>					
5.1. communication with Salon military area for clearance					
5.2. take off from SALON					
<b>6.START THE WAY BACK</b>	1500 FT				
6.1. communication with ISTRES area for vertical flight clearance					
<b>8. LANDING ON OFF SHORE STATION</b>					
8.1. communication with off shore station					
8.2. Landing					
<b>END OF MISSION</b>					

a

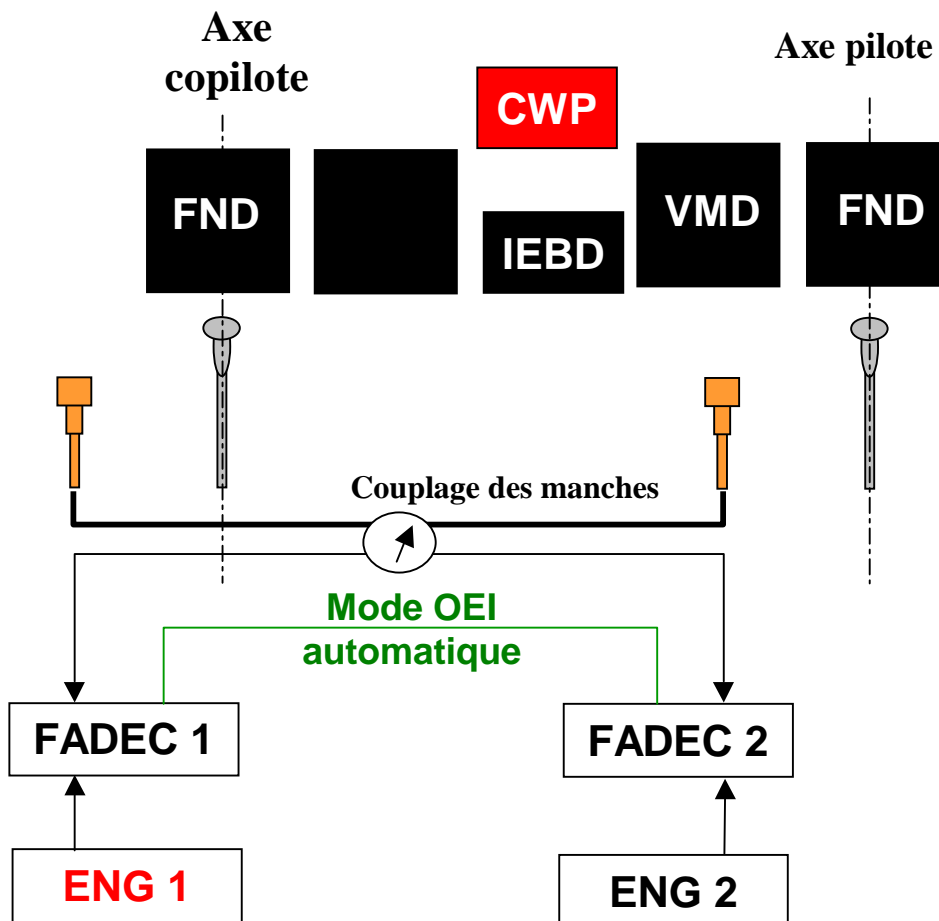
### 5.5.2 Panne 2 : perte du moteur 1 détecté par le FADEC

La panne de perte du moteur 1 a été sélectionnée pour son aspect panne lente détectée par le pilote. Cette panne illustre la concomitance d'une panne dégradant la pilotabilité de l'appareil avec une phase de vol où la finesse de pilotabilité est nécessaire.

La fiche descriptive de la panne est présentée dans le document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère" – TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint.

#### 5.5.2.1 Descriptif des éléments constitutifs de la panne 2

❖ Systèmes impliqués dans la panne et moyens visuels de présentation de l'information



a

❖ Seuils de détection de la panne par le système :

- écart de couple entre les 2 moteurs > à 25% détecté par FADEC
- paramètres moteur max avant détection

- ☞ panne détectée par FADEC 3s après son occurrence
- ☞ 3s + 1/2s => limite avant écrasement au sol

❖ Les éléments de détection de la panne et corrections de la panne attendues par le pilote

ELEMENTS DE DETECTION DE LA PANNE	CORRECTION DE LA PANNE
- passage du moteur 2 en mode OEI pendant 30s - modification des paramètres moteur en alarmes rouges sur l'IEBD - mode OEI signalé sur les FND - alarmes sur CWP "ENG DF" et alarme sonore	- reprise en main $\leq 0,5$ s - largage de la charge à l'élingue - abaissement du pas collectif pour garder les tours rotor - acquittement de l'alarme - arrêt du moteur 1 pour empêcher l'arrivée du fuel

❖ Effets induits en absence d'actions correctives ou grâce aux actions correctives opportunes par le pilote

EFFETS INDUITS	
EN ABSENCE D' ACTIONS CORRECTIVES: DANGEUREUSE	AVEC ACTIONS CORRECTIVES OPPORTUNES: MAJEURE
- perte d'altitude avec risque d'écrasement au sol ( <i>atterrissage dur à crash</i> )	- stabilisation de l'hélicoptère - arrêt du moteur défaillant




❖ Temps de reconnaissances et de réactions théoriques attendus par le pilote selon réglementation actuelle

La panne sera injectée en phase « atterrissage sur aire limitée, avec forte charge extérieure » de manière à impliquer une très grande réactivité de la part du pilote

REACTION PILOTE ATTENDUE
- temps de reconnaissance: 0,5s - temps de réaction: 0s - temps de recouvrement: NA

a

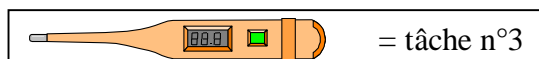
❖ Tableau du déroulement temporel des tâches de résolution de la panne par le pilote

TRPH – SCENARIO 2					
			N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE PERTE MOTEUR 1	TEMPS
			1	Apparition de la panne	0,5 s
X	X		2	Audition d'un avertisseur d'alarme + Visuel FND : « OEI » + Visuel master	
	X	X	3	Largage de l'élingue	
	X		4	Visuel CWP : « ENG DF »	
	X	X	5	Abaissement du pas collectif + visuel paramètres moteur	
	X	X	6	Mise sur off de la shut off valve moteur 1	
	X	X	7	Coupure du moteur 1	
	X	X	8	Acquittement du master	

Temps de reconnaissance

Temps de réaction

Temps de recouvrement



### 5.5.2.2 Conditions d'occurrence de la panne 2

❖ configuration de l'hélicoptère/type d'exploitation, phase de vol/paramètres de vol, conditions météorologiques

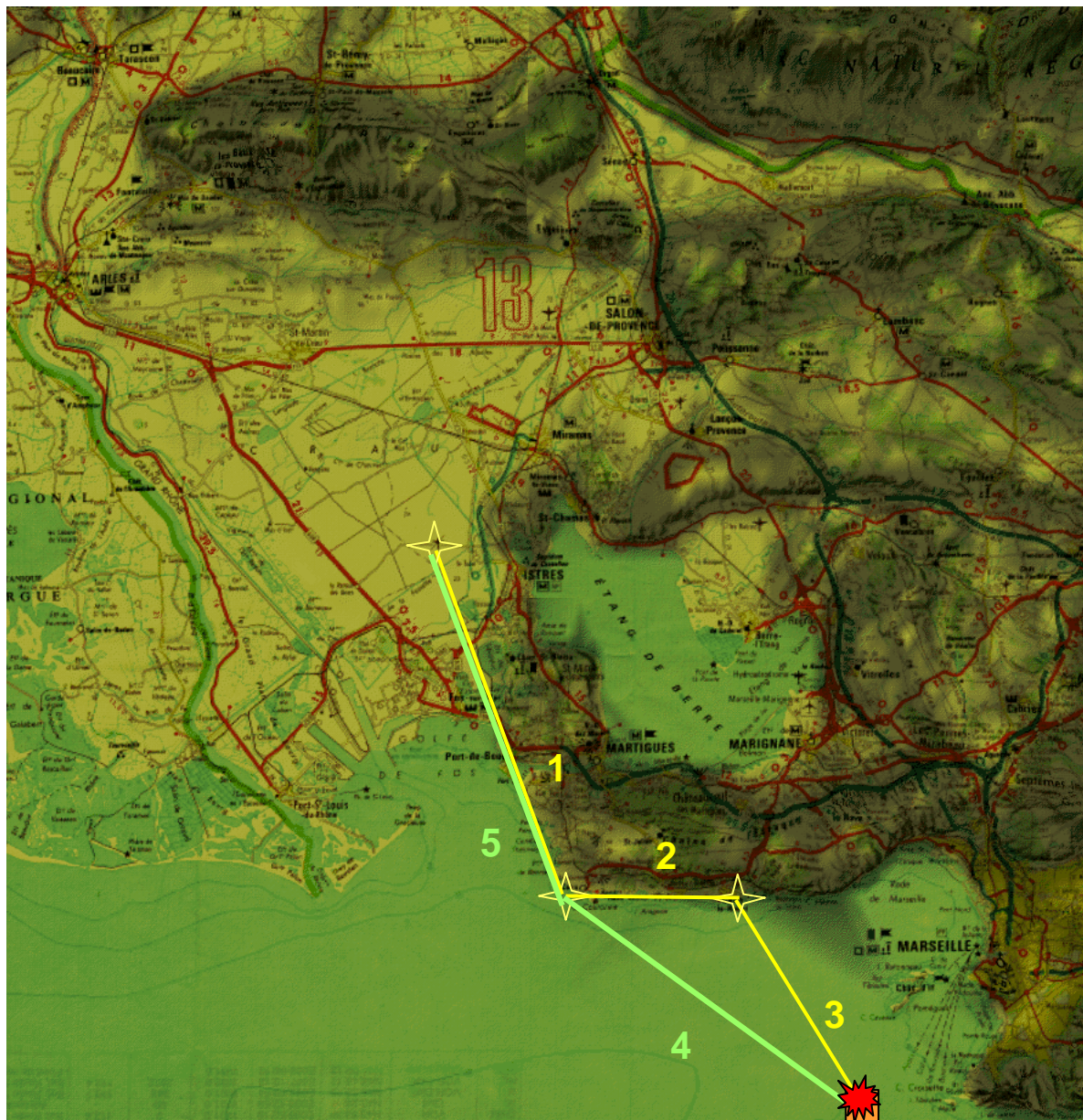
CONFIGURATION OPERATIONNELLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- monopilote</li> <li>- VMC</li> <li>- stationnaire</li> <li>- 50ft</li> <li>- 0kt</li> <li>- station off shore</li> <li>- élingue avec une charge de 3 tonnes</li> </ul>



a

❖ trame de scénario sur cartographie

Ocurrence : transport de l'élingue masse max pour dépôt sur plate forme off shore avec panne à la verticale de la plate forme alors que l'hélicoptère est en stationnaire. Les temps de reprise en main sont nécessairement courts, sinon il y a risque de crash.



■ : plate forme off shore

★ : apparition de la panne

a

## 5.5.2.3 Briefing et descriptif de l'exploitation de la panne 2

❖ Fiche de briefing

<b>TRPH – SCENARIO 2</b>				TTO	9 :00	TOIP	-----
DATE	30/1/2001	HELO	F/TRPH	TOT	9 :16	END	9 :33
<b>EXTERNAL CONDITIONS</b>				<b>HELO CONF. : 10 TONNES</b>			
WIND	150/2kts		FUEL	max			
VISIBILITY ON 1RST WP	CAVOK		ENDURANCE	6 hours			
VISIBILITY ON T WP	CAVOK		LOADS	Sling > 3 T			
CEILING	5000 ft		<b>CREW AND PASSENGERS</b>				
RELAT. HUM.	80%		PILOT	1			
AIR T°	12° C		COPILOT				
QNH	1013		CABIN CREW				
FORECAST	NOSIG during the next 4 hours		PASSENGERS				
<b>EXPLOITATION : transport de charge à l'élingue vers la station off shore</b>							
Istres	Take off de Istres vers la plateforme off shore via carro et le rouet						
Leg 1 > 3	Enclenchement PA et communication avec ATIS pour transit						
Station off shore	Dépose de la charge à l'élingue						
Leg 4 > 5	Retour à vide vers Istres via carro						

a

❖ Fiche d'enroute

Waypoint	X	Y	h(m)	Alt (ft)	Route	Dist	Speed	TTG	Time
istres	21 074	40 006							09:00
				take off	154	0,0	20	0:03	
istres	21 074	40 006							09:03
				1500	158	13,4	150	0:05	
carro	30 530	16 978							09:08
				1500	90	5,1	150	0:02	
le rouet	39 986	16 916							09:10
				1500	327	7,6	150	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:13
				approche	180	0,0	20	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:16
panne				stationnaire	180	0,0	0	0:03	09:16
station off shore	47 709	5 155							09:19
				fin élingue	180	0,0	20	0:01	
station off shore	47 709	5 155							09:20
				1500	125	11,3	150	0:04	
carro	30 530	16 978							09:24
				1500	158	13,4	150	0:05	
istres	21 074	40 006							09:30
				landing	154	0,0	20	0:03	
istres	21 074	40 006							09:33

a

❖ Description complète du scénario d'exploitation :

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / Iff Plan
<b>1.TAKE OFF PREPARATION</b>	Istres	NA	NA		
1.1. Communications with off shore station					
1.2. General information about take off and flight plan				ITR 115.7 / 104X	
1.3. Clearance from Istres					
<b>2.TAKE OFF</b>	Climb	158	<b>T0</b>		
2.1. DTO to Carro					
<b>3. CRUISE FOLLOWING FLIGHT PLAN</b>	1500 ft	158			
3.1. Engage AFCS mode					
3.2. Prepare communications with MRS ATIS. Selection of frequencies					
3.3. Contact MRS ATIS					
3.4. Fly over Carro			T0 + 8 mn		
3.5. Fly to Le rouet	1500ft	90			
3.6. Fly over Le rouet			T0 + 10 mn		
3.7. Fly to off shore station	1500ft	327			
3.8. communication with off shore station for clearance					
<b>4. SLING OPERATION</b>					
4.1. Prepare sling landing	hover	180	T0 + 16 mn		
<b>4.2. Failure : Engine failure</b>			T0 + 16 mn		
4.2.1. The crew activates the emergency jettison for sling release					
4.2.2. The crew switches off the failed engine					
4.2.3. The crew acknowledges the master warning					
4.3. Land the sling					
<b>5. START THE WAY BACK</b>					
5.1. communication with ATIS for clearance					
5.2. take off from station off shore	hover	180	T0 + 20 mn		

a

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / lff Plan
<b>6. WAY BACK</b>					
6.1. Fly to Carro	1500 FT	125			
6.1. Fly over Carro to Istres	1500 FT	158	T0 + 24 mn		
6.1. communication with ISTRES area for approach and landing clearance					
<b>8. FINAL LANDING</b>					
8.1. communication with ISTRES area for landing clearance					
8.2. Landing		154	T0 + 33 mn		
<b>END OF MISSION</b>					

a

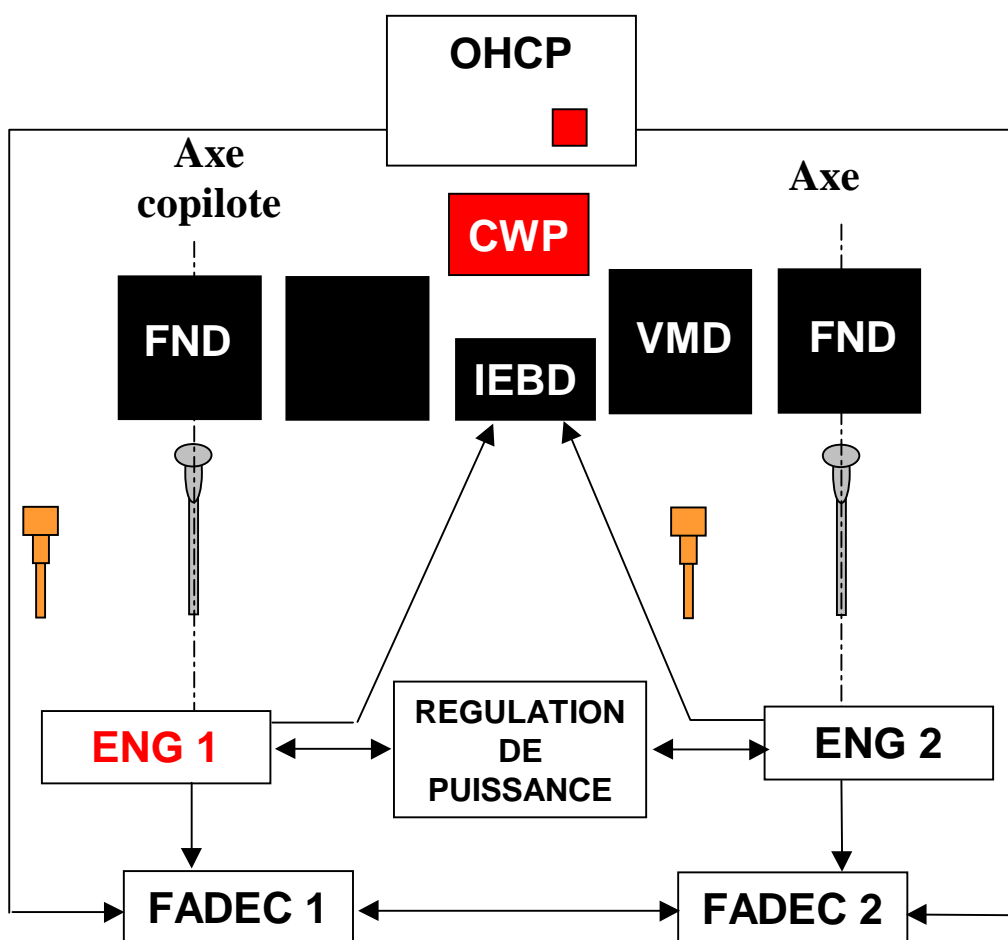
### 5.5.3 Panne 3 : réduction partielle de la puissance du moteur 1 en dessous du seuil des OEI

La panne de réduction partielle de la puissance du moteur 1 en dessous du seuil des a été sélectionnée pour son aspect dérive (« slowover ») non détectable rapidement par le pilote. Cette panne illustre la dérive temporelle possible d'une panne et la dégradation de pilotabilité qu'elle engendre, si le pilote ne procède pas à des checks d'informations moteur, et qu'il n'est alerté qu'après la détection par le système de l'écart entre les 2 FADEC. D'autre part, cette panne illustre la perte de performance d'un appareil dans une phase à forte charge de travail, impliquant un choix de priorité de la part du pilote.

La fiche descriptive de la panne est présentée dans le document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère" – TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint.

#### 5.5.3.1 Descriptif des éléments constitutifs de la panne 3

#### ❖ Systèmes impliqués dans la panne et moyens visuels de présentation de l'information



a

❖ Seuils de détection de la panne par le système :

- écart de couple entre les 2 moteurs > à 25% détecté par FADEC (*régulation des moteurs induit une compensation du moteur 1 par le moteur 2*)

☞ visualisation sur l'IEBD des écarts de puissance

❖ Les éléments de détection de la panne et corrections de la panne attendues par le pilote

ELEMENTS DE DETECTION DE LA PANNE	CORRECTION DE LA PANNE
- indicateur de puissance des 2 moteurs sur l'IEBD et cross check avec la page VMD associée <i>si non détectée dans un premier temps:</i> - passage en mode OEI signalé sur les FND - alarmes sur CWP "ENG DF" et alarme sonore	- reprise en main ≤ 1 s - arrêt du moteur 1 en panne et passage en mode OEI maîtrisé

❖ Effets induits en absence d'actions correctives ou grâce aux actions correctives opportunes par le pilote

EFFETS INDUITS	
EN ABSENCE D' ACTIONS CORRECTIVES: MAJEURE à DANGEUREUSE	AVEC ACTIONS CORRECTIVES OPPORTUNES: MAJEURE
- Pas de puissance max disponible pour "casser" la vitesse en phase d'atterrissage - Passage automatique en mode OEI en phase d'atterrissage	- Régulation de l'hélicoptère arrêt du moteur défaillant

❖ Temps de reconnaissances et de réactions théoriques attendus par le pilote selon réglementation actuelle




La panne sera injectée en phase « approche pour atterrissage sans possibilité de roulage » de manière à obliger le pilote à procéder à la résolution de la panne, sans attendre le posé

REACTION PILOTE ATTENDUE
- temps de reconnaissance: TBD slowover - temps de réaction: 1s - temps de recouvrement: NA



a

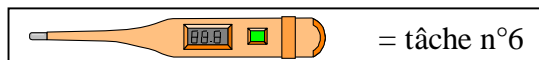
❖ Tableau du déroulement temporel des tâches de résolution de la panne par le pilote

TRPH – SCENARIO 3					
			N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE REDUCTION PARTIELLE DE LA PUISSANCE DU MOTEUR 1	TEMPS
			1	Non signalement de la panne	
			2	Apparition de la panne	0,5 s
X	X		3	Audition d'un avertisseur d'alarme + Visuel FND : « OEI » + Visuel master	
	X		4	Visuel CWP : « ENG DF »	1 s
	X		5	Visuel paramètres moteur	
	X	X	6	Reprise en main	
	X	X	7	Mise sur off de la shut off valve moteur 1	
	X	X	8	Coupure du moteur 1	
	X	X	9	Passage éventuel en OEI Low	
	X	X	10	Acquittement du master	

Temps de reconnaissance

Temps de réaction

Temps de recouvrement



5.5.3.2 Conditions d'occurrence de la panne 3

❖ configuration de l'hélicoptère/type d'exploitation, phase de vol/paramètres de vol, conditions météorologiques

CONFIGURATION OPERATIONNELLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- monopilote</li> <li>- VMC de nuit</li> <li>- approche</li> <li>- 1000ft</li> <li>- 70kt</li> <li>- clairière OU plate forme off shore</li> <li>- transport de personnes (masse max)+</li> <li>communication avec cabine et/ou copilote</li> </ul>



a

❖ trame de scénario sur cartographie

Occurrence : en transdown, juste avant la phase d'atterrissage dans un endroit étroit pour éviter un atterrissage roulé. Les temps de reprise en main sont nécessairement courts, sinon il y a risque d'atterrissage dur.



■ : plate forme off shore

★ : apparition de la panne

a

## 5.5.3.3 Briefing et descriptif de l'exploitation de la panne 3

## ❖ Fiche de briefing

<b>TRPH – SCENARIO 3</b>				TTO	9 :00	TOIP	-----
DATE	30/1/2001	HELO	F/TRPH	TOT	9 :21	END	9 :40
<b>EXTERNAL CONDITIONS</b>				<b>HELO CONF. : 10 TONNES</b>			
WIND	150/2kts			FUEL	max		
VISIBILITY ON 1RST WP	Night level 1, 21h			ENDURANCE	6 hours		
VISIBILITY ON T WP	Night level 1, 21h			LOADS	none		
CEILING	5000 FT			<b>CREW AND PASSENGERS</b>			
RELAT. HUM.	80%			PILOT	1		
AIR T°	12° C			COPILOT			
QNH	1013			CABIN CREW			
FORECAST	NOSIG during the next 4 hours			PASSENGERS	14		
<b>EXPLOITATION : transport de passagers de MRS vers les Baux de nuit</b>							
	Take off à MRS - préparation PA						
Leg 1>2	Enclenchement PA et communication avec TWR + ATIS pour sortie TMA						
Leg 3	Vol à 1000ft en croisière de nuit vers les Baux						
Les Baux	Débarquement des passagers						
Leg 4	Transit vers point d'entrée ILS - MTG						
Leg 5 > 7	Approche et percée ILS						

a

❖ Fiche d'enroute

marignane	43 296	31 085							09:00
				Take off	135	0,0	0	0:02	
marignane	43 296	31 085							09:02
				1500	193	7,9	150	0:03	
le rouet	39 986	16 916							09:05
				1500	270	5,1	150	0:02	
carro	30 530	16 978							09:07
				1500	337	27,5	150	0:11	
les baux	10 942	64 053							09:18
panne				landing	180	0,0	70	0:03	09:20
les baux	10 942	64 053							09:21
				0	180	0,0	0	0:03	
les baux	10 942	64 053							09:24
				take off	180	0,0	20	0:03	
les baux	10 942	64 053							09:27
				2000	150	24,8	150	0:09	
martigues	34 042	24 448							09:37
				1650	346	7,5	150	0:03	
MAR APP	30 665	37 938							09:40
				1650	91	3,0	150	0:01	
MAR MKR	36 249	37 876							09:41
				landing	134	5,3	150	0:02	
marignane	43 296	31 085							09:43
				0	135	0,0	0	0:03	
marignane	43 296	31 085							09:46

a

❖ Description complète du scénario d'exploitation :

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / Iff Plan
<b>1.TAKE OFF PREPARATION</b>	Off shore station	NA	NA		
1.1. Communications with MRS TWR					
1.2. General information about take off and flight plan				MTG 117.3 / 120X	
1.3. Clearance from MRS TWR					
<b>2.TAKE OFF</b>	Climb	135	<b>T0</b>		
2.1. DTO to LE ROUET					
<b>3. CRUISE FOLLOWING FLIGHT PLAN</b>	1500 ft	193			
3.1. Engage AFCS NAV mode					
3.2. Fly over Carry le Rouet		270	T0 + 5 mn		
3.3. Prepare communications with MRS ATIS. Selection of frequencies					
3.4. Contact MRS ATIS					
3.5. Fly towards CARRO		337	T0 + 5 mn		
3.6. Fly to Les Baux	1500ft				
<b>4.LANDING</b>					
4.1. Prepare the landing					
<b>4.2. Failure : Engine SLOWOVER</b>			While approaching		
4.2.1. The crew acknowledges the caution on Master caution					
4.2. 2. The crew investigates the failure on MFD/VMD formats					
4.2.3. The crew solves the failure and recovers a safe situation					
4.3. Land at Les Baux			T0 + 24 mn		
<b>5.TAKE OFF</b>					
5.1. take off from Les Baux			T0 + 27 mn		

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 43 /127</b>
<p>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001  - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>			

a

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / lff Plan
<b>7.START THE WAY TO MARSEILLE AIRPORT</b>	2000 FT	150			
<b>7.1. Communications with Civilian ATCs</b>					MRS APP : 131.225
<b>7.2. Clearance by Civilian ATCs</b>					
<b>7.3. Communications with MRS TWR</b>					MRS TWR : 119.5
<b>7.4. NH contact Marseille Airport for landing</b>					
<b>7.5. Clearance for landing at Marseille Airport</b>					
<b>8. LANDING AT MARSEILLE AIRPORT</b>		QFU 14L	T0 + 43 mn		
<b>8.1. Landing</b>					
<b>8.2. Communications with Mission CONTROL &amp; MRS TWR</b>					
<b>END OF MISSION</b>					

a

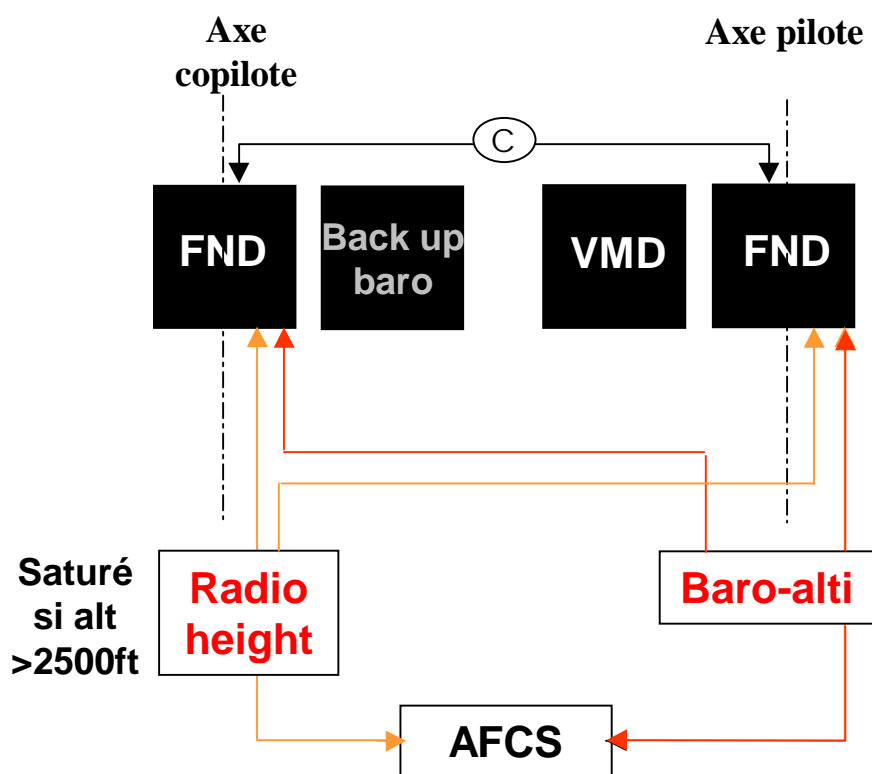
### 5.5.4 Panne 4 : dérive lente de la tenue d'altitude du PA suite à la panne du baro-altimètre

La panne de dérive lente de l'altitude PA suite à la panne du baro-altimètre a été sélectionnée pour son aspect dérive (« slowover ») très lente non détectable rapidement par le pilote. Cette panne illustre la dérive temporelle possible d'une panne très lente, si la concomitance d'évènements extérieurs, la phase de vol (en l'occurrence la hauteur sol) et la charge de travail limite la surveillance des paramètres de vol par le pilote qui ne procède plus à des recoupements d'informations entre les équipements, et qu'il n'est alerté qu'après la détection par le système de l'écart entre les 2 IRS.

La fiche descriptive de la panne est présentée dans le document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère" – TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint.

#### 5.5.4.1 Descriptif des éléments constitutifs de la panne 4

❖ Systèmes impliqués dans la panne et moyens visuels de présentation de l'information



a

❖ Seuils de détection de la panne par le système :

- écart de tenue d'altitude > à 300ft/min
- écart de pression sur baro-alti back-up
  - ☞ visualisation d'un taux de montée faible sur le vario

❖ Les éléments de détection de la panne et corrections de la panne attendues par le pilote

ELEMENTS DE DETECTION DE LA PANNE	CORRECTION DE LA PANNE
- variomètre indiquant une dérive de 100ft/min	- reprise en main ≤ 3,5 s - désengagement du mode ALT

❖ Effets induits en absence d'actions correctives ou grâce aux actions correctives opportunes par le pilote

EFFETS INDUITS	
EN ABSENCE D' ACTIONS CORRECTIVES: DANGEUREUSE	AVEC ACTIONS CORRECTIVES OPPORTUNES: MAJEURE
- Augmentation de l'altitude de l'appareil - Risque de collosion avec d'autres aéronefs	- Maintien de l'altitude adéquate en hands on - Désengagement du mode sup tenue d'altitude - Charge de travail importante pour la régulation

❖ Temps de reconnaissances et de réactions théoriques attendus par le pilote selon réglementation actuelle




La panne sera injectée en phase « croisière en IMC » de manière à ne fournir aucune information extérieure pour la résolution de la panne.

REACTION PILOTE ATTENDUE
- temps de reconnaissance: TBD slowover
- temps de réaction: 3s
- temps de recouvrement: NA



a

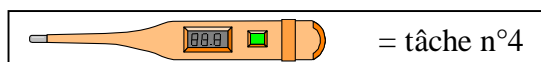
❖ Tableau du déroulement temporel des tâches de résolution de la panne par le pilote

TRPH – SCENARIO 4					
			N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE DERIVE LENTE DE L'ALTITUDE DU PA SUITE A LA PANNE DU BARO-ALTI	TEMPS
			1	Début de la dérive	?
X			2	identification d'un problème	
	X		3	Cross check baro alti avec back up alti + Eventuel visuel variomètre	3s
	X		4	Mouvement de passage en hands on	
	X	X	5	Reprise des commandes de vol cyclique et collectif	
	X	X	6	Désengagement du mode ALT	

Temps de reconnaissance

Temps de réaction

Temps de recouvrement



5.5.4.2 Conditions d'occurrence de la panne 4

❖ configuration de l'hélicoptère/type d'exploitation, phase de vol/paramètres de vol, conditions météorologiques

CONFIGURATION OPERATIONNELLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- monopilote</li> <li>- IMC</li> <li>- croisière en zone de turbulences</li> <li>- 2500ft (mode ALT+tenue d'assiette)</li> <li>- 150kt</li> <li>- sol plat</li> <li>- transport de personnes + communication avec cabine et/ou copilote</li> </ul>



a

❖ trame de scénario sur cartographie

Ocurrence : en croisière, au retour d'exploitation et sans sollicitation extérieure de manière à diminuer la vigilance de pilote, la panne apparaît au  $\frac{3}{4}$  d'un leg assez long.



■ : plate forme off shore

★ : apparition de la panne

N° DOCUMENT	TN X 000 AR 431 F01	INDICE A Du 8/06/2001	PAGE 48 /127
<p>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001 - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>			

a

## 5.5.4.3 Briefing et descriptif de l'exploitation de la panne 4

❖ Fiche de briefing

<b>TRPH – SCENARIO 4</b>				TTO	9 :00	TOIP	-----
DATE	30/1/2001	HELO	F/TRPH	TOT	9 :20	END	9 :46
<b>EXTERNAL CONDITIONS</b>				<b>HELO CONF. : 10 TONNES</b>			
WIND	150/2kts, turbulences			FUEL	max		
VISIBILITY ON 1RST WP	5 KM			ENDURANCE	6 hours		
VISIBILITY ON T WP	5 KM			LOADS	none		
CEILING	1300 FT			<b>CREW AND PASSENGERS</b>			
RELAT. HUM.	80%			PILOT	1		
AIR T°	12° C			COPILOT			
QNH	1013			CABIN CREW			
FORECAST	NOSIG during the next 4 hours			PASSENGERS	14		
<b>EXPLOITATION : transport de passagers de MRS au moulin de Daudet</b>							
	Take off vers MRS						
Leg 1	Transit vers point d'entrée ILS - MTG						
Leg 2 > 4	Approche et percée ILS						
MRS	Embarquement des passagers pour le moulin						
Leg 5 > 6	Enclenchement PA et communication avec TWR + ATIS pour sortie TMA						
Leg 7	Vol à 2500ft en croisière IMC vers le moulin						

a

❖ Fiche d'enroute

Waypoint	X	Y	h(m)	Alt (ft)	Route	Dist	Speed	TTG	Time
moulin de Daudet	4 390	61 244							09:00
				Take off	180	0,0	20	0:02	
moulin de Daudet	4 390	61 244							09:02
				2500	141	25,5	150	0:10	
martigues	34 042	24 448							09:12
				1650	346	7,5	150	0:03	
MAR APP	30 665	37 938							09:15
				1650	91	3,0	150	0:01	
MAR MKR	36 249	37 876							09:16
				500	134	5,3	100	0:03	
marignane	43 296	31 085							09:19
				landing	135	0,0	0	0:01	
marignane	43 296	31 085							09:20
				0	135	0,0	140	0:03	
marignane	43 296	31 085							09:23
				take off	135	0,0	140	0:03	
marignane	43 296	31 085							09:26
				1500	193	7,9	140	0:03	
le rouet	39 986	16 916							09:29
				1500	270	5,1	150	0:02	
carro	30 530	16 978							09:32
panne				2500	329	27,8	150	0:11	09:32
moulin de Daudet	4 390	61 244							09:43
				landing	180	0,0	20	0:03	
moulin de Daudet	4 390	61 244							09:46

a

❖ Description complète du scénario d'exploitation :

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / lff Plan
<b>1.TAKE OFF PREPARATION</b>					
1.1. General information about take off and flight plan				MTG 117.3 / 120X ITR 115.7 / 104X	
1.2. take off from le moulin de Daudet			T0		
<b>2.START THE WAY TO MARSEILLE AIRPORT</b>	2500 FT	141			
2.1. Communications with Civilian ATCs					MRS APP : 131.225
2.2. Clearance by Civilian ATCs					
2.3. Communications with MRS TWR					MRS TWR : 119.5
2.4. NH contact Marseille Airport for landing					
2.5. Clearance for landing at Marseille Airport					
<b>3. LANDING AT MARSEILLE AIRPORT</b>		QFU 14L			
3.1. Landing			T0 + 20 mn		
3.2. Communications with Mission CONTROL & MRS TWR					
<b>4.TAKE OFF PREPARATION</b>					
4.1. Communications with MRS TWR					
4.2. General information about take off and flight plan				MTG 117.3 / 120X	
4.3. Clearance from MRS TWR			T0 + 23 mn		
<b>5.TAKE OFF</b>	Climb	135			
5.1. DTO to LE ROUET					

a

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / Iff Plan
<b>6. CRUISE FOLLOWING FLIGHT PLAN</b>	1500 ft	193			
6.1. Engage AFCS NAV mode					
6.2. Fly over Carry le Rouet		270	T0 + 29 mn		
6.3. Communications with MRS ATIS. Selection of frequencies					
6.4. Contact MRS ATIS					
6.5. Fly towards CARRO		329	T0 + 32 mn		
6.6. Fly to le moulin de Daudet	2500ft				
<b>6.7. Failure : baroalti SLOWOVER</b>			T0 + 32mn		
6.7. 1. The crew acknowledges the caution on Master caution					
6.7. 2. The crew investigates the failure on MFD/VMD formats					
6.7..3. The crew solves the failure and recovers a safe situation					
<b>7.LANDING</b>					
7.1. Prepare the landing					
7.2. Land at Les Baux			T0 + 46 mn		
<b>END OF MISSION</b>					

a

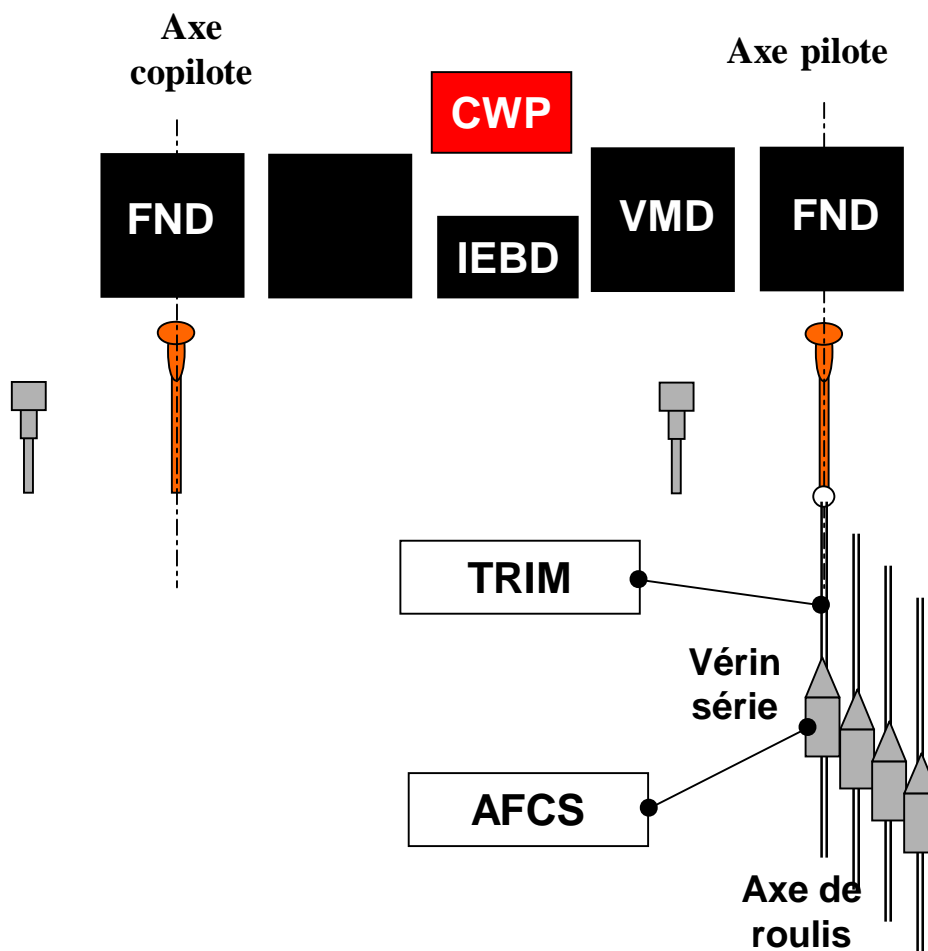
### 5.5.5 Panne 5 : hardover sur axe roulis du pilote automatique

La panne de hardover sur axe roulis du pilote automatique a été sélectionnée pour son aspect apparition brutale détectable très rapidement par le pilote. Cette panne illustre la concomitance de l'apparition et de la détection d'une panne associée à la soudaineté d'occurrence.

La fiche descriptive de la panne est présentée dans le document "Analyse des temps de Reprise en main des pannes hélicoptère" – TN X 000 AR 414 F01 issue B (08/06/2001), fourni en document joint.

#### 5.5.5.1 Descriptif des éléments constitutifs de la panne 5

##### ❖ Systèmes impliqués dans la panne et moyens visuels de présentation de l'information



a

❖ Seuils de détection de la panne par le système :

- autorité du vérin de 7% et mise en butée en 300ms > déviation à droite de 7% sur l'axe roulis
- déclenchement en 100ms de l'alarme "HANDS ON"
  - ☞ détection de type soudain perceptible

❖ Les éléments de détection de la panne et corrections de la panne attendues par le pilote

ELEMENTS DE DETECTION DE LA PANNE	CORRECTION DE LA PANNE
- alarme rouge "HANDS ON" et alarme sonore	- reprise en main $\leq 3,5$ s - correction avec le manche cyclique

❖ Effets induits en absence d'actions correctives ou grâce aux actions correctives opportunes par le pilote

EFFETS INDUITS	
EN ABSENCE D' ACTIONS CORRECTIVES: CATASTROPHIQUE	AVEC ACTIONS CORRECTIVES OPPORTUNES: MAJEURE
- Perte de stabilité et assiette sur axe roulis - Dérive latérale exponentielle pouvant entraîner un passage sur le dos	- Maintien de la trajectoire

❖ Temps de reconnaissances et de réactions théoriques attendus par le pilote selon réglementation actuelle




La panne sera injectée en phase « croisière en VMC basse altitude » de manière à augmenter le stress du pilote qui devra agir plus rapidement qu'en altitude élevée.

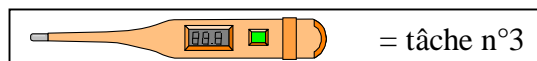
REACTION PILOTE ATTENDUE
- temps de reconnaissance: 0,5s - temps de réaction: 3s - temps de recouvrement: NA



a

❖ Tableau du déroulement temporel des tâches de résolution de la panne par le pilote

TRPH – SCENARIO 5					
			N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE HARDOVER SUR AXE ROULIS PA	TEMPS
			1	Apparition de la panne	0,5 s
X	X		2	Audition d'alarme « HANDS ON » + Visuel FND ou extérieur + Visuel master	
	X		3	Mouvement de passage en hands on	3s
	X	X	4	Reprise des commandes de vol cyclique et collectif et régulation cyclique	
	X	X	5	Acquittement du master	



Temps de reconnaissance

Temps de réaction

Temps de recouvrement

5.5.5.2 Conditions d'occurrence de la panne 5

❖ configuration de l'hélicoptère/type d'exploitation, phase de vol/paramètres de vol, conditions météorologiques

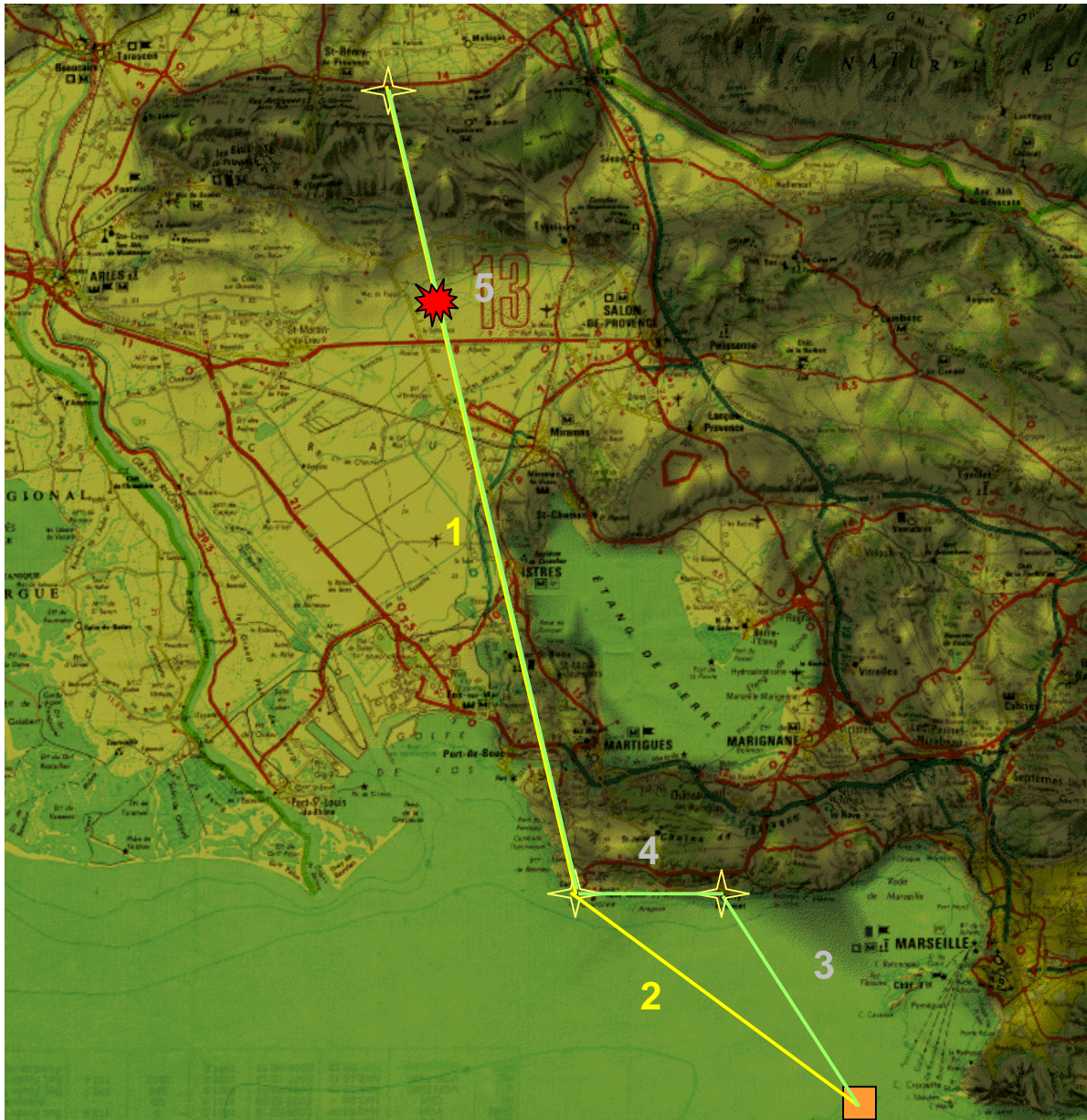
CONFIGURATION OPERATIONNELLE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- monopilote</li> <li>- VMC</li> <li>- croisière</li> <li>- 500ft</li> <li>- PMC</li> <li>- sol plat</li> <li>- PA mode sup 4 axes</li> </ul>



a

❖ trame de scénario sur cartographie

Ocurrence : cette panne hardover est brutale et clairement identifiable. De manière à ajouter du stress au pilote et donc baisser sa performance, cette panne est déclenchée en basse altitude.



■ : plate forme off shore

★ : apparition de la panne

a

## 5.5.5.3 Briefing et descriptif de l'exploitation de la panne 5

❖ Fiche de briefing

<b>TRPH – SCENARIO 5</b>				TTO	9 :00	TOIP	-----
DATE	30/1/2001	HELO	F/TRPH	TOT	9 :19	END	9 :44
<b>EXTERNAL CONDITIONS</b>				<b>HELO CONF. : 9,5 TONNES</b>			
WIND	150/2kts			FUEL	max		
VISIBILITY ON 1RST WP	CAVOK			ENDURANCE	6 hours		
VISIBILITY ON T WP	CAVOK			LOADS	none		
CEILING	5000 FT			<b>CREW AND PASSENGERS</b>			
RELAT. HUM.	80%			PILOT	1		
AIR T°	12° C			COPILOT			
QNH	1013			CABIN CREW			
FORECAST	NOSIG during the next 4 hours			PASSENGERS	5		
<b>EXPLOITATION : transport de passagers de le mazet vers la station off shore</b>							
	Take off de le mazet vers carro – préparation PA						
Leg 1	Enclenchement PA et communication avec ATIS pour transit						
Leg 2	Survol maritime de carro à la station off shore à 500 ft						
Station off shore	Débarquement des passagers sur la station off shore						
Leg 4>5	Retour vers le mazet via le rouet et carro à 500ft						

a

❖ Fiche d'enroute

Waypoint	X	Y	h(m)	Alt (ft)	Route	Dist	Speed	TTG	Time
le mazet	18 957	67 078							09:00
				Take off	180	0,0	0	0:02	
le mazet	18 957	67 078							09:02
				2500	167	27,8	160	0:10	
carro	30 530	16 978							09:12
				500	125	11,3	150	0:04	
station off shore	47 709	5 155							09:16
				landing	180	0,0	20	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:19
				0	180	0,0	0	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:22
				take off	180	0,0	20	0:03	
station off shore	47 709	5 155							09:25
				500	327	7,6	150	0:03	
le rouet	39 986	16 916							09:28
				500	270	5,1	150	0:02	
carro	30 530	16 978							09:31
panne				2500	347	27,8	160	0:10	09:38
le mazet	18 957	67 078							09:41
				landing	180	0,0	20	0:03	
le mazet	18 957	67 078							09:44

a

❖ Description complète du scénario d'exploitation :

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / Iff Plan
<b>1.TAKE OFF PREPARATION</b>		NA	NA		
1.1. Communications with off shore station					
1.2. General information about take off and flight plan				MTG 117.3 / 120X ITR 115.7 / 104X	
1.3. Clearance from le Mazet and take off			T0		
<b>3. CRUISE FOLLOWING FLIGHT PLAN</b>	2500 ft	167			
3.1. Engage AFCS mode					
3.2. Prepare communications with MRS ATIS. Selection of frequencies					
3.3. Contact MRS ATIS					
2.1. DTO to Carro					
3.4. Fly over Carro			T0 + 12 mn		
3.7. Fly to off shore station	500ft	125			
3.8. communication with off shore station for clearance					
<b>4. LANDING OPERATION</b>					
4.3. Land on off shore station			T0 + 19 mn		
<b>5. START THE WAY BACK</b>					
5.1. communication with ATIS for clearance					
5.2. take off from station off shore		180	T0 + 22 mn		

a

TASKS/EVENTS	HEIGHT (Ft)	CRS	Time	VOR/DME/TACAN	COM / lff Plan
<b>6. WAY BACK</b>					
6.1. Fly to le rouet	500 FT	327			
6.1. Fly over le rouet		270	T0 + 28 mn		
6.1. Fly to Carro					
6.1. Fly over Carro to le Mazet		347	T0 + 31 mn		
6.1. communication with ISTRES area for clearance					
<b>6.7. Failure : Hardover sur axe roulis</b>			T0 + 38mn		
6.7. 1. The crew acknowledges the caution on Master caution					
6.7. 2. The crew investigates the failure					
6.7..3. The crew solves the failure and recovers a safe situation					
<b>8. FINAL LANDING</b>					
8.1. communication with le mazet landing clearance					
8.2. Landing		180	T0 + 44 mn		
<b>END OF MISSION</b>					

a

## **6. METHODOLOGIE DE MESURE DES TEMPS DE REACTION ET DE RECONNAISSANCE**

### **6.1 DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE**

#### 6.1.1 Principes méthodologiques

La méthode d'évaluation des temps de reconnaissance et de réaction est basée principalement sur l'enregistrement de paramètres de simulation. De manière à comprendre les processus cognitifs conduits par le pilote avant le panne, au moment de l'occurrence de la panne et à la résolution de la panne, l'activité du pilote sera analysée selon des critères qualitatifs ou pseudo-quantitatifs suivants :

#### ❖ Analyse qualitative de l'activité du pilote

- activité gestuelle et vocale (caméra et intercom)

#### ❖ Analyse quantitative de l'activité du pilote

- mesure en temps réel des apparitions de pannes et des actions pilotes sur les commandes avec détermination du temps et du mode de régulation (performance humaine)
- activité physiologique (électrocardiogramme): détection cognitive de la panne (via l'apparition du stress)
- mesure de charge de travail et de performance avant panne, à l'apparition de la panne, pendant la régulation de la panne et après régulation (mesure post-opératoire)

Seule la mesure de la charge de travail est réalisée en mode post-opératoire, les autres outils de mesures étant utilisés en temps réel.

Les enregistrement nécessaires aux analyses pré-citées, requièrent les ressources suivantes :

- 1 simulateur avec image virtuelle du monde extérieur (cf annexe 1)
- 1 camera
- 1 magnétoscope (vidéo + audio)
- 1 tachycardiofréquencemètre
- des enregistrements des paramètres de simulation (détails §6.2)

a

Les données de sorties attendues par ces ressources sont :

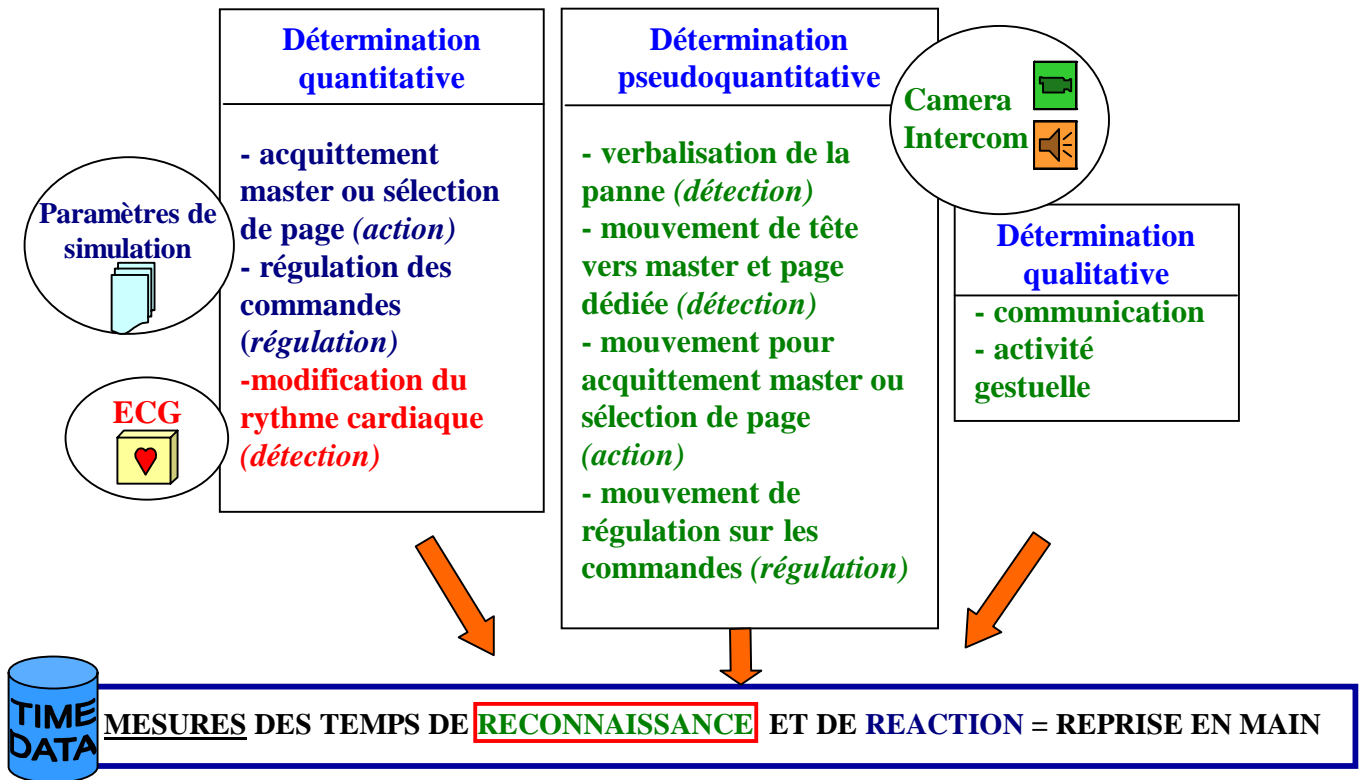


Figure 5: Descriptifs des données de sorties

a

### 6.1.2 Déroulement temporel de la mesure des temps

Ci-après est détaillé le processus temporel pour l'évaluation des temps de reconnaissance et de réaction soit le temps de reprise en main :

- Les scénarios d'exploitations servant de support à l'évaluation des temps de reconnaissance et de réaction, sont implémentés et initialisés.
- Le pilote évaluateur est équipé du tachycardiofréquence-mètre par le personnel médical.
- Le pilote évaluateur est soumis ensuite à un briefing avant chaque session simulée. Seuls les paramètres de conditions de vol lui sont transmis, une fiche de briefing et d'en route pour lui permettre de préparer son exploitation. L'occurrence de panne ne lui est pas indiquée. Les procédures de résolutions de pannes sont considérées comme connues, puisque seuls des pilotes ayant le niveau requis pour le pilotage et la gestion de la machine générique sont retenus.
- Lorsque le pilote évaluateur a terminé sa préparation en salle de briefing, il s'installe alors dans le simulateur et procède à la préparation machine, navigation et gestion de l'exploitation.
- Le pilote évaluateur indique au contrôle aérien (simulé en salle de suivi d'essais) qu'il est prêt au décollage et l'autorisation de décollage est donnée par le « contrôleur aérien ». Le top d'enregistrement est concomitant au top de décollage. Les communications se déroulent de manière réalistes tout au long du vol. Un observateur (en salle de suivi d'essais) analyse la gestuelle, les communications et la stratégie de résolution de panne choisi par le pilote évaluateur.
- La panne est injectée selon le scénario, et le pilote procède à la résolution de la panne.
- Lorsque le scénario est réalisé complètement, ce en fonction de la panne (ex : la panne 2 de perte moteur avec élingue implique l'arrêt du scénario une fois posé sur la plate forme off shore), le pilote évaluateur procède au débriefing du scénario d'exploitation et de sa gestion de panne. Un débriefing « à chaud » commence le débriefing.
- Le pilote évaluateur procède ensuite à l'évaluation de sa charge de travail avant, à l'apparition, pendant, et après l'occurrence de panne, de manière à pouvoir corréliser les temps de reconnaissance et de réaction avec la charge de travail, les fiches d'évaluation sont présentées en annexe 4. Le tachycardiofréquence-mètre est dépouillé de manière à identifier le timing des variations de fréquence cardiaque, les paramètres de simulations sont également dépouillés. Les sources de problèmes (erreurs...) ou d'incertitudes quant au processus de réponse à la panne par le pilote sont alors identifiables et analysables avec le pilote évaluateur et l'observateur.

Ci-après est présenté graphiquement le déroulement du processus d'évaluation de temps de reconnaissance et de réaction, et l'évaluation de la charge de travail:

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 63 /127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i>			
- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)			



a

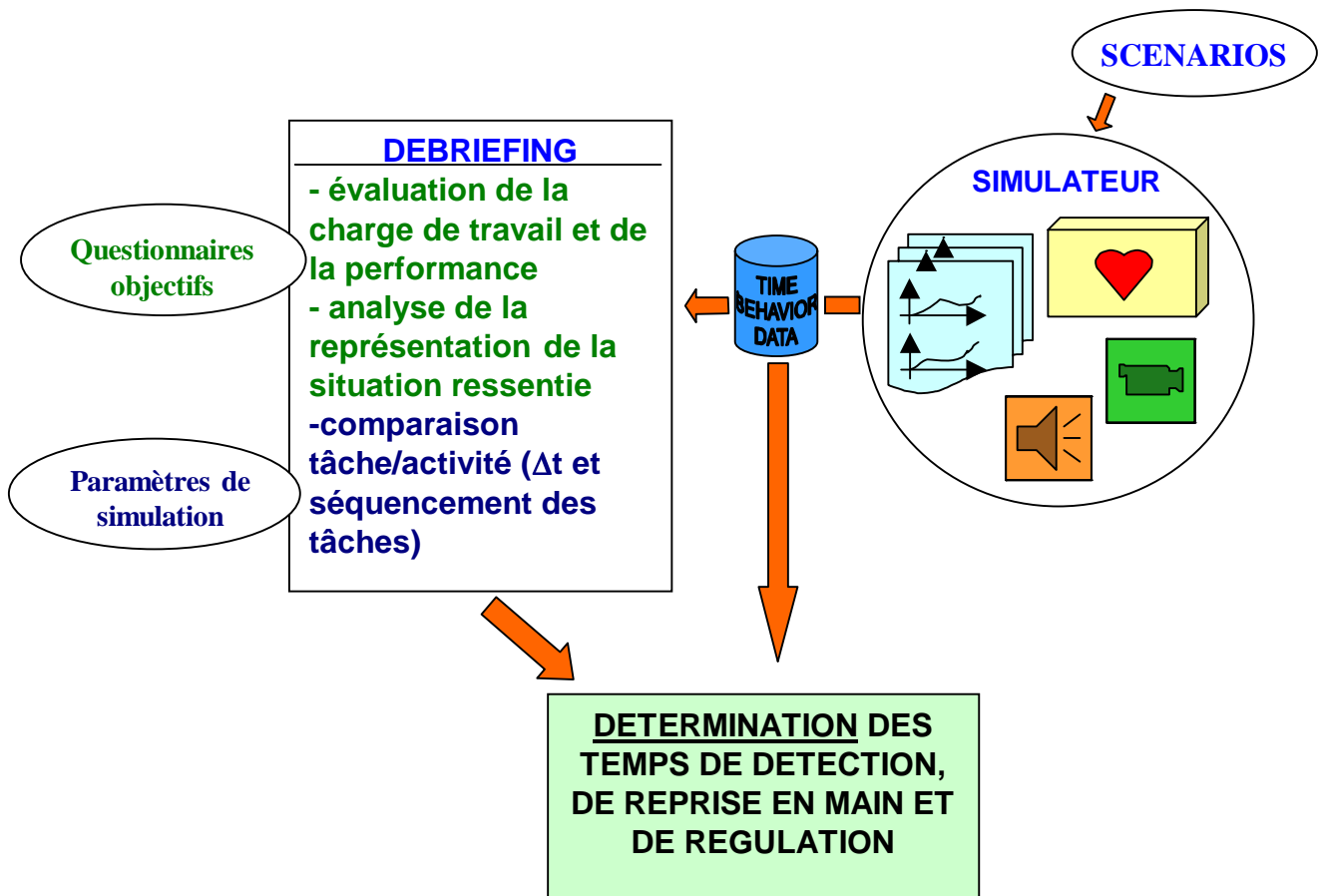


Figure 6: déroulement du processus d'évaluation des temps

a

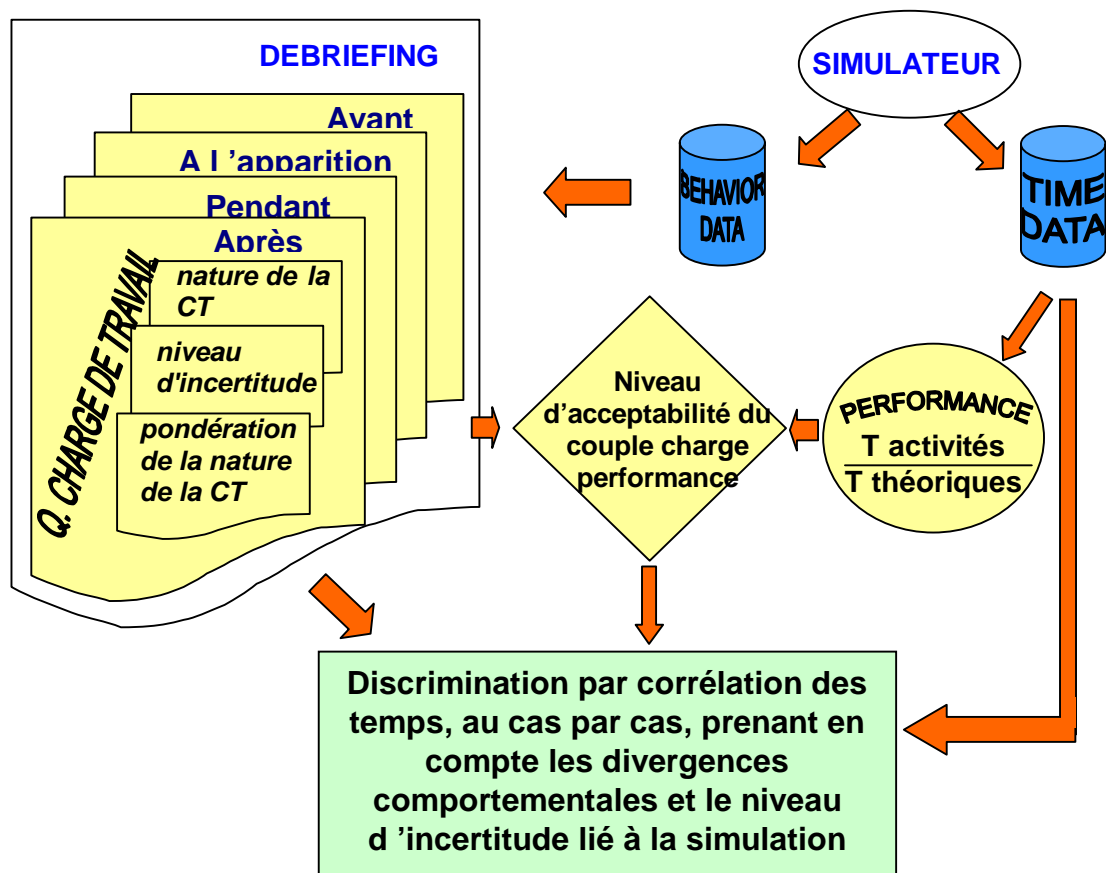


Figure 7: évaluation de la charge de travail

a

## 6.2 PARAMETRES ENREGISTRES

Afin de déterminer les temps de reconnaissance, de réaction et, pour information, de recouvrement, il est nécessaire d'enregistrer les paramètres suivants de façon synchrone:

- *(échantillonnage 500ms):*
  - la trajectoire réelle en x,y et z, superposée à la trajectoire prévue
  - l'activité gestuelle + les communications (camera+magnétoscope)
  
- *de 10 secondes avant l'apparition de la panne jusqu'au recouvrement de la panne (échantillonnage 40ms) :*
  - $\rho$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ , accélération, vitesse angulaire
  - les appuis sur les touches (master acknowledge, sélection de page ou mode, switches sur CP...)
  - le mode de régulation des commandes de vol sur les 4 axes
  - les paramètres liés à l'occurrence et à la régulation de la panne (dépendent du type de panne), la liste est fournie en annexe 2 .

*et d'autre part, du T0 à la fin de la mission :*  
la fréquence cardiaque (TCG90 en autonome).

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 66 /127</b>
<small>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001 - EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</small>				

a


## 7. RESULTATS DU TRAITEMENT DES DONNEES

### 7.1 PANNE 1

#### 7.1.1 Analyse des paramètres de simulation

L'analyse des paramètres de simulation nécessaires au traitement des données de la panne 1 donnent les résultats suivants (courbes fournies en annexe 3) :

TRPH – SCENARIO 1				
	N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE DERIVE LENTE IRS2	TEMPS en secondes	
			Réel	Théorique
SWITCH 1	1	Apparition de la panne	T0	T0
	D	Détection par le système	1.25	1.25
	2	Audition « Hands On » + Visuel master	-	TD + 0,5
	3	Visuel CWP : « HANDS ON » + « DEGRAD IRS/AVIONICS »		
RQ +RP+ PHI+THETA+ POSABSROU+ POSABSTANG +POSABSLAC+ POSABSCOL	4	Reprise des commandes cyclique et collectif	TD +0.66 (tangage)  TD +0.78 (roulis)	T2 + 3
	5	Cross check des MFDs 1 et 2	-	
	6	Cross check avec le back up horizon pour identification de l'écran fournissant la fausse information	-	
NX+NY+NZ	7	Contrôle machine	-	-
ETAT RCP	8	Passage du MFD 2 sur l'IRS 1 via le Panneau de reconfiguration sur le pupitre	T4(roulis) + 7.01	-
-	9	Acquittement du master	-	-

 = tâche n°4 à 7

Le pilote a entrepris la bonne action corrective dès la reprise des commandes en hands on : Tâche 4. La valeur correspond à la régulation en roulis. La connaissance du sens de la dérive, lors de la validation des scénarios sur simulateur, ainsi que la maîtrise de l'hélicoptère générique peut expliquer en partie la réponse directe du pilote évaluateur, et donc un temps de reprise en main court.

**Temps de reprise en main panne 1 = 0.78 secondes, Théorique = 3,5 secondes**

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 67 /127</b>
<p><i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i></p> <p>- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>			

a

### 7.1.2 Analyse de la variation de la fréquence cardiaque

L'analyse de la variation de la fréquence cardiaque du pilote n'a pas permis d'établir de corrélation avec la reconnaissance de l'occurrence de la panne 1 pour 3 raisons :

- le pilote n'a pas éprouvé de stress, pour des raisons de:
  - comportement habituel
  - effet simulateur
  - connaissance des scénarios et de l'occurrence des pannes.
- les enregistrements sur tachycardiofréquence-mètre ont un échantillonnage de 1 seconde, ce qui est insuffisant pour une bonne discrimination du temps de reconnaissance.

Ces remarques sont également valables pour les pannes 2 à 5.

Ceci implique que seul le temps de reprise en main peut réellement être mesuré.

### 7.1.3 Analyse comportementale du pilote évaluateur

Le pilote évaluateur a suivi les procédures pré-établies, et n'a ressenti aucun stress particulier. La régulation de la panne s'est faite nominalement et la panne a été jugée facile à récupérer, alors que sur simulateur le pilote n'est pas guidé par les accélérations stimulant ses capteurs proprioceptifs.

### 7.1.4 Analyse de la charge de travail

Le pilote évaluateur, sélectionné pour la phase 1, ayant la connaissance parfaite du simulateur, de l'appareil générique, des fonctions qui lui sont associées ainsi que les procédures de régulation des pannes, ayant au préalable évalué et validé le réalisme du scénario, n'a indiqué aucune source d'incertitude pour l'évaluation de sa charge de travail. De ce fait, les valeurs sont numériques fixes sans écart d'incertitude. D'autre part, la faible propension au stress du pilote évaluateur n'engendre pas d'écart important lors de l'occurrence de la panne.

NIVEAU DE CHARGE DE TRAVAIL *			
AVANT	A L'OCCURENCE	PENDANT LA RESOLUTION	APRES LA RESOLUTION
1,92	2,53	2,2	1,92

\* : 1 < faible < 3 < moyenne < 5 < élevée < 6 < très élevée < 8 < inacceptable < 10

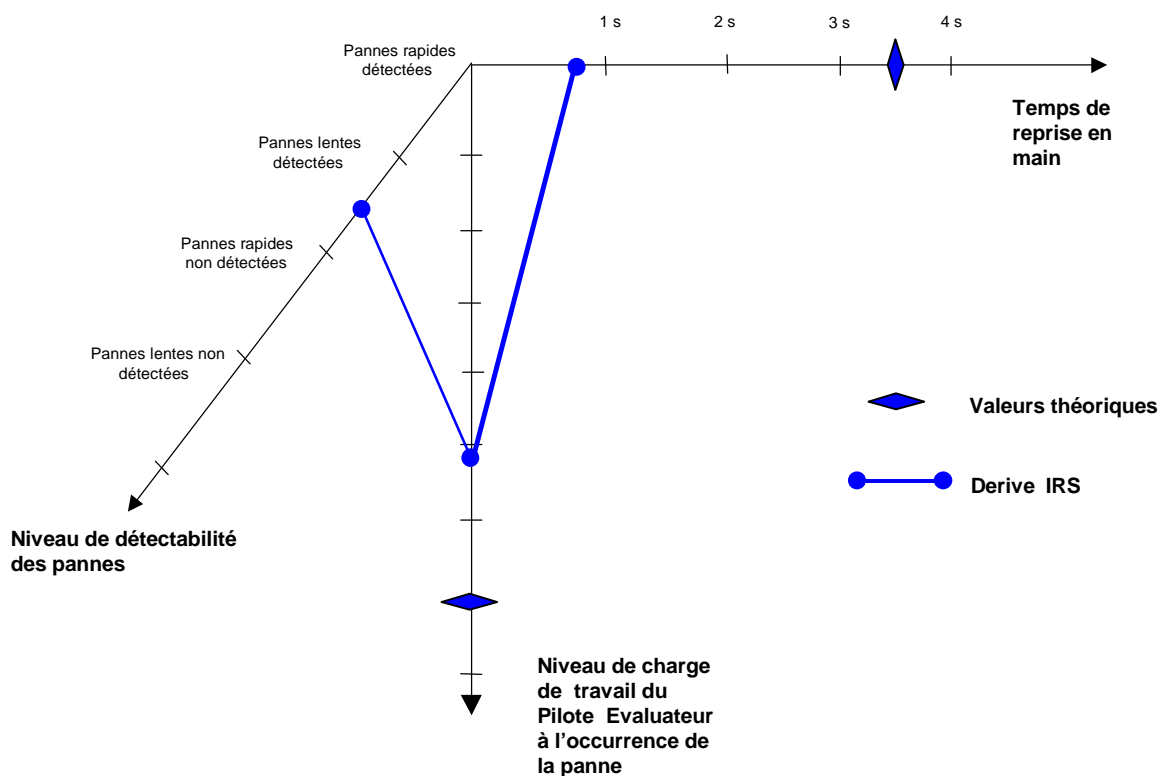
Les valeurs d'évaluation de la charge de travail montrent une augmentation de la charge lors de l'occurrence de la panne, principalement liée à une augmentation de la charge mentale.

a

### 7.1.5 Détermination corrélée des temps de reprise en main

Les résultats obtenus montrent que le temps et le niveau de charge de travail du pilote évaluateur sont en dessous des valeurs théoriques. Ces valeurs doivent être considérées comme minimales, étant données les caractéristiques intrinsèques du pilote évaluateur :

- connaissance des scénarios et de l'occurrence des pannes
- validation des scénarios et des pannes avant évaluation
- connaissance parfaite des capacités machine générique
- faible propension au stress




*Figure 8: résultats d'essais du pilote évaluateur- panne1*

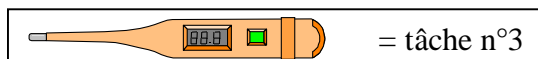
a

## 7.2 PANNE 2

### 7.2.1 Analyse des paramètres de simulation

L'analyse des paramètres de simulation nécessaires aux traitements des données de la panne 2 donnent les résultats suivants (courbes fournies en annexe 3) :

TRPH – SCENARIO 2				
	N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE PERTE MOTEUR 1	TEMPS en secondes	
			Réel	Théorique
SWITH 2	1	Apparition de la panne	T0	T0
OEI STATUS	2	Détection par le système : Emission d'alarme audition + Visuel FND « OEI » + Visuel master	T0 + 0.48	T0 + 0.48
MASSE HELI	3	Largage de l'élingue	T2 + 0.32	T2 + 0.5
	4	Visuel CWP : « ENG DF »	-	-
POSABSC OL	5	Abaissement du pas collectif + visuel paramètres moteur	T3 + 0.64	-
SOV STATUS	6	Mise sur off de la shut off valve moteur 1	-	-
MOT STOP	7	Coupure du moteur 1	Non arrêté	-
-	8	Acquittement du master	-	-



Le temps de reprise en main correspond au moment du largage de l'élingue. Dans le cas présent, le temps de reconnaissance théorique est 0.5 secondes, sans temps de réaction étant donné la configuration du vol: stationnaire avant atterrissage.

**Temps de reprise en main panne 2 = 0.32 secondes, Théorique = 0,5 secondes**

### 7.2.2 Analyse de la variation de la fréquence cardiaque

Cf. remarque § 7.1.2

a

### 7.2.3 Analyse comportementale du pilote évaluateur

Le pilote évaluateur a suivi les procédures pré-établies. Lors de l'élaboration du scénario, il estimait qu'il ne larguerait pas l'élingue étant donné les capacités de l'appareil générique. Néanmoins, le pilote a largué à 3 reprises l'élingue pour des raisons de sécurité, démontrant, qu'en situation d'extrême

urgence, ses réflexes acquis, et non spécifiquement liés à l'appareil générique, s'opèrent. La régulation de la panne s'est faite nominalement et la panne a été jugée relativement facile à récupérer malgré la charge de travail induite.

### 7.2.4 Analyse de la charge de travail

Le pilote évaluateur, sélectionné pour la phase 1, ayant la connaissance parfaite du simulateur, de l'appareil générique, des fonctions qui lui sont associées ainsi que les procédures de régulation des pannes, ayant au préalable évalué et validé le réalisme du scénario, n'a indiqué aucune source d'incertitude pour l'évaluation de sa charge de travail. De ce fait, les valeurs sont numériques fixes sans écart d'incertitude. D'autre part, la faible propension au stress du pilote évaluateur n'engendre pas d'écart important lors de l'occurrence de la panne.

NIVEAU DE CHARGE DE TRAVAIL *			
AVANT	A L'OCCURENCE	PENDANT LA RESOLUTION	APRES LA RESOLUTION
2,72	3,38	3,05	2,21

\* : 1 < faible < 3 < moyenne < 5 < élevée < 6 < très élevée < 8 < inacceptable < 10

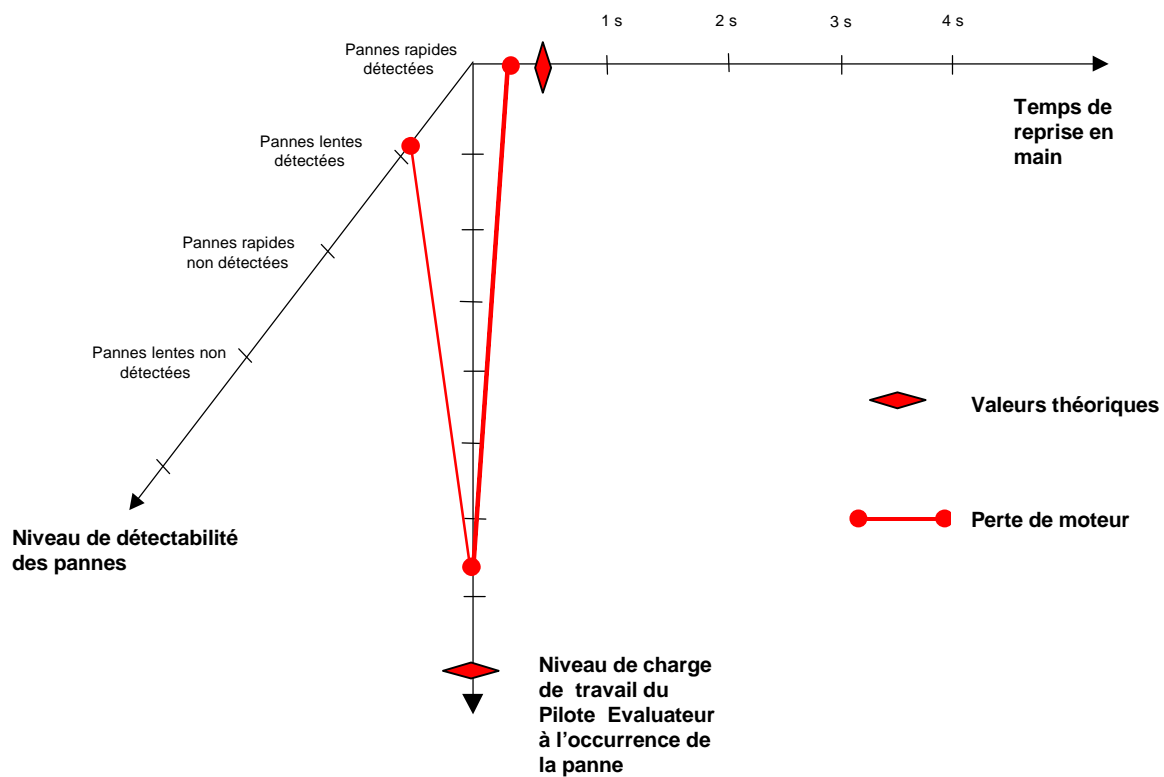
Les valeurs d'évaluation de la charge de travail montre une augmentation de la charge lors de l'occurrence de la panne, principalement liée à une augmentation de la contrainte temporelle.



a

### 7.2.5 Détermination corrélée des temps de reprise en main

Pour les mêmes raisons que définies dans le § 7.1.5, les résultats obtenus montrent que le temps et le niveau de charge de travail du pilote évaluateur sont en dessous des valeurs théoriques.




*Figure 9: résultats d'essais du pilote évaluateur- panne 2*

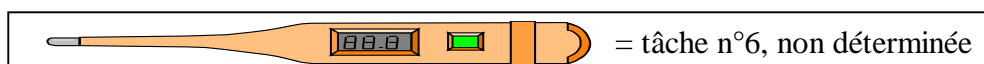
a

### 7.3 PANNE 3

#### 7.3.1 Analyse des paramètres de simulation

L'analyse des paramètres de simulation nécessaires au traitement des données de la panne 3 donnent les résultats suivants (courbes fournies en annexe 3) :

TRPH – SCENARIO 3				
	N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE REDUCTION PARTIELLE DE LA PUISSANCE DU MOTEUR 2	TEMPS en secondes	
			Réel	Théorique
SWITCH 3	1	Non signalement de la panne	T0	T0
MOT 1 NV	2	Atteinte FADEC 25%	T0 + 15	T0 + 15
OEI STATUS	3	Audition d'un avertisseur d'alarme + Visuel FND : « OEI » + Visuel master	T2 + 1	-
	4	Visuel CWP : « ENG DF »	-	T3 + 0.5
	5	Visuel paramètres moteur	-	
POSABSCOL	6	Reprise en main	Non déterminé	T5 + 1
SOV STATUS	7	Mise sur off de la shut off valve moteur 1	-	-
POSABSCOL	8.1	Lâcher du collectif pour coupure moteur	T3 + 3.41	-
MOT STOP	8.2	Coupure du moteur 1	T6 + 3.46	-
OEI HILO	9	Passage éventuel en OEI Low	-	-
-	10	Acquittement du master	-	-



Le temps de reprise en main correspond au moment de la reprise en main par le collectif, soit la tâche 8.1. Il n'est pas possible de quantifier précisément la valeur des temps de reprise en main, car les paramètres sont insuffisamment discriminants. Dans le cas présent, le pilote a, en outre, considéré les capacités de l'hélicoptère générique, qui permet une grande souplesse de régulation.

**Temps de reprise en main panne 3 = indéterminé < 3.41 secondes, Théorique = 1,5 secondes**

#### 7.3.2 Analyse de la variation de la fréquence cardiaque

Cf. remarque § 7.1.2

a

### 7.3.3 Analyse comportementale du pilote évaluateur

Les valeurs ci dessus sont issus d'un essai qui suit au plus près les procédures. Dans un premier temps, le pilote évaluateur n'avait pas suivi les procédures pré-établies: il a gardé le contrôle de la machine malgré une masse maximale sans couper le moteur défaillant. Son activité était le maintien de l'appareil et l'atterrissage, et la possibilité offerte par l'appareil de nouvelle génération de se poser sans appliquer l'ensemble des procédures. La panne a été jugée relativement facile à gérer malgré la charge de travail induite. La trajectoire a été conservée n'induisant pas de danger pour le pilote. Les conséquences du délai de reprise en main sont donc acceptables.

### 7.3.4 Analyse de la charge de travail

Le pilote évaluateur, sélectionné pour la phase 1, ayant la connaissance parfaite du simulateur, de l'appareil générique, des fonctions qui lui sont associées ainsi que les procédures de régulation des pannes, ayant au préalable évalué et validé le réalisme du scénario, n'a indiqué aucune source d'incertitude pour l'évaluation de sa charge de travail. De ce fait, les valeurs sont numériques fixes sans écart d'incertitude. D'autre part, la faible propension au stress du pilote évaluateur n'engendre pas d'écart important lors de l'occurrence de la panne.

NIVEAU DE CHARGE DE TRAVAIL *			
AVANT	A L'OCCURENCE	PENDANT LA RESOLUTION	APRES LA RESOLUTION
1,6	2,44	2,17	1,6

\* : 1 < faible < 3 < moyenne < 5 < élevée <6 < très élevée <8 < inacceptable < 10

Les valeurs d'évaluation de la charge de travail montre une augmentation de la charge lors de l'occurrence de la panne, principalement liée à l'atterrissage sous mode dégradé.

a

### 7.3.5 Détermination corrélée des temps de reprise en main

Les résultats obtenus montrent que le niveau de charge de travail du pilote évaluateur est en dessous des valeurs théoriques. Le temps de reprise en main reste indéterminé car le niveau de souplesse de l'hélicoptère générique permet de réagir moins rapidement que requis par la réglementation.

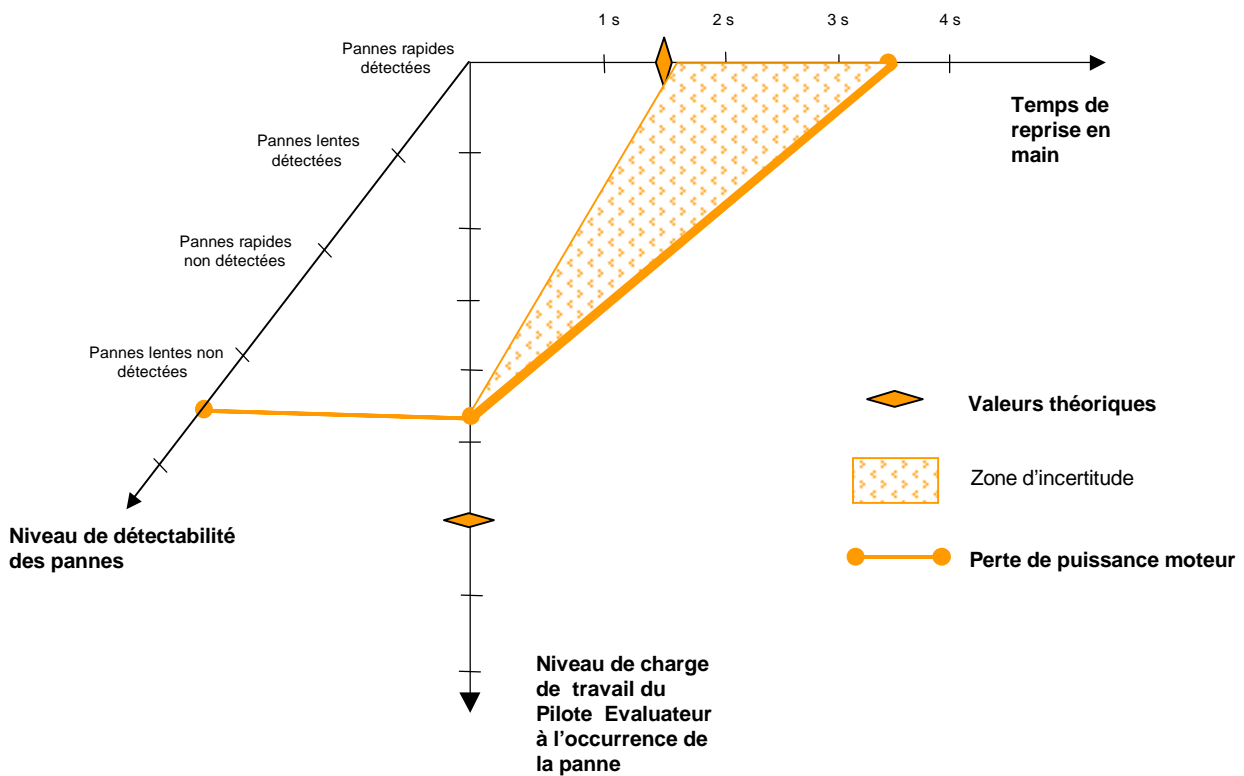



Figure 10: résultats d'essais du pilote évaluateur- panne 3

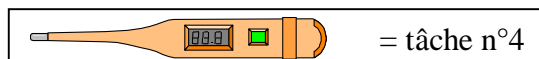
a

## 7.4 PANNE 4

### 7.4.1 Analyse des paramètres de simulation

L'analyse des paramètres de simulation nécessaires au traitement des données de la panne 4 donnent les résultats suivants (courbes fournies en annexe 3) :

TRPH – SCENARIO 4				
	N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE DERIVE LENTE DE L'ALTITUDE DU PA SUITE A LA PANNE DU BARO-ALTI	TEMPS en secondes	
			Réel	Théorique
SWITCH 4	1	Début de la dérive	T0	T0
	2	Identification d'un problème	-	T2 (reconnaissance incluse)
	3	Cross check baro alti avec back up alti + Eventuel visuel variomètre	-	-
POSABSTANG, POSABROU, POSABSLAC, POSABSCOL	4	Mouvement de passage en hands on.	T0 + 53,99	T2 + 3
	5	Reprise des commandes de vol cyclique et collectif		-
PIT ALT	6	Désengagement du mode ALT		-



La valeur théorique est considérée comme applicable dans le cas d'un avertissement, soit 3,5 secondes.

**Temps de reprise en main panne 4 = 53,99 secondes, Théorique = Non Applicable**

### 7.4.2 Analyse de la variation de la fréquence cardiaque

Cf. remarque § 7.1.2

### 7.4.3 Analyse comportementale du pilote évaluateur

Le pilote évaluateur a suivi les procédures pré-établies dès la détection de l'anomalie. La panne a été jugée facile à gérer malgré la charge de travail après régulation induite. Le pilote ne s'est considéré à aucun moment en danger car la variation après 53.99 secondes n'induisait qu'un écart de 90ft. Ceci explique le temps de reprise en main de cette panne non signalée par le système d'alarme, qui implique donc un temps de reconnaissance important.

a

#### 7.4.4 Analyse de la charge de travail

Le pilote évaluateur, sélectionné pour la phase 1, ayant la connaissance parfaite du simulateur, de l'appareil générique, des fonctions qui lui sont associées ainsi que les procédures de régulation des pannes, ayant au préalable évalué et validé le réalisme du scénario, n'a indiqué aucune source d'incertitude pour l'évaluation de sa charge de travail. De ce fait, les valeurs sont numériques fixes sans écart d'incertitude. D'autre part, la faible propension au stress du pilote évaluateur n'engendre pas d'écart important lors de l'occurrence de la panne.

NIVEAU DE CHARGE DE TRAVAIL *			
AVANT	A L'OCCURENCE	PENDANT LA RESOLUTION	APRES LA RESOLUTION
1,6	1,93	1,6	1,6

\* : 1 < faible < 3 < moyenne < 5 < élevée < 6 < très élevée < 8 < inacceptable < 10

Les valeurs d'évaluation de la charge de travail montre une augmentation de la charge lors de l'occurrence de la panne, principalement liée l'augmentation de la charge mentale de compréhension de la panne.

#### 7.4.5 Détermination corrélée des temps de reprise en main

Pour les mêmes raisons que définies dans le § 7.1.5, les résultats obtenus montrent que le niveau de charge de travail du pilote évaluateur est en dessous des valeurs théoriques. Les moyens disponibles n'ont pas permis de déterminer le temps de reconnaissance qui comprend la quasitotalité du temps de reprise en main. La variation de la fréquence cardiaque aurait pu être discriminante, mais son enregistrement n'a montré aucune variation, le pilote connaissant le scénario et n'étant pas sujet au stress.

Cette dérive lente n'engendrant pas de signalisation d'alarme, les contraintes temporelles requises théoriquement ne sont pas applicables et montrent que ce type de panne n'est pas liée strictement à une contrainte temporelle.

a

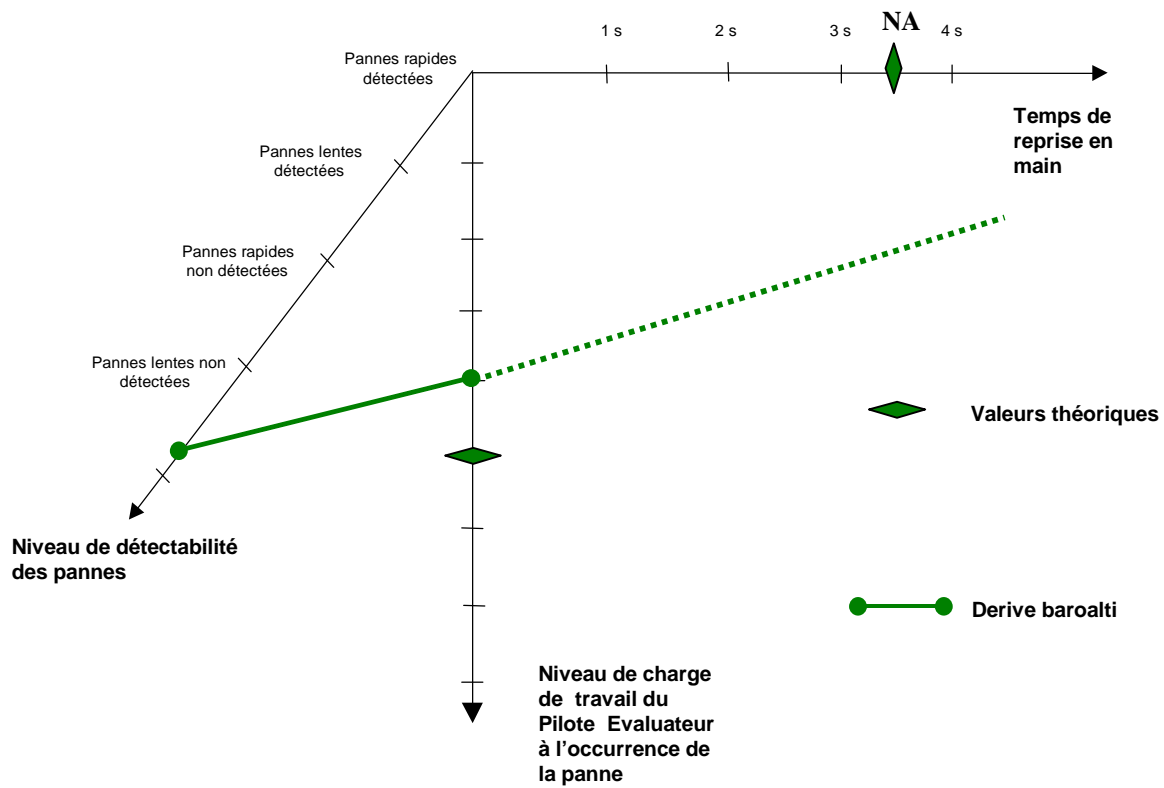



Figure 11: résultats d'essais du pilote évaluateur- panne 4

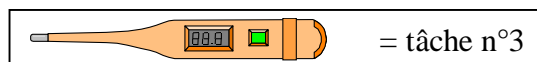
a

## 7.5 PANNE 5

### 7.5.1 Analyse des paramètres de simulation

L'analyse des paramètres de simulation nécessaires au traitement des données de la panne 5 donnent les résultats suivants (courbes fournies en annexe 3) :

TRPH – SCENARIO 5				
	N°	TACHES DE RESOLUTION DE PANNE HARDOVER SUR AXE ROULIS PA	TEMPS en secondes	
			Réel	Théorique
SWITCH 5	1	Apparition de la panne	T0	T0
	2	Audition d'alarme « HANDS ON » + Visuel FND ou extérieur + Visuel master	-	T0 + 0.5
RP, POSABROU	3	Mouvement de passage en hands on	T0 + 0.8	T2 + 3
	4	Reprise des commandes de vol cyclique et collectif et régulation cyclique		-
-	5	Acquittement du master	-	-



Le temps de reprise en main correspond au moment de la prise en main du cyclique et à la modification du point d'ancrage du à une action pilote.

**Temps de reprise en main panne 5 = 0.8 secondes, Théorique = 3,5 secondes**

### 7.5.2 Analyse de la variation de la fréquence cardiaque

Cf. remarque § 7.1.2

### 7.5.3 Analyse comportementale du pilote évaluateur

Le pilote évaluateur a suivi les procédures pré-établies dès la détection de l'anomalie. La panne a été jugée facile à gérer car clairement identifiable, et purement en réponse du type réflexe, aidé par les conditions VMC. La faible altitude n'a pas engendré de stress chez le pilote évaluateur.



a

#### 7.5.4 Analyse de la charge de travail

Le pilote évaluateur, sélectionné pour la phase 1, ayant la connaissance parfaite du simulateur, de l'appareil générique, des fonctions qui lui sont associées ainsi que les procédures de régulation des pannes, ayant au préalable évalué et validé le réalisme du scénario, n'a indiqué aucune source d'incertitude pour l'évaluation de sa charge de travail. De ce fait, les valeurs sont numériques fixes sans écart d'incertitude. D'autre part, la faible propension au stress du pilote évaluateur n'engendre pas d'écart important lors de l'occurrence de la panne.

NIVEAU DE CHARGE DE TRAVAIL *			
AVANT	A L'OCCURENCE	PENDANT LA RESOLUTION	APRES LA RESOLUTION
1	1,56	1,56	1,56

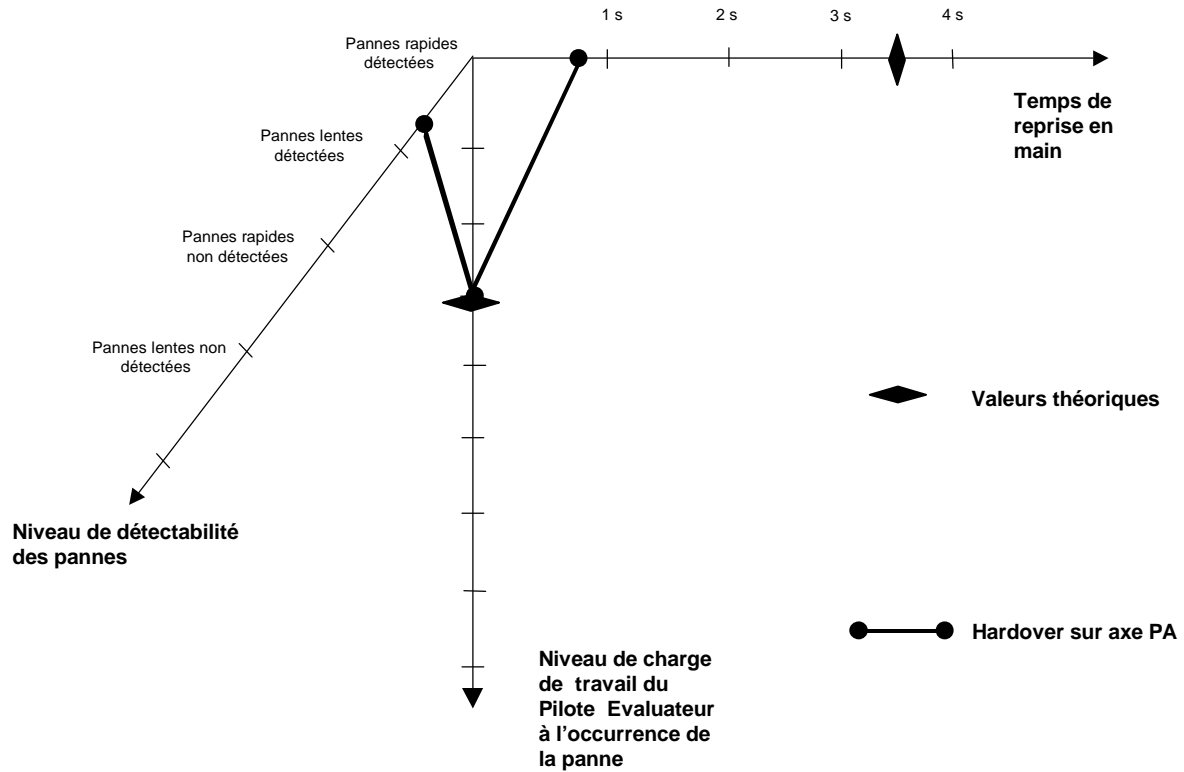
\* : 1 < faible < 3 < moyenne < 5 < élevée <6 < très élevée <8 < inacceptable < 10

Les valeurs d'évaluation de la charge de travail montre une augmentation de la charge lors de l'occurrence de la panne, principalement liée au maintien de la trajectoire (effort physiologique et contrainte temporelle de régulation).

a

### 7.5.5 Détermination corrélée des temps de reprise en main

Pour les mêmes raisons que définies dans le § 7.1.5, les résultats obtenus montrent que le temps et le niveau de charge de travail du pilote évaluateur sont en dessous des valeurs théoriques.



*Figure 12: résultats d'essais du pilote évaluateur- panne 5*

a

## **8. CONCLUSION**

L'établissement d'une référence de base pour l'étude des temps de reprise en main des pannes (majeures ou dangereuses) à conséquences catastrophiques en l'absence d'une réponse rapide du pilote a été réalisé avec un pilote de référence :

- maîtrisant parfaitement l'hélicoptère générique
- étant habitué aux vols simulés
- n'étant pas sujet au stress.

Les scénarios d'exploitation, les pannes et leur occurrence sont considérés comme réalistes et discriminants.

Les mesures réalisées consistent en la somme des temps de reconnaissances avec les temps de réaction, soient les temps de reprise en main.

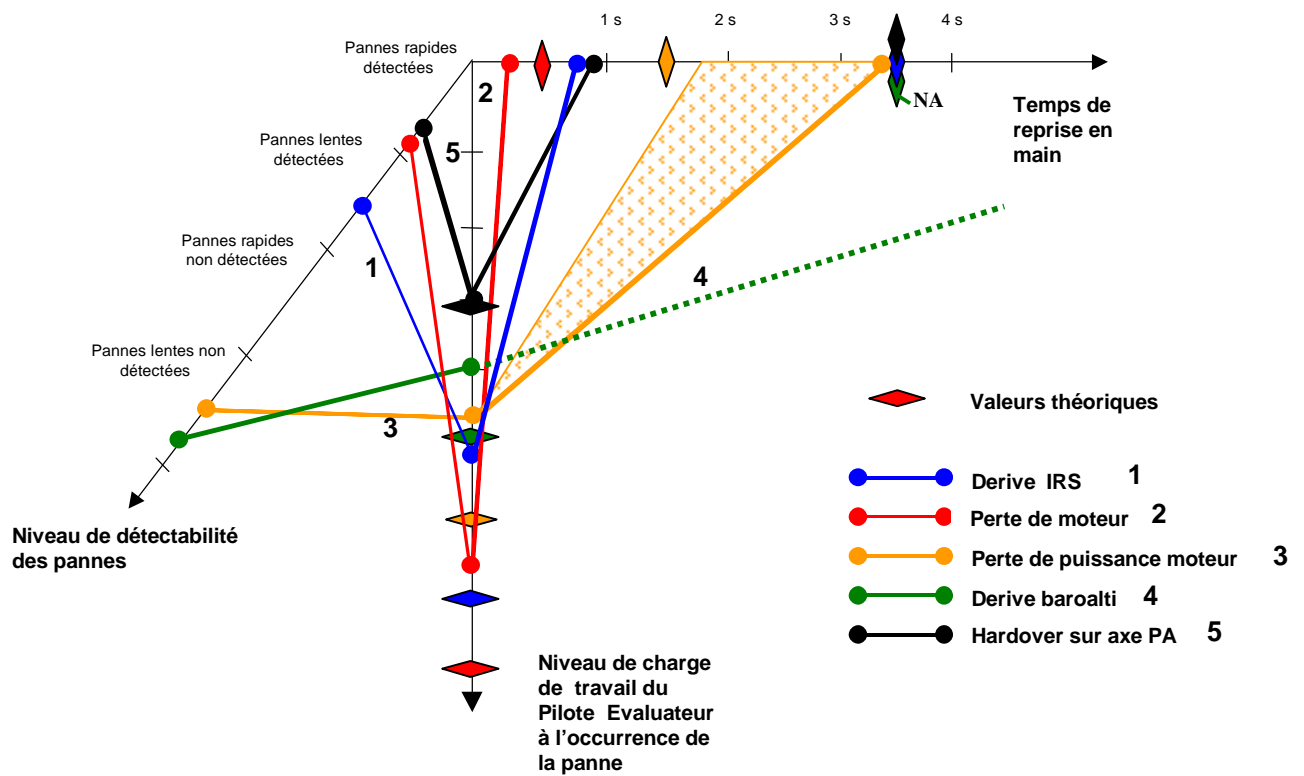
Les résultats ont montrés les limitations suivantes sur les outils de mesure:

- Manque de précision du tachycardiographe, éventuellement du à la connaissance de l'occurrence des pannes par le pilote évaluateur, et sa faible propension au stress.
- Les enregistrements video par l'ambiance lumineuse sombre du simulateur, devraient être remplacé par un observateur in situ mais non intrusif et un envoi de marqueurs supplémentaires vers les paramètres d'enregistrement.

Les paramètres de simulations permettent une bonne détermination des temps de reprise en main.

a

Les résultats obtenus montrent que, dès que la discrimination a été suffisante, le pilote évaluateur a eu un temps de reprise en main conforme aux attentes. Etant données les caractéristiques intrinsèques du pilote évaluateur, l'ensemble des mesures de références nécessite d'être corroboré par un panel de pilotes plus large.



*Figure 13: résultats d'essais du pilote évaluateur*

a

## ANNEXES

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 84 /127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i>			
- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)			

a

***ANNEXE 1***

***SIMULEUR SPHERE***

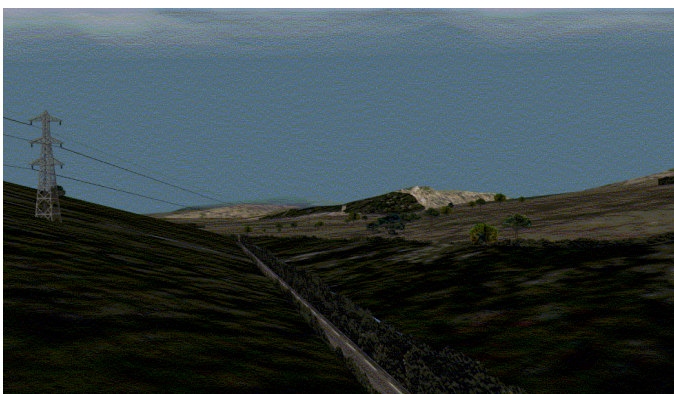
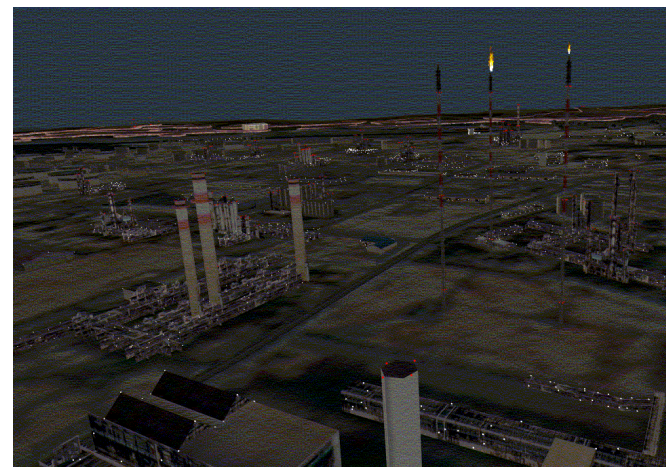
<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 85 /127</b>
<p><i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i></p> <p>- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>				

a

## SIMULATION FACILITIES

State-Of-The-Art Image generation system

- local area terrain data base (correlation with real flights)
- Specific detailed zones
  - Urban, industrial, NOE,...)
  - Helipads (frigates, off-shore platforms, hospital roofs,...)
- special effects & complex meteorological conditions
  - realism of tactical situations
  - flights in adverse conditions (day, night, bad weather)



N° DOCUMENT	TN X 000 AR 431 F 01	INDICE A	Du 8/06/2001	PAGE 86 /127
-------------	----------------------	----------	--------------	--------------

"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001

- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)

a

## SIMULATION FACILITIES

### Dedicated environment

- 8 m diameter immersive Dome
- H/C specific Field Of View 180°H x 80°V(-50)
- Hardware flexibility
- Software flexibility



**N° DOCUMENT**      **TN X 000 AR 431 F 01**      **INDICE A**    **Du 8/06/2001**      **PAGE 87 /127**

*"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001*

- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)



a

## ***ANNEXE 2***

# ***PARAMETRES DE SIMULATION***

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 88 /127</b>
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i>			
<i>- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</i>			

a

<b>PARAMETRES ENREGISTRES</b>	
<b>TEMPS</b>	<b>Horloge d'enregistrement</b>
<b>Z baro</b>	<b>Altitude barométrique</b>
<b>RHT</b>	<b>Radioaltitude</b>
<b>IAS</b>	<b>Vitesse indiquée</b>
<b>NX</b>	<b>Accélération en x</b>
<b>NY</b>	<b>Accélération en y</b>
<b>NZ</b>	<b>Accélération en z</b>
<b>RP</b>	<b>Vitesse angulaire roulis (+ à droite)</b>
<b>RQ</b>	<b>Vitesse angulaire tangage (+ à cabré)</b>
<b>RR</b>	<b>Vitesse angulaire lacet (+ nez à droite)</b>
<b>PHI</b>	<b>Angle roulis</b>
<b>THETA</b>	<b>Angle tangage</b>
<b>PSI</b>	<b>Angle lacet</b>
<b>RVI</b>	<b>Vitesse air</b>
<b>RX0XG</b>	<b>Déplacement sol suivant x</b>
<b>RX0YG</b>	<b>Déplacement sol suivant y</b>
<b>RZ0ZG</b>	<b>Déplacement sol suivant z</b>
<b>RVXSOL</b>	<b>Projection sol en x</b>
<b>RVYSOL</b>	<b>Projection sol en y</b>
<b>RVZGDT</b>	<b>Projection en z</b>
<b>CDT01</b>	<b>Pas collectif rotor principal</b>
<b>CDT02</b>	<b>Pas de lacet rotor arrière</b>
<b>CDTC1</b>	<b>Pas cyclique roulis rotor principal</b>
<b>CDTS1</b>	<b>Pas cyclique tangage rotor principal</b>
<b>POSABSROU</b>	<b>Position absolu du manche cyclique en roulis</b>
<b>POSABSTANG</b>	<b>Position absolu du manche cyclique en tangage</b>
<b>POSABSLAC</b>	<b>Position absolu palonniers en lacet</b>
<b>POSABSCOL</b>	<b>Position absolu du manche collectif</b>
<b>POSANCRAGEROUL</b>	<b>Position d'ancrage en roulis</b>
<b>POSANCRAGETANG</b>	<b>Position d'ancrage en tangage</b>
<b>POSANCRAGE LAC</b>	<b>Position d'ancrage en lacet</b>

a

<b>POSANCRAGECOL</b>	<b>Position d'ancrage du collectif</b>
----------------------	--

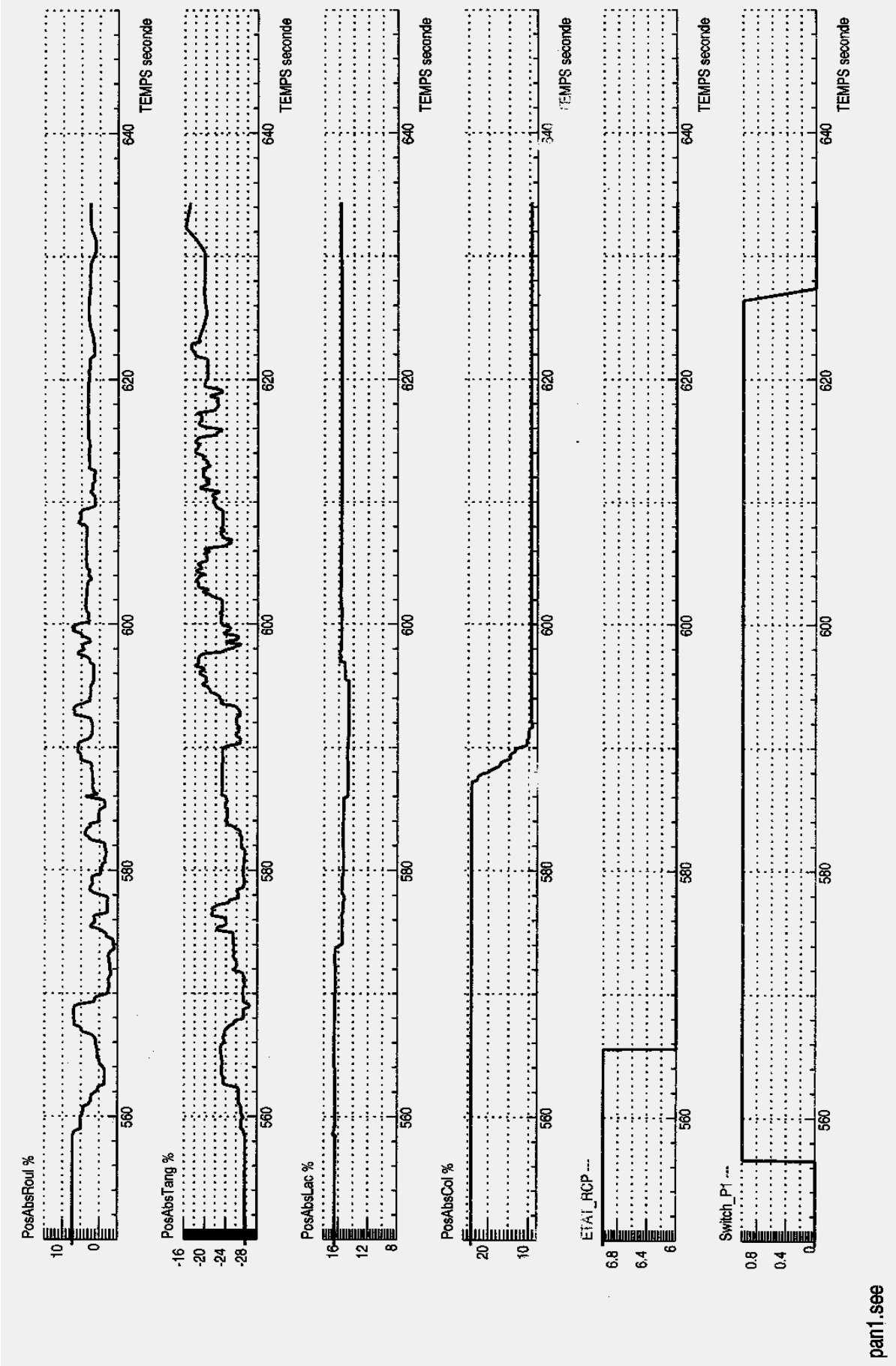
a

<b>PHI RD</b>	<b>Angle roulis en radians</b>
<b>THETA RD</b>	<b>Angle tangage en radians</b>
<b>PSI RD</b>	<b>Angle lacet en radians</b>
<b>Zp</b>	<b>Pression</b>
<b>Wn</b>	<b>Puissance nécessaire</b>
<b>Wd</b>	<b>Puissance disponible</b>
<b>TORQUE 1</b>	<b>Couple moteur 1</b>
<b>TORQUE 2</b>	<b>Couple moteur 2</b>
<b>DELTA TRQ</b>	<b>Ecart de couple</b>
<b>NG 1</b>	<b>Turbine libre moteur 1</b>
<b>NG 2</b>	<b>Turbine libre moteur 2</b>
<b>T4 1</b>	<b>Température T4 moteur 1</b>
<b>T4 2</b>	<b>Température T4 moteur 2</b>
<b>Ω</b>	<b>Tour rotor/minutes</b>
<b>MOTEUR 1 NV</b>	<b>Moteur en non vol</b>
<b>SWITCH P1</b>	<b>Activation panne 1</b>
<b>SWITCH P2</b>	<b>Activation panne 2</b>
<b>SWITCH P3</b>	<b>Activation panne 3</b>
<b>SWITCH P4</b>	<b>Activation panne 4</b>
<b>SWITCH P5</b>	<b>Activation panne 5</b>
<b>OEI STATUS</b>	<b>Status du « One Engine Inoperative »</b>
<b>OEI HILO</b>	<b>OEI en HIGH ou LOW</b>
<b>MASSE HELI</b>	<b>Masse de l'hélicoptère</b>
<b>ETAT RCP</b>	<b>Etat du panneau de reconfiguration MFD</b>
<b>SOV STATUS</b>	<b>Etat des Shut Off Valves</b>
<b>MOT STOP</b>	<b>Commutation des moteurs à l'arrêt</b>
<b>COL ALT</b>	<b>Tenue d'altitude par collectif</b>
<b>PIT ALT</b>	<b>Tenue d'altitude par le cyclique</b>

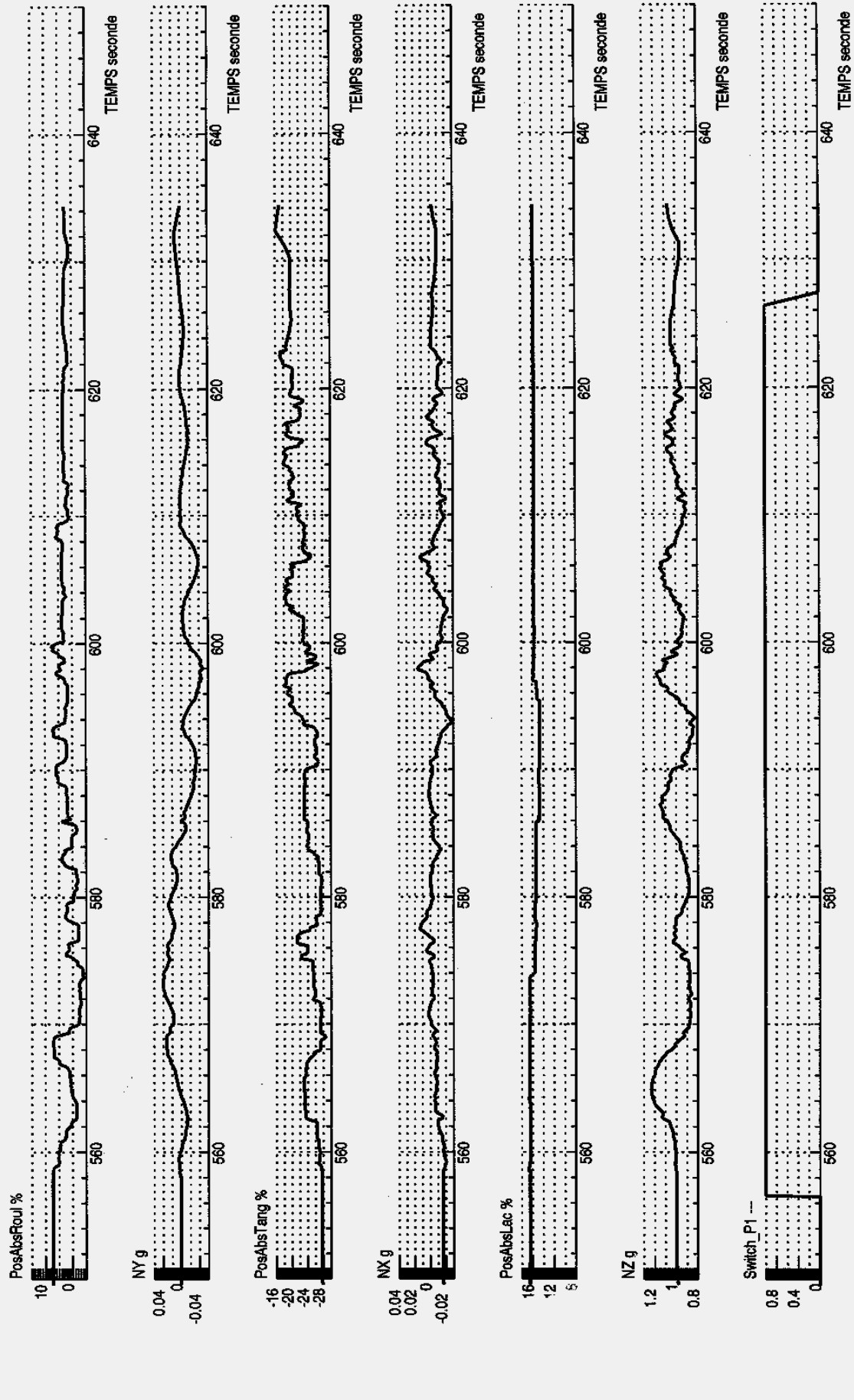
a

***ANNEXE 3***  
***ENREGISTREMENTS***

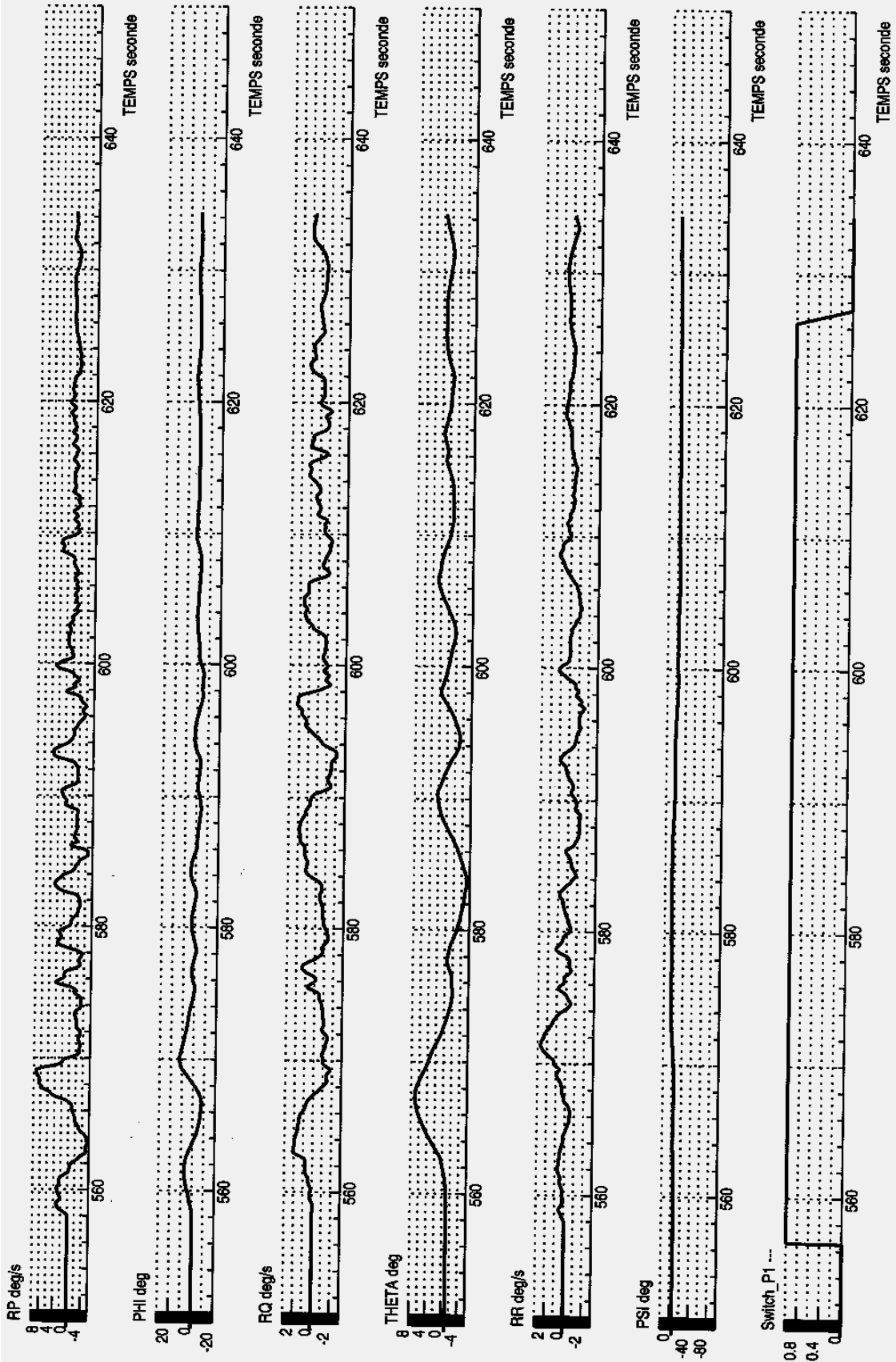
<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE 92 /127</b>
<p><i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i></p> <p>- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)</p>			



pan1.sec

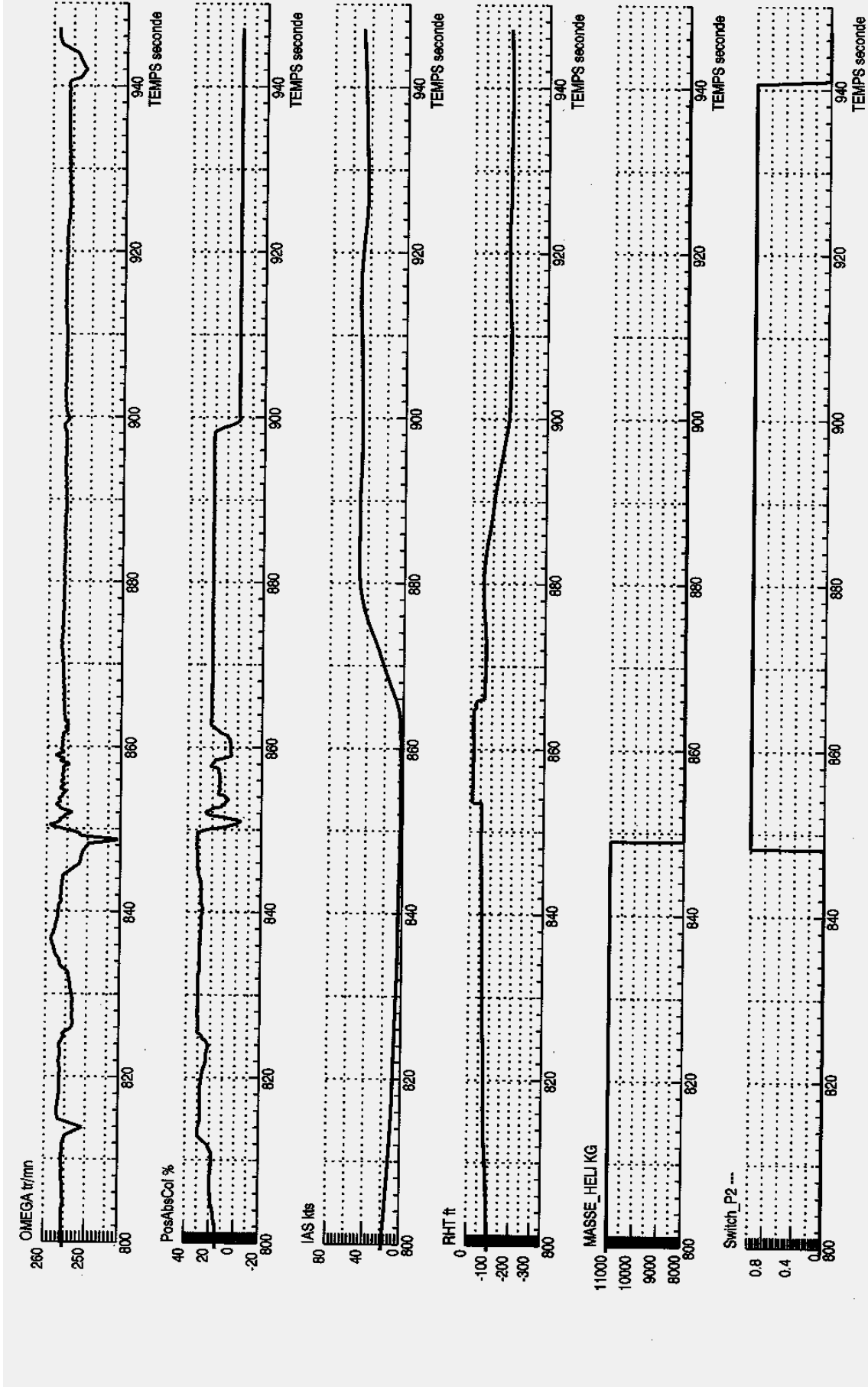


pan1.sec

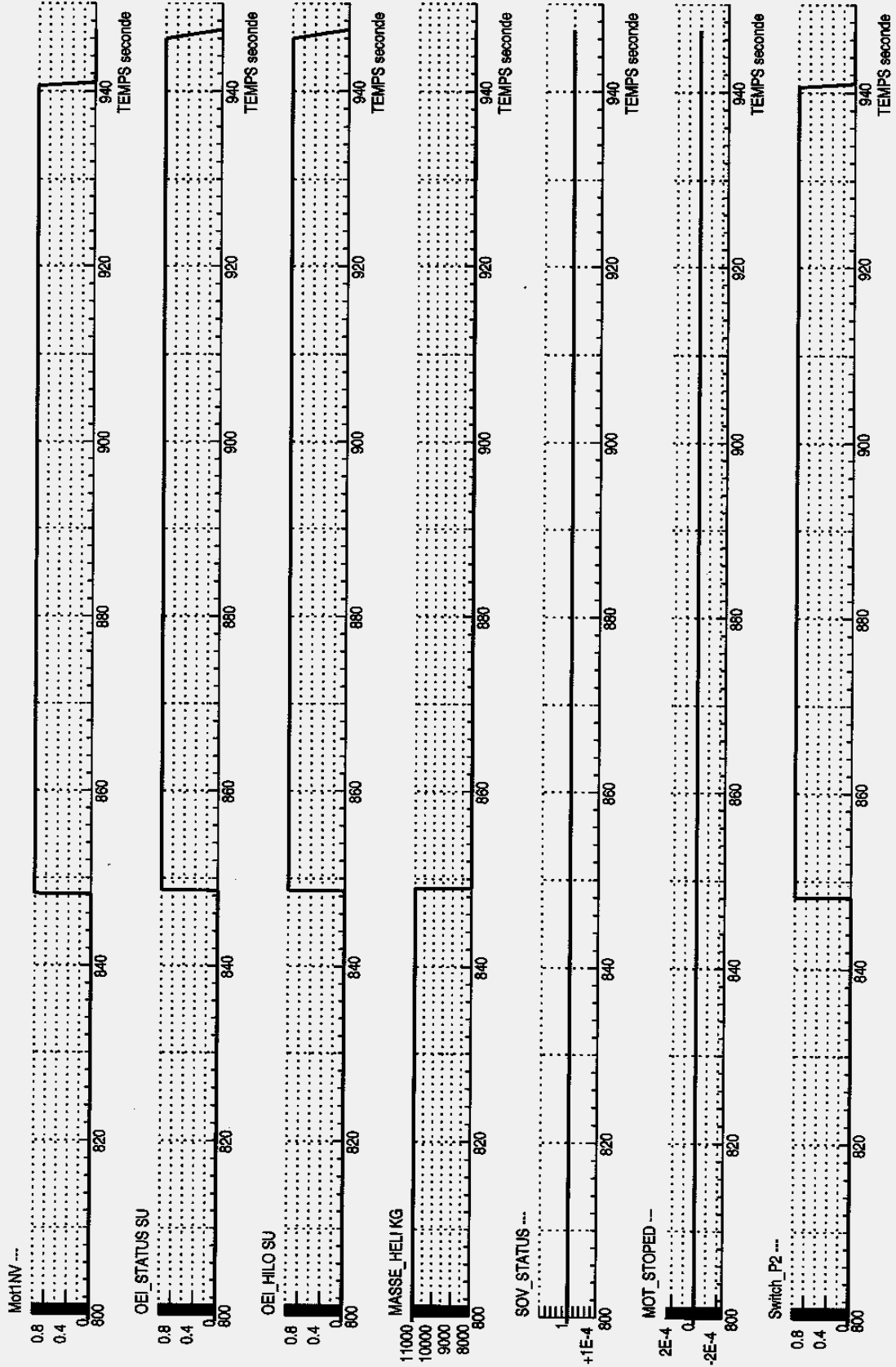


part1.see





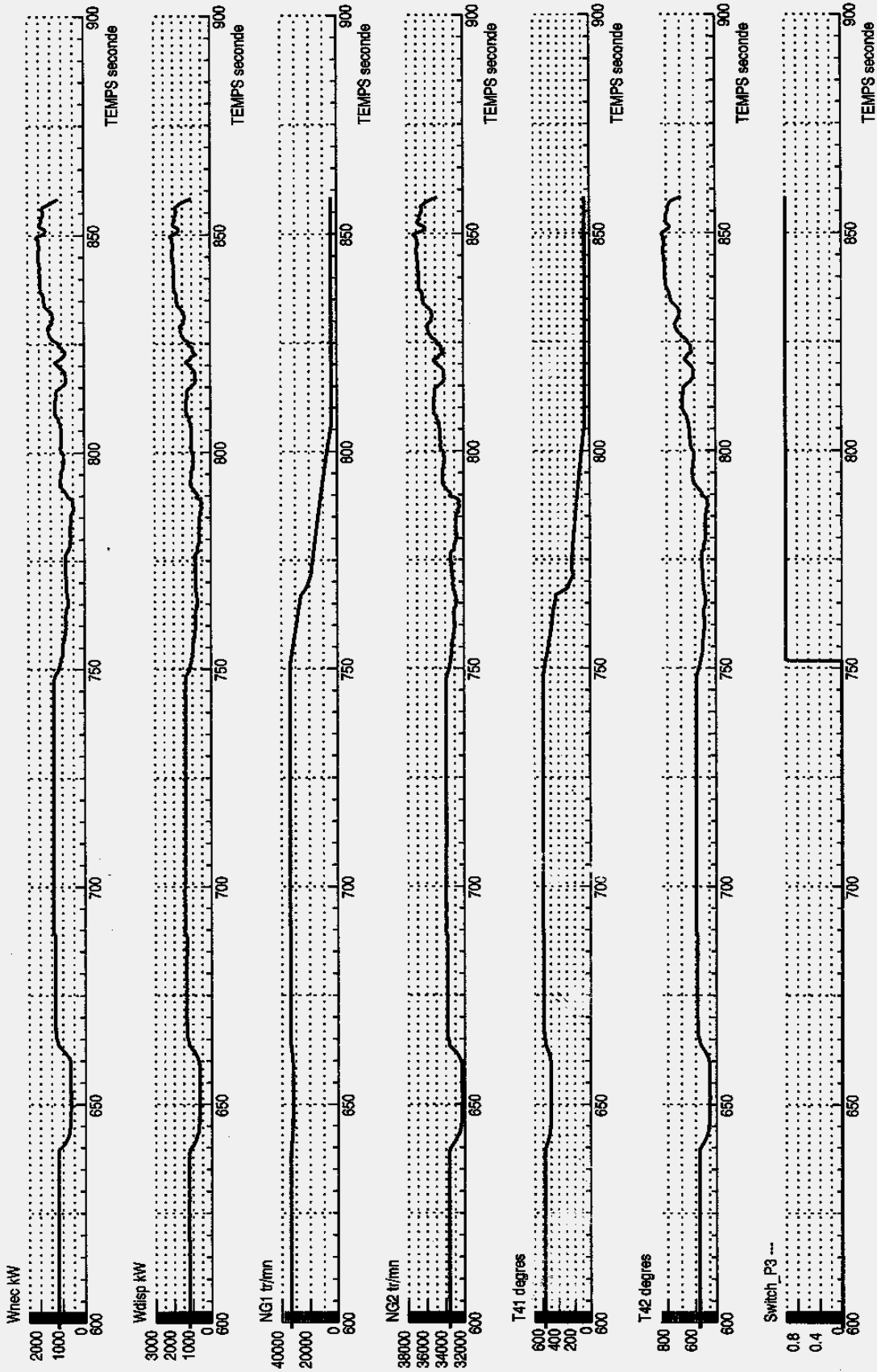
pan2.see



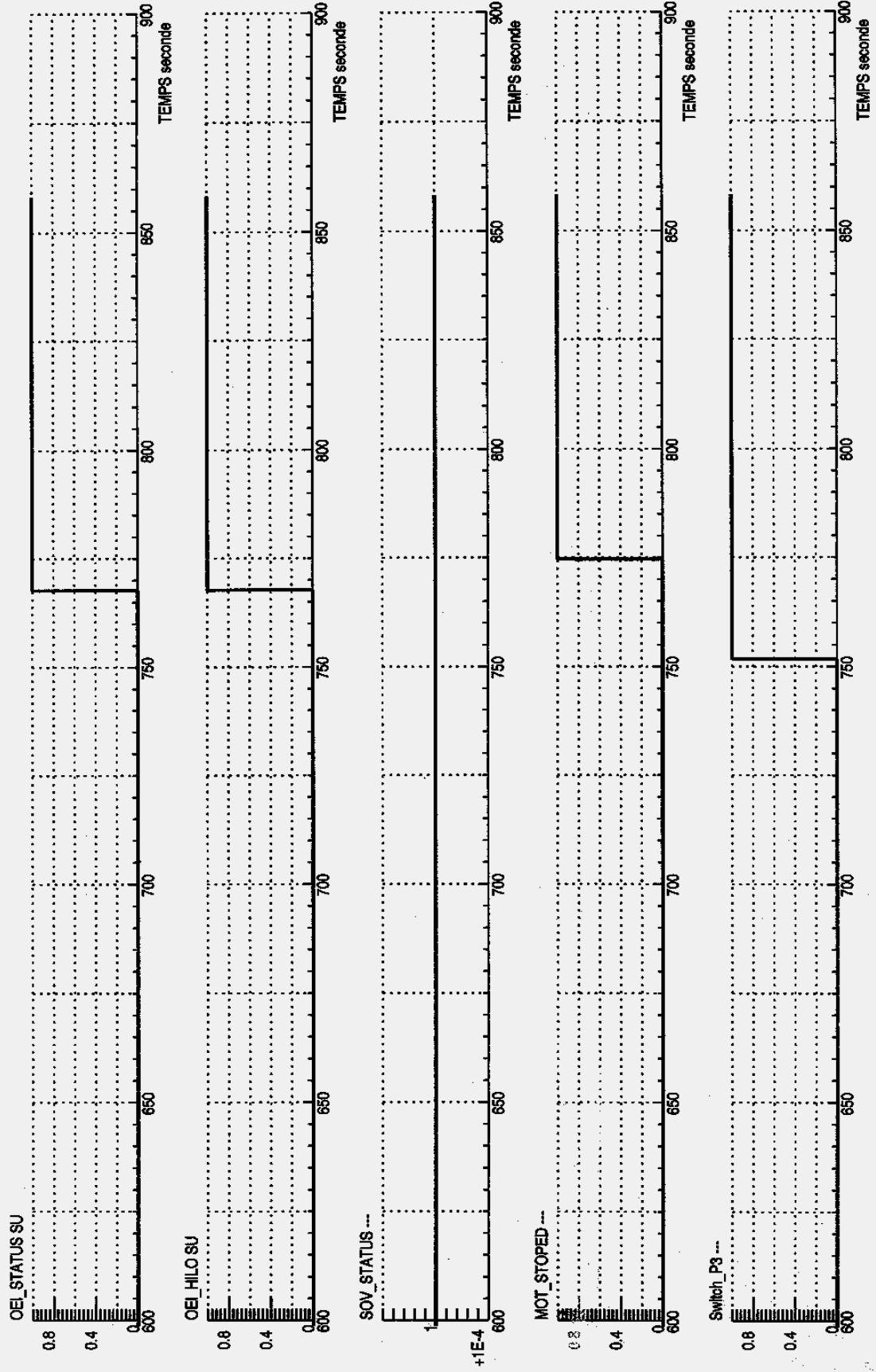
pan2.see



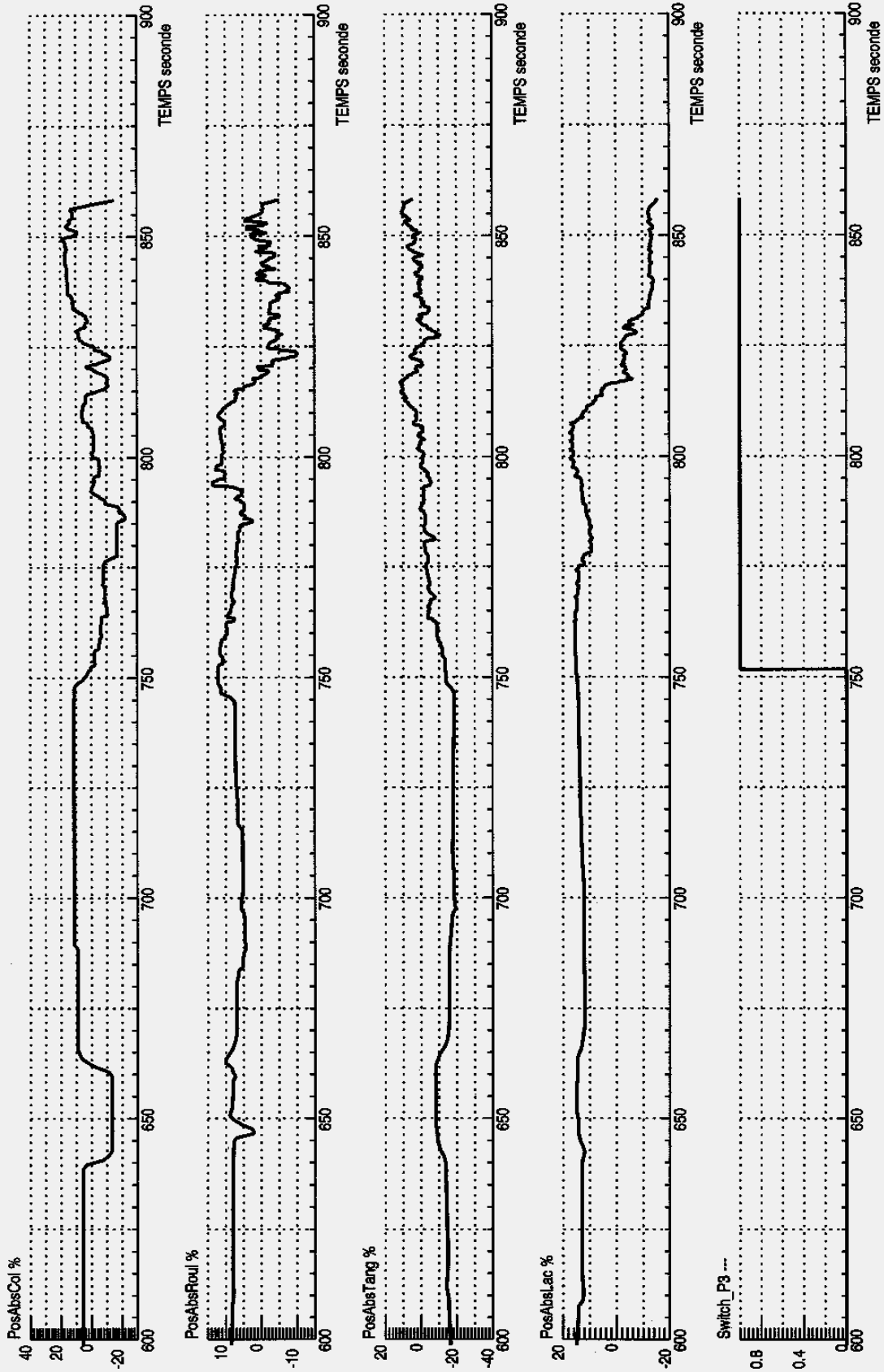
pan31.see



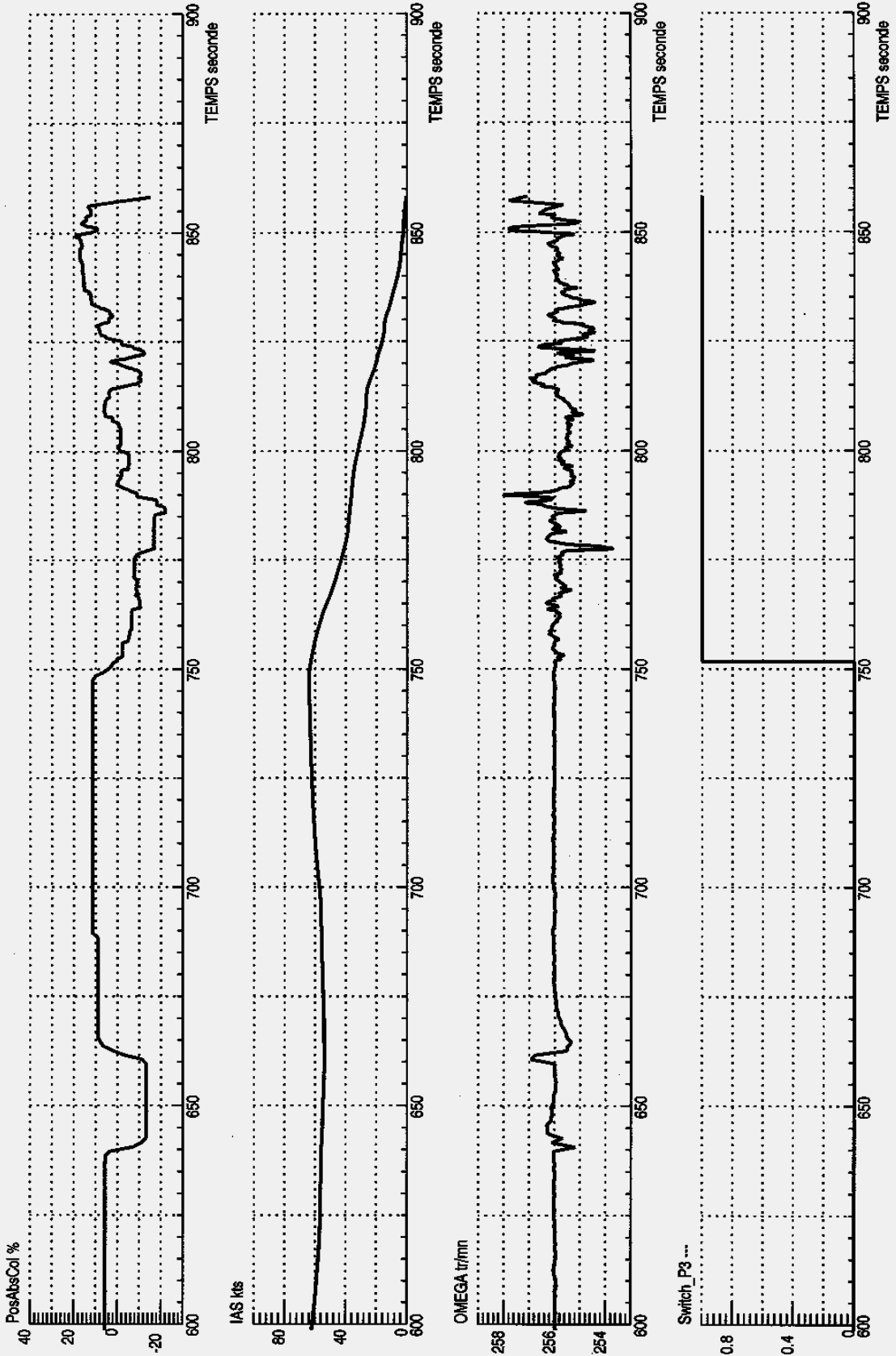
pan31.see



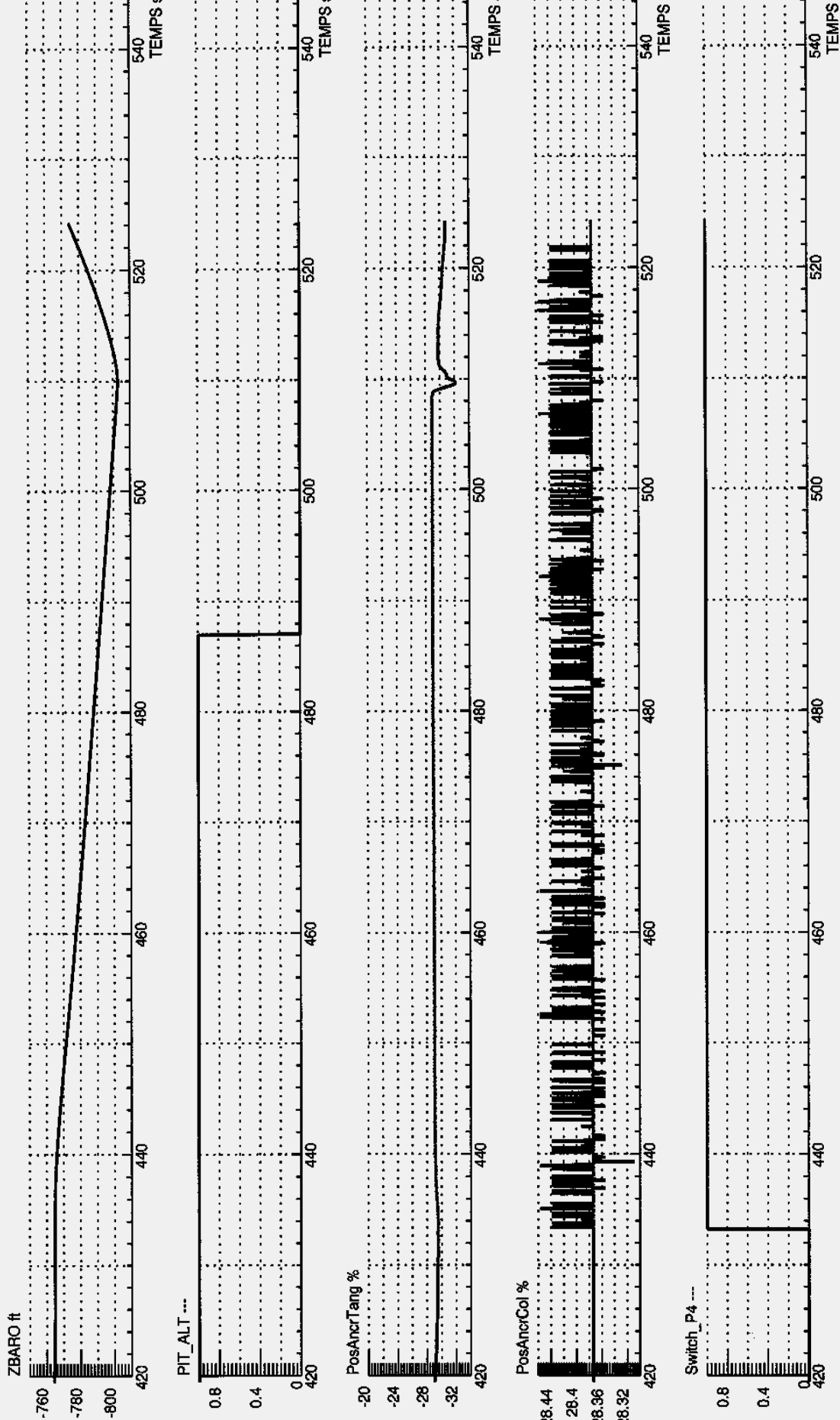
pan31.see



pan31.see

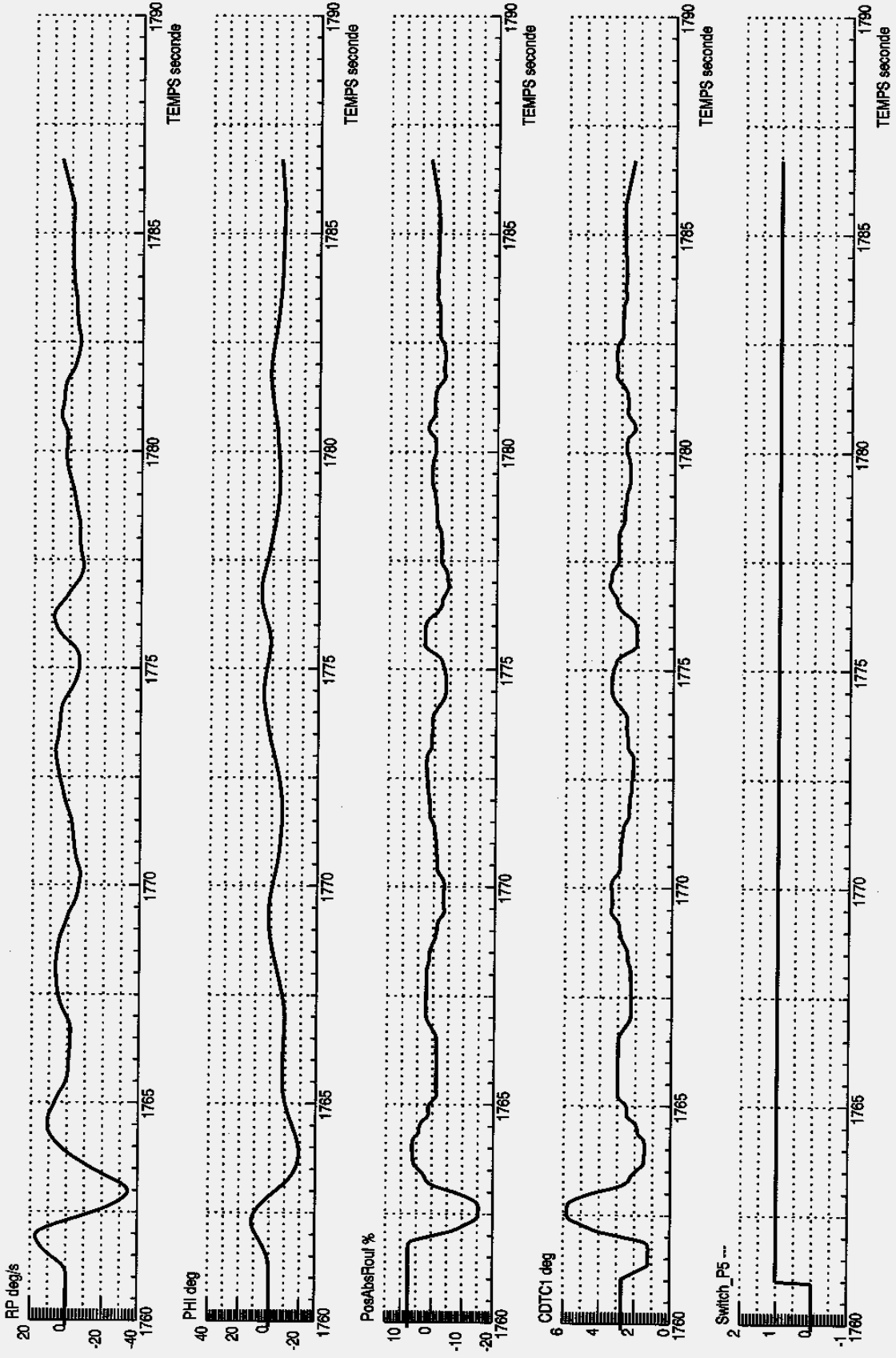


pan31.sec



pan4.see





pan5.see

a

## ***ANNEXE 4***

# ***QUESTIONNAIRES D'EVALUATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL***

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE</b> 105 /127
--------------------	-----------------------------	-----------------	---------------------	----------------------

*"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001*

- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)

a

## CREWMEMBER SPECIFICITIES

Would you please fill the following questionnaire, or update the data below:



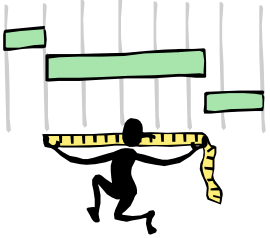
NAME: .....		BIRTH DATE: .....			
ORGANIZATION	PRESENT: .....		PREVIOUS: .....		
HELICO FLIGHT HOURS TOTAL AMOUNT:	LIGHT H/C: .....	4/6 T: .....	8/10 T: .....	> 10 T: .....	
OPERATIONAL EXPERIENCE (FLIGHT HOURS)	NOE: .....		CONTOUR FLIGHT: .....		SHIP LANDING: .....
	DAY: .....	NIGHT: .....	IMC: .....	FLIR: .....	
SIMULATOR HABIT (FLIGHT HOURS)	MOVING BASE: .....		FIXED BASE: .....		
	WITH VISUAL:	WITHOUT VISUAL:	WITH VISUAL:	WITHOUT VISUAL:	
	LIGHT H/C: .....	LIGHT H/C: .....	LIGHT H/C: .....	LIGHT H/C: .....	
	4/6 T: .....	4/6 T: .....	4/6 T: .....	4/6 T: .....	
	8/10 T: .....	8/10 T: .....	8/10 T: .....	8/10 T: .....	
	> 10 T: .....	> 10 T: .....	> 10 T: .....	> 10 T: .....	

a

SCENARIO BREAKDOWN

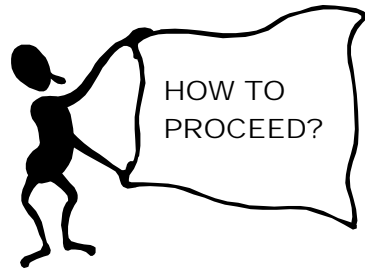
BREAKDOWN OF SCENARIO INTO HUMAN BEHAVIOR EVOLUTION SUBSEGMENTS:

SUB-SEGMENT	DESCRIPTION OF THE SUBSEGMENT	ALLOCATED TIME	PERFORMED TIME
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....
5	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....
7	.....	.....	.....
8	.....	.....	.....



## WORKLOAD ASSESSMENT QUESTIONNAIRES (WLAQ)

### WORKLOAD ASSESSMENT



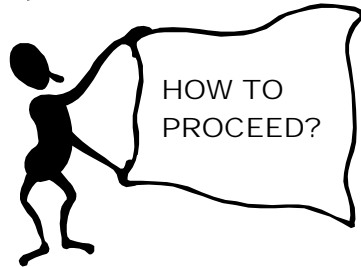
*The workload assessment questionnaires are shared in 4 parts which express the main workload components involved in a helicopter crewmember workload. These 4 workload components are:*

- *MENTAL EFFORT,*
- *TIME CONSTRAINT,*
- *STRESS,*
- *PHYSIO EFFORT.*

*Two kinds of questionnaires have to be filled per components (with an additive one for the mental workload, explained in detail inside). These two kinds of questionnaires are the following:*

a

# WORKLOAD LEVEL



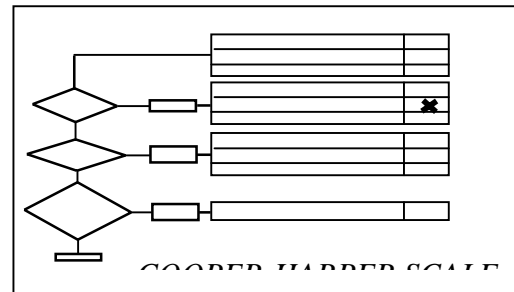
## WORKLOAD ASSESSMENT QUESTIONNAIRES (WLAQ)

FIRST QUESTIONNAIRE



*The goal of this questionnaire is to evaluate the workload component level felt during a sub-segment, with the configuration proposed (tactical scenario, simulator, knowledge and training, system functions).  
You have to follow the flow chart to determine your felt level.*

*for each component*

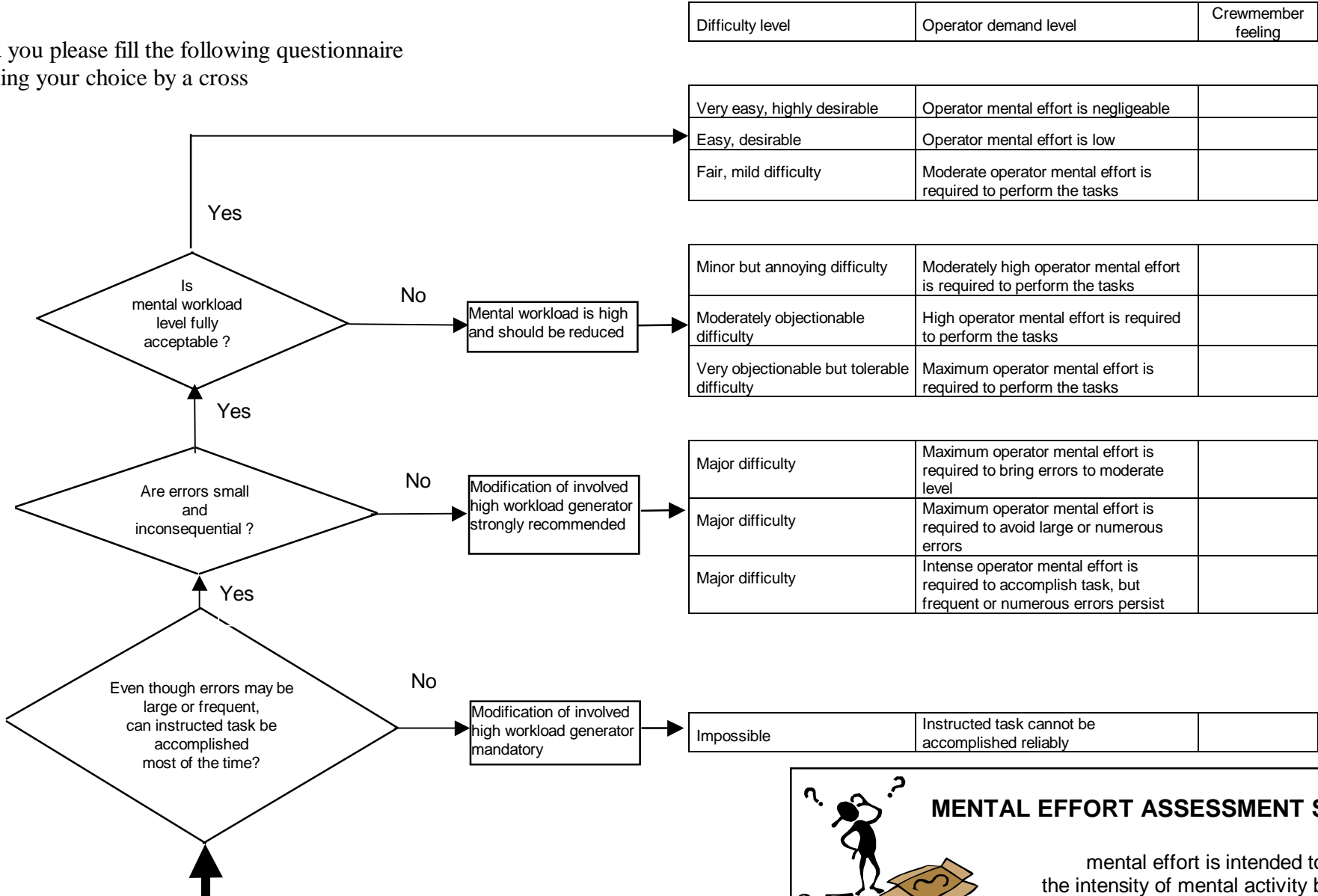


a

**WORKLOAD ASSESSMENT QUESTIONNAIRE (WLAQ)**

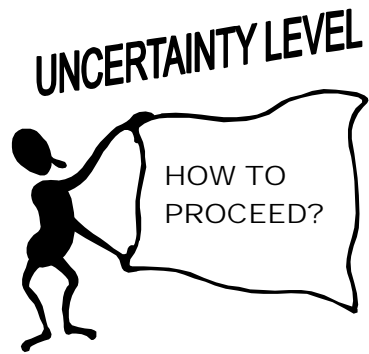
**A - workload components level assessment -**

Would you please fill the following questionnaire indicating your choice by a cross



**MENTAL EFFORT ASSESSMENT SCALE:**

mental effort is intended to express the intensity of mental activity by means of quantifying the difficulties in finding information processing it and making decisions.



SECOND QUESTIONNAIRE



The goal of this questionnaire is to evaluate the influence of uncertainty sources on your assessment of the workload component for the sub-segment. The uncertainty sources are: tactical scenario, simulator, knowledge/training, system functions. These influence could have lead to estimate your workload component in a different way of this which could be assessed in a real situation. You have to cross for each sources of uncertainty the influence level.

FOR EACH COMPONENT

	1 Tactical scenario	2 Simulator	3 Knowledge/training	4 System functions
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



a

B- uncertainty source effect on workload component level assessment -

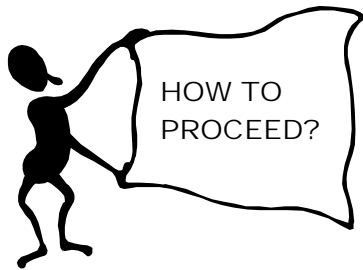
Would you please fill the following questionnaire on uncertainty sources effect for the workload component **MENTAL EFFORT** indicating your choice by a cross



1 Tactical scenario	2 Simulator	3 Knowledge/training	4 System functions
<p>The proposed scenario was representative enough of a real tactical situation and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the mental effort</p>	<p>The simulator configuration was representative enough of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the mental effort</p>	<p>The knowledge and training was sufficient (system operation information/training level) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the mental effort</p>	<p>The simulated system functions was representative enough of a real configuration and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the mental effort</p>
<b>OR</b>	<b>OR</b>	<b>OR</b>	<b>OR</b>
<p>The proposed scenario could have been not representative of a real tactical situation, and so the mental effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulator configuration could have been not representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and so the mental effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The knowledge and training could have been not sufficient (system operation information/training level and so the mental effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulated system functions could have been not representative of a real configuration, being too much complicated, and so the mental effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>
<b>OR</b>	<b>OR</b>	<b>OR</b>	<b>OR</b>
<p>The proposed scenario was not representative of a real tactical situation, and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the mental effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>The simulator configuration not representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model), and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the mental effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>The knowledge and training was not sufficient (system operation information/training level) and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the mental effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>The simulated system functions scenario was not representative of a real configuration and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the mental effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>

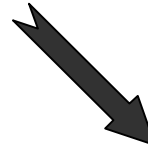
a

# BEHAVIOR LEVEL




The mental effort is composed of 3 mental behaviors, not always used at the same level. These 3 mental behaviors are the following:

- *reflex behavior:* application of predefined and fixed sequences of actions, automatisms,
- *procedural behavior:* selection and application of prepared procedures for wellknown situations, regulations,
- *cognitive behavior:* elaboration of new procedures from the available information, decisions.



The goal of this questionnaire is to determine the nature of the mental effort during the sub-segment.

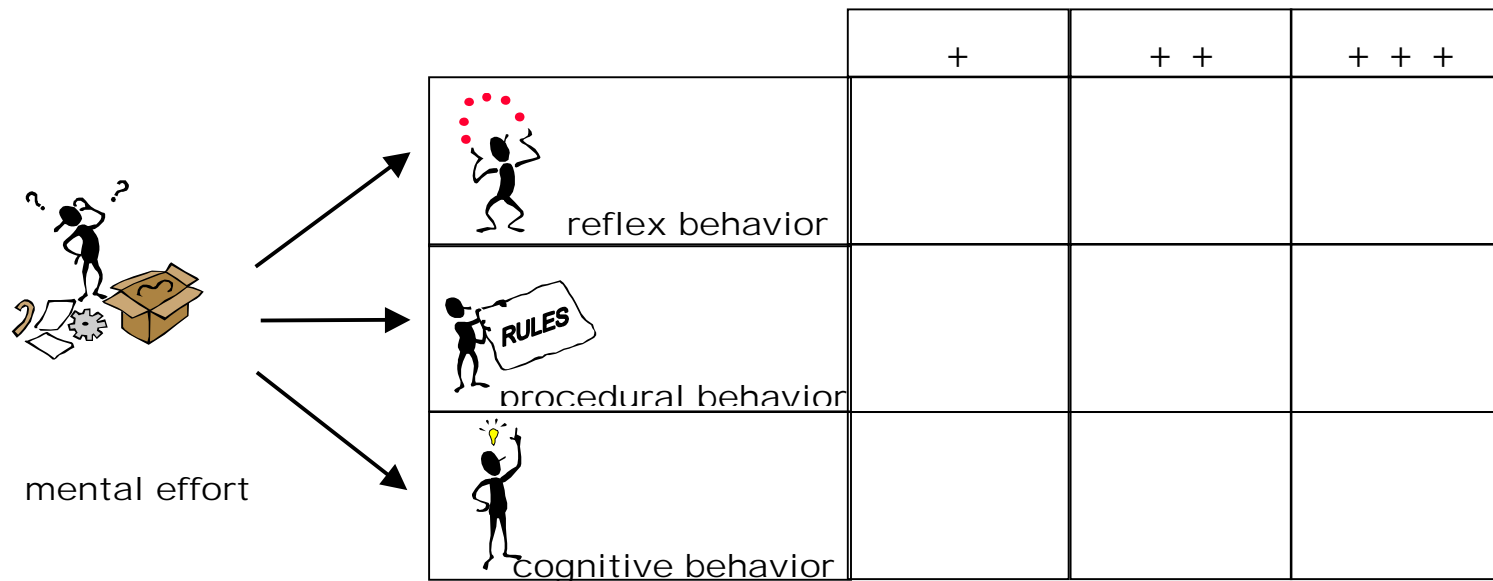
The level is determined through the answer to the following questionnaire indicating your choice by a cross expressing, within the mental effort, the level of each mental behavior felt during the considered sub-segment:



		x	
			x
		x	

a

Would you, please, fill the following questionnaire indicating your choice by a cross expressing, within the mental effort, the level of each mental behavior felt during the considered sub-segment:

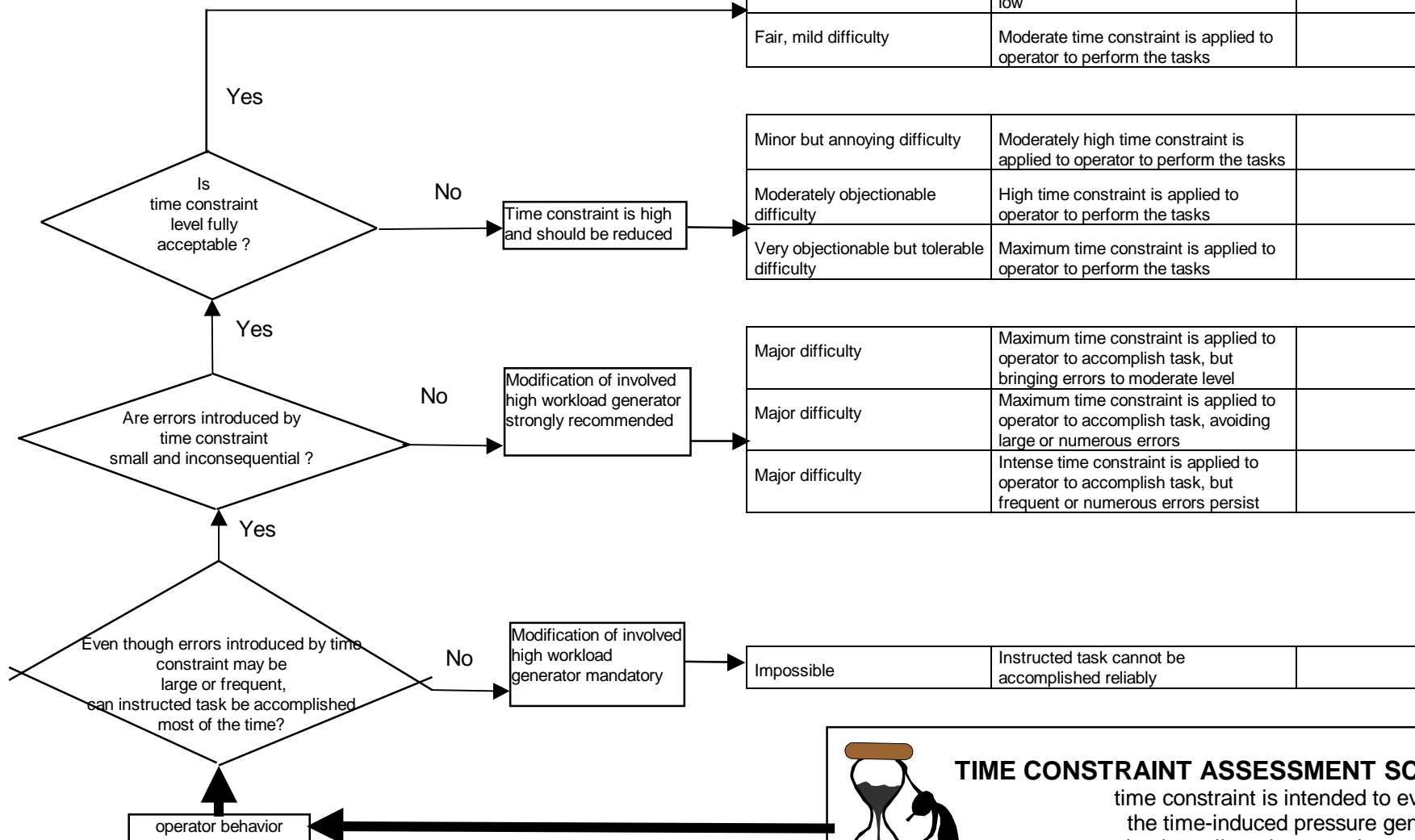


a

**WORKLOAD ASSESSMENT QUESTIONNAIRE (WLAQ)**

**A - workload components level assessment -**

Would you please fill the following questionnaire indicating your choice by a cross



Difficulty level	Operator demand level	Crewmember feeling
------------------	-----------------------	--------------------

Very easy, highly desirable	Time constraint applied to operator is negligible	
Easy, desirable	Time constraint applied to operator is low	
Fair, mild difficulty	Moderate time constraint is applied to operator to perform the tasks	

Minor but annoying difficulty	Moderately high time constraint is applied to operator to perform the tasks	
Moderately objectionable difficulty	High time constraint is applied to operator to perform the tasks	
Very objectionable but tolerable difficulty	Maximum time constraint is applied to operator to perform the tasks	

Major difficulty	Maximum time constraint is applied to operator to accomplish task, but bringing errors to moderate level	
Major difficulty	Maximum time constraint is applied to operator to accomplish task, avoiding large or numerous errors	
Major difficulty	Intense time constraint is applied to operator to accomplish task, but frequent or numerous errors persist	

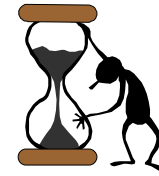
Impossible	Instructed task cannot be accomplished reliably	
------------	---	--

**TIME CONSTRAINT ASSESSMENT SCALE:**  
 time constraint is intended to evaluate the time-induced pressure generated by time allotted to complete task and the speed with which the tasks follow each other; this also identifies any slack periods

a

Would you please fill the following questionnaire on uncertainty sources effect for the workload component **TIME CONSTRAINT**

indicating your choice by a cross



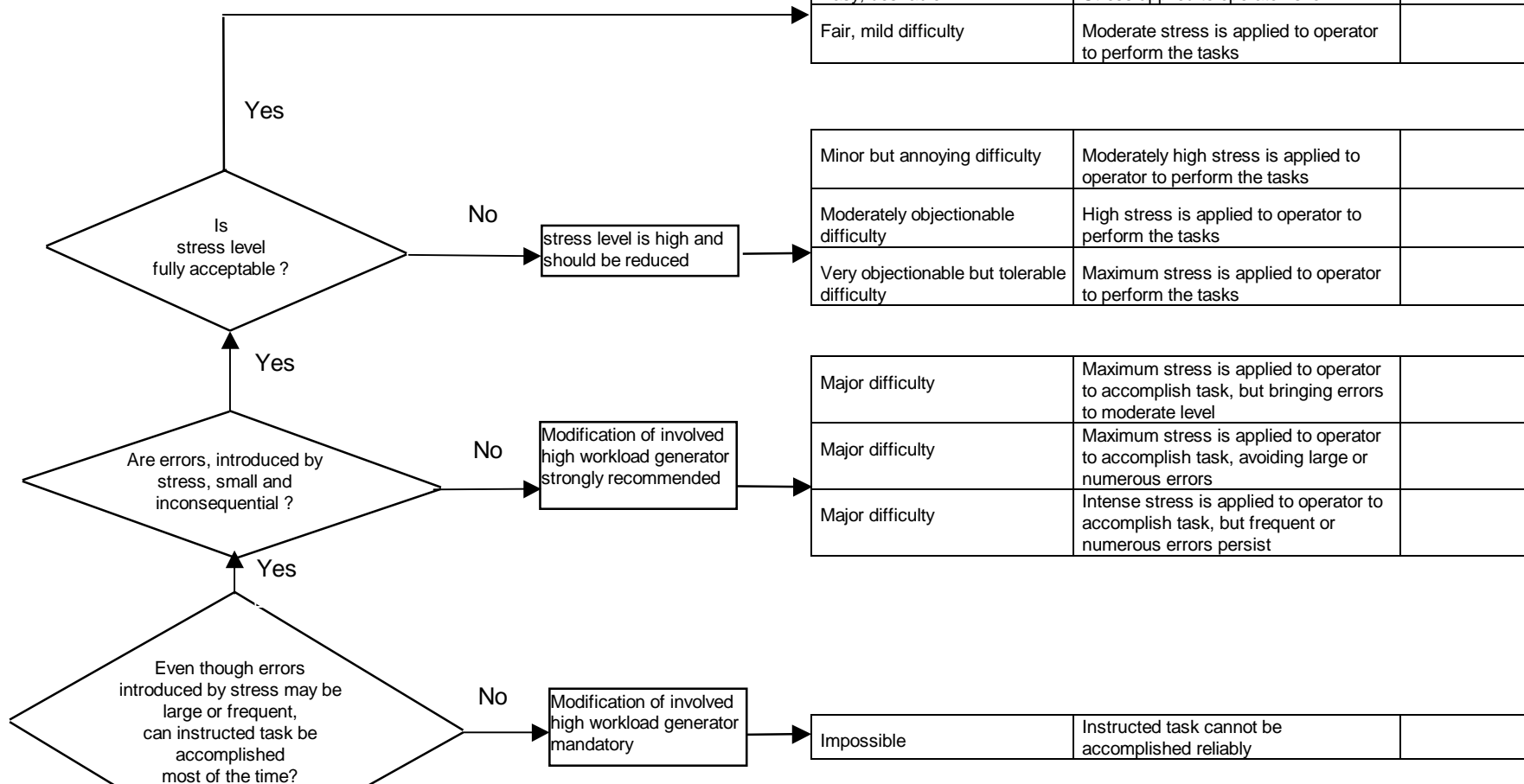
1 Tactical scenario	2 Simulator	3 Knowledge/training	4 System functions
<p>The proposed scenario was representative enough of a real tactical situation and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the time constraint</p>	<p>The simulator configuration was representative enough of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the time constraint</p>	<p>The knowledge and training was sufficient (system operation information/training level) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the time constraint</p>	<p>The simulated system functions was representative enough of a real configuration and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the time constraint</p>
<p>The proposed scenario could have been not representative of a real tactical situation, and so the time constraint level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulator configuration could have not been representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and so the time constraint level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The knowledge and training could have been not sufficient (system operation information/training level and so the time constraint level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulated system functions could have been not representative of a real configuration, being too much complicated, and so the time constraint level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>
<p>The proposed scenario was not representative of a real tactical situation, and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the time constraint evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>The simulator configuration not representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model), and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the time constraint evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>The knowledge and training was not sufficient (system operation information/training level) and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the time constraint evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>The simulated system functions scenario was not representative of a real configuration and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p> <p>its influence on the time constraint evaluation, either in a worse or either in a better way</p>

a

- WORKLOAD ASSESSMENT QUESTIONNAIRE (WLAQ)

A - workload components level assessment -

Would you please fill the following questionnaire indicating your choice by a cross



**STRESS ASSESSMENT SCALE:**

stress is intended to express a lack of confidence, a feeling of subjective constraint and nervous tension

a

Would you please fill the following questionnaire on uncertainty sources effect for the workload component **STRESS** indicating your choice by a cross



1 Tactical scenario	2 Simulator	3 Knowledge/training	4 System functions
<p>The proposed scenario was representative enough of a real tactical situation and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the stress</p>	<p>The simulator configuration was representative enough of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the stress</p>	<p>The knowledge and training was sufficient (system operation information/training level) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the stress</p>	<p>The simulated system functions was representative enough of a real configuration and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the stress</p>
<p><b>OR</b></p>	<p><b>OR</b></p>	<p><b>OR</b></p>	<p><b>OR</b></p>
<p>The proposed scenario could have been not representative of a real tactical situation, and so the stress level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulator configuration could have not been representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and so the stress level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The knowledge and training could have been not sufficient (system operation information/training level) and so the stress level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulated system functions could have been not representative of a real configuration, being too much complicated, and so the stress level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>
<p><b>OR</b></p>	<p><b>OR</b></p>	<p><b>OR</b></p>	<p><b>OR</b></p>
<p>The proposed scenario was not representative of a real tactical situation, and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>	<p>The simulator configuration not representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model), and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>	<p>The knowledge and training was not sufficient (system operation information/training level) and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>	<p>The simulated system functions scenario was not representative of a real configuration and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>
<p>its influence on the stress evaluation, either in a</p>	<p>its influence on the stress evaluation, either in a</p>	<p>its influence on the stress evaluation, either in a</p>	<p>its influence on the stress evaluation, either in a</p>
<p>worse or either in a better way</p>	<p>worse or either in a better way</p>	<p>worse or either in a better way</p>	<p>worse or either in a better way</p>

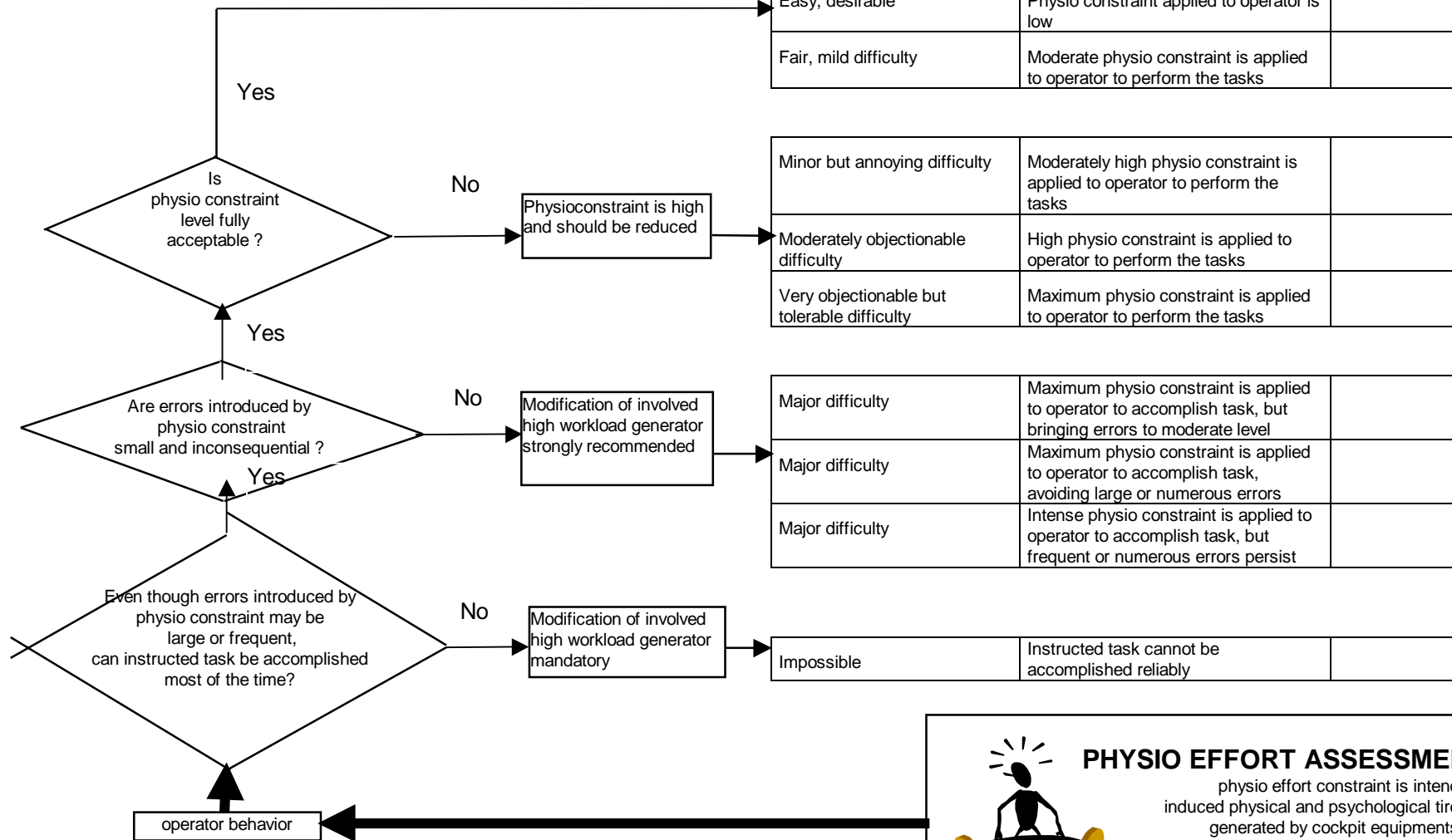


a

- WORKLOAD ASSESSMENT QUESTIONNAIRE (WLAQ)

A - workload components level assessment -

Would you please fill the following questionnaire indicating your choice by a cross



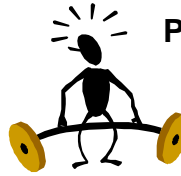
Difficulty level	Operator demand level	Crewmember feeling
------------------	-----------------------	--------------------

Very easy, highly desirable	Physio constraint applied to operator is negligible	
Easy, desirable	Physio constraint applied to operator is low	
Fair, mild difficulty	Moderate physio constraint is applied to operator to perform the tasks	

Minor but annoying difficulty	Moderately high physio constraint is applied to operator to perform the tasks	
Moderately objectionable difficulty	High physio constraint is applied to operator to perform the tasks	
Very objectionable but tolerable difficulty	Maximum physio constraint is applied to operator to perform the tasks	

Major difficulty	Maximum physio constraint is applied to operator to accomplish task, but bringing errors to moderate level	
Major difficulty	Maximum physio constraint is applied to operator to accomplish task, avoiding large or numerous errors	
Major difficulty	Intense physio constraint is applied to operator to accomplish task, but frequent or numerous errors persist	

Impossible	Instructed task cannot be accomplished reliably	
------------	---	--



**PHYSIO EFFORT ASSESSMENT SCALE:**  
 physio effort constraint is intended to evaluate the induced physical and psychological tiredness sensation generated by cockpit equipments to complete task.



a



Would you please fill the following questionnaire on uncertainty sources effect for the workload component **PHYSIO EFFORT** indicating your choice by a cross

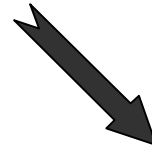
1 Tactical scenario	2 Simulator	3 Knowledge/training	4 System functions
<p>The proposed scenario was representative enough of a real tactical situation and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the physio effort</p>	<p>The simulator configuration was representative enough of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the physio effort</p>	<p>The knowledge and training was sufficient (system operation information/training level) and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the physio effort</p>	<p>The simulated system functions was representative enough of a real configuration and allowed a</p> <p><b>CORRECT</b> <input type="checkbox"/></p> <p>evaluation of the physio effort</p>
<b>OR</b>			
<p>The proposed scenario could have been not representative of a real tactical situation, and so the physio effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulator configuration could have not been representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model) and so the physio effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The knowledge and training could have been not sufficient (system operation information/training level and so the physio effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>	<p>The simulated system functions could have been not representative of a real configuration, being too much complicated, and so the physio effort level evaluation was</p> <p><b>HIGHER</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>LOWER</b> <input type="checkbox"/></p> <p>than with a more realistic one</p>
<b>OR</b>			
<p>The proposed scenario was not representative of a real tactical situation, and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>	<p>The simulator configuration not representative of the reality (ext. environment, cockpit, aircraft model), and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>	<p>The knowledge and training was not sufficient (system operation information/training level) and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>	<p>The simulated system functions scenario was not representative of a real configuration and</p> <p><b>I DON'T KNOW</b> <input type="checkbox"/></p>
<b>OR</b>			
<p>its influence on the physio effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>its influence on the physio effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>its influence on the physio effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>	<p>its influence on the physio effort evaluation, either in a worse or either in a better way</p>



The weighting factors questionnaire allow the weighting of each workload component, which are:

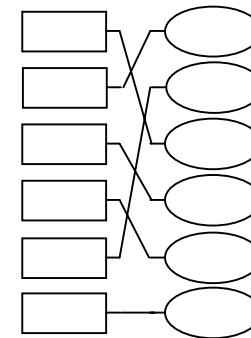
- MENTAL EFFORT,
- TIME CONSTRAINT,
- STRESS,
- PHYSIO EFFORT.

To smooth your answer, they are combined through couples of components.



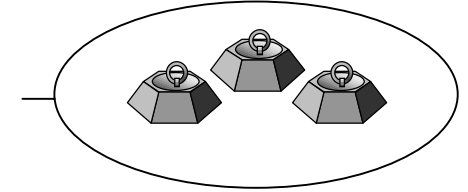
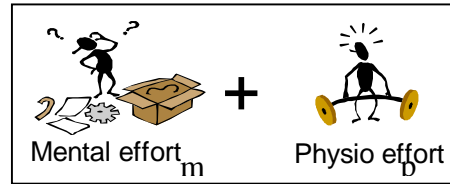
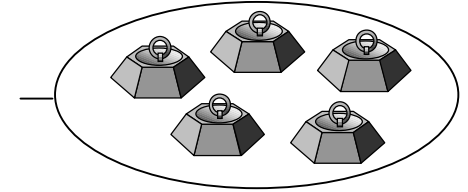
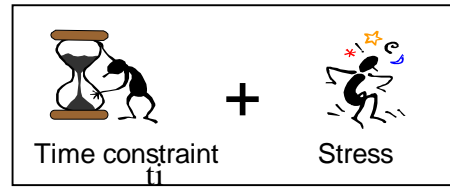
The goal is to classify each couple of workload components w.r.t. the weight felt during the sub-segment.

Each rectangle (couple of components) has to be linked to a single oval (weight):

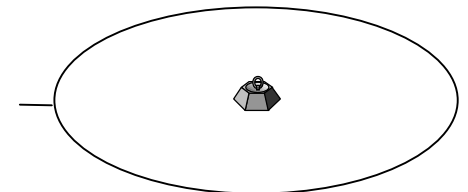
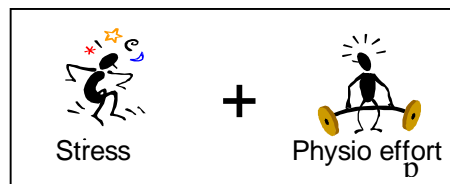
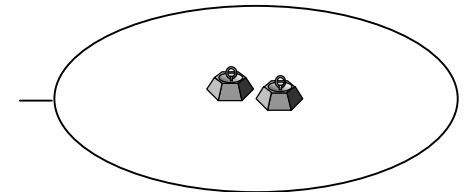
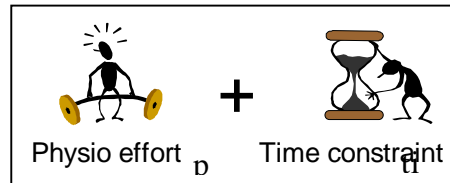
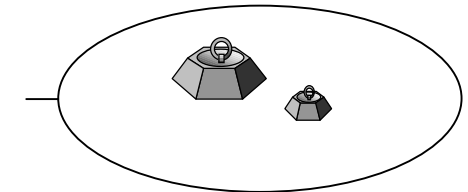
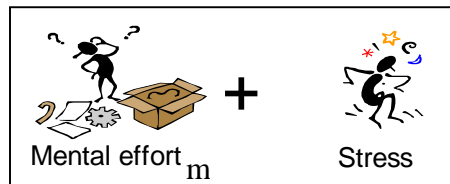
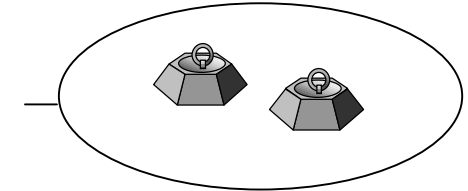
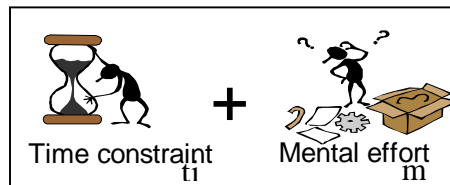


a

- WEIGHTING FACTORS QUESTIONNAIRE (WFO)





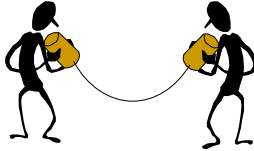
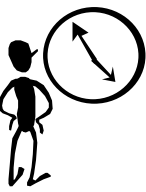

The goal is to classify each couple of workload components w.r.t. the weight felt during the sub-segment. So, please link each rectangle (couple of components) to a single oval (weight):



a

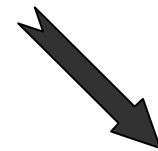
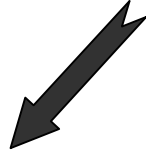
- SEGREGATION QUESTIONNAIRE (SQ)

Would you, please, answer to the following questions :

<p>Were your mental activities mainly a management of unknown situations or a management of well-known situations?</p>	<p>Did you perform activities which were not planned in your task allocation?</p>
<p> <input type="checkbox"/> or  <input type="checkbox"/> unknown situation wellknown situation</p>	<p> <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO extra task</p>
<p>Was the time allocated well sized to reach the target of the phase?</p>	<p>If you have spent more time than expected, please explain the need of additive time?</p>
<p> <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO on time</p>	<p> <input type="checkbox"/> YES <input type="checkbox"/> NO additive time needed</p>


a

***Did you feel overloaded during this sub-segment?***




**NO**

***Please, jump to the next sub-segment, if any.***



**YES**

***Please, fill the extra overload questionnaire.***



a


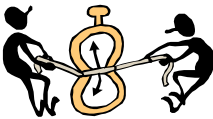
## OVERLOAD QUESTIONNAIRE





<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE</b> 125 /127
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i>				
- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				



a

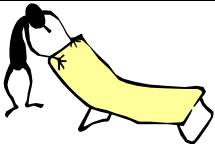

- SEGREGATION QUESTIONNAIRE  OVERLOAD QUESTIONNAIRE (SOQ)

<p><i>Do you think that the tasks can be shared out differently between the crew members?</i></p>	<p><i>Do you think that the tasks assigned to the crew can be time-sequenced differently?</i></p>
<p>                  YES <input type="checkbox"/> if yes, please substantiate                  NO <input type="checkbox"/> </p>	<p>                  YES <input type="checkbox"/> if yes, please substantiate                  NO <input type="checkbox"/> </p>

<p><i>What were the critical mission and/or flight control phases?</i></p>	<p><i>What were the related equipment?</i></p>
<p>  </p>	<p>  </p>

a

<p><i>Is there a need to modify an equipment or a information presentation?</i></p>	<p><i>Are essential functions lacking at equipments level?</i></p>
<p> YES <input type="checkbox"/> <i>if yes, please substantiate</i> NO <input type="checkbox"/></p>	<p> YES <input type="checkbox"/> <i>if yes, please substantiate</i> NO <input type="checkbox"/></p>

<p><i>Does the system sufficiently support crew members mental basic actions?</i></p>	<p><i>Does the system sufficiently support crew members reflex actions?</i></p>
<p> YES <input type="checkbox"/> <i>if yes, please substantiate</i> NO <input type="checkbox"/></p>	<p> YES <input type="checkbox"/> <i>if yes, please substantiate</i> NO <input type="checkbox"/></p>



a

- SEGREGATION QUESTIONNAIRE



OVERLOAD QUESTIONNAIRE (SOQ)

*Do you have any other comments or suggestions?*



a



**THE END**

<b>N° DOCUMENT</b>	<b>TN X 000 AR 431 F 01</b>	<b>INDICE A</b>	<b>Du 8/06/2001</b>	<b>PAGE</b> 129 /127
<i>"This document is the property of EUROCOPTER, no part of it shall be reproduced or transmitted without express prior written authorization of EUROCOPTER and its contents shall not be disclosed". © EUROCOPTER 06/2001</i>				
- EUROCOPTER, Trade secrets or commercial or financial information, 5 USC (b) (4)				

a

- UNCERTAINTY QUESTIONNAIRE (UQ)

- FUZZY LOGIC ESTIMATION -

The level of uncertainty, associated to the evaluation of the components, is determined by :

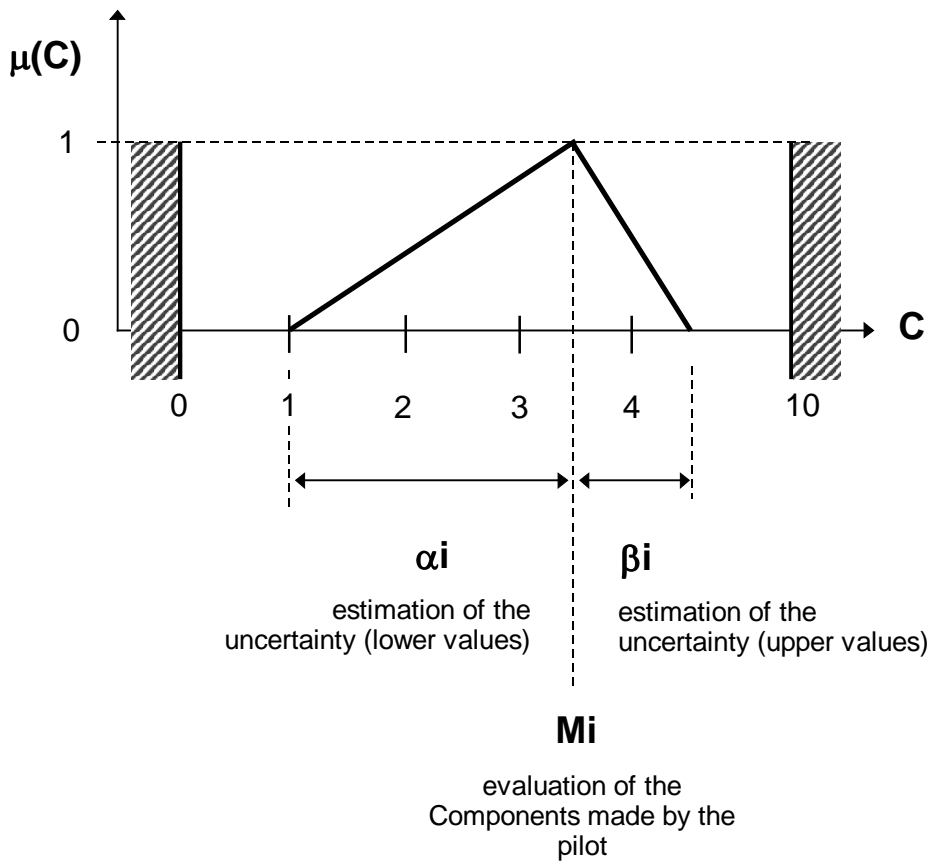
$$\alpha_i = 0.5 + \text{Sum of the answers } [=3 \text{ or } 4],$$

limited such that :  $(M_i - \alpha_i) \geq 0$

$$\beta_i = 0.5 + \text{Sum of the answers } [=2 \text{ or } 4],$$

limited such that :  $(M_i + \beta_i) \leq 10$

with:  
 CORRECT= 1  
 HIGHER= 2  
 LOWER= 3  
 I DON'T KNOW = 4



Then, the fuzzy quantity, describing the evaluation of the component Ci on the workload, is :

$$WLC_i = (M_i, \alpha_i, \beta_i)$$