



EPIDOSIS

Regards croisés sur l'innovation

n° 16

Hebdo

Avril 2014

Innovation technologique et pédagogique : le cas de la simulation embarquée

Il n'est pas rare de constater que l'utilisation d'une innovation tend à privilégier une approche technique à celle davantage portée sur l'aspect humain dans sa mise en œuvre. Un de ces aspects humains, parfois insuffisamment considérés, concerne la formation de l'utilisateur. L'absence de prise en compte de cet aspect dans un programme complexe peut en effet avoir des conséquences pernicieuses. Voyons comment l'armée de l'air s'en prémunit à travers son programme de simulation embarquée pour la formation de ses futurs pilotes de combat.

L'armée de l'air a pour mission de former ses équipages à être des experts de leur domaine. Leur formation requiert en moyenne huit années pour atteindre la plus haute qualification délivrée par l'institution militaire, ce qui est congruent avec les études internationales en matière de sciences cognitives qui établissent que, dans de nombreux domaines, le temps requis pour atteindre un niveau de performance exceptionnel est d'environ dix ans¹. La pédagogie élaborée par l'expérience de générations de pilote de combat permet depuis de nombreuses années de mener une formation efficace des plus jeunes ; à première vue, il pourrait se révéler déraisonnable de la remettre en cause.

Cependant, l'armée de l'air a compris que ce bel équilibre pourrait être ébranlé par les nouvelles technologies embarquées à bord des avions de nouvelle génération comme le *Rafale*. En effet, cet avion a pour caractéristique principale d'être polyvalent ; laquelle requiert de maîtriser un panel plus large de missions complexes que sur les avions d'ancienne génération, y compris les *Mirage 2000*. Un *Rafale* est en effet capable d'effectuer la totalité des missions encore aujourd'hui dévolues à plusieurs avions de combat différents : défense aérienne (*Mirage 2000C*), bombardement (*Mirage 2000D*), renseignement (*Mirage F1CR*)... donc un équipage de *Rafale* doit être capable de toutes les mener. En outre, les interfaces de pilotage et de système d'armes requièrent des compétences nouvelles pour les membres d'équipage. Dès lors, comme les exigences opérationnelles ont évolué, la formation doit aussi évoluer. En clair, l'emploi et la technologie du *Rafale* exigent des membres d'équipage plus de connaissances autant tactiques (plus de missions différentes) que techniques (utilisation d'une interface très informatisée). A l'heure actuelle, cette augmentation du nombre de compétences à maîtriser est absorbée à partir d'un stade avancé de la formation, ce qui a pour conséquence d'augmenter le temps de formation avant que le pilote soit déclaré opérationnel. Le problème auquel fait face l'armée de l'air est donc d'inculquer davantage de connaissances en un temps de formation équivalent. Ainsi, les innovations technologiques impliquent pour l'utilisateur et le formateur d'innover pédagogiquement en retour.

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

1. Cf. l'article « The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance » de Anders Ericsson, Ralf Krampe et Clemens Tesh-Römer, publié dans le volume 100 de la *Psychological Review* (1993).

Pour s'y conformer, l'armée de l'air a choisi de déplacer dans les phases amont de l'utilisation du *Rafale* un ensemble de compétences spécifiques aux avions modernes. C'est dans ce cadre qu'une savante utilisation de la simulation embarquée (SE) a été envisagée. De quoi s'agit-il ? La SE désigne la capacité de générer un environnement tactique virtuel dans lequel des événements fictifs sont simulés et présentés dans le cockpit de l'avion en vol. Cette technologie permet de simuler dans des vols réels la présence de menaces sol-air et/ou d'appareils amis et/ou ennemis. Comme, dans la plupart des cas, le préavis de menace est présenté sur l'écran radar sous forme de plot, il suffit de générer un plot virtuel pour simuler la présence d'une menace. Il est donc possible de simuler un très vaste champ de missions tactiques, similaires à celles susceptibles d'être rencontrées en mission réelle.

À l'origine, cette technologie était prévue pour l'entraînement. Elle a vu sa fonction détournée pour la formation ; d'une évolution technologique a été tirée une évolution pédagogique. Plus précisément, en apprenant en avance certaines compétences, les équipages ont une plus grande aisance sur les avions de combat modernes. En effet, lorsque les équipages se forment sur les avions opérationnels (e.g., le *Rafale*), ils ont besoin de moins de missions d'acclimatation et peuvent se consacrer plus vite aux missions opérationnelles. En résumé, la SE permet une optimisation des heures de vol et répond à la problématique de l'armée de l'air concernant l'augmentation de la quantité de connaissances à acquérir en un temps équivalent. Toutefois, les nombreuses possibilités apportées par la SE laissent certaines questions encore en suspens, notamment celle d'estimer le niveau de complexité des missions tactiques que les pilotes à l'instruction sont capables d'appréhender, ou celle de l'impact que peut avoir l'introduction de nouvelles compétences sur celles déjà enseignées. Ces questions montrent que les progrès technologiques ne peuvent pas se passer d'une approche pédagogique associée.

Bien entendu, l'armée de l'air ne s'est pas lancée dans une telle rénovation de sa formation sans s'y être préparée. Cela fait déjà quelques années que divers organismes initient cette évolution pédagogique par des réflexions et des expérimentations. Parmi eux, le Centre de recherche de l'armée de l'air de Salon de Provence (CREA) travaille sur la question du déplacement d'enseignement de phases aval vers des phases amont et sur les outils de formation tels que la simulation-sol et la SE. Les conclusions de ses études insistent sur la plus-value d'employer la simulation embarquée pour favoriser une formation adaptée aux avions de combat modernes mettant en œuvre des architectures fortement informatisées. Les risques identifiés soulignent également le danger d'utiliser des innovations technologiques sans formation appropriée. À titre d'exemple, l'aviation civile américaine (*Federal Aviation Administration* – FAA) a constaté un accroissement des accidents mortels quand davantage d'avions ont incorporé les cockpits modernes. Ces derniers proposent une telle quantité d'informations que certains pilotes deviennent mentalement saturés, ce qui augmente le risque d'erreur de pilotage. La solution développée par la FAA a été d'adapter la formation à ces nouveaux outils, montrant en cela qu'avant de pouvoir utiliser efficacement la SE, un membre d'équipage à l'instruction doit maîtriser certaines compétences liées à l'utilisation des cockpits modernes².

Dans cette perspective, l'armée de l'air française s'est dotée d'avions de formation équipés de cockpits modernes non militarisés (le Cirrus SR 20) pour les premières heures de vol de la formation. La mise en œuvre d'un apprentissage aux cockpits modernes a ainsi pu être testée avec succès par le CREA. Les résultats des différents travaux mettent en évidence que l'innovation pédagogique, entreprise pour répondre aux difficultés provoquées par les innovations technologiques des avions de combat de type *Rafale*, est efficace au stade de la formation testée. Cette efficacité obtenue en début de formation rend très optimiste quant à la réussite de cette innovation pédagogique dans les phases suivantes de la formation des membres d'équipage.

Les innovations technologiques oublient parfois qu'elles nécessitent un être humain pour être mises en œuvre. L'amélioration de l'ergonomie des interfaces n'est pas suffisante : encore faut-il penser la formation à l'utilisation de ces objets pour éviter des répercussions coûteuses en temps, en énergie et en argent.

Colin Blättler³



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

2. NDLR : un prochain article abordera la problématique des *glass cockpits* plus en détail.

3. Chercheur au Centre de recherche de l'armée de l'air.