

Zeitschrift: Revue Militaire Suisse
Band: - (2021)
Heft: [1]: Numéro Thématique 1

Artikel: Analyser ses erreurs pour progresser
Autor: Barras, Hervé / Mauron, Nicolas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-977745>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

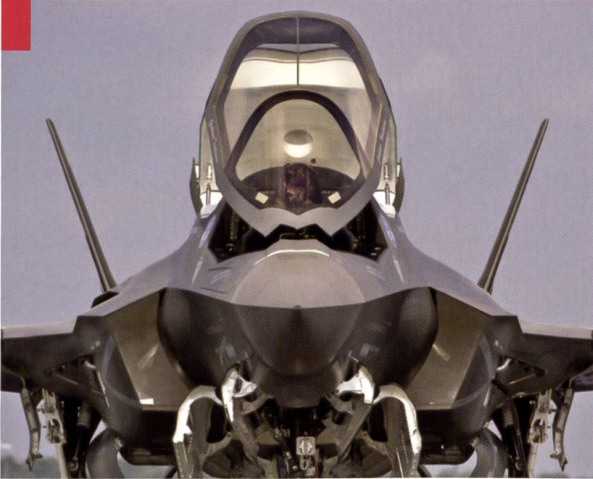
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Aux commandes d'avions chers et performants, la question du droit à l'erreur prend des proportions toujours plus importantes. Photo © USAF.

Aviation

Analyser ses erreurs pour progresser

Lt-col Hervé Barras, Lt-col Nicolas «Nick» Mauron

EM SPP A, prof HEP-VS, C Planning Air Defence

Il est surprenant que l'aviation soit devenue en moins d'un siècle d'existence un moyen de transport réputé très sûr... En fait, le monde de l'aviation a rapidement compris qu'il n'était pas possible que chaque nouvel arrivant fasse toutes les erreurs des autres, mais qu'il devrait compter sur la consolidation des retours d'expériences cumulés tout au long de l'histoire de l'aviation. D'ailleurs, cet état est très présent dans l'aviation militaire qui pousse au maximum la culture de *debriefing* (Barras & Mauron, 2019). Nous voulons dans cet article exemplifier à l'aide d'une catastrophe aérienne, les apports de l'analyse de l'erreur. Nous nous appuyerons sur « le modèle » de *Reason* (1990, 2000) qui nécessite quelques éclairages pour éviter des écueils.

Nous prenons comme exemple le crash aérien AF 447. Il offre l'avantage d'être bien connu, référencé et analysé. D'ailleurs, nous exposons les faits en nous appuyant sur le rapport final officiel du Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA, 2012). Dans cet article, notre propos n'est en aucun cas de revenir sur cette analyse ou de poser un quelconque jugement. Il nous permettra d'exemplifier cette culture de l'analyse à l'aide d'un cas concret. En effet, nous pensons que cet exemple démontre bien l'utilité d'une analyse globale et approfondie des erreurs. Cette analyse est bien au service d'un seul objectif celui de la progression. Finalement, nous proposerons quelques pistes de réflexions sur le modèle d'analyse des erreurs qui devrait permettre au lecteur de se l'approprier et de le transposer dans sa pratique.

Les faits

Le vol Air France 447, effectué par un *Airbus A330*, décolle le 31 mai 2009 de Rio de Janeiro à destination de Paris Charles de Gaulle. En raison de la durée de vol prévue, l'équipage de conduite est renforcé d'un copilote.

Il a à son bord 216 passagers et 12 membres d'équipage. Vers une 1h35 le copilote détecte une masse nuageuse et discute d'un probable déroutement avec le commandant. Vers 2h00 du matin, le commandant de bord quitte son poste pour aller se reposer, et se fait remplacer par le second copilote, en respectant la procédure en vigueur. Vers 2h08, l'équipage se dérouté légèrement, probablement pour éviter une masse nuageuse détectée au radar. A 2h10, les indications de vitesses deviennent erronées. Les sondes Pitot sont certainement obstruées par des cristaux de glace empêchant la mesure de vitesse. Les automatismes de l'avion se désengagent et les pilotes doivent reprendre son pilotage manuellement. La trajectoire de ce dernier n'est pas maîtrisée par les deux copilotes. Le commandant les rejoint une minute et demie plus tard. A ce moment, l'avion est dans une situation de décrochage, non identifiée, qui se prolonge jusqu'à sa collision à 2h14 avec l'océan.

Ce succinct déroulé des faits, nous permettrait d'émettre quelques inférences rapides et tendrait même à pointer un coupable. Dans ce cas précis, l'apparition d'une telle pensée, très rapide, doit être inhibée au profit d'une réflexion structurée et systématisée. Nous empruntons ici explicitement le modèle de Houdé (2019) qui propose trois structures de prise de décision : l'inférence rapide de Kahneman (2012), une réflexion hypothético-déductive de Piaget (1947) et l'inhibition de Houdé (2019) qui permet une oscillation entre les deux premiers systèmes, selon le temps disponible. Nous allons préciser quelques faits de cette catastrophe en éclairant certaines failles pointées dans le rapport d'analyse du BEA. Ensuite, nous dégagerons de ces différentes failles ou erreurs leur accumulation et leur passage au travers des différents systèmes de défense qui auraient dû empêcher cette catastrophe.

Les failles

Dans cette partie, nous choisissons de décrire cinq failles présentes dans la catastrophe considérée (BEA, 2012). Chacune prises isolément ou même leur combinaison ne devrait pas avoir d'autres conséquences que passagères sur le vol d'un aéronef. Avant de les analyser, nous proposons une rapide description de chacune d'elle.

Physique du vol

Les avions réussissent l'exploit de voler à l'aide du principe aérodynamique nommé la portance. En se déplaçant dans l'air, l'aile crée un flux d'air asymétrique entre l'intrados, le bas de l'aile relativement plat, et l'extrados, le haut de l'aile relativement bombée, qui crée une surpression, soit une force vers le haut. L'inclinaison de l'aile ou son incidence dans le plan d'air dévie l'air vers le bas donc une force vers le haut, ainsi qu'un phénomène appelé trainée qui est un mouvement de tourbillon de l'air. Plus l'inclinaison augmente plus le phénomène de trainée est important. À un moment ce phénomène survient sur l'extrados de l'aile et annule le flux d'air sur cette surface. Dans ce cas, l'aile décroche, soit l'écoulement de l'air sur l'extrados génère trop de tourbillon et annule l'effet de la portance. La perte de portance survient avec une vitesse trop faible, vitesse de décrochage, ou lors d'un angle d'incidence trop important, l'incidence de décrochage. En conséquence, chaque avion a une vitesse de décrochage et un angle d'incidence propre qui est fonction du *design* de son aile. Ces valeurs peuvent évoluer également en fonction du segment de vol et de la configuration de l'aile. Par exemple, les avions commerciaux disposent de dispositifs sur l'avant et l'arrière de l'aile qui modifient les valeurs de décrochage lors du décollage et de l'atterrissage.

Les données du vol AF447 montrent que l'appareil a une incidence très importante. Elle provoque un décrochage simultané des deux ailes. Dans un environnement nocturne, sans repère visuels, il n'est pas possible de ressentir que l'avion descend.

La météo

À l'approche de l'équateur, nous entrons dans la zone de convergence intertropicale. Elle est caractérisée par des basses pressions atmosphériques, de l'air chaud chargé en humidité et des mouvements de convection, puissants mouvements ascendants. Il en résulte la formation de cumulonimbus, des nuages associés à des phénomènes météorologiques qui peuvent être violents, les orages. Le phénomène de convection est très rapide et de l'eau peut se trouver sous forme liquide dans la masse d'air chaud, propulsée très rapidement à haute altitude. La température de la masse d'air descend alors très rapidement en dessous de 0° Celsius, le point de solidification de l'eau. Dans certaines conditions, cette eau peut se retrouver dans un état de surfusion, c'est-à-dire rester dans son état liquide en dessous de son point de solidification. Lorsque cet état de surfusion survient, cette eau liquide peut se solidifier instantanément au contact d'une surface, comme celle d'un avion.

Le vol AF447 traverse une masse orageuse dans la zone de convergence intertropicale. Il a certainement rencontré de l'eau dans un état de surfusion dans cette masse.

Les sondes Pitot

Les aéronefs modernes ont besoin de déterminer leur vitesse. Cette mesure se fait à l'aide de sondes atmosphériques. Ces sondes appelées *Pitot*, du nom du physicien Henri Pitot, déduisent la vitesse par mesure de la pression atmosphérique et de la pression dynamique dans un tube. Sur l'Airbus A330, les pilotes disposent de trois sondes Pitot réparties sous le nez de l'appareil, une à gauche pour le commandant de bord, une seconde à droite pour le copilote et une troisième de secours à gauche légèrement en dessous de la première.

Les sondes Pitot des Airbus 330 ont connus plusieurs incidents. Les rapports d'incident indiquent que les avions perdent temporairement leurs indications de vitesse. Les autorités aériennes constatent dix-sept incidents en 2007 et 2008 sur ces sondes. L'analyse de ces incidents démontrent un souci avec un type particulier de sondes *Pitot*. Les autorités suspectent un givrage des sondes *Pitot* et une obstruction du flux d'air. Elles publient un Bulletin de Service qui propose le changement des sondes. Des *interviews* avec les pilotes d'Air France ayant rencontré ce problème ne font pas apparaître de risque immédiat. La compagnie ne considère pas que la sécurité des vols peut être directement impactée par ces incidents, mais elle décide du changement des sondes *Pitot* problématiques uniquement en cas de panne.

Le vol AF447 est équipé de trois sondes *Pitot* incriminées dans les incidents rapportés. Ce fait conjugué à la rencontre d'eau en surfusion, explique la perte des indications de vitesse.

La formation des pilotes

La formation des pilotes est réglementée par les autorités aériennes internationales, nationales puis déclinée dans les compagnies. Il en découle différents cursus de formations selon les compagnies de transports, mais également en fonction des types d'aéronefs et de leurs diverses certifications. Force est de constater qu'une forme de glissement s'est opéré progressivement entre la formation des bases du vol, vers la gestion d'un système complexe. C'est une caractéristique des aéronefs modernes qui régulent « automatiquement » l'action du vol proprement dite, pour laisser aux pilotes, civils ou militaires, plus de charges cognitives pour d'autres activités gestion globale du vol, dans le civil, ou de la mission de combat, chez les militaires.

Un rapport de sécurité interne d'Air France effectué en 2006 démontre qu'entre 1985 et 2006, les incidents et accidents se sont produits pour deux tiers sur des vols long-courrier. Les causes sont souvent issues des facteurs humains et rarement des facteurs organisationnels. Ce rapport pointe une mauvaise conscience de la situation aéronautique et mauvaise gestion du travail en équipe

au cockpit. Il résulte de ce rapport notamment une augmentation et une refonte des séances de formation.

Dans le cas du vol AF 447, la formation des pilotes ne comporte pas de voltige et peu des situations de décrochage d'un appareil. De plus, cette situation n'est entraînée que lors des phases de vol du décollage ou de l'atterrissage. Le décrochage lors du vol à haute altitude n'est pas attendue, et en conséquence elle ne fait pas parti des scénarii de formation.

Les facteurs humains

Nous comprenons les facteurs humains comme les éléments qui influencent la performance des opérateurs humains (Service de l'information aéronautique, 2001). Ces éléments qui modifient les facteurs humains ont pour origine les variations cognitives et comportementales d'un opérateur, du couplage homme-machine et/ou l'interaction entre les opérateurs. Ces facteurs s'opposent à ceux qui ont une origine technique ou organisationnelle. L'analyse des facteurs humains a pour objectifs d'identifier les possibles modifications permettant d'améliorer la sécurité. Il est attendu d'un équipage qu'il assure le suivi de la trajectoire et le contrôle de l'appareil. Ceci implique qu'il détecte et modifie ses priorités d'actions dans le temps imparti, lors de la survenue d'une anomalie selon un degré d'urgence variable.

L'analyse des enregistreurs de vol de l'AF 447 donnent quelques indices sur des facteurs humains en action dans cette situation de stress intense. Les interactions entre les pilotes comporte des omissions. Il montre également que l'appréhension du problème et l'appréciation de la situation n'est pas claire.

L'analyse de la catastrophe

Dans cette partie, nous n'adoptons en aucun cas un propos à charge ou à décharge. Notre objectif consiste au contraire à rechercher l'interaction entre les différents facteurs et démontrer la puissance destructrice contenue dans l'ensemble de ce système et non dans une portion congrue de ce dernier. Nous reprenons donc les composantes de cet accident en suivant la chronologie des faits.

Après un décollage à 22h29, le vol AF447 rejoint son altitude de croisière et entame la traversée de l'océan Atlantique sans difficulté. Vers 1h30, le copilote observe au radar une masse nuageuse et le commandant confirme. Leur discussion précise qu'une déviation verticale n'est pas possible. Vers 2h00 le commandant de bord quitte le poste de pilotage après avoir assisté au briefing entre les deux copilotes. Une seconde masse nuageuse se présente et les pilotes avertissent le personnel de bord.

A 2h10 les systèmes automatismes de vol se déclenchent. L'analyse des boîtes noires, enregistreur des paramètres de vol et enregistreur des conversations dans le *cockpit* sont résumés succinctement dans le tableau 1. Il faut garder à l'esprit que la configuration du *cockpit* masque tout ou partie des actions d'un pilote sur les commandes de vol à l'autre (Figure 1).

Cette brève description illustre bien l'importance des facteurs humains dans cette situation. Premièrement, le copilote ne semble pas à l'aise à l'approche de la masse nuageuse. De plus, c'est à ce moment que le changement d'équipage se produit. En terme de préparation mentale (Raimbault & Pion, 2004, p. 39), le copilote ne se

Tableau 1, synthèse des données issues des enregistreurs selon le rapport du BEA.

H	Copilote non navigant	Copilote navigant	Alarmes
2:10:05	A gauche dans le poste	A droite dans le poste « J'ai les commandes ! »	Désengagement du pilote automatique
2:10:16	« On a perdu les vitesses. » Actions désordonnées. Constata que l'avion monte et demande plusieurs fois de redescendre.	Tire à plusieurs reprises sur le <i>stick</i> et cabre l'appareil en montée. Pousse le <i>stick</i> plusieurs fois.	
2:10:37			Vitesses à gauche redeviennent valides.
2:10:50	Appel le commandant	Donne l'ordre de cabrer l'appareil et le fait puis le maintien cabrer jusqu'à la fin du vol.	
2:10:51		Reprend les commandes sans le communiquer	Alarme décrochage
2:11:37	« commandes à gauche »		



Figure 1 : Exemples de cockpits d'avions commerciaux, à gauche un Airbus A320 et à droite un British Aerospace 146. Sur l'Airbus, les commandes de vol sont placées sur le bord extérieur du cockpit, peu visibles ici et encore moins assis dans le siège du copilote, alors que sur le British Aerospace les commandes sont centrales et bien visibles en position assise. Les actions produites par un pilote ne sont pas détectables de la même manière selon la configuration du cockpit.

trouve pas dans un optimum, mais plutôt « gêné » par la phase de vol qui s'annonce. Cela se retrouve dans le management du *cockpit* dès le déclenchement des automatismes de vol. Le team aux commandes ne semble pas se comprendre et communique avec difficulté, par exemple : message non quittancé et action non déclarée. A cela s'ajoute une pression temporelle, il faut analyser rapidement la situation et mettre en place les bonnes procédures afin de rétablir l'avion dans un domaine de vol stable. On peut également imaginer qu'à ce moment le stress déploie ses effets chez ces deux copilotes. Le stress est connu pour avoir des effets sur la cognition, bien qu'il puisse l'améliorer, passé un optimum, il la détériore (Vraie, 2018).

D'un point de vue technique, les sondes *Pitot* sont victimes d'un phénomène de surfusion de l'eau. La glace formée bouche les tubes des sondes, provoquant la perte de l'indication de vitesse. Ce phénomène se produit simultanément sur les trois sondes de l'avion. Ce cas de figure est connu et rapporté comme un état temporaire. Les réactions à adopter sont également connues, mais pas ou peu entraînées.

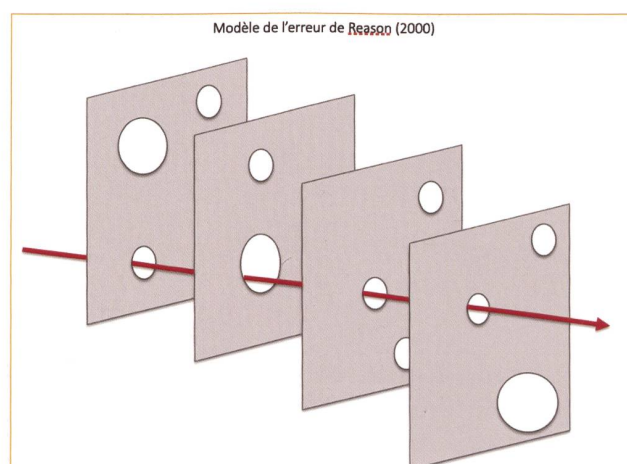
Les actions sur les commandes de vols mettent l'appareil dans un angle d'incidence trop fort, soit le nez de l'avion pointe trop vers le haut. Il en découle, au niveau des ailes, un décrochage aérodynamique, soit l'air ne s'écoule plus mais tourbillonne et ne crée plus la portance nécessaire au vol de l'avion. Ce cas est connu, mais pas entraîné dans cette phase de vol.

Chacun des facteurs décrits ci-dessus, pris isolément ne devrait pas causer la catastrophe. Il semble plus que ce soit la combinaison et la survenue improbable de ces différentes causes qui provoque le *crash* de l'avion. Dans la suite de cet article, nous analyserons ce *crash* selon le modèle développé par Reason (1990).

Le modèle de Reason

Le modèle de Reason (2000) plus connu sous la dénomination du *Swiss Cheese Model* est un classique dans les milieux de la sécurité et de l'analyse des catastrophes. Il se caractérise par une série de « tranches » de sécurité à plusieurs niveaux. Elles possèdent toutes des trous, mais leur placement ne devrait pas offrir la possibilité à une ligne droite de toutes les traverser. Lorsqu'une telle configuration se produit c'est l'incident, ou la catastrophe (Figure 1). La visualisation du modèle est très parlante. Beaucoup d'acteurs de cultures disciplinaires différentes peuvent se l'approprier dans leur pratique professionnelle. Cet avantage est également un inconvénient majeur du modèle, car il permet une multitude d'interprétations. Il semble manquer de rigueur descriptive et ne pas être falsifiable. A l'inverse, il permet une analyse détaillée a posteriori de l'accident, ce que le BEA a effectué dans le cas considéré. Toutefois lors

Figure 2 : Modélisation du chemin de la catastrophe au travers des divers systèmes de protection, d'après Reason (2000)

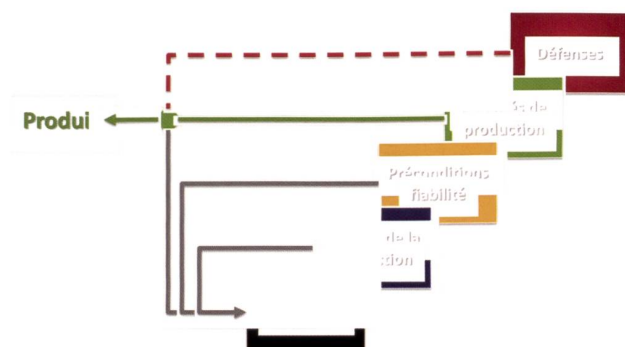


de la rédaction de cet article, nous avons été confronté à une autre limite de ce modèle : sa linéarité. En effet, cette modélisation perd la qualité dynamique des systèmes, soit le mouvement d'un élément modifie les conditions initiales du système par rétroaction sur lui, les autres éléments et le système. Il nous a été difficile d'aligner les faits dans chacune des couches de sécurité. Ceci s'explique par cet aspect dynamique du déroulement des faits qui interagissent entre eux. En conséquence, l'accident ne peut pas être vu comme une suite causale d'événements, à l'image du modèle de la cascade de domino (Heinrich, 1931), mais bien comme un système dynamique. Nous ajoutons également qu'une interprétation causale et linéaire induit un effet de halo, soit une contamination du dernier fait dans la perception de l'information. Dans le cas de cet accident, cela induit un surpoids sur les actions des pilotes. Cet effet masque les conditions initiales de la catastrophe.

Il serait injuste de résoudre *Reason* au seul modèle de 2000. Ce dernier est présenté comme une synthèse dans un article. Son apparente simplicité explique en partie sa popularité. Cependant, la pensée de *Reason* est bien plus systémique que le laisse présager ce modèle. Nous retrouvons cette simplicité (Berthoz, 2009) dans les différents modèles exposés par *Reason* (1990) qui résument les processus de détection au travers d'une apparente simplicité schématisée par une succession de boîtes. Toutefois, chacune d'elle recèle en son cœur la diversité et l'exhaustivité de modèles explicatifs précis et valides. D'ailleurs, *Reason* propose une riche revue de la littérature sur le comportement humain, proposant ainsi une typologie des erreurs. C'est en s'appuyant sur ce cadre précis qu'il modélise les composants permettant l'élaboration d'un produit ou d'un service dans sa globalité.

Reason (1990) propose un modèle à cinq boîtes en interaction (Figure 2). Il comprend les décideurs, la gestion de la production, les préconditions de fiabilité, les activités de production et les défenses. Les décideurs regroupent à la fois les activités stratégiques et de gestion affectant les ressources de l'entreprise, mais aussi les constructions de cette dernière. La gestion de la production applique et décline les décisions.

Modèle de l'erreur selon Reason (1990) Figure 3: Modèle « systémique » de l'erreur dans des organisation humaine, d'après Reason (1990).



Les préconditions révèlent la qualité des personnes et du matériel. Les activités de production résument les performances factuelles. Finalement, les défenses sont les mécanismes actifs ou passifs évitant les dommages. Dans ce nouveau cadre, les événements du vol AF 447 prennent un autre sens. En effet, ils ne sont plus à comprendre dans leur seule linéarité, mais il est possible de les insérer dans différentes organisations propres ou non à l'organisation. Maintenant, il est plus difficile de pointer sur des individus, mais plus sur différents processus qui permettent l'apparition de cette terrible faille de sécurité.

En revenant sur la catastrophe de l'AF 447 au travers d'un modèle systémique, nous pouvons comprendre l'interaction de plusieurs composantes sur l'issue fatale de ce vol. En fait, ce n'est pas l'action unique d'une personne, mais bien les différentes interactions entre plusieurs facteurs qui dans ce cas amplifient le problème de départ. Il y a des choix dans la construction de l'avion, position des commandes de vol, philosophie des commandes de vol électrique, des sondes *Pitot*, etc. Il y a des décisions dans le *cursus* de formation de base et continu des pilotes, dans l'entretien préventif des sondes *Pitot*, etc. Il y a des éléments de contexte comme le vol de nuit, la météo, des informations erronées, etc. Plongés ce système, nous retrouvons trois individus face à une accumulation de problèmes, de fausses informations, croyances, le tout dans un temps extrêmement court pour solutionner ce sac de nœuds. Ils ne disposent que d'informations parcellaires de 4 petites minutes, dans un environnement contraint et bruyant avec chacun d'un cerveau sous pression, alors qu'une multitude d'experts ont mis trois ans pour détricoter cet accident. Ainsi, nous comprenons qu'il est vain de pointer sur un acteur, car il ne peut pas expliquer à lui seul cette catastrophe. L'objectif est bien d'éviter un accident similaire. Il faut donc proposer des améliorations à l'ensemble du système selon les failles découvertes par l'enquête.

Transposition du modèle

Nous retenons de cet accident une accumulation de différentes erreurs actives et passives. Elles provoquent des effets de leviers qui interagissent et conduisent à la catastrophe. Nous nous refusons de pointer un élément ou personne en particulier, car pris isolément il n'a que peu d'influence sur la suite des événements. Cependant, lorsque nous prenons suffisamment de recul, l'interaction entre les différentes failles détectées révèle toute la puissance de ce système. Il est donc pertinent de réfléchir aux erreurs dans leur globalité, de les replacer dans le contexte particulier mais aussi dans les différentes structures interne et externe à l'entreprise. Nous avons ici le canevas d'une réflexion au service de l'amélioration en continue. C'est un enseignement complètement transposable dans d'autres services ou industries que celle décrite dans cet article.

E. B. et N. M.

Bibliographie :

Barras, H., & Mauron, N. (2019). L'apprentissage chez le pilote de chasse, réflexions sur une culture de développement professionnel. *Revue Militaire Suisse*, (2), 56-61.

BEA. (2012). Rapport final, Accident survenu le 1^{er} juin 2009 à l'Airbus A330-203, immatriculé F-GZCP, exploité par Air France, col AF 447 Rio de Janeiro—Aris. Le Bourget, France: Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile*.

Berthoz, A. (2009). *La simplicité*. Paris: Odile Jacob.

Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention: A scientific approach*. New York, NY: McGraw-Hill.

Houdé, O. (2019). *L'intelligence humaine n'est pas un algorithme*. Paris: Odile Jacob.

Kahneman, D. (2012). *Système 1 / Système 2, les deux vitesses de la pensée*. Traduction par R. Clarinard, Paris, France: Clés des Champs.

Piaget, J. (1947). *La psychologie de l'intelligence*. Paris, France: Armand Colin.

Raimbault, N., & Pion, J. (2004). *La préparation mentale en sports collectifs. L'ABC pour le sportif, l'entraîneur et l'équipe*. Paris: Chiron éditeur.

Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Reason, J. (2000). *Human error: Models and management*. *British Medical Journal*, 320, 768-770.

Service de l'information aéronautique. (2001). *Guide facteurs humains pour l'instructeur*. Merignac, France: Ministère de l'équipement, des transports et du logement.

Vraie, B. (2018). *Stress aigu en situation de crise, comment maintenir ses capacités de décision et d'action*. Bruxelles, Belgique: De Boeck Supérieur.

Ci-contre : L'USAF dispose d'un "F-35 Display Team", qui participe à de nombreuses représentations aux USA et à l'étranger.

Ci-dessous : Le cockpit résolument moderne et modulable du F-35. Notons qu'il n'existe pas de version biplace du F-35.

