dgac

DSAC

Les symposiums

JEUDI 8 DÉCEMBRE 2016

GESTION DES RISQUES & MAÎTRISE DU VOL

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

direction générale de l'Aviation civile

direction de la sécurité de l'Aviation civile

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

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

AIRBUS

HOP!

AIRFRANCE

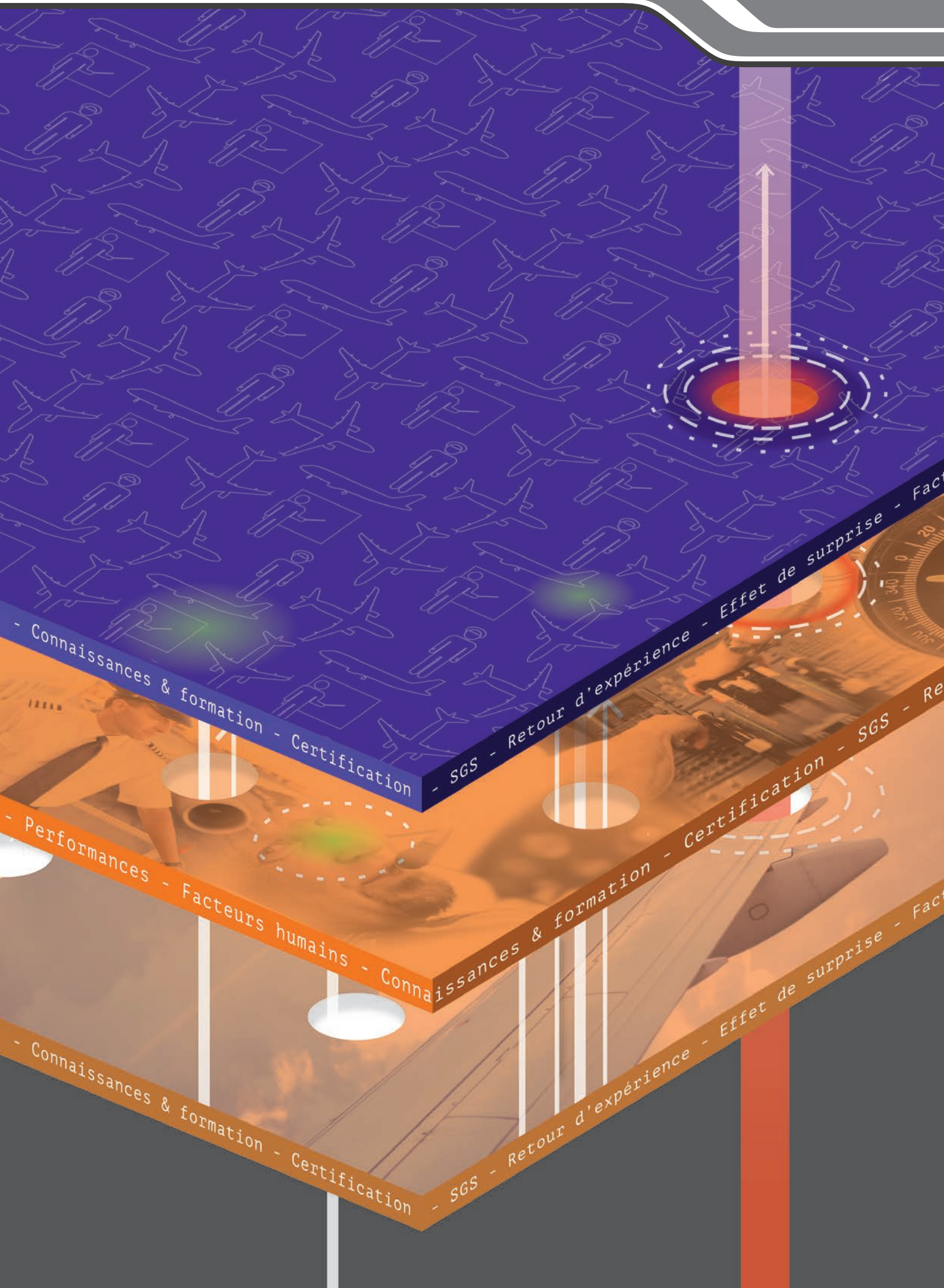
EASA

GRFH Groupe de Réflexion Facteurs Humains

ATR

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

www.developpement-durable.gouv.fr


- Connaissances & formation - Certification
- SGS - Retour d'expérience - Effet de surprise - Fact
- Performances - Facteurs humains - Connaissances & formation - Certification - SGS - Re
- Connaissances & formation - Certification
- SGS - Retour d'expérience - Effet de surprise - Fac

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION 5

2. FACTEURS HUMAIN ET EFFET DE SURPRISE 7

2.1. Analyse factuelle de trois accidents ... 7

2.2. Hypothèses neuroscientifiques 8

2.3. Nouvelles thématiques CRM 9

3. CONNAISSANCES THÉORIQUES 11

3.1. Introduction 11

3.2. Aérodynamique et mécanique du vol, les avancées 11

3.3. Les évolutions de la formation en compagnie 14

4. REPORTING 17

4.1. Le retour d'expérience 17

5. CERTIFICATION 21

5.1. EASA 21

6. LE SGS EN COMPAGNIE 25

6.1. SGS et maîtrise du vol 25

6.2. le relationnel exploitant - constructeur 25

7. LES TABLES RONDES 26

7.1. La formation et l'humain 26

7.2. Le rôle des SGS en compagnie 26

8. LES IDÉES REÇUES 27

8.1. Humain - Effet de surprise 27

8.2. Connaissances 27

8.3. Retour d'expérience 28

8.4. Formation 28

A330
F-GRSO
EP-BL

1. PRÉSENTATION

Les statistiques d'accidentologie en transport public régulier montrent qu'en 25 ans, sur le plan mondial, le nombre d'accidents mortels par million de vols s'est réduit d'un facteur proche de 10. Le premier rapport sécurité annuel publié par la DGAC en 2008 montrait que, si la France avait un taux d'accidents mortels dans la moyenne mondiale, ce taux était médiocre dans l'environnement européen. C'est la raison pour laquelle, dans le premier plan stratégique d'amélioration de la sécurité 2009-2013, la réduction du nombre d'accidents mortels en transport public était identifiée comme un objectif important. Cet indicateur montre une situation qui s'améliore, bien qu'il convienne de rester particulièrement prudent. Le plan d'amélioration de la sécurité « Horizon 2018 » propose les principales orientations pour consolider les résultats obtenus durant les années précédentes avec l'objectif affiché de conforter durablement la position de la France dans le peloton de tête des pays européens.

La Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile *(DSAC)* organise chaque année un symposium sur un thème concernant la sécurité des vols. Cette initiative permet de rassembler les acteurs de l'aviation civile autour d'une réflexion commune et de favoriser le partage des expériences, en vue de dégager des axes d'amélioration de la sécurité.

Pour 2016, le symposium de la DSAC traite de la gestion des risques liée aux événements pouvant affecter la maîtrise du vol.

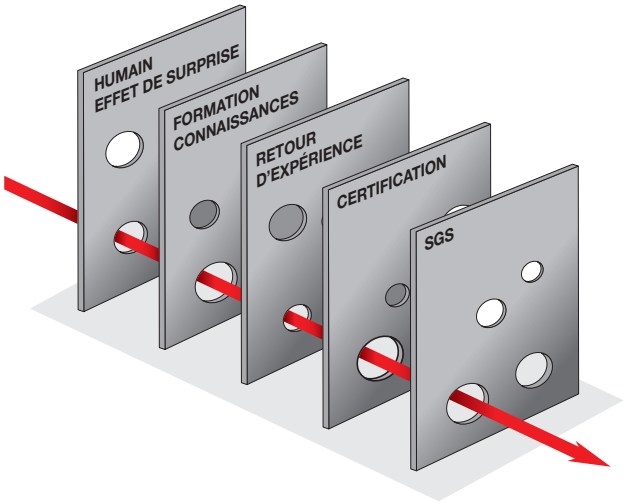
Dans certaines circonstances imprévues, l'absence de réaction adéquate de la part des équipages peut avoir des origines diverses : effet de surprise, conscience de la situation erronée, doute sur les paramètres et systèmes d'alarmes, performance dégradée du pilotage sous l'effet du stress, mutation des anciennes compétences vers celles nécessaires à gérer les automatismes… Cette liste n'est pas exhaustive.

Une réflexion commune sur les moyens pouvant être mis en place pour améliorer la sécurité sur ces nouveaux thèmes, nous mène au cœur des préoccupations des exploitants, des organismes de formation, de l'Industrie et des Autorités.

Ce symposium 2016 vise également à enrichir les outils d'analyse pour mieux identifier les précurseurs de situations à risque et optimiser ainsi les pratiques de l'exploitant en matière de choix d'actions de sécurité, préventives ou correctives *(procédures, formation, communication)*.

Ce symposium est organisé autour de cinq thèmes présentés sous forme de plaques, par analogie au modèle de James Reason.

Successivement :



- Etude factuelle de trois accidents et les comportements humains face à l'effet de surprise,
- La formation des équipages et les connaissances théoriques essentielles,
- Le retour d'expérience et les bases de données européennes,
- Le rôle de certification de l'EASA et le maintien du certificat de type par les constructeurs,
- Le rôle du SGS des compagnies aériennes pour et face à l'identification du risque.

De la première plaque qui identifie des lacunes comportementales et cognitives, vont découler des axes de réflexion concernant la formation des équipages et le retour d'expérience. Leur prise en compte par l'industrie et le SGS des compagnies seront l'objet des thèmes suivants.

dgac
DSAC

GESTION DES RISQUES ET MAÎTRISE DU VOL

Effet de surprise

Maîtriser la situation !

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

www.developpement-durable.gouv.fr

2. FACTEURS HUMAIN ET EFFET DE SURPRISE

2.1. Analyse factuelle de trois accidents

Cette présentation conjointe, nous fait part d'une analyse factuelle des comportements de trois équipages en situations rendues complexes par la non identification des problématiques rencontrées, qu'elle soit due à une origine technique, opérationnelle ou humaine.

Ces accidents font apparaître un scénario final commun :

- Actions inadéquates sur les commandes de vol, notamment en assiette,
- Le décrochage n'est pas identifié, pas d'action correctrice,
- L'incidence prend des valeurs extrêmes

Le contexte du vol fait apparaître des similitudes, l'événement déclencheur intervient en croisière, de nuit ou à l'aube, en condition de vols aux instruments, sous pilote automatique, en conditions orageuses nécessitant des évitements et/ou associé à des conditions opérationnelles faisant apparaître des éléments accaparant l'attention.

Si toutefois l'âge des membres d'équipage technique, leur expérience et leurs nationalités ne font pas apparaître de liens de causalité, le gradient d'autorité dans le poste apparaît non standard, soit très élevé soit très plat.

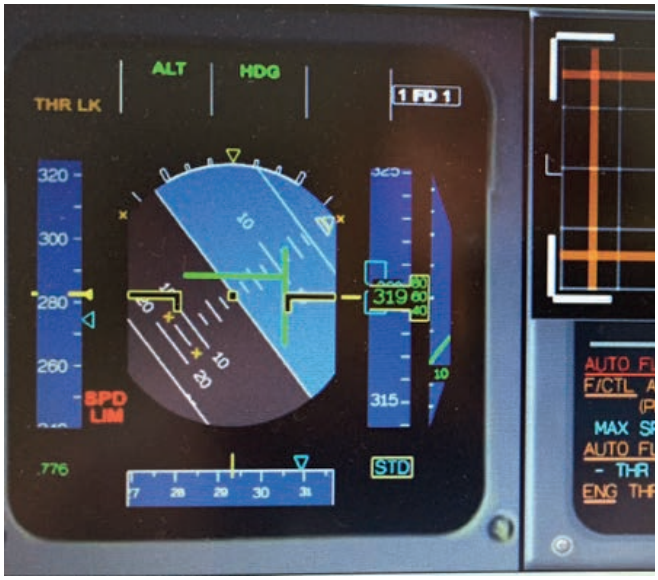
Enfin, que l'apparition de l'élément déclencheur ait été rapide, ou lente mais non détectée, l'équipage a dans chaque cas été confronté à un effet de surprise.

La réaction du PF sous effet de surprise fait apparaître des actes purement réflexes et disproportionnés au détriment de sa conscience de la situation. Cet état, qui se révèle déterminant sur la perte de contrôle de l'appareil nécessite une explication neuroscientifique qui sera menée simultanément par le Docteur Moinet.

A l'écoute des hypothèses neuroscientifiques, chacun *(qu'il soit pilote ou non)* reconnaitra des sensations ou des vécus qui l'ont confronté à la détérioration de ses capacités à réagir, de façon consciente et raisonnée, à une situation soudaine et imprévue.

Les analyses développées sur l'humain et l'effet de surprise vont dégager certains axes pertinents en matière de formation des équipages.

L'analyse factuelle révèle également des faits spécifiques :



➡ **Absence de cible de pilotage :**

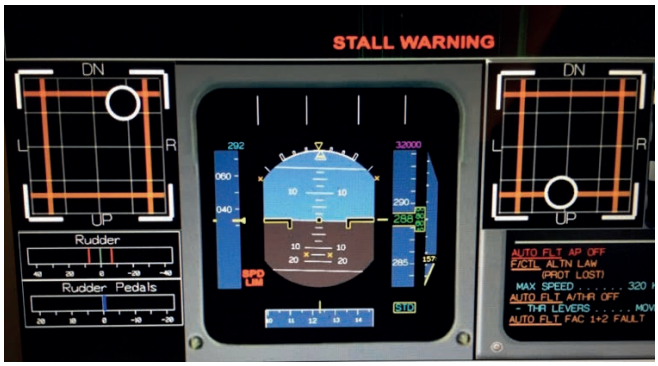
- L'exploitation du Primary Flight Display est déficiente
- Pas de tenue d'assiette
- Pas de lecture de vario
- Pas de conscience de prise d'altitude conséquente

➡ **Méconnaissance du domaine de vol**

- La disparition des automatismes ou de certaines indications instrumentales n'est jamais compensée par la restitution des paramètres manuels du vol en croisière (assiette/cap/poussée),
- Les marges associées au domaine de vol ne sont pas respectées.

➡ **Pas d'identification du décrochage**

- Les alarmes semblent partiellement perçues,
- Les comportements de l'avion en roulis, le ressenti du buffeting, ne sont pas identifiés comme des signes précurseurs du décrochage.



➡ **Rôle du Pilot Monitoring**

- La situation semble mieux perçue par le PM sans que celui-ci soit en capacité de l'exprimer dans un langage compréhensible et avec suffisamment d'intention pour favoriser la sortie de la persévération du PF.

Cette étude conjointe des éléments « Factuels » et « Humains » ouvre des pistes de réflexion majeures sur la façon dont les pilotes peuvent être entraînés à réagir à une situation soudaine et inattendue.

2.2. Hypothèses neuroscientifiques

Des hypothèses neuroscientifiques sur l'effet de surprise et le startle effect apportent des explications cohérentes à la déficience apparente de certaines capacités de perception, d'analyse et de pilotage de ces équipages.

Le startle effect ainsi que l'effet de surprise vont enclencher des processus de défense particuliers qui vont générer ces comportements, et notamment les effets d'abréaction liés au stress, d'incapacité à percevoir les données affichées, de déconnexion des processus adaptatifs, voire, retour aux automatismes primitifs.

Autant de pistes pour comprendre le manque de perception de certaines alarmes, les réactions disproportionnées sur les commandes de vol et la communication dégradée entre PM et PF.

L'exposé fait apparaître également les facteurs de persévération et les facteurs de flexibilité.

La déclinaison de ces notions en terme de gestion des risques et de formation des équipages va porter sur les moyens de faire diminuer l'effet de surprise et d'en écourter les effets. Deux axes essentiels, se préparer à faire face et comment réagir.

Au travers de cette orientation, les actes permettant d'influencer l'impact de l'effet de surprise peuvent être déclinés ainsi :

➡ **Information :**

- Affronter une situation connue permet d'élaborer rapidement un diagnostic, d'en identifier le risque et éventuellement d'engager les premières actions de maitrise de la situation. L'entraînement aux procédures d'urgence ou aux modèles de décision qui génèrent des actions de mémoire sont déjà identifiés pour participer à l'amélioration de la sécurité.
- Une simple information sur la potentialité qu'une situation se produise et ses symptômes ou conséquences peut également atténuer ou minimiser l'effet de surprise.
- Ce sujet s'étend donc au retour d'expérience des pilotes.
- Le fait de signaler, lors du retour d'un événement opérationnel ou technique, qu'il a pu générer une situation stressante (au sens des symptômes liés à l'effet de surprise), pourrait renforcer l'identification des risques faite par le SGS de la compagnie et participer à déclencher les mesures de sécurité adaptées en interne (vers les personnels impliqués dans les opérations aériennes et la maintenance) et en externe (vers l'Autorité et/ou les constructeurs).

➡ **Formation :**

- Développer les stratégies qui permettent de réagir à l'imprévu et de domestiquer ses propres réactions.
- Développer et maintenir des connaissances théoriques qui permettent d'appréhender les caractéristiques du domaine de vol et en enrichissent la conscience de la situation.

L'effet de surprise doit être connu par chacun ainsi que ses impacts sur la performance humaine, mais également les techniques qui peuvent permettre d'en atténuer l'ampleur et la durée.

Les études récentes font apparaître la nécessité d'entraîner les équipages à réagir à l'effet de surprise en trois temps :

- Respirer (se maitriser, prendre du recul, si la situation le permet)
- Analyser (interpréter correctement instruments et paramètres disponibles)
- Agir (consciemment dans le but de conserver ou de récupérer les paramètres requis en dosant le pilotage)

Réagir face à une situation soudaine et non anticipée, c'est avant tout savoir reprendre la maitrise de la situation. En fait revenir à un niveau maitrisé, connu, dont l'identification va rapidement avoir un effet à infléchir les comportements de persévération. Pour faire face à une situation trop complexe ou incomprise, il est plus efficace et plus sûr de reconstruire un niveau de conscience *(et de confiance)* à partir d'éléments

de base et de l'étendre progressivement à tout le domaine de vol puis aux systèmes plutôt que de chercher l'origine de l'anomalie au détriment des autres paramètres du vol. Cette façon de procéder nécessite un apprentissage *(discipline adaptée au traitement des pannes)*.

Concernant le travail en équipage, la persévération dans une attitude crispée et non réfléchie devrait être identifiée et considérée comme une forme d'incapacité du PF et doit être reconnaissable par le PM. La méthode d'intervention du PM devra faire preuve de rigueur dans la formulation de ses commentaires et faire référence à l'origine des paramètres et non à des concepts *(ex. préférer « assiette – 3° » à « redescend »)*. L'intervention du PM devrait être graduée, allant de la simple annonce d'écart à l'ordre d'exécuter, et pouvoir mener à la reprise des commandes si nécessaire. La reprise des commandes doit être associée à des annonces techniques précises et s'accompagner des procédures requises *(transferts d'AP/FD, prises de priorité de manche, ..)*.

L'anticipation est le fruit de l'entraînement et d'une préparation mentale. Les paramètres du vol horizontal stabilisé *(assiette/poussée/cap)* et les marges associées doivent être connus et restitués en cas de problème lié aux automatismes, ceci peut faire l'objet d'un briefing croisière, la phase de croisière doit être perçue comme particulièrement propice à l'effet de surprise, cette approche pourrait être insérée dans l'identification des menaces *(TEM)*.

Une connaissance adaptée à chaque type d'avion de l'aérodynamique et de la mécanique du vol devrait faciliter la construction de la représentation mentale de son domaine de vol trop souvent masqué par les automatismes. Elle doit également sensibiliser les équipages sur les phénomènes annonciateurs du décrochage propres à chaque type.

La nouvelle réglementation sur l'UPRT rend désormais obligatoire le développement de ces entraînements au sein des exploitants et des écoles, et introduit des exigences nouvelles concernant le réalisme des simulateurs de vol. Les exposés et interventions composant ce symposium apportent un éclairage tout particulier sur la façon dont compagnies et instructeurs peuvent s'approprier l'UPRT.

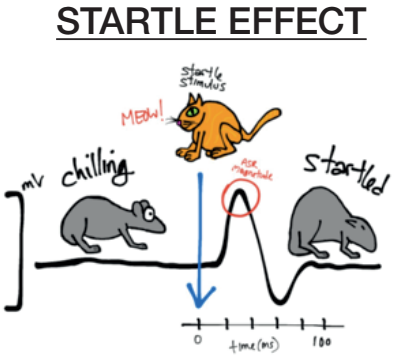
2.3. Nouvelles thématiques CRM

La décision 2015/022/R intègre de nouvelles thématiques dans la formation CRM.

« Monitoring and Intervention », « Resilience Development », « Surprise and Startle Effect » sont de nouveaux concepts, et « La formation CRM devrait aborder des situations inattendues, inhabituelles et stressantes » est une nouvelle directive.

Cet exposé destiné à apporter une explication imagée à ce changement de réglementation prend ici tout son sens au vu des thèmes développés au cours du symposium DSAC 2016.

Les exploitants, s'ils ne l'ont déjà fait, trouvent dorénavant un espace spécifique au sein de la formation CRM pour y développer les nouvelles notions de PM *(monitoring)*, d'effet de surprise et de startle effect, de résilience et de flexibilité mentale.

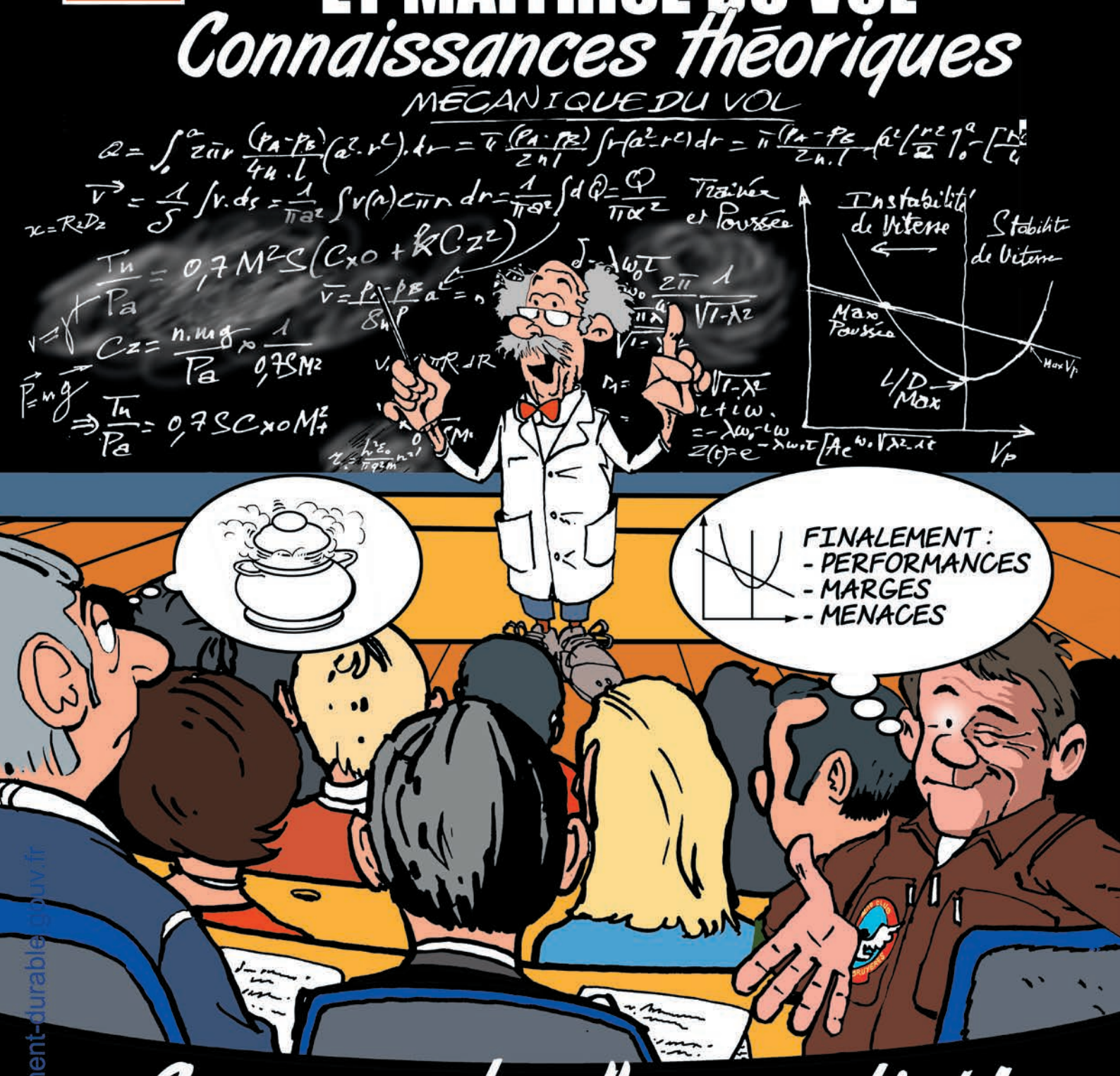


La réglementation CRM prévoit dans son § « GM2 ORO. FC.115 Crew resource management *(CRM)* training » que la formation CRM puisse être répartie en environnement non opérationnel *(salles de cours et/ou computers-based)* et environnement opérationnel *(simulateurs de vols et/ou avions)*. On peut constater l'intérêt de la convergence de ces réglementations afin d'associer autour des séances de simulateur de vol, exercices UPRT et formation CRM, sur des thèmes qui sont étroitement liés au comportement des équipages face à l'inconnu.

dgac
DSAC

GESTION DES RISQUES ET MAÎTRISE DU VOL

Connaissances théoriques



Comprendre l'essentiel !

www.developpement-durable.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

3. CONNAISSANCES THÉORIQUES

3.1. Introduction

L'évolution des technologies confronte les pilotes à des appareils de plus en plus complexes mais dont l'interface homme / machine est de plus en plus simplifiée. Les performances des avions et leurs limitations anciennement évaluées par les équipages, en référence à des courbes et des tableaux, sont aujourd'hui directement produites par des calculateurs qui commandent également des stratégies de défense pour se protéger automatiquement des sorties de domaine de vol. Sur une activité long courrier mensuelle, le temps de pilotage manuel avoisine les trente minutes, les 70h restantes de l'activité sont consacrées à la gestion du vol. Cette faible partie de pilotage manuel ne s'exerce jamais en croisière, pourtant en cas de perte des automatismes, c'est la première action à restituer. Restituer un pilotage manuel, à la suite d'une perturbation des automatismes, procurant peut être des indications erronées de certains paramètres doit rester la compétence primordiale des pilotes. Dans tous les cas et plus particulièrement en croisière, la reprise des commandes en manuel ne peut se faire sans la connaissance préalable des paramètres de vol. Restituer ces paramètres *(assiette, poussée, cap, vitesse et connaissance des marges)* ne s'improvise pas, ceci doit être associé à la connaissance préalable de leurs valeurs et à une bonne représentation mentale du domaine de vol.

Associés à la nouvelle réglementation en cours d'édition par l'EASA *(UPRT)* de nombreux manuels abordent les notions essentielles d'aérodynamique et mécanique du vol. Nous avons au cours de ce symposium souhaité n'en aborder que quelques aspects, ceux qui lèveront le doute sur de nombreux aprioris.

3.2. Aérodynamique et mécanique du vol, les avancées

Exposé des fondamentaux de mécanique du vol haute altitude.

LE MACH TUCK

Bien que volant à des vitesses subsoniques, les écoulements d'air autour des profils font apparaître des zones supersoniques associées à des ondes de choc dites en « lambda » comme leur forme le suggère. Ces ondes de choc apparaissent au Mach critique. Le vol au-delà de ces vitesses va dégrader la portance et avoir tendance à faire reculer le centre de poussée et donc créer un couple piqueur.

Ce phénomène est largement éliminé sur nos avions modernes. L'adoption de profils supercritiques, le vrillage des ailes, l'adoption d'ailes en flèche permet de mieux maîtriser l'évolution du positionnement des forces aérodynamiques et le couple associé.

A titre d'exemple sur B757, malgré des profils supercritiques, le « Mach Trim est resté nécessaire, alors que sur B767, avec le même type de profil et une flèche plus importante de 6,5° *(31,5° contre 25°)*, le « Mach Trim » n'est plus nécessaire.

Dassault utilisa ce type de voilure sur le Falcon 50 qui fut le premier avion civil à être équipé d'une voilure supercritique. Les caractéristiques de ces voilures permettent une augmentation de la vitesse de croisière, économie de carburant, augmentation de la capacité des réservoirs.

Airbus adopta cette voilure pour son A300.

Boeing adoptera ce type de profil sur B757, et suivants.

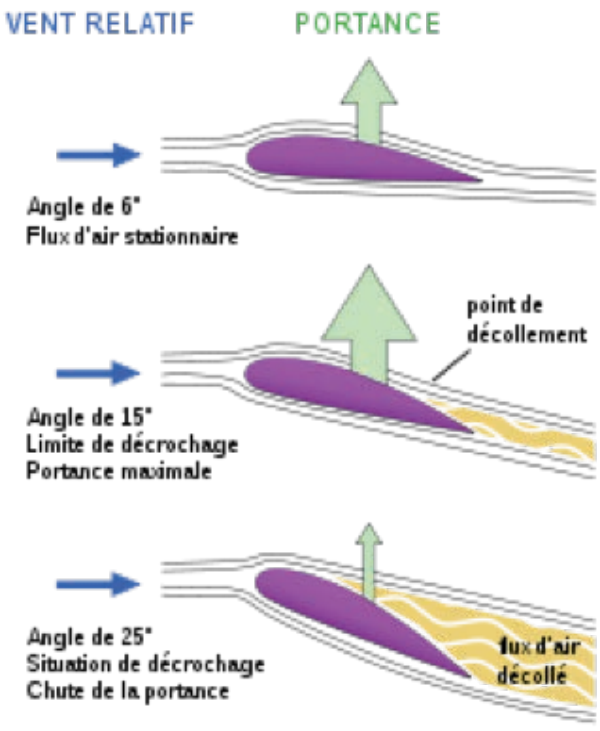
La forme du profil supercritique est caractérisée par :

- une ligne moyenne à double courbure,
- un extrados aplati,
- un intrados « creusé » dans sa partie arrière. »

DÉCROCHAGE À BASSE VITESSE ET « BUFFETING » HAUTE VITESSE, PILOTAGE À HAUTE ALTITUDE

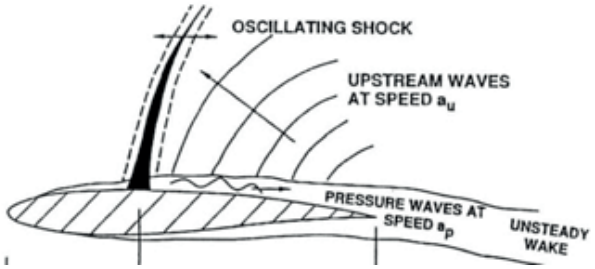
Les avions commerciaux modernes évoluent à des altitudes variant du niveau de la mer à des niveaux de vol de l'ordre de 55000 ft pour certains. Il y a de profondes modifications dans les caractéristiques de la masse d'air dans cet éventail de couches atmosphériques. Il est conventionnellement admis que le vol dit « à haute altitude » commence à 25000ft. Un des paramètres importants qui intéresse le pilote est la température ou plutôt ses variations. Ce paramètre est essentiel car le Mach *(paramètre de dimensionnement de la vitesse)* est uniquement fonction de la température. Les caractéristiques aérodynamiques, en particulier la portance, sont particulièrement sensibles au rapport vitesse/air sur vitesse du son : rapport définissant le nombre de Mach. Les pilotes doivent particulièrement être mis en garde sur l'influence du Mach et de l'altitude sur la manœuvrabilité de leur machine.

A mesure que l'altitude augmente, la densité de l'air diminue, l'amortissement aérodynamique naturel diminue, l'avion devient plus sensible à la moindre sollicitation. Les vols à Mach très élevé peuvent aussi engendrer de l'instabilité.



DÉCROCHAGE BASSE VITESSE:

Phénomène connu conséquence d'une incidence trop élevée amenant le profil et l'écoulement à se séparer.



DÉCROCHAGE HAUTE VITESSE :

Dans le principe très proche d'un décrochage basse vitesse sur des profils conventionnels mais dans l'analyse et la perception beaucoup plus complexe.

La notion de décrochage haute vitesse est totalement inappropriée à l'aérodynamique et au comportement des avions modernes. Il convient de parler de tremblements transsoniques ou plus communément « buffeting » haute vitesse.

NOTION DE TREMBLEMENTS TRANSSONIQUES OU BUFFETING

Un écoulement transsonique peut présenter de fortes instabilités consécutives aux interactions d'une onde de choc et d'une couche limite turbulente. A ces sollicitations induites par un écoulement instationnaire, la structure avion répond par des vibrations. Ces dernières peuvent être de faible amplitude mais peuvent aller, à l'extrême, jusqu'à être destructives. Les concepteurs valident un domaine de vol autour duquel des excursions calibrées lors d'essais en vol garantissent la capacité de l'appareil *(pilotabilité)* à revenir dans le domaine certifié.

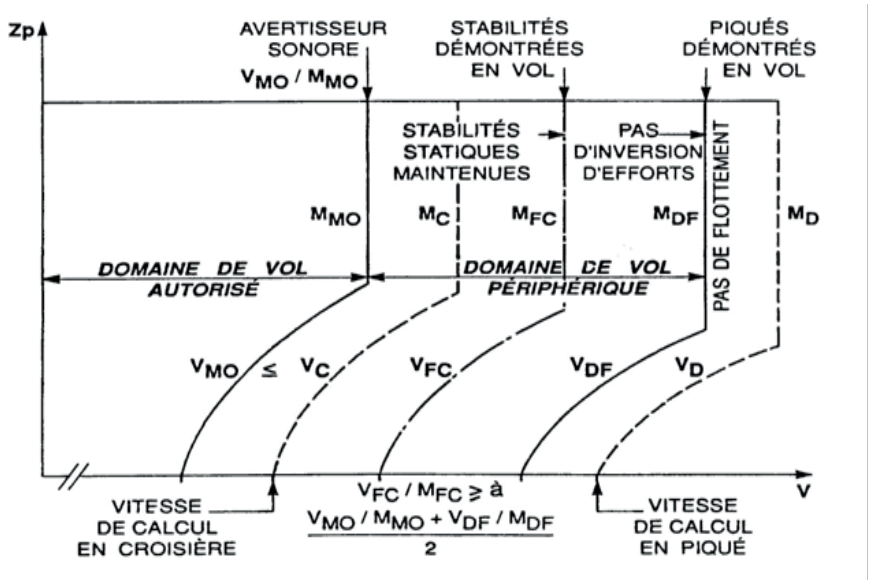
Le pilote doit être avisé de l'étroitesse de l'enveloppe de manœuvre et doit être conscient de la prudence à adopter lors des manœuvres correctives. Une réponse agressive aux commandes peut imposer des contraintes très supérieures aux limites structurales.

EXEMPLES DE MANŒUVRES EN CERTIFICATION

Les normes de certification font une large place aux vols à grandes vitesses. Les essais en vol explorent le domaine de vol à sa marge et vérifient à l'aide de manœuvres calibrées les définitions ci-après.

Vitesses caractéristiques :

- Vitesse maximale en opérations VMO/MMO (limite définie au manuel d'exploitation)
- Vitesse maximale en piqué démontrée Vol VDF / MDF (démontrer l'absence de flutter)



- Vitesse maximale de démonstration des qualités de vol VFC / MFC
- Vitesse de calcul en croisière VCr / MCr
- Vitesse de calcul en piqué VD/MD

Quelques ordres de grandeurs non officiels sur des avions contemporains :

Avion	MMO	VMO	Mcr	MDF	VDF	MFC/ VFC
A320	0.82	350	0.78_0.80	0.87	380	0.85/365
A330/340	0.86	330	0.80.83	0.95	360	0.93/345
Béluga	0.7	270				
Falcon 900	0.85	370		0.91	427	0.83/400
Falcon 900EX	0.85	360		0.90	430	0.86/400
Falcon 2000	0.87	370		0.92	431	0.88/400
F7X	0.90	370/350<FL100		0.95	400	0.905/385

Sans le recours à des manœuvres spécifiques pour dépasser la limitation MMO en haute altitude, il n'est la plupart du temps pas possible de maintenir un palier au-delà de MMO. Ce dépassement, mis à part des conditions extérieures variables en températures ou turbulences, ne peut se faire qu'en descente à fort « vario » tant la trainée augmente rapidement avec le Mach.

QUE RETENIR DE TOUT CECI :

- *Les problèmes liés à la survitesse sont structuraux, ceux de la basse vitesse aérodynamiques.*
- *Etre conscient des dangers liés au « coffin corner » autrement dit le coin supérieur du domaine de vol.*
- *Une réaction inappropriée et « agressive » aux commandes lors d'une survitesse peut conduire à une échappée par le bas du domaine de vol (décrochage classique) ou à une dégradation irréversible de la structure.*
- *En cas de dépassement accidentel de MMO, la situation reste réversible avec des risques mesurés. Le manuel de vol énonce des règles simples et efficaces pour sortir rapidement de cette situation. Il convient de les appliquer sans délais.*
- *Anticiper (vérifier le « speed trend » ou équivalent).*
- *Reconnaître (Alarmes, vibrations, protections mises en place par le constructeur).*
- *Corriger (réduction de puissance, aérofreins, manœuvres décrite au manuel de vol).*

BIBLIOGRAPHIE

- Boeing présentation of B747-800, Ken Min, Ryan Plumley and Angela Brooks Dassault.
- Dalfano. «Simulation numérique du tremblement transsonique et optimisation de formes.» ENSAM.
- Marre, JP. «Essai en vol à grandes vitesses.» CEV.
- Mason, W H. «Some transonic aerodynamics courses.»
- Nousis, Ionannis K. «Validation d'une fermeture RSM sur des profils d'ailes.» Laboratoire de mécanique des fluides d'Orsay, 2000.
- Obert, Ed. «Aerodynamic design of transport aircraft.» Delft University of technologie.
- Pearcy, H.H. «Some effects of shock-induced separation of turbulent boundary layers in transonic flow past airfoil.» Aeronotical research concil, London.
- «Upset recovery book-High altitude operations.» FAA.

3.3. Les évolutions de la formation en compagnie

FORMATION - ENTRAÎNEMENTS – CONTRÔLES

Par quelles méthodes, peut-on renforcer les compétences des pilotes afin de faire face aux situations imprévues est une des préoccupations d'Air France en matière de formation et d'entrainement.

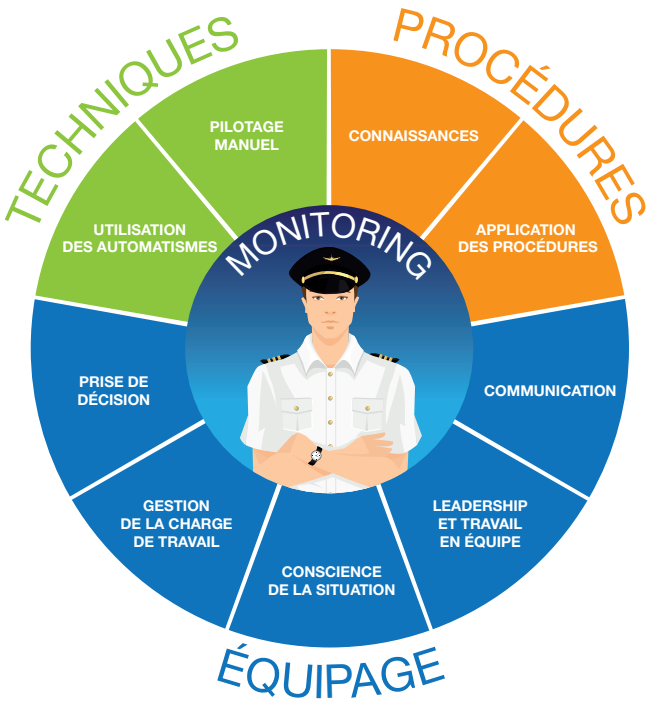
Les axes fondamentaux :

- Les modèles d'entraînement basés sur les compétences
- Savoir faire face à l'inconnu et aux situations complexes
- Développer les techniques de monitoring
- Gérer l'effet de surprise

Les évolutions technologiques posent de nouveaux problèmes de compréhension associés à l'utilisation des automatismes ou à leur dysfonctionnement, et réduisent la part du métier dévolue au pilotage des avions.

La problématique de la réaction des équipages face aux effets de surprise et aux situations complexes fait l'objet de recherches qui se concrétisent par l'élaboration d'un manuel d'opérations pour les avions de 4ième génération, le « MAN4GEN ».

Ces études démontrent que les compétences lorsque utilisées en formation sont transférables d'une situation à une autre et donc que le choix d'évoluer du système traditionnel récurent de formation vers un système utilisant les compétences est un choix judicieux.



Certaines compétences *(dites compétences non techniques)*, telles que le leadership, la gestion de la charge de travail, la prise de décision, et la communication sont favorables à une bonne gestion des situations complexes.

Par rapport au modèle répétitif précédemment utilisé *(JAR OPS-FCL)*, les avancées vers la mise en place de l'ATQP ont permis rééquilibrer les programmes récurrents en faveur d'une formation ciblée.

L'EASA a publié depuis un an des textes *(GM1 ORO FC 230)* permettant d'initier l'introduction de l'EBT dans les séances traditionnelles.

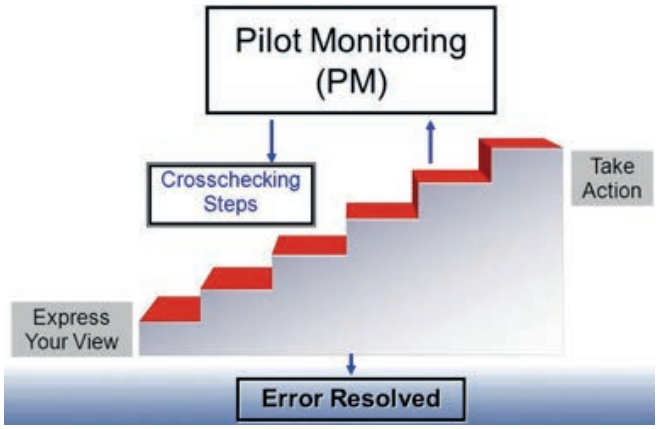
Plus récemment le « Rulemaking Task 599 EBT » aborde la transition des systèmes de formation/contrôle classiques vers un système de formation permanente.

FAIRE FACE À DES SITUATIONS COMPLEXES

Les recherches actuelles, intégrant les caractéristiques humaines, préconisent de réagir en trois phases pour faire face à une situation complexe et soudaine :

- Gérer le temps (gagner du temps si la situation le permet)
- Gérer l'incertitude (Identifier, rechercher les repères)
- Se préparer à traiter les nouvelles situations

La philosophie du TEM insiste également sur ces trois concepts fondamentaux : anticipation, reconnaissance et récupération.



Parallèlement, un travail sur le rôle du Pilote monitoring et la gradation de ses interventions est également nécessaire.

Les situations complexes nécessitent un langage et des annonces techniques très précis et qui permettent de progresser de façon efficace vers la maîtrise d'une situation.

RÉAGIR AU STARTLE EFFECT

Les retours des centres de recherches proposent un début de méthode applicable et compréhensibles des pilotes.

A l'instar de l'UPRT pour lequel la méthode physique est acceptée, ils nous est proposé une méthode de même nature qui concerne le mental :

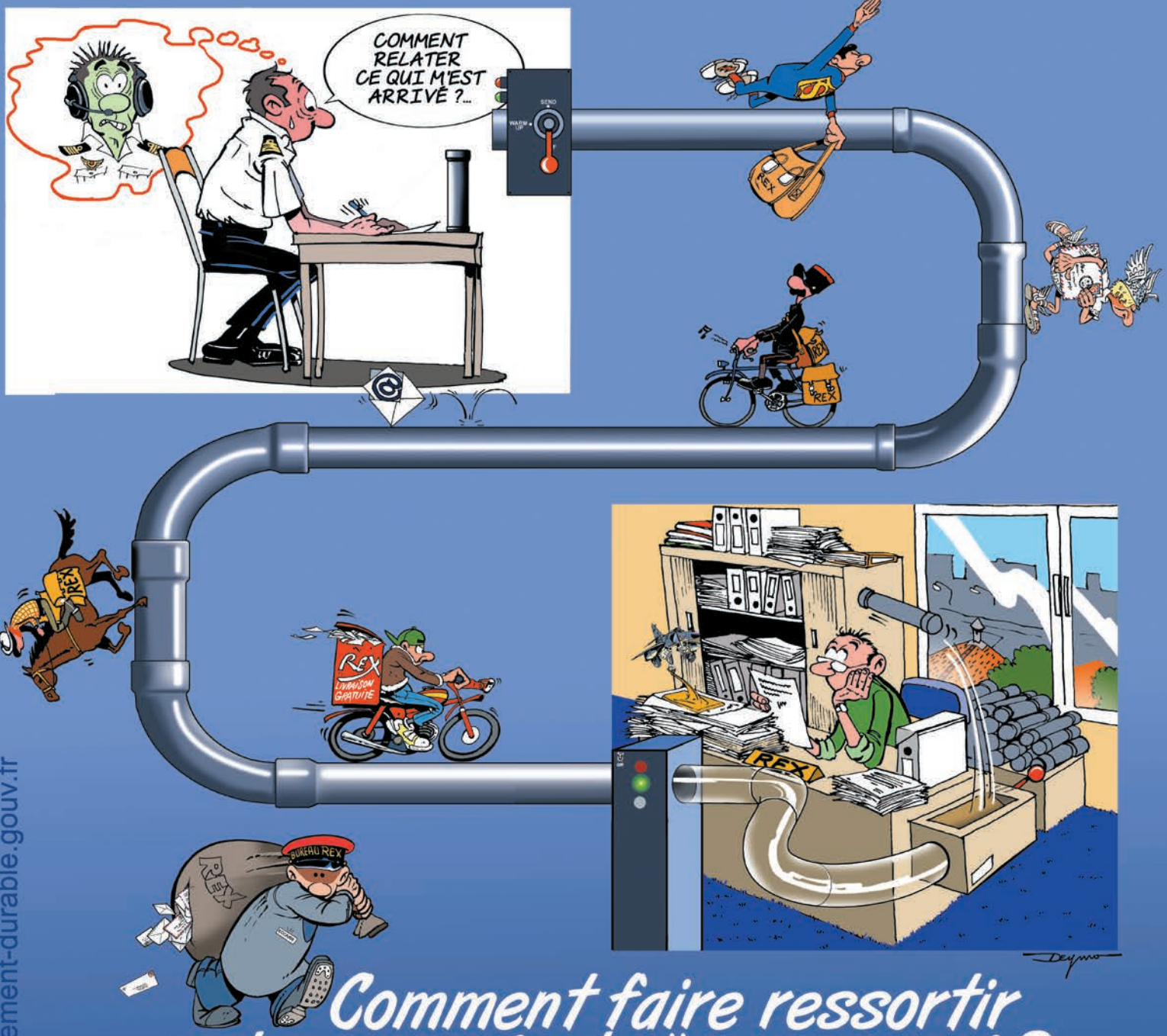
- Unload : souffler, faire baisser le stress
- Roll : prendre conscience de la périphérie (sortir de la tunnelisation)
- Power : reconstituer l'équipage, agir

Il est rappelé que les séances d'entraînement sur simulateur de vol ne sont pas le support suffisamment réaliste qui permettraient de recréer des effets aussi intenses. Seule la pratique d'une méthode de réaction peut être abordée ou démontrée.

dgac
DSAC

GESTION DES RISQUES ET MAÎTRISE DU VOL

Reporting



Comment faire ressortir la dangerosité de l'événement ?

www.developpement-durable.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

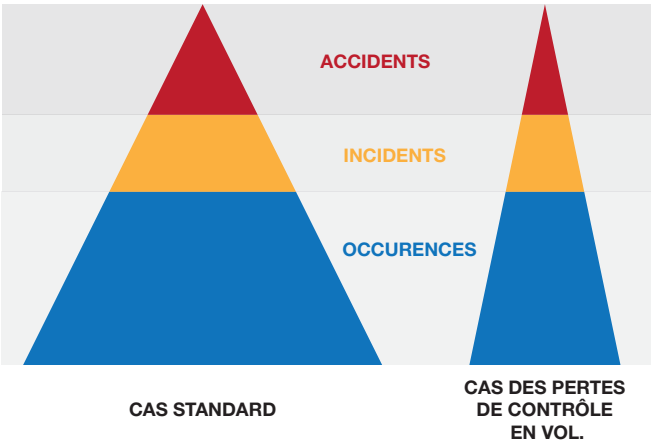
4. REPORTING

4.1. Le retour d'expérience

Il est reconnu de manière universelle que les accidents sont dans la plupart des cas précédés d'incidents faisant apparaitre des similarités de situations, de contexte ou encore de défaillances. C'est pourquoi l'analyse des incidents, connus grâce au retour d'expérience, constitue depuis de nombreuses années un des piliers de la gestion de la sécurité pour les opérateurs et la DSAC.

En effet, comme souligné dans le règlement UE 376/2014, « bien qu'il soit essentiel de pouvoir tirer les enseignements d'un accident, les systèmes purement réactifs ont atteint la limite de leur capacité à améliorer la sécurité. Des systèmes réactifs devraient dès lors être complétés par des systèmes proactifs, utilisant d'autres types d'informations relatives à la sécurité, pour apporter de réelles améliorations à la sécurité aérienne. »

Cette base théorique est très souvent schématisée par la pyramide de Heimrich, comme on peut le voir ci-dessous. En découle une doctrine générale pour réduire le nombre d'accident : en identifiant puis en réduisant les occurrences et incidents précurseurs d'un type d'accident, on réduira la probabilité que ce type d'accident se produise. Les bases de données des opérateurs, de la DGAC et européennes procurent une riche source d'information pour identifier des facteurs techniques, humains ou environnementaux récurrents, qui pourraient être à l'origine d'un accident.



Ainsi, pour réduire le risque d'incursion sur piste suivie d'une collision, on identifie, parmi les événements reportés, les circonstances et les causes de leur survenue : mauvais collationnement ou mauvaise clairance, erreur de cheminement, ou encore procédures inappropriées de gestion du trafic. On cherche ensuite les moyens les plus appropriés pour en réduire le nombre : formation, sensibilisation, modifications de procédure ou encore installation de systèmes de détection.

Dans le cas des pertes de contrôle en vol, ce principe est plus complexe à appliquer, en raison du faible nombre d'événements reportés ayant directement un lien avec un scénario de type LOC-I. Ceci peut s'expliquer :

- par le fait que les situations de dégradation des compétences liées à l'effet de surprise n'existent pas, ou
- par le fait que celles-ci existent mais n'ont pas été suivies de conséquences sur la gestion du vol et n'ont donc pas été reportées.
- ou qu'elles ont été suivies de conséquences opérationnelles reportées, mais le compte rendu d'événement rédigé ne met pas en évidence l'impact de l'événement sur l'équipage (stress, focalisation, incompréhension…).

De ce fait, il est difficile de définir concrètement les situations et éléments précurseurs de ce type d'accident à partir de la seule analyse des événements reportés. IATA dresse, certes, dans son rapport d'analyse des accidents de perte de contrôle en vol , une liste de situations propices à la survenue d'un LOC-I *(mauvaise configuration avion, panne technique, conditions météorologiques aux limites, interruption de tâches, etc.)* mais ces éléments sont très généraux et ne couvrent pas tous les scénarios. L'analyse des accidents de perte de contrôle du vol, décrites dans le chapitre « Humain et effet de surprise », met également en lumière des similarités, notamment une perte de maitrise de la situation en lien avec des comportements liés au startle effect, précurseur qu'il est difficile d'identifier au travers des reports d'incidents.

MIEUX CONNAITRE LE RISQUE DE PERTE DE MAITRISE DU VOL

Ainsi, toute la difficulté réside dans la connaissance des précurseurs concrets, des contextes concrets, des conditions concrètes pouvant conduire à un accident, afin de travailler à l'atténuation de leurs conséquences. Pour cela, deux conditions : disposer de comptes rendus d'événements en lien avec le risque de perte de maitrise du vol, et savoir évaluer le niveau de gravité associé. Quelques pistes possibles pour aider les SGS à remplir ces missions, dans le cas particulier du risque de perte de maitrise du vol, sont abordées ci-dessous.

Pour augmenter le nombre de reports d'événements pertinents, il apparait important de sensibiliser les équipages au fait qu'un report d'événement peut-être rédigé dans le cas de situations stressantes, de difficulté de compréhension des affichages, de sentiment de focalisation, de surprise, même si ces situations n'ont été suivies d'aucun événement opérationnel à proprement parler.

Pour faciliter la transmission de ce type d'informations entre les opérateurs de première ligne et les analystes, un champ dédié *(« niveau de stress ressenti », « événement déclencheur de stress »...)* pourrait être ajouté dans le formulaire de report d'événement ou ASR.

Un autre axe d'amélioration envisagé est d'enrichir le recueil d'événement par des retours d'expérience à l'issue des séances de formations au simulateur. En effet, lors de ces séances, les équipages sont beaucoup plus fréquemment confrontés à des situations de stress élevé décrites ci-dessus. Elles peuvent donc être l'occasion de détecter des limitations ergonomiques, ou une augmentation, sous stress, de la fréquence d'erreurs de compréhension d'un affichage, ou de mise en œuvre de procédure. Cependant, la limite entre erreurs « normales », c'est-à-dire dues à un processus standard de formation, et erreurs « systémiques », qui peuvent probablement se reproduire en vol avec des équipages qualifiés, est une limite complexe à définir. Une étude approfondie de ce sujet est à réaliser.

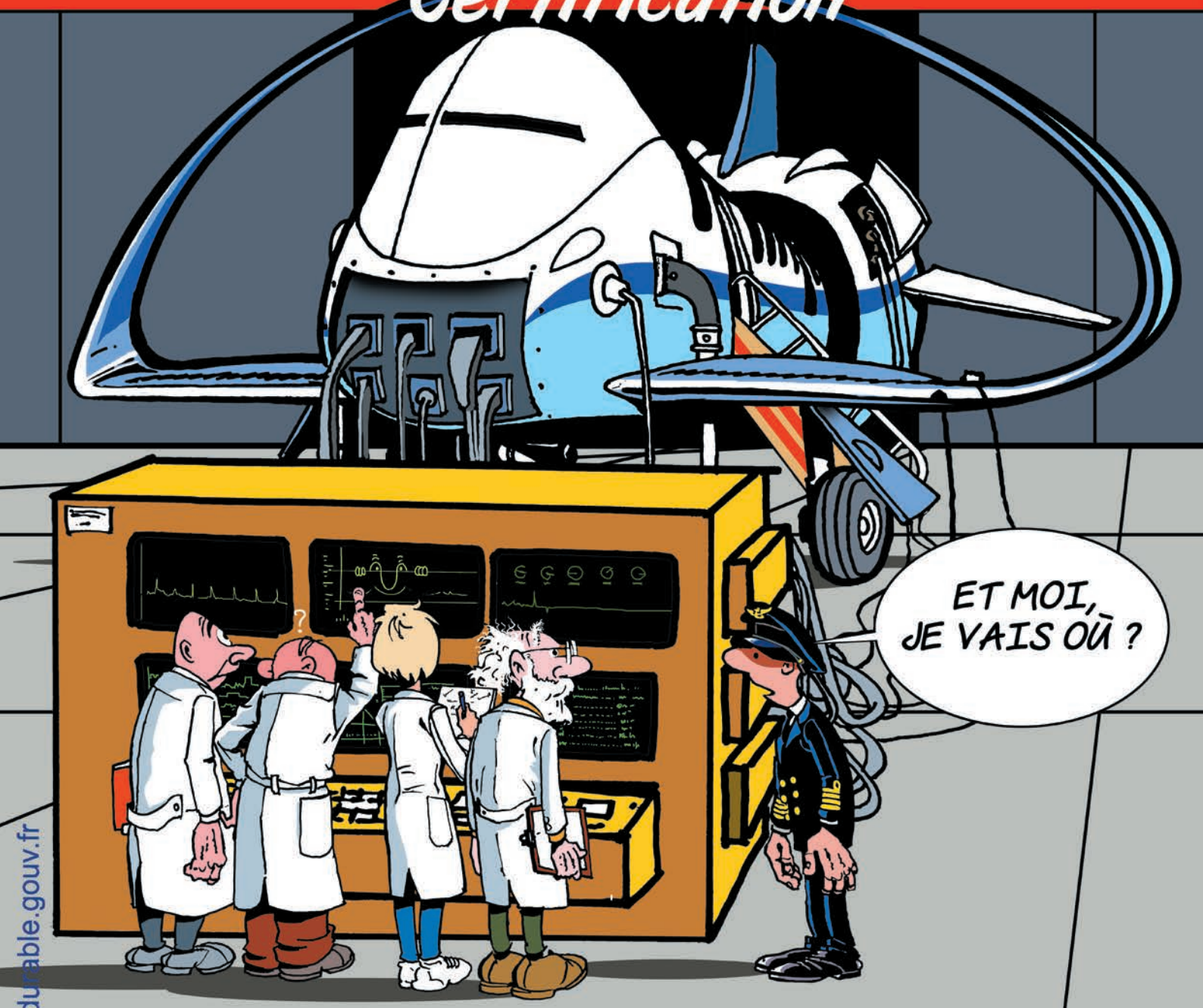
Ces évolutions permettraient une exploitation enrichie, pour les SGS, des bases de données, et ainsi une meilleure connaissance des précurseurs et des scénarios de perte de maitrise du vol. La DSAC peut alors apporter son support et compléter l'analyse d'un précurseur ou scénario donné, en s'appuyant sur l'ensemble de la base de données française ou européenne. Le Réseau sécurité des vols France, lieu d'échange entre opérateurs, et dont le secrétariat est assuré par la DSAC, est également une instance adaptée pour étudier un précurseur de perte de maitrise du vol identifié, et discuter ensemble des moyens de mitigation les plus adaptés : formation, sensibilisation, ou besoin de traiter la problématique à un niveau plus large que celui de la compagnie. La DSAC peut alors servir de support pour ces travaux, et de relais vers l'AESA, le constructeur, ou d'autres acteurs.

LDG ELEV AUTO
400 FT
ΔP 1.9 PSI
CAB V/S FT/MIN
CKPT FWD °C AFT
CAB ALT FT
200
SAT 2 °C

dgac
DSAC

GESTION DES RISQUES ET MAÎTRISE DU VOL

Certification



Préserver la place de l'humain

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

www.developpement-durable.gouv.fr

5. CERTIFICATION

Les évolutions industrielles, tant en terme de technologie que de matériaux et notamment suite à l'avènement des calculateurs, créent un monde ou l'utilisateur n'a plus conscience du fonctionnement détaillé de l'outil, il n'en utilise que la fonction. Le fonctionnement de l'outil est retranscrit en signaux, indications et sensations appréhendables par l'utilisateur selon une modélisation qui doit refléter un environnement familier afin de préserver les techniques et apprentissages du passé. C'est l'interface Homme/machine.

L'humain est confronté à la machine tout comme la machine est confrontée aux réactions de l'humain.

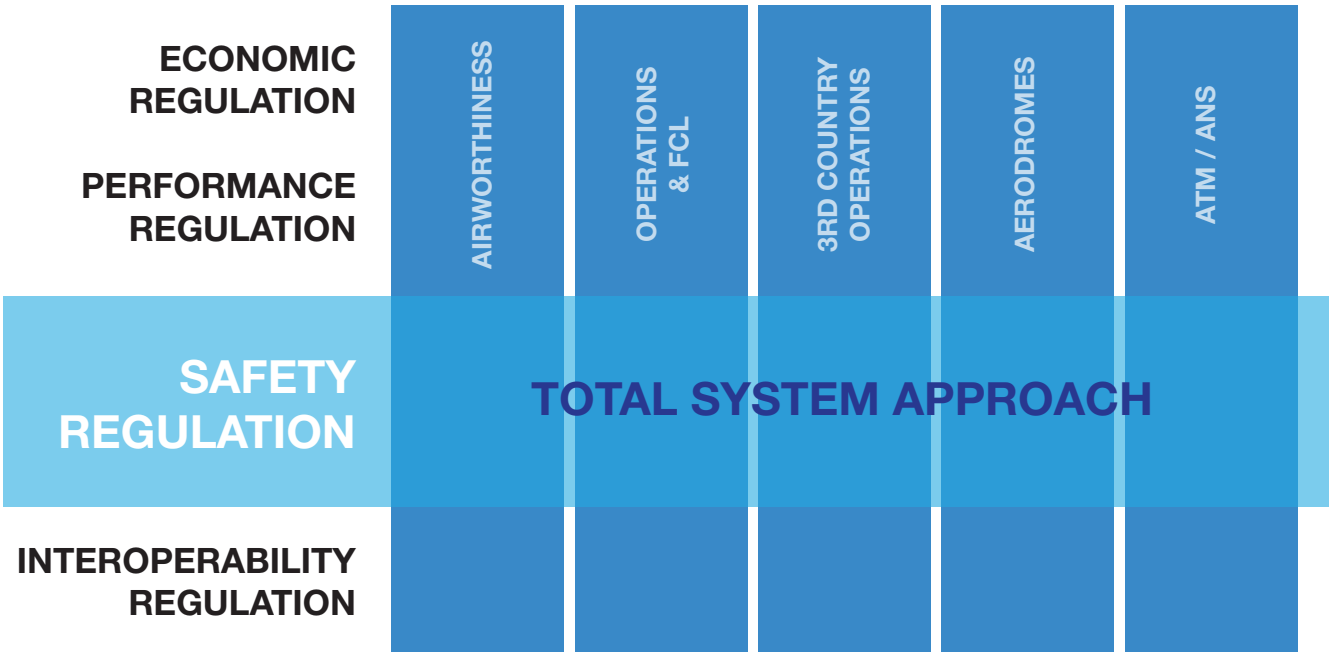
Certains processus psychosensoriels peuvent dégrader les capacités de réactions attendues pour maitriser une situation complexe. La prise en compte de ces « limites » humaines est aussi une préoccupation de l'industrie qui participe en retour à l'adaptation des interfaces, des procédures et des recommandations d'utilisation.

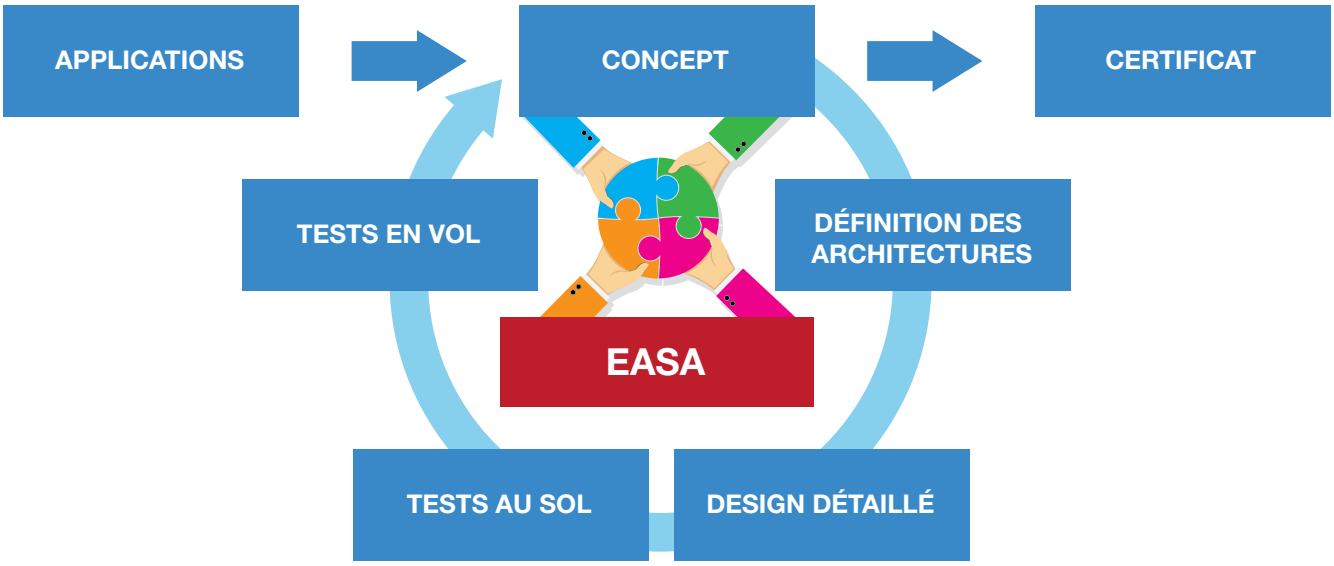
5.1. EASA

Exposé des processus de certification et des relations entre l'EASA et les constructeurs.

La sécurité est un processus global qui couvre tous les domaines.

La certification des aéronefs est un processus complexe mais normé, qui va respecter des phases de conception successives définissant le concept, les architectures détaillées, le design puis les phases de tests au sol et en vol.





Au cours de ce processus de conception, le rôle des pilotes d'essai est essentiel. Ils interviennent dans divers domaines dont notamment :

➡ **L'évaluation des Qualités de Vol**

- En conditions normales
- En conditions de pannes

➡ **La détermination des classifications de pannes**

- En coordination avec les experts systèmes

➡ **La détermination des Performances Certifiées**

- Vitesses caractéristiques
- Performance décollage, de montée et d'atterrissage
- Un moteur en Panne

➡ **Evaluation Facteurs Humains**

- Cockpit
- Procédures

Ces évaluations se font de plus en respect de certaines hypothèses qui doivent refléter pour un niveau de pilotage standard, la pilotabilité et manœuvrabilité en conditions normales et dégradées dans tout le domaine de vol incluant les conditions météorologiques certifiées et le bon fonctionnement des systèmes. L'applicabilité des procédures est également vérifiée.

L'évaluation opérationnelle va également déterminer les impacts des items de MMEL, les conditions d'aptitude opérationnelle des équipages *(de conduite et commerciaux)* et fixer les volumes et programmes de formation, du personnel de maintenance et des simulateurs de vol. Ces données spécifiques *(OSD, TASE, ..)* vont être prises en comptes par les organismes de formation *(ATO)*.

Le suivi de navigabilité est un processus permanent d'amélioration du produit basé sur l'étude des occurrences issues du reporting de tous les acteurs de l'aérien, de leur analyse, de la définition et du déploiement d'actions correctives.

CLASSIFICATION DES PANNES

Effect on aeroplane	No effect on operational capabilities or safety	Slight reduction in functional capabities or safety margins	Significant reduction in functional capabilities or safety margins	Large reduction in functional capabities or safety margins	Normally with hull loss
Effect on occupants excluding Flight Crew	Inconvenience	Physical discomfort	Physical distress possibiity including injuries	Serious or fatal injury to a small number of passengers or cabin crew	Multiple fatalities
Effects on Flight Crew	No effect on flight crew	Slight increase in workload	Physical discomfort or a significant increase in workload	Physical distress or excessive workload impairs ability to perform tasks	Fatality or incapacitation
Allowable qualitative probability	No probability requirement	< - - probable - - >	< - - remote - - >	Extremely < - - - - - - - - - > Remote	Extremely improbable
Allowable quantitative probability : Average probability per flight hour on the Order of :	No probability requirement	< - - - - - - - - - > $< 10^{-3}$ Note 1	< - - - - - - - - - > $< 10^{-5}$	< - - - - - - - - - > $< 10^{-7}$	$< 10^{-9}$
Classification of failure conditions	No safety effect	< - - minor - - >	< - - major - - >	< - - hazardous - - >	Catastrophic

Plus dans le détail du fonctionnement de ce processus, il apparaît que le reporting est un outil primordial qu'il est nécessaire d'améliorer pour en optimiser l'efficacité. La description d'un événement de sécurité, ses conséquences sur le vol, la dangerosité perçue par l'équipage sont autant de données qui sont souvent difficiles à décrypter par le lecteur. La destination, l'utilité et la portée d'un ASR devraient être mieux perçus des rédacteurs.

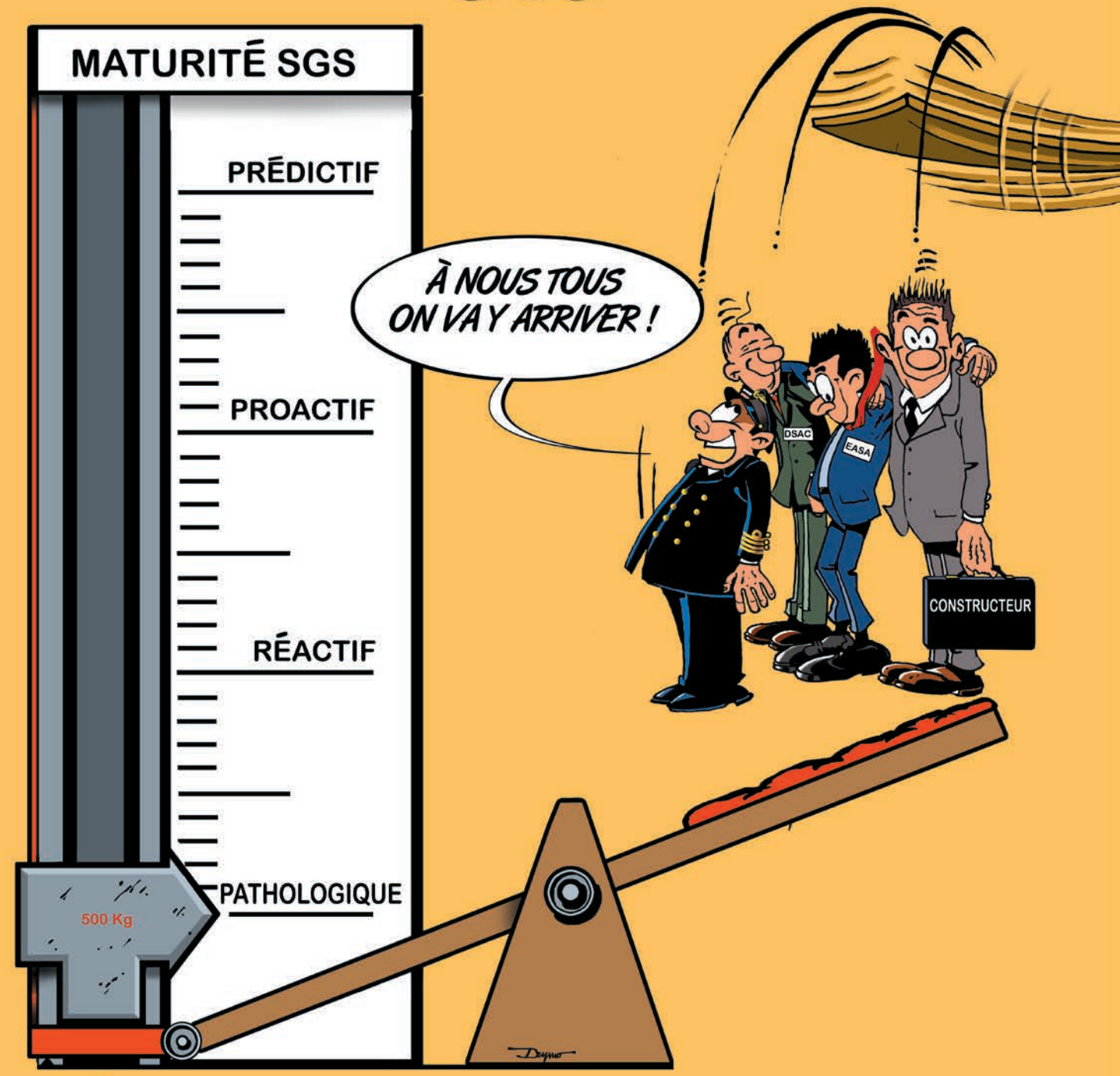
Le fonctionnement du processus de maintien de la navigabilité et le rôle de chaque rédacteur d'événement dans ce processus devraient faire l'objet d'une pédagogie spécifique. L'amélioration du reporting est directement liée à la réactivité du système.

L'implication de l'opérateur dans ce processus est essentielle, car il doit favoriser un reporting de qualité, participer à l'identification du risque, s'assurer de sa remontée vers l'Autorité et déclencher des mesures de sécurité dans l'attente des réponses du certificateur et/ou du constructeur.

dgac
DSAC

GESTION DES RISQUES ET MAÎTRISE DU VOL

SGS



Mieux réagir aux risques !

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

www.developpement-durable.gouv.fr

6. LE SGS EN COMPAGNIE

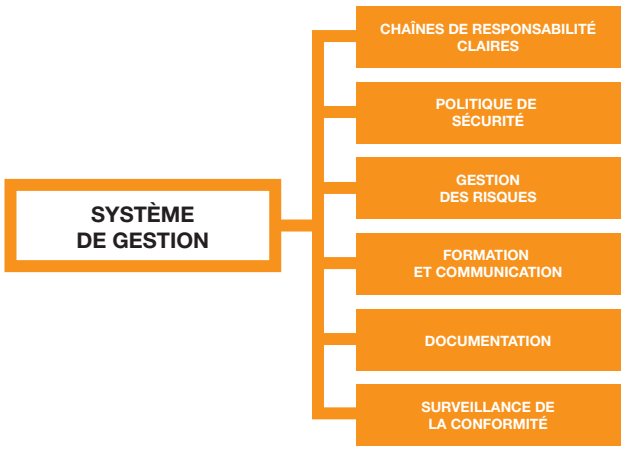
L'amélioration de la sécurité est un souci permanent des acteurs de l'aérien. La transition de la « sécurité des vols » vers un système de gestion plus global de la sécurité de la compagnie, permet d'étendre la culture de la sécurité à toute l'entreprise, d'en définir les chaines de responsabilité, de maitriser les processus et d'identifier des précurseurs dans toute la chaine de l'exploitation aérienne.

Tout comme le C de CRM s'est vu identifié « Crew » puis « Cockpit » puis « Cabin » puis « Company », la gestion de la sécurité est devenue une démarche compagnie.

Ainsi les méthodes et les acteurs de gestion de la sécurité ont été considérablement modifiés depuis quelques années. De par sa dimension, le SGS peut parfois paraître, aux yeux des acteurs de première ligne, déconnecté de certaines problématiques métier.

Vigilance, proximité et réactivité sont des caractéristiques d'un SGS qui participent grandement à l'adhésion de tous.

6.1. SGS et maîtrise du vol



La nomenclature d'un système de gestion peut être déclinée afin de juger de son adaptabilité à répondre à certaines problématiques et notamment celle de l'amélioration de la maîtrise des vols.

La place des pilotes au sein du système et de leurs retours attendus sont les conséquences d'une intégration dans le système et d'un engagement envers les politiques de sécurité de la compagnie.

6.2. le relationnel exploitant - constructeur

UNE THÉMATIQUE : LE RELATIONNEL EXPLOITANT CONSTRUCTEUR

L'adhésion des acteurs du SGS de la compagnie est d'autant plus active que ceux-ci perçoivent l'efficacité de leur participation.

Cette réflexion va s'engager sur deux axes :

- Générer un reporting de qualité,
- Savoir y répondre.

Ces deux démarches doivent être menées simultanément tant elles sont interactives.

La formation des rédacteurs à un reporting de qualité doit porter sur le fond, qui est la remontée de problématiques sécuritaires au sein de l'exploitation et s'accompagne d'un partage des engagements de sécurité et de la conscience des risques, et porter également sur la forme.

La forme de la rédaction d'un retour d'événement doit transmettre avec précision le motif et l'intention.

En ce qui concerne les ASR, le formulaire doit être renseigné en anglais.

L'EASA, les constructeurs et les exploitants pâtissent encore aujourd'hui de la mauvaise qualité de certains retours et cet effort de pédagogie doit être maintenu.

Le SGS des compagnies procède à l'analyse des risques et développent en fonction des mesures de sécurité. Celles-ci, multiples, peuvent concerner des retours propres à la compagnie, comme par exemple vers la formation des équipages et des personnels impliqués dans les opérations, vers l'organisation et les procédures en vigueur dans l'entreprise ou vers les sous-traitants.

Le problème devient plus complexe quand les retours vont concerner les équipementiers, les constructeurs, ou d'autres organismes *(circulation aérienne, aéroports)*. Les mesures de sécurité peuvent difficilement être décidées de façon unilatérale, et devront dans un premier temps se limiter à des messages d'information et vont nécessiter une collaboration active pour déterminer le niveau de risque et les actions correctives.

Ce thème sur le besoin de la relation exploitant/constructeur est développé.

7. LES TABLES RONDES

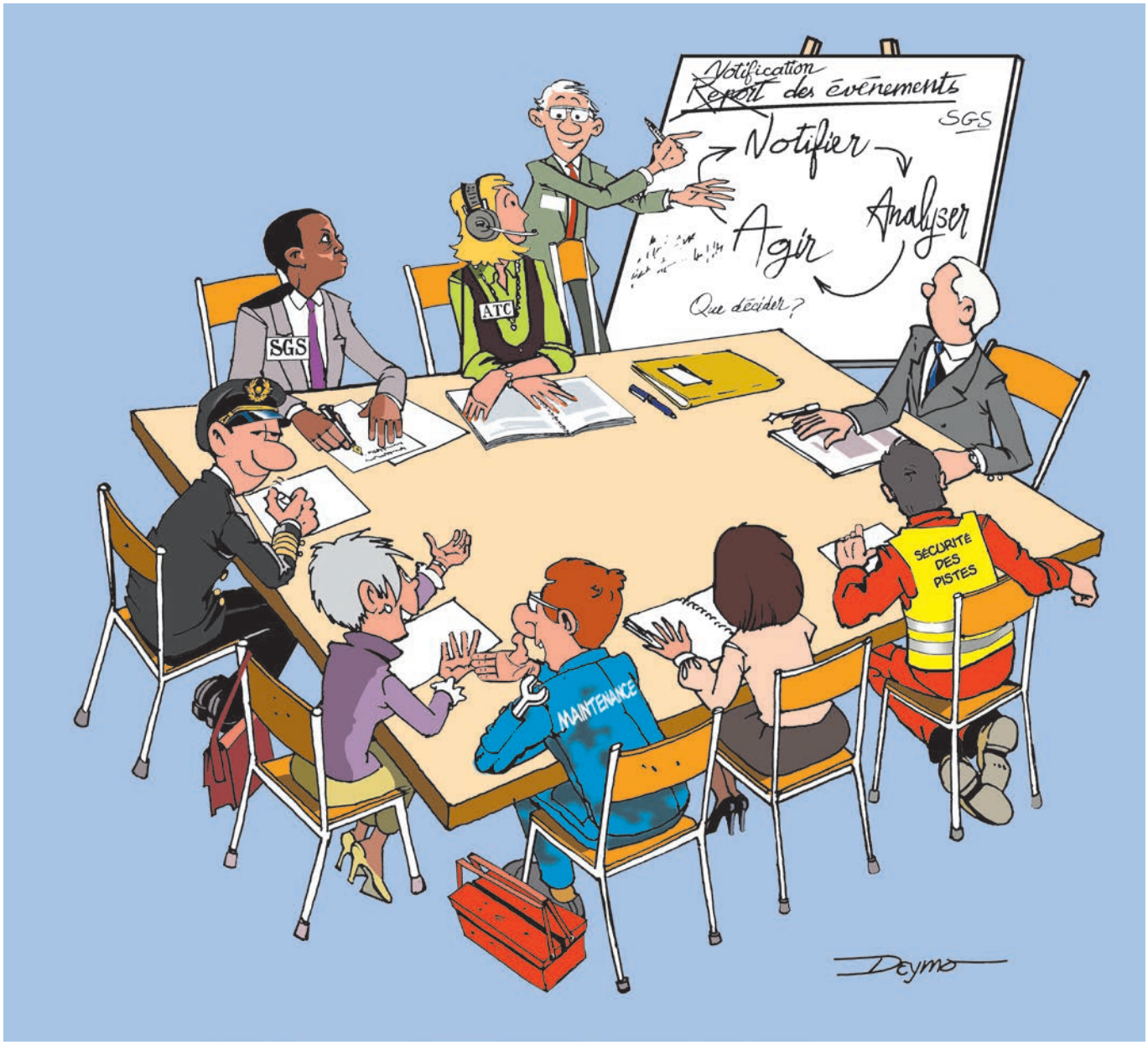
Les tables rondes de l'après-midi sont l'occasion de développer les préoccupations et les avancées récentes dans les domaines de la formation et de la gestion des risques et de recueillir et répondre aux questions de l'auditoire.

7.1. La formation et l'humain

Les avancées en terme de formation, les recherches en cours, le développement de nouvelles préoccupations seront abordés aux travers des expériences des compagnies, des constructeurs et du BEA.

7.2. Le rôle des SGS en compagnie

Les préoccupations des SGS en matière d'identification du risque et de réactivité seront débattus au travers des expérience compagnies, constructeurs et certificateurs.



8. LES IDÉES REÇUES

8.1. Humain - Effet de surprise

LE CRM EST UN CONCEPT QUI EST ANCIEN ET N'EST PAS REMIS AU GOUT DU JOUR !

Le CRM, à l'origine "*cockpit resource management*" a évolué vers le "*crew resource management*" et pour certains opérateurs maintenant vers le "*company resource management*". Il vient d'évoluer grandement suite à la mise en place par l'EASA de la décision 2015/022, applicable depuis le 1er octobre 2016, qui définit les aspects connaissances, organisation des cours et échanges entre acteurs mais aussi les nouvelles qualifications de CRM Trainer, sujettes à de nombreuses obligations et améliorations dans la pratique.

COMPÉTENCE ET PERFORMANCE SONT IDENTIQUES

Beaucoup confondent compétence et performance en n'intégrant pas leur différence de base. Je suis formé, j'ai acquis les connaissances, je suis contrôlé dans mes pratiques et je réponds aux prérequis : je suis compétent.

Ces compétences vont se mettre en action lors de la pratique courante de mon travail de pilote ou contrôleur par exemple mais le niveau de performance sera lié aux ressources disponibles et de leur utilisation : mon niveau de vigilance est élevé, j'anticipe les menaces, gère les actions d'une manière anticipée et adaptée par exemple. Je suis performant !

L'un n'ira pas sans l'autre mais lequel ? Bien évidemment, pour être performant il me faut à la base être compétent.

8.2. Connaissances

C'EST L'INDICATION D'UNE VITESSE FAIBLE QUI ME FOURNIRA LA PREMIÈRE INDICATION DU DÉCROCHAGE

En fonction du type d'avion et de ses caractéristiques aérodynamiques, les symptômes du décrochage sont variés et peuvent s'exprimer par une instabilité en roulis, un effet de buffeting, des alarmes spécifiques, un vario négatif très fort ou une abatée. L'indication de vitesse mais aussi les notions d'assiette, de facteur de charge, de paramètres moteurs sont les éléments essentiels à la prévention du décrochage.

POUR SORTIR DU DÉCROCHAGE, IL FAUT AFFICHER LA PLEINE POUSSÉE ET PERDRE LE MOINS D'ALTITUDE POSSIBLE

Cette technique enseignée en basse altitude sur des avions équipés de vibreurs et pousseurs de manche est complètement en opposition avec les caractéristiques des avions modernes.

Il est essentiel de procéder dans l'ordre :

- Diminuer l'incidence par une action appropriée sur la profondeur
- Ramener le vol symétrique et horizontal
- Appliquer progressivement la poussée en évitant le risque de décrochage dynamique en ressource.

EN HAUTE ALTITUDE ON RISQUE LE DÉCROCHAGE HAUT OU LE DÉCROCHAGE BAS

Sur les avions modernes le profil des voilures a compensé les effets de l'écoulement supersonique, on ne parle plus de décrochage haut. Le domaine de vol est démontré en incluant des incursions dans les hautes vitesses réversibles. Le pilotage manuel à haut Mach en hyper réaction à l'approche de MMO peut par contre générer des dépassements de résistance structuraux ou un décrochage dynamique similaire au décrochage basse vitesse.

8.3. Retour d'expérience

LES REPORTS D'INCIDENTS ENVOYÉS À LA DSAC RESTENT DANS UN TIROIR

Tous les reports envoyés par des compagnies aériennes sont lus au moins une fois par les agents de la DSAC *(MEAS ou métier)*.

Ils sont utilisés pour la publication de la revue hebdomadaire « Objectif sécurité », permettant d'identifier des problématiques de sécurité nouvelles, ce qui est suivi du lancement d'actions en interne.

A la demande des opérateurs ou des services de la DGAC, des recherches dans la base de données sont réalisées en cas de ou sur des problématiques spécifiques.

LA GRAVITÉ D'UN ÉVÉNEMENT APPARAIT TRÈS CLAIREMENT DANS LE REPORTING DU PILOTE

La prise en compte du ressenti des pilotes dans le SGS des compagnies est complexe, elle nécessite une modélisation identifiant le risque et son implication dans la probabilité à mener à un événement ultime, comme par exemple « effet de surprise » pouvant conduire à une « perte de contrôle en vol ». Les éléments déclencheurs d'une telle situation sont multiples, ils peuvent être d'origine technique, opérationnelle, ou même être le résultat de la méconnaissance ou de la non-détection du fonctionnement normal de certains automatismes. L'impact d'un effet de surprise sur l'équipage va dépendre également de sa capacité à réagir. Il est donc extrêmement complexe d'en établir une modélisation fiable.

Pour autant, lors de l'exploitation des ASR, et afin de procéder à l'identification du risque, la compagnie pourra s'enrichir du témoignage des équipages, notamment si ceux-ci ont fait part de leur difficulté à gérer une situation particulière.

Autant la forme des ASR est définie, autant au vu des utilisateurs *(Exploitants, Autorités et constructeurs)* le langage utilisé pour les renseigner devrait être amélioré. Une réflexion sur ce sujet pourrait être menée afin d'apporter plus de rigueur dans la rédaction des ASR, et éventuellement définir le cadre de la formulation du ressenti.

8.4. Formation

LES NOTIONS DE PM ET DE PNF SONT LES MÊMES, JUSTE L'APPELLATION CHANGE

L'implication du Pilote Monitoring *(PM)* au sein du cockpit est foncièrement différente de celle du Pilot Non Flying *(PNF)* notion précédemment utilisée. Instaurer pour le PM un rôle et une responsabilité de surveillance doit s'accompagner d'une nouvelle définition de la répartition des tâches au cours du vol *(SOP)*. Le Pilote Monitoring apparaît comme le rempart le plus efficace à l'entrée de l'avion dans un état indésirable. Pour que son intervention soit pleinement utile, il est en charge d'accompagner le Pilote en Fonction dans ses projets *(Briefings)*, d'en suivre le développement, de détecter les écarts et de s'assurer que ceux-ci sont intentionnels et/ou acceptables. Il reste également le gardien de la politique sécuritaire de la compagnie.

Il ressort des analyses du BEA que face à un effet de surprise ou une situation de stress, le PM fait la constatation de certains paramètres anomaux ou d'alarmes, mais qu'il n'arrive pas à sortir le PF de sa crispation ou tunnelisation. Une façon optimale de réagir sera :

- **De faire des annonces techniques en précisant les paramètres attendus**
- **De définir une progressivité dans l'intervention du pilote monitoring permettant de :**
  - **Commenter un écart, « pourquoi ton assiette est-elle de 10° ? »**
  - **Si pas de réponse, solliciter une correction, « Affiche assiette 2° ! »**
  - **Si pas de réponse, décider de reprendre les commandes**

Le cas de la reprise des commandes par le PM est requise lors de la détection d'une incapacité à réagir de la part du PF. Cette reprise des commandes doit être accompagnée des annonces et actions adaptées à la bonne utilisation des systèmes de l'avion.

LA CROISIÈRE EST UNE PHASE DE FAIBLE ACTIVITÉ ET DONC NON DANGEREUSE

La croisière est l'une des phases de vol la plus sujette aux risques générés par les effets de surprise. En effet, les équipages sont alors essentiellement engagés dans une démarche de gestion, plus particulièrement latérale et longitudinale. Evitements de systèmes orageux, accessibilité

des terrains d'appui, communications avec l'ATC, vérification de la navigation, gestion du carburant, programmation des FMS. Le temps de croisière n'est pas dévolu au pilotage de l'avion, ce dernier suivant automatiquement le trait de sa navigation. En cas d'événement inattendu, l'équipage a tendance à se focaliser sur l'événement perturbateur au détriment de la surveillance des autres paramètres de vol.

Les méthodes de traitement des pannes enseignées aux équipages préconisent une répartition des tâches dans laquelle le Pilote en Fonction est responsable de la trajectoire. Sa réaction est alors d'autant plus efficace que ce PF se trouve au moment de la panne déjà dans une dynamique de gestion de trajectoire verticale *(départ, arrivée, remise des gaz)*, phases qui sont souvent précédées d'un briefing facilitant l'anticipation et qui de plus font l'objet de 90% du volume des entraînements.

Le principal constat lors d'un événement qui survient en croisière est que le PF garde le réflexe de reprendre les commandes mais qu'il n'est plus dans une dynamique de gestion de trajectoire et qu'il n'en exprime pas les intentions, à l'exception de quelques cas identifiés pour lesquels l'événement lui-même génère le déclenchement d'un suivi de trajectoire *(descente d'urgence par exemple)*. Le stress associé peut générer des actions réflexes inappropriées sur les commandes de vol.

Face à une situation complexe, la reconstitution d'une sphère de compréhension de la situation peut être réalisée de façon efficace par une analyse partant des paramètres primaires du vol puis s'enrichissant progressivement de la vérification des systèmes et des données de navigation.

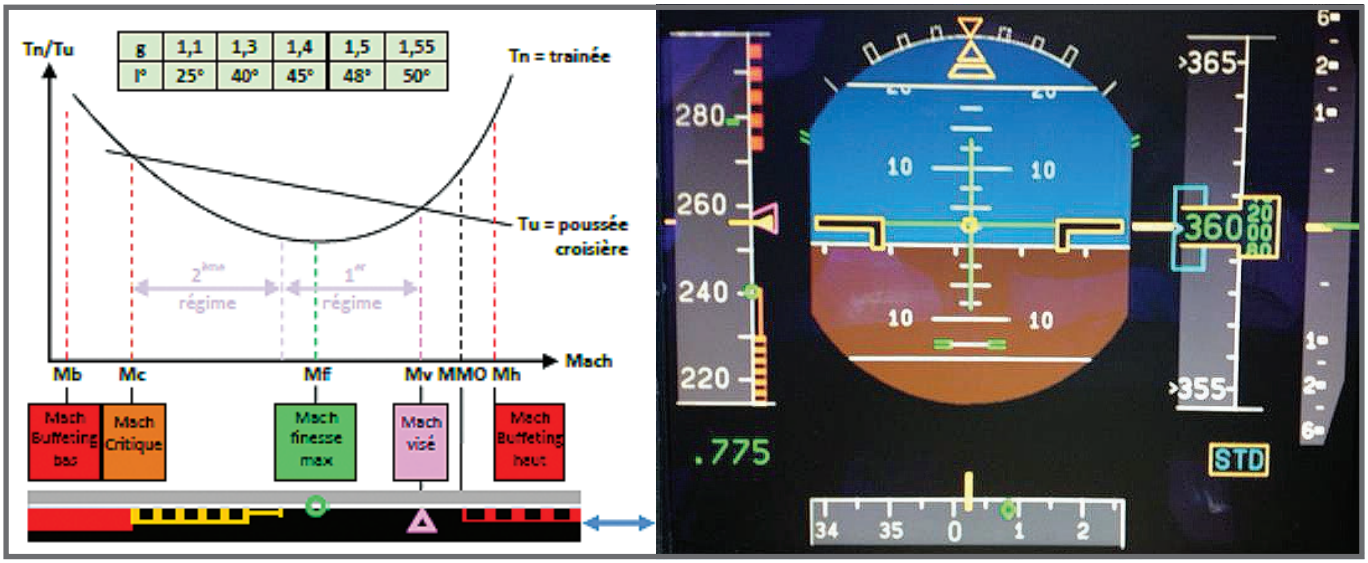
« Assiette, poussée, inclinaison, altitude/vario, vitesse, cap, avion manœuvrable » est un premier diagnostic qui peut permettre de détecter l'absence de danger immédiat au regard de la perte de contrôle. Une fois ces paramètres sécurisés et maintenus, le PM peut se rendre disponible pour analyser calmement et progressivement les systèmes avion.

LA CROISIÈRE AU-DESSUS DU FL 200 LAISSE LE TEMPS DE COMPRENDRE ET DE RÉAGIR

En croisière, et souvent pour des raisons d'optimisation des consommations de carburant, les avions évoluent en extrémité supérieure des enveloppes de vol, et les marges associées s'en trouvent réduites. Le confort du vol automatique peut être altéré par divers facteurs, pannes ou modifications conséquentes de l'environnement du vol. Il n'y a alors plus de temps pour réagir et il suffit de quelques instants pour sortir du domaine de vol certifié.

L'équipage doit rester vigilant et être conscient de son domaine de vol et des paramètres associés, pour d'une part détecter les écarts et d'autre par être capable de les restituer manuellement s'il le fallait.

Les indications instrumentales peuvent être enrichies de la bonne connaissance du domaine de vol de l'avion, d'autant plus sur les avions modernes où les PFD font apparaître les vitesses caractéristiques comme la Vs *(stall)*, VMO, MMO, des protections diverses, la vitesse de finesse max *(Green dot)*. L'indication speed trent est aussi très utile, elle permet d'anticiper certaines situations. *(voir la juxtaposition des 2 schémas ci-dessous)*.

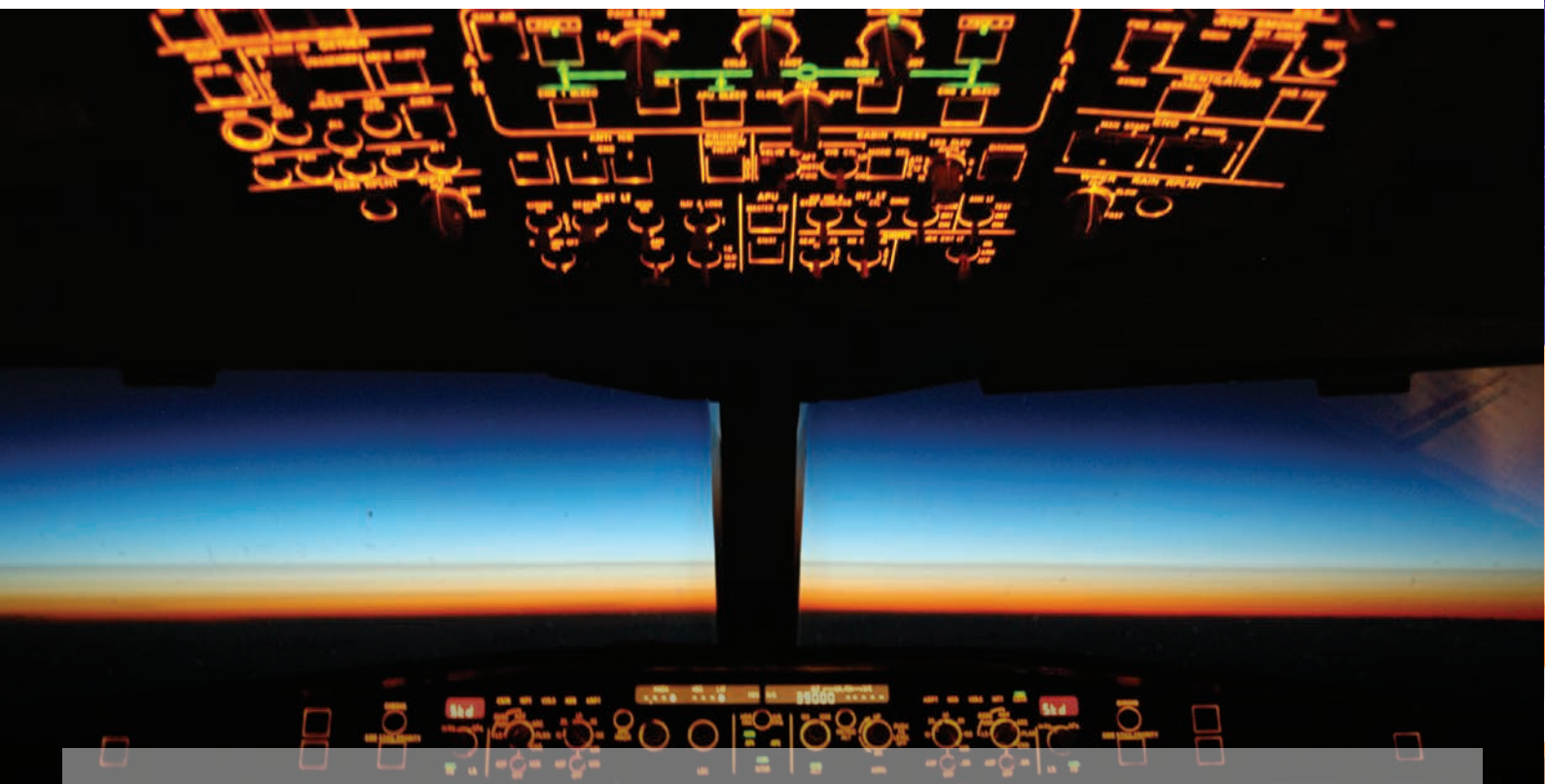


Les facteurs pouvant pénaliser les performances doivent également être présents à l'esprit :

- **Utilisation des dispositifs antigivrage**
- **Gradients de vent ou de températures**
- **Turbulences**
- **Changements de niveau de croisière**
- **Réductions de vitesses**

Remarque : Les indications du DV ne devraient pas occulter la visualisation et la connaissance des paramètres de base que sont l'assiette, l'inclinaison, la vitesse, le cap, l'altitude et la poussée.

♦♦♦



Directeur de la publication
Patrick Cipriani, directeur de la sécurité de l'Aviation civile

Communication et Relations publiques DSAC
Yannick Robert

Rédaction et coordination
Michel Beyris
Yannick Robert

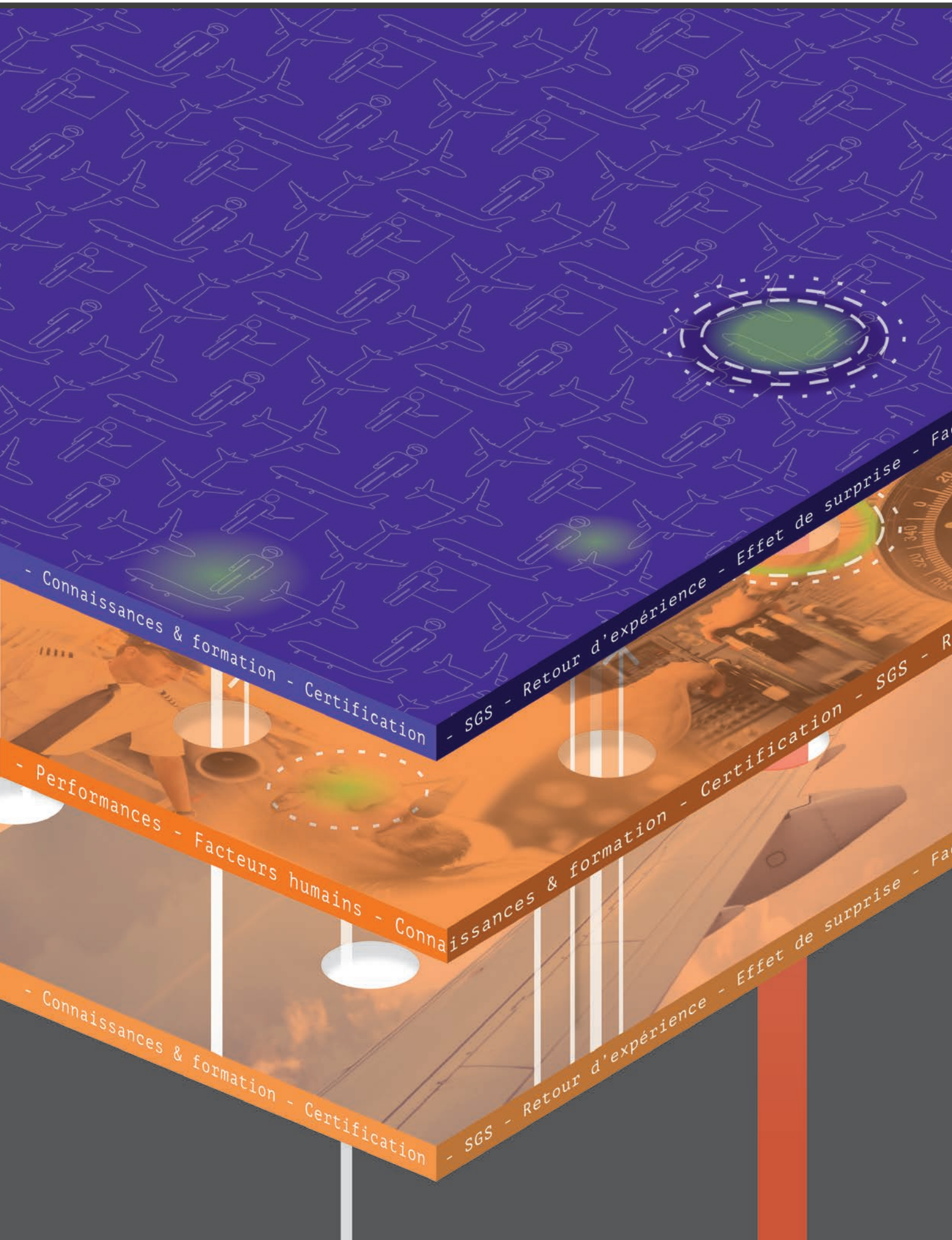
Illustrations
René Deymonaz

Photos
Thinkstock, DSAC, Yannick Robert

Remerciements pour leur participation à la réalisation de ce guide
Jean-Luc Boiffier, Thierry Bouchez, Françoise Breuil, Yvanne Colineaux, Nathalie De Ziegler, Baptiste Lefèvre, Stéphane Lefort, Docteur Stéphanie Moinet, Jérôme Pfeiffer, David Solar, André Vernay

Conception maquette / PAO
Raptrad Imagine

Impression
SharePrint


- Connaissances & formation - Certification
- SGS - Retour d'expérience - Effet de surprise - Fa
- Performances - Facteurs humains - Connaissances & formation - Certification - SGS - R
- Connaissances & formation - Certification
- SGS - Retour d'expérience - Effet de surprise - Fa

dgac

DSAC

direction générale
de l'Aviation civile

direction
de la sécurité
de l'Aviation civile

50 rue Henry Farman
75720 Paris cedex 15

téléphone : 01 58 09 43 21
télécopie : 01 58 09 43 38
www.developpement-durable.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Environnement,
de l'Énergie
et de la Mer