



# EPIDOSIS

Regards croisés sur l'innovation

n° 18

Hebdo

Mai 2014

## Apprendre de l'imprévu

Par nature, le milieu aérien est un environnement contraignant et dynamique, fréquemment émaillé d'événements imprévus que ses utilisateurs (les équipages) doivent gérer. **La maîtrise de la 3<sup>e</sup> dimension et la sécurité de ceux qui l'empruntent (les passagers) impliquent donc de réduire au maximum cette part d'incertitude.** Or, le caractère imprévisible d'un événement dépend principalement de deux facteurs croisés : l'anticipation de son occurrence et l'identification des causes du problème. Ainsi, une situation aérienne imprévue peut avoir été anticipée – comprendre que le système sait qu'il peut survenir mais sans préavis : c'est par exemple le cas d'un rapprochement entre deux avions de ligne – par les systèmes d'aide embarqués à bord d'un aéronef qui mettront alors en œuvre des procédures automatiques de résolution ou proposeront une solution à l'équipage. Si la situation n'a pas été anticipée, alors le pilote devra identifier rapidement les causes de cet événement imprévu et trouver par lui-même les procédures adaptées. Enfin, si les causes de l'événement non anticipé ne sont pas identifiées alors le pilote se retrouvera seul à gérer une situation de crise. Globalement, la bonne gestion des situations imprévues dans l'aéronautique civile et militaire dépend des performances des systèmes d'aide, de la compétence du pilote et des interactions entre ces deux agents, artificiels et humains.

Si les progrès techniques en aéronautique ne font que croître depuis plus d'un siècle, **une rupture technologique a marqué ces dernières années : l'avènement des glass cockpits.** L'instrumentation classique des aéronefs est désormais remplacée par plusieurs écrans, souvent tactiles, intégrant des systèmes d'aide de plus en plus performants. Ces systèmes fournissent au pilote une quantité significative d'informations ayant trait, par exemple, à l'état de l'aéronef, à celui de l'environnement extérieur ou à la mission. La conscience de la situation du pilote est alors grandement améliorée. Par ailleurs, les systèmes d'aide ont été pensés dans le cadre d'un partage d'autorité entre l'agent humain et l'agent artificiel. Les différentes phases d'un vol sont ainsi traitées soit par le pilote soit par les systèmes d'aide en fonction des capacités de chacun. Concrètement, les systèmes d'aide gèrent une grande partie du vol, un grand nombre de pannes, plusieurs situations anormales dont les procédures de sortie existent déjà. Ainsi, la charge de travail du pilote concernant le traitement de ces tâches est sensiblement diminuée ce qui, en théorie, doit lui permettre d'allouer d'avantage de ressources cognitives au traitement des situations imprévues.

Cependant, et compte tenu des derniers incidents en vol, **il semblerait que le partage d'autorité entre le pilote et les systèmes d'aide ne soit pas aussi naturel qu'attendu.** En effet, dans le cas de la gestion d'une situation imprévue et rare, deux phénomènes ont été observés. Le premier consiste pour le pilote à attendre du système qu'il résolve par lui-même cette situation même lorsque ce dernier a déjà signifié par de nombreuses alarmes son incapacité à le faire. Le second comportement observé est une prise en main très tardive, voire trop tardive, du pilote qui tente souvent en vain

## EPIDOSIS

Dans la littérature grecque, le terme *ἐπίδοσις*, issu du verbe *ἐπιδίδωμι*, est employé pour exprimer le don volontaire, l'engagement personnel. Par extension, notamment chez Isocrate, le terme prend le sens du progrès effectué, de l'innovation. Don de soi et innovation, deux valeurs que l'armée de l'air porte en ses gènes.

Cette publication du CESA a pour vocation de susciter des échanges, de croiser les regards entre les aviateurs, le personnel de la Défense et les décideurs publics et privés.

[www.cesa.air.defense.gouv.fr](http://www.cesa.air.defense.gouv.fr)

de récupérer une situation qu'il ne comprend pas. Une gestion optimale des systèmes d'aide des aéronefs *glass cockpits* nécessite par conséquent une formation spécifique pour apprendre à l'élève-pilote à évoluer dans un environnement à la fois réel et synthétique, contrôlé et pourtant potentiellement dangereux.

Du point de vue du facteur humain, la gestion d'une situation imprévue implique avant tout une bonne gestion des ressources cognitives. Dans l'aéronautique, la majorité des situations dites « anormales » que rencontre un pilote sont des situations déjà abordées lors de sa formation, notamment sur simulateur. L'utilisation régulière et soutenue des outils de simulation permet en effet à l'apprenant de se familiariser avec l'aéronef, d'appréhender les systèmes d'aide, de gérer les pannes et les procédures, d'acquérir des compétences et de maintenir celles déjà acquises. L'objectif est ici de favoriser un transfert de compétences positif entre la simulation et le vol réel<sup>1</sup>.

L'utilisation intensive de la simulation conduit également le pilote à mécaniser ses gestes, ce que les experts appellent « automatiser les processus perceptivo-moteurs impliqués dans le pilotage ». En psychologie cognitive, l'automatisation est définie comme la transformation d'un traitement qui requiert beaucoup de ressources en un traitement qui en requiert peu ou pas du tout. L'automatisation des processus perceptivo-moteurs offre donc au pilote un « gain attentionnel », une réserve cognitive au service de la gestion d'événements imprévus.

La formation au pilotage, comme toute formation, est également l'occasion d'amener l'apprenant à réfléchir sur ses propres activités cognitives, notamment celles impliquées dans l'apprentissage, afin de développer chez lui des connaissances dites « métacognitives ». Ces dernières recouvrent la connaissance de ses propres connaissances – savoir ce que je sais et ce que j'ignore –, la connaissance de ce qu'il faut savoir – savoir identifier les informations essentielles à la réussite d'une tâche – et la connaissance de l'utilité des stratégies d'action – savoir modifier son comportement pour optimiser sa performance. Plus précisément, les connaissances métacognitives permettent au pilote confronté à une situation imprévue et inédite de distinguer rapidement ce qu'il sait faire de ce qu'il ne sait pas faire, les actions à entreprendre de celles qui ne sont pas réalisables.

Ainsi, l'activation de processus perceptivo-moteurs automatisés et de connaissances métacognitives constitue l'un des réponses du pilote expérimenté face aux imprévus. Si l'apprentissage de cette réponse est central dans la formation du pilote civil et militaire, ce dernier a un atout que malheureusement le pilote civil n'a pas : la confrontation quasi systématique à l'imprévu.

En effet, à tous les niveaux de la formation du pilote militaire, dès que l'instructeur estime que l'élève fait preuve d'aisance en vol, il va alors le confronter à l'imprévu en modifiant, par exemple, la nature de la mission qu'il avait pourtant soigneusement préparée. L'objectif pédagogique est ici d'amener l'élève à dépasser ses compétences, même fraîchement acquises, afin qu'il mesure ses propres limites et apprécie simultanément la nature imprévisible de la 3<sup>e</sup> dimension. Ce « cocktail d'incertitude » doit conduire l'élève à remettre en question ce qu'il sait, ce qu'il voit, ce qu'il croit, donc *in fine* à prendre du recul. Cette démarche pédagogique, plus ou moins explicite, est d'autant plus exigeante qu'elle commence très tôt dans la formation de l'élève, comme s'il s'agissait pour l'instructeur d'inscrire l'imprévu dans les gènes du futur pilote pour le préparer au mieux à l'incertitude de son milieu opérationnel. Ce type de formation, qui dans certaines professions peut être contre-productive – imaginez un étudiant en droit qui remettrait en question systématiquement tout ce qu'il a appris –, n'est pas spécifique aux armées en général, et à l'armée de l'air en particulier. En effet, toute profession s'exerçant dans un environnement contraignant et dynamique, comme par exemple la médecine urgentiste, se doit d'être – ou devrait être ? – précédée d'une formation à l'imprévu telle qu'elle est dispensée dans l'aviation militaire.

Au sein de l'armée de l'air, la formation à la gestion de l'imprévu se combine avec la formation à la gestion des systèmes d'aide des aéronefs de 4<sup>e</sup> génération. Cet équilibre si difficile à maintenir entre tradition et modernité est la condition *sine qua non* d'une formation adaptée aux exigences inhérentes à la polyvalence du *Rafale*, de l'hélicoptère *Caracal*, de l'A400M *Atlas* ou de l'A330 MRTT.

Vincent Ferrari<sup>2</sup>



### *Epidosis*

Une publication du CESA

**Directeur de publication :**  
colonel Bruno Mignot

**Contact :**  
bruno.mignot@intradef.gouv.fr  
Tél : 01 44 42 83 71

**Centre d'études  
stratégiques aérospatiales**  
1, place Joffre  
75700 Paris SP 07

www.cesa.air.defense.gouv.fr

1. NDLR : voir *Epidosis* n°16 sur la simulation embarquée.

2. Enseignant-chercheur au Centre de recherche de l'armée de l'air.