



Défense nationale National Defence



# DROIT AU BUT

## OPÉRATIONS NOCTURNES

Canada 

# DROIT AU BUT

## DIRECTION DE LA SÉCURITÉ DES VOLS

DIRECTEUR, SÉCURITÉ DES VOLS  
COLONEL G.R. DOIRON

## RÉDACTEUR EN CHEF

CAPITAINE K. ASHTON

## RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT

CAPITAINE R. MCMULLEN

## GRAPHIQUES, CONCEPTION ET MISE EN PAGE

CAPORAL R. PARKS  
RYAN/SMITH CREATIVE

Une fois par an, la Direction de la sécurité des vols publie la revue Droit au but, qui traite d'un seul sujet d'intérêt. Cette publication est distribuée aux abonnés de la revue Propos de vol. Les articles publiés ne reflètent pas nécessairement la politique officielle et, sauf indication contraire, ne constituent pas des règlements, des ordonnances ni des directives. Votre appui et vos commentaires sont les bienvenus pour les numéros subséquents de la revue Droit au but. Les textes soumis deviennent la propriété de la Direction de la sécurité des vols et peuvent être modifiés quant à leur longueur ou à leur format.

Des efforts raisonnables ont été faits afin d'obtenir la permission des photographes pour inclure les photos contenues dans cette revue. Cependant, certaines sources n'ont pu être retracées. Prière de contacter l'éditeur si vous reconnaissez une photo dont vous êtes l'auteur et désirez être reconnu dans la version électronique de la revue.

Envoyez vos articles au :

### Rédacteur en chef

Direction de la sécurité des vols  
101, promenade du Colonel By  
Ottawa (Ontario) Canada  
K1A 0K2

Courriel : [dfs.dsv@forces.gc.ca](mailto:dfs.dsv@forces.gc.ca)

Téléphone : 613-992-0198

Télécopieur : 613-992-5187

Pour abonnement, contactez :

Éditions et services de dépôt, TPSGC, EGC,  
Ottawa (Ontario) K1A 0S5

Téléphone : 1-800-635-7943

Courriel : [publications@pwgsc.gc.ca](mailto:publications@pwgsc.gc.ca)

Abonnement annuel : Canada, 19,95 \$; chaque numéro, 7,95 \$; à l'étranger, 19,95 \$ US, chaque numéro 7,95 \$ US. Les prix n'incluent pas la TPS. Faites votre chèque ou mandat à l'ordre du Receveur général du Canada. La reproduction du contenu de cette revue n'est permise qu'avec l'autorisation du rédacteur en chef. Pour informer le personnel de la DSV d'un événement URGENT relié à la sécurité des vols, communiquez avec un enquêteur en tout temps, au numéro 1-888-927-6337 (WARN-DFS).

La présente publication ainsi que tous les numéros précédents se trouvent sur le site Web de la DSV à l'adresse <http://www.airforce.forces.gc.ca/dfs-dsv/index-fra.asp>

Direction de la conception graphique :  
SMA(AP) DPSAP DGM-10-04-00092



## Note de la rédaction

La Direction de la sécurité des vols remercie toutes les personnes qui ont collaboré à la présente revue. Les articles contenus dans la revue reflètent le point de vue de leur auteur.

Page couverture : Photo d'un pilote de F18 lors d'un vol de nuit simulé sans aide.  
Photo par Cplc Kim Gosse

Publié le 01 août 2010.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Avant-propos du Directeur</b>	<b>4</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE – DOSSIERS</b>	<b>7</b>
<i>Compatibilité d'un aéronef pour le domaine de vol avec lunette de vision nocturne</i>	<b>8</b>
<i>Mission nocturne de recherche et sauvetage en région montagneuse</i>	<b>13</b>
<i>Les défis reliés à la fatigue</i>	<b>15</b>
<i>Adaptation aux lunettes de vision de nuit pour les Sea King</i>	<b>18</b>
<i>Facteurs humains limitant l'utilisation des NVGs</i>	<b>21</b>
<i>Entretien des lunettes de vision nocturne</i>	<b>25</b>
<i>Opérations nocturnes : un élément vital de la capacité de transport aérien</i>	<b>27</b>
<i>Opérations nocturnes des engins télépilotés</i>	<b>30</b>
<i>Les effets des pointeurs lasers sur les vols nocturnes</i>	<b>32</b>
<i>Techniques d'instruction informatisées en environnement synthétique à l'appui des opérations militaires nocturnes</i>	<b>36</b>
<i>Travailler dans le noir</i>	<b>41</b>
<i>Dodo au boulot!</i>	<b>44</b>
<b>DEUXIÈME PARTIE – LEÇONS APPRISSES</b>	<b>49</b>
<i>Lecture de cartes à l'aide de lunettes de vision nocturne</i>	<b>50</b>
<i>Quand huit heures ne suffisent pas</i>	<b>52</b>
<i>Un opérateur de ravitaillement s'endort au boulot</i>	<b>54</b>
<i>La fatigue – L'ennemi sournois du spécialiste de la maintenance</i>	<b>56</b>
<i>La sécurité doit primer sur le réalisme</i>	<b>58</b>





**Colonel G.R. Doiron**  
*directeur de la Sécurité des vols, Ottawa*

## Avant-propos du Directeur

C'est avec plaisir que nous vous présentons le numéro de *Droit au but* de 2010. Pour ceux d'entre vous qui prennent part au large éventail d'activités de la Force aérienne, vous savez que les opérations nocturnes comportent davantage de défis. Les lunettes de vision nocturne (NVG) ont radicalement changé la façon dont les équipages navigants pilotent la nuit. Les NVG ont permis d'accroître considérablement les capacités opérationnelles de nos ressources, mais nous devons toutefois rester conscients des risques inhérents à l'utilisation d'un dispositif aussi important.

Nous présentons ainsi des articles visant diverses flottes d'aéronefs et traitant des leçons apprises dans le cadre d'opérations nocturnes. Contrairement aux membres des équipages navigants, les techniciens d'aéronef n'ont pas le privilège d'utiliser d'aides à la vision nocturne pour exécuter leurs tâches, et ils sont invariablement confrontés à de nombreux défis lorsqu'ils ont à accomplir leur travail sous un mauvais éclairage.

La *fatigue*, qui est communément associée aux opérations nocturnes, s'avère particulièrement préoccupante pour la sécurité des vols. La fatigue touche tout un chacun, et plusieurs articles de la présente publication se penchent sur ses dangers et offrent des conseils, au personnel comme aux superviseurs, sur la façon de reconnaître une personne qui n'est plus en mesure de s'acquitter de ses tâches en toute sécurité.

Les opérations nocturnes des Forces canadiennes ne reposent pas uniquement sur les NVG. Dans plusieurs flottes d'aéronefs, le pilotage ne se fait pas à l'aide des NVG; ces

flottes ont plutôt mis au point leurs propres instructions permanentes d'opération qui leur permettent d'utiliser des aéronefs dans l'obscurité en toute sécurité.

Un des principes fondamentaux du programme de la sécurité des vols des Forces canadiennes consiste à tirer des leçons des erreurs des autres et à éviter que de telles erreurs se reproduisent. Les Forces canadiennes ont fait l'objet de nombreux accidents de catégorie A, ce qui leur a permis d'élaborer de nombreuses mesures de prévention et de tirer parti d'importantes leçons.

Les extraits suivants, tirés de rapports d'enquête sur des accidents d'aéronef publiés par la Sécurité des vols, visent à souligner l'importance des dangers et des erreurs qui peuvent facilement s'immiscer dans les missions nocturnes, que ces dernières soient menées à l'aide des NVG ou non. Les résumés d'accident suivants traitent de différents scénarios concernant divers aéronefs, de même que de l'utilisation d'aide à la vision nocturne.

### **HERCULES CC130322, « BOXTOP 22 », 30 OCTOBRE 1991, 10 MILLES MARINS AU SUD-EST DE LA SFC ALERT.**



Un avion *Hercules* du 435<sup>e</sup> Escadron de la BFC Edmonton était parti de l'AFB Thulé pour une mission de ravitaillement

dans le cadre de l'opération BOXTOP. À bord se trouvaient cinq membres d'équipage, 13 passagers et un réservoir servant au transport de carburant en vrac qui contenait 24 000 livres de carburant diesel arctique.

Au cours de l'approche visuelle à Alert, l'avion a percuté le sol pendant sa descente en faible pente, l'aile gauche inclinée de 20 degrés.

Le lieu de l'accident présentait une légère pente descendante, mais il était essentiellement plat et recouvert de neige. Un passager a été tué sur le coup; deux autres passagers et le chef arrimeur sont décédés peu après. Les membres d'équipage dans le poste de pilotage s'en sont relativement bien tirés, mais les autres passagers ont subi divers traumatismes contondants et brûlures. Le commandant de bord de l'appareil est mort de froid environ 24 heures après l'accident. L'avion a subi des dommages de catégorie A.

Le commandant de bord avait décidé de faire une approche visuelle de nuit pour hâter l'arrivée à Alert. Pendant qu'il se préparait à l'étape vent arrière, l'équipage a mal jugé sa position et, croyant qu'il se trouvait au-dessus de l'océan, il est descendu sous l'altitude minimale de sécurité. L'équipage d'un *Hercules* qui avait précédé l'appareil accidenté a déclaré que les conditions radar se prêtaient à une inversion radar, c'est-à-dire que l'écho radar de l'océan va apparaître au radar comme la terre et vice versa.

Une approche visuelle dans l'obscurité et en région éloignée représente tout un défi. En l'absence des repères visuels habituels, les pilotes doivent contre-vérifier aux instruments l'altitude, l'assiette et la vitesse. Ces contre-vérifications devraient se poursuivre jusqu'à ce que l'avion soit bien établi sur sa trajectoire d'approche finale de la piste. Toute perte de contact visuel avec le terrain commande une remise des gaz immédiate jusqu'à l'altitude de sécurité du secteur ainsi qu'un retour au vol IFR.

## GRIFFON CH146421, 12 NOVEMBRE 1996, ÎLE DE KILLINIQ (NUNAVUT)



Un Griffon du 444<sup>e</sup> Escadron avait été chargé par le Centre de coordination des opérations de sauvetage

(CCOS) d'Halifax d'évacuer un marin gravement malade qui se trouvait à bord d'un chalutier près de l'île Resolution. Les membres d'équipage ont effectué la dernière étape du vol au moyen de lunettes de vision nocturne. En se rendant à une cache de carburant située sur l'île Killiniq, ils ont été confrontés à des intempéries, et ils n'étaient plus en mesure de déterminer leur position exacte; l'hélicoptère s'est abîmé dans l'eau. Un membre d'équipage a été légèrement blessé au moment de l'impact, et trois autres membres d'équipage ont subi des blessures graves causées par l'exposition au froid alors qu'ils attendaient de l'aide. L'hélicoptère a subi des dommages de catégorie A. Pendant la dernière étape du vol, l'hélicoptère se trouvait à moins de 200 pieds au-dessus de l'eau; la luminosité était faible, et les conditions météorologiques se détérioraient. Comme la mise au point des lunettes de vision nocturne avait été faite pendant le vol, l'équipage risquait davantage d'être victime des erreurs et des illusions caractérisant les opérations menées au moyen de ces lunettes. Sans s'en rendre compte, les pilotes ont perdu leurs repères visuels; ils utilisaient leurs lunettes dans des conditions dépassant les limites de celles-ci, notamment en raison des conditions météorologiques, de la luminosité, du vol au-dessus de l'eau et de leur mise au point en vol. Tous ces éléments ont engendré une désorientation spatiale qui a ultimement causé l'écrasement de l'hélicoptère.

## SEA KING CH124438, 2 FÉVRIER 2006, MER BALTIQUE PRÈS DU DANEMARK



Les cinq membres d'équipage à bord de l'hélicoptère *Sea King* retournaient sur le navire canadien de Sa

Majesté *ATHABASKAN* après avoir terminé un entraînement en circuit de nuit, à Aarhus (Danemark), lorsque l'accident s'est produit. Lors de l'exécution d'une approche contrôlée au radar, l'équipage a entamé une approche interrompue et a joint le circuit à vue pour apponter. En courte finale, à environ 30 mètres de la hanche bâbord de l'*ATHABASKAN*, le fuselage arrière et le rotor de queue de l'hélicoptère ont touché l'eau. L'hélicoptère s'est projeté vers l'avant, a repris l'air et a commencé un lacet sur la droite. Il a alors touché le plan d'eau presque à l'horizontale et, toujours dans un mouvement de lacet vers la droite, a basculé sur la gauche. L'eau a inondé l'hélicoptère dès qu'il a basculé sur le dos. Les cinq membres d'équipage ont abandonné l'hélicoptère et ont été ramenés sur l'*ATHABASKAN* en zodiac dans les 15 minutes qui ont suivi. Un membre d'équipage a été légèrement blessé. L'hélicoptère a coulé dans 16 mètres d'eau environ une heure après l'accident.

Le copilote ne pouvait profiter d'aucune aide visuelle autre que les feux du navire. Après avoir senti qu'il était haut et qu'il allait vite, il a tenté de réduire promptement ce qu'il percevait comme étant une vitesse excessive. Le fait de relever le nez de l'hélicoptère et la décélération qui s'en est suivi pourraient avoir induit cette illusion de changement de l'assiette en tangage, ce qui a généré la sensation qu'il se trouvait en piqué ou à sous-estimer l'ampleur selon laquelle le

nez de l'hélicoptère se serait relevé. Cette affirmation est en outre appuyée par le fait que le copilote a affirmé qu'il croyait que le dessous de l'hélicoptère, plutôt que la queue, avait heurté le plan d'eau, ce qui indique qu'il avait l'impression que l'hélicoptère se trouvait presque à l'horizontale. Cette assiette en cabré a déplacé le vecteur portance du disque rotor principal vers l'arrière, permettant à l'hélicoptère de décélérer encore plus et d'augmenter son taux de descente.

## **CORMORANT CH149914, 13 JUILLET 2006, AU-DESSUS DE LA BAIE DE CHEDABUCTO, À 2 MILLES MARINS AU NORD DE CANSO (NOUVELLE-ÉCOSSE)**



TUSKER 914 était un hélicoptère CH149 Cormorant de recherche et sauvetage, ayant à son bord sept membres

d'équipage, qui avait été autorisé à mener une mission d'entraînement de nuit depuis la 14<sup>e</sup> Escadre Greenwood, en Nouvelle-Écosse. L'hélicoptère et son équipage se sont rendus de Greenwood à Port Hawkesbury, où l'hélicoptère s'est posé pour l'inspection requise du rotor de queue. Après ce bref arrêt, TUSKER 914 a repris sa mission et a communiqué avec le bateau de pêche *Four Sisters No.1* en préparation à un exercice de treuillage de nuit à partir du bateau. Alors que l'hélicoptère approchait du bateau, le commandant de bord, assis sur le strapontin, s'est inquiété de la diminution d'altitude de l'hélicoptère et a ordonné au pilote aux commandes, assis à droite, de remettre les gaz. Pendant la tentative de remise des gaz, l'hélicoptère a percuté le plan d'eau en piqué à une vitesse corrigée de 69 nœuds. La partie avant du fuselage a été détruite dès l'impact avec le plan d'eau, et la cabine à l'arrière a immédiatement été inondée. Les trois pilotes dans le poste de pilotage et le chef d'équipe

technicien en recherche et sauvetage (Tech SAR) dans la cabine ont été blessés, mais ils ont survécu. Les deux mécaniciens de bord et l'équipier Tech SAR ont péri. Les survivants ont été immédiatement secourus par le personnel du *Four Sisters No.1* et transportés à Canso pour y recevoir des soins médicaux.

Le pilote agissant comme commandant de bord a décidé de retirer ses lunettes de vision nocturne (NVG) pour exécuter la procédure de descente au-dessus d'un plan d'eau au moment où il tentait de s'établir à la position d'attente, alors que le copilote a décidé de garder ses NVG pendant toute la séquence. Ces décisions sont conformes au manuel des manœuvres standard, qui permet le vol avec des équipages mixtes. En comparaison, les équipages mixtes (un pilote portant ses NVG, et l'autre pas) à bord des CH146 ne sont pas autorisés pour des opérations de l'aviation tactique, tandis que les CH146 utilisés dans un rôle SAR peuvent en accueillir. Cette différence s'explique par l'usage particulier de l'éclairage fait par les équipages SAR durant les manœuvres, comme le treuillage, où toutes les lumières blanches disponibles sont normalement utilisées. Cette façon de faire reflète mieux les exigences des équipages SAR, elle s'applique mieux et a habituellement lieu lors d'opérations à basse altitude au-dessus de l'eau. Le manque de perception de la profondeur qui est inhérent aux NVG rend difficile de déceler les changements de hauteur, surtout à faible hauteur lors d'un vol au-dessus d'eaux libres. De plus, la vitesse-sol et la vitesse de rapprochement sont difficiles à juger pendant les opérations avec NVG. Dans le cas présent, un plan d'eau lisse, l'absence de contraste et la rive située à bonne distance au moment de l'accident n'ont pas fourni suffisamment de repères visuels pour permettre au copilote de conserver sa conscience de la situation, malgré l'utilisation des NVG. Potentiellement, un collimateur de

pilotage (HUD) de nuit, semblable à ceux qui sont utilisés par le milieu de l'aviation tactique des CH146, pourrait être utilisé pour améliorer la conscience de la situation du pilote dans ces situations. Néanmoins, les limites actuelles des NVG appellent un bon balayage des instruments par l'équipage à basse altitude au-dessus de l'eau, même lorsqu'il porte des NVG.

Une mauvaise mise au point des NVG va exacerber la réduction d'acuité visuelle de ces lunettes. Le copilote a décidé de faire la mise au point de ses NVG au moyen d'objets extérieurs plutôt qu'au moyen de l'équipement ANVS 20/20 à sa disposition et recommandé. Des études ont montré que cette façon de faire se traduira par une acuité visuelle dégradée, se situant entre 20/300 et 20/40, selon l'expérience de l'utilisateur. Bien qu'on ne puisse l'affirmer avec certitude, il est possible qu'une acuité visuelle réduite des NVG du copilote ait contribué à son incapacité de percevoir la trajectoire de vol finale de l'hélicoptère au moyen des références extérieures.

La Force aérienne continue d'augmenter la cadence des opérations nocturnes au fur et à mesure que la technologie s'améliore et que de nouveaux aéronefs sont mis en service. Il faut apprendre des erreurs des autres et être conscient que les opérations comportent davantage de défis lorsque le soleil disparaît à l'horizon.





# PREMIÈRE PARTIE – DOSSIERS

# Compatibilité d'un aéronef pour le domaine de vol avec lunette de vision nocturne

par le Major Stéphane Racle, Centre d'essais techniques (Aérospatiale), Cold Lake.

J'irai droit au but : je commence par deux questions qu'on m'a déjà posées. D'abord, si nous pilotons déjà un appareil donné de nuit, sans aides visuelles, n'est-il pas préférable et plus sécuritaire d'utiliser des lunettes de vision nocturne (NVG) pour effectuer les mêmes manœuvres? Et ensuite, si le constructeur nous a déjà confirmé que l'aéronef était compatible au vol à l'aide de NVG, pourquoi nous impose-t-on des restrictions sur le plan opérationnel? Laissez-moi vous donner un indice. La réponse à la première question : pas nécessairement. Non seulement je vous expliquerai pourquoi, mais je vous donnerai également la réponse à la deuxième question tout en présentant un aperçu du processus nécessaire pour approuver le domaine de vol d'un aéronef exploité à l'aide des NVG. Pour ce faire, je citerai en exemple les modifications récemment apportées au système d'imagerie de vision nocturne (SIVN)

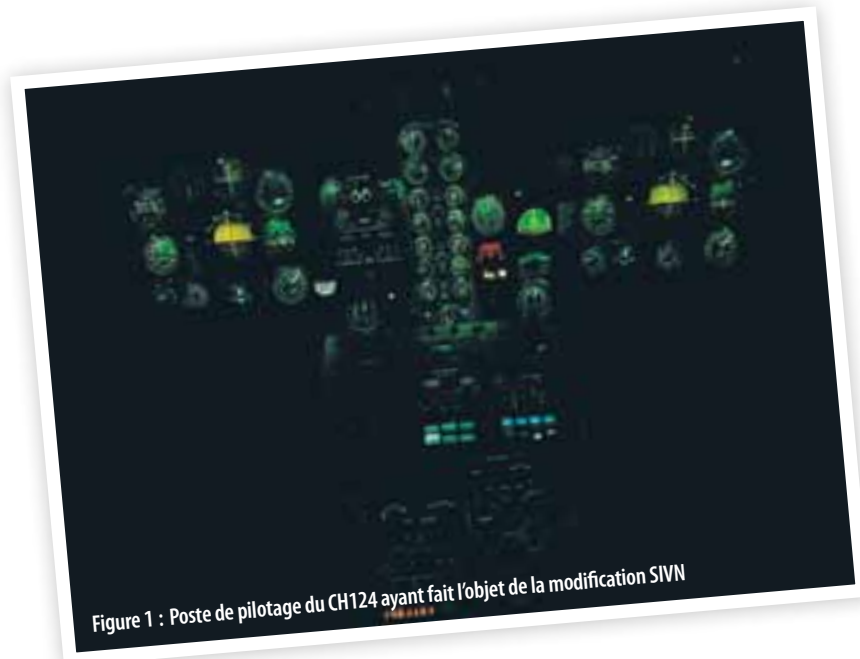


Figure 1 : Poste de pilotage du CH124 ayant fait l'objet de la modification SIVN

du CH124 *Sea King*. Eh oui! Cet hélicoptère âgé de près de 50 ans fait l'objet d'une métamorphose liée aux NVG!

Il est bien connu que les SIVN améliorent considérablement les capacités opérationnelles nocturnes. L'utilisation de NVG a tout particulièrement permis aux opérateurs d'effectuer des manœuvres et d'obtenir une meilleure connaissance de la situation à un niveau qui leur était tout simplement inaccessible sans aides visuelles. Pourtant, malgré tous ces avantages, l'utilisation des NVG pose des défis importants sur

le plan de la conception, et elle implique des répercussions sur la sécurité et les procédures. De par leur conception initiale, la plupart des aéronefs militaires modernes sont compatibles aux SIVN, ce qui présente évidemment des avantages. Toutefois, les Forces canadiennes ont choisi d'utiliser les NVG à bord de leurs anciennes flottes, et la modification des cellules en vue d'assurer leur compatibilité avec les NVG engendre des risques supplémentaires, et elle s'avère complexe.

« L'utilisation des NVG pose des défis importants sur le plan de la conception, et elle implique des répercussions sur la sécurité et les procédures. »



« La modification SIMN apportée au CH124 a donné lieu à certains problèmes sur le plan de la lisibilité de jour, dont la plus grave était la façon dont elle nuisait à la capacité des voyants d'avertissement à attirer l'attention. »

La seule façon d'évaluer et d'atténuer ces risques consiste à effectuer des essais et évaluations (E et E). Par exemple, il faut tenir compte de l'éclairage intérieur et extérieur afin d'évaluer si celui-ci favorise une dégradation inacceptable de l'acuité visuelle des membres d'équipage. Par ailleurs, il faut déterminer si l'éclairage fournit suffisamment de lumière pour que l'équipage puisse exécuter ses tâches, comme la gestion des urgences. Les voyants d'avertissement doivent également être évalués pour vérifier s'ils attirent toujours l'attention comme prévu. En outre, les activités et les manœuvres opérationnelles doivent être analysées

en vue de l'élaboration de procédures propres aux vols effectués à l'aide des NVG ainsi que pour déterminer si celles-ci assurent la sécurité de tels vols. Il faut pousser l'étude davantage lors de la modification d'une cellule existante, car il faut porter une attention particulière aux caractéristiques déjà éprouvées ou approuvées. Il faut notamment examiner les répercussions qu'aura la modification de l'éclairage sur la lisibilité des instruments et des écrans durant le jour. Sur le plan ergonomique, il faut étudier si l'utilisation de volumineuses NVG nuit à la capacité d'un membre d'équipage à exécuter ses tâches ou à évacuer l'hélicoptère en cas d'urgence. Il faut également déterminer si la modification entraîne d'autres conséquences non souhaitées.

L'hélicoptère CH124 *Sea King* est employé à des fins de guerre maritime ainsi que dans des missions non liées au combat, comme des missions de surveillance et de reconnaissance, de recherche et sauvetage (SAR) et de transport. Le CH124, qui n'est pas compatible aux SIMN, sera remplacé par le CH148 *Cyclone* moderne au cours des prochaines années. Le *Cyclone* est compatible aux SIMN, et la collectivité des hélicoptères maritimes a l'intention de tirer pleinement profit

des NVG. Comme processus d'atténuation des risques pour aider à la transition vers les opérations SIMN du *Cyclone*, on a prévu de modifier l'éclairage du poste de pilotage et de la cabine du *Sea King* de façon à ce qu'il soit compatible aux NVG. La modification en question englobe divers changements, notamment le remplacement des ampoules standard par des ampoules compatibles aux SIMN, l'utilisation de filtres et des changements à l'éclairage interne des instruments du poste de pilotage. En novembre 2008, un prototype des modifications SIMN a été monté dans un hélicoptère CH124, et il est évalué depuis par une force d'essai combinée (FEC) formée d'évaluateurs provenant du Centre d'essais techniques (Aérospatiale) (CETA) et de l'Installation d'évaluation et d'essais opérationnels - Hélicoptères (Ele EEOH).

Avant de commencer tout pilotage au moyen du prototype en question, on a d'abord procédé à de rigoureux essais au sol. Le CETA, situé à Cold Lake (Alberta), est équipé d'une aire d'essai pouvant accueillir un avion aussi imposant que le CC130 *Hercules* et reproduire certaines conditions de luminosité en milieu fermé. Avant d'évaluer la compatibilité des SIMN, il a d'abord fallu prendre en considération les facteurs humains et la lisibilité. Pour évaluer les répercussions physiologiques liées à l'utilisation des NVG, des membres de l'équipe d'essai ont procédé à une évacuation d'urgence et à des activités opérationnelles alors qu'ils occupaient différents sièges dans le poste de pilotage

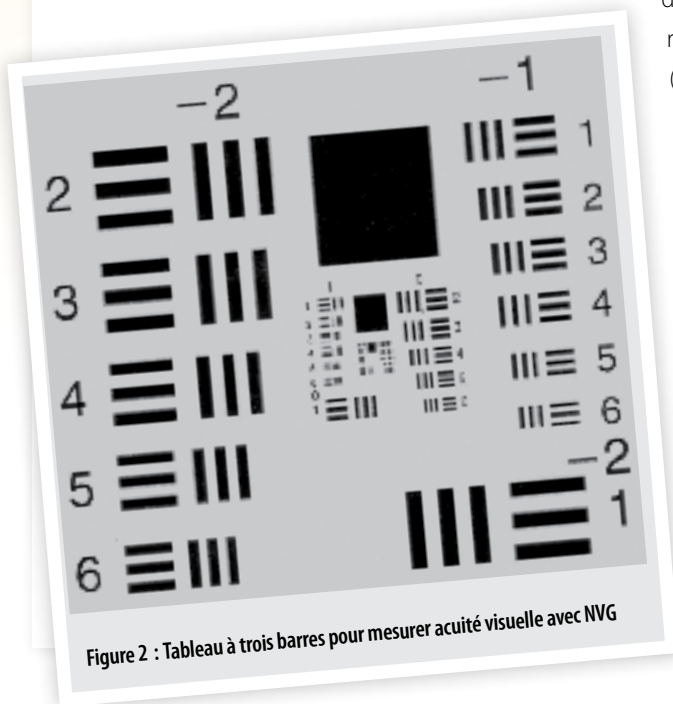


Figure 2 : Tableau à trois barres pour mesurer acuité visuelle avec NVG

et la cabine. Aucun problème important n'a été cerné, mais il était évident que les NVG limitaient davantage les allées et venues dans une zone déjà restreinte. Pour mener les essais de lisibilité de jour, on a dirigé une lumière brillante d'une intensité connue, vers des instruments et des voyants d'intérêt. Ce « soleil portatif » a été placé selon différents angles d'incidence pour reproduire les mêmes angles solaires que ceux constatés durant les opérations, pendant que les évaluateurs observaient la lisibilité et l'éblouissement et, dans le cas des voyants, l'intégrité de leur capacité à attirer l'attention. La modification SIMN apportée au CH124 a donné lieu à certains problèmes sur le plan de la lisibilité de jour, dont la plus grave était la façon dont elle nuisait à la capacité des voyants d'avertissement à attirer l'attention. Ce problème était déjà bien connu dans le poste de pilote de l'ancien *Sea King*, mais il fallait tout de même le déterminer et le définir.

Les essais de lisibilité de jour ont été suivis d'une évaluation de la lisibilité de nuit sans l'utilisation d'aides visuelles. Il faut prendre en considération un certain nombre de

facteurs relativement à la lisibilité de nuit sans aides visuelles, comme un éclairage suffisant, uniforme (à l'intérieur d'un instrument) et équilibré (visant plusieurs instruments ou tableaux), ainsi que leurs reflets sur le pare-brise et les fenêtres. La capacité d'un voyant d'avertissement à attirer l'attention demeure importante mais, de nuit, la lumière de ces voyants risque également d'être trop vive, au point où elle attire trop l'attention de l'équipage et s'avère une distraction pour lui. Théoriquement, la lumière émanant des instruments et de l'éclairage devrait être équilibrée et uniforme. Dans la pratique, il est difficile d'harmoniser l'éclairage dans un aéronef équipé d'indicateurs classiques. La modification SIMN du *Sea King* n'y a pas fait exception, et elle comportait certains problèmes non critiques relativement à la lisibilité de nuit; les figures 1 et 3 montrent bien ce type de problème..

La dernière étape de l'évaluation au sol a porté sur l'examen de l'acuité visuelle lors de l'utilisation des NVG. L'aire d'essai du CETA est équipée d'un simulateur pouvant reproduire un ciel nocturne et offrir un éclairage dont le spectre est exact et l'intensité variable pour simuler les conditions ambiantes. Le système comprend trois tableaux de vérification de cibles autolumineux, aussi connus sous le nom de tableau à trois barres, sur lesquels se trouvent des groupes de barres (les cibles) de grandeur décroissante qui sont utilisées pour mesurer l'acuité visuelle (voir la figure 2). Ces tableaux forment une échelle d'acuité visuelle; l'évaluateur regarde le tableau à

l'aide des NVG, et il indique le plus petit groupe de barres qu'il est en mesure de discerner clairement. Les cibles sont placées à des distances et à des positions normalisées des évaluateurs, à des niveaux d'éclairage ambiant déterminé. Il s'agit d'une évaluation comparative, donc indépendante de l'évaluateur. La dégradation visuelle est mesurée par la comparaison d'une condition d'éclairage de base (habituellement toute lumière éteinte) à une configuration d'intérêt. Diverses configurations représentatives du milieu opérationnel sont ensuite évaluées pour déterminer si l'éclairage a une incidence sur l'acuité visuelle. Bien que la dégradation soit habituellement attribuée à des fuites de lumière ou à un éclairage incompatible, même un éclairage compatible peut réduire l'acuité visuelle si suffisamment de lumière émane d'une configuration d'éclairage.

Il faut également tenir compte des répercussions sur les voyants d'avertissement et sur tout autre éclairage auxiliaire. Dans le cas des voyants d'avertissement, il faut atteindre un équilibre délicat puisque ces dispositifs doivent attirer suffisamment l'attention de façon à alerter l'équipage, mais ils ne doivent pas nuire à la vision de l'utilisateur et à sa capacité de répondre à une urgence. Le problème d'acuité visuelle le plus important lors de la modification SIMN du *Sea King* a été causé par un voyant d'avertissement. Lorsque les NVG étaient utilisées, les voyants d'avertissement

« ...des manoeuvres exécutées sans aides visuelles se font grâce au repérage, comme celui offert par les instruments de l'hélicoptère ou tout balisage extérieur important, et ces repères différent de ceux normalement utilisés avec les NVG. »



d'incendie ont grandement atténué l'acuité du pilote occupant le siège droit et, en plus, ils l'ont ébloui.

À la fin des essais au sol, la FEC avait bien défini la modification SIVN du CH124, et un certain nombre de problèmes avaient été cernés. La plupart n'étaient pas graves, mais il fallait remédier à certains, ou les atténuer, avant de procéder aux essais en vol.

Pourquoi faut-il maintenant procéder à des essais en vol si l'on a déjà effectué des essais rigoureux au sol? D'abord, parce que les essais en vol permettent de confirmer les résultats des essais au sol dans un environnement réel. Des facteurs comme les conditions météorologiques, la lumière produite par l'homme et les vibrations de la cellule ne peuvent être reproduits avec précision, et ils peuvent avoir une grande incidence sur l'utilisation des SIVN. Ensuite,

les procédures doivent être validées dans des conditions réelles. Et comme dernière raison, et non la moindre, parce que le repérage visuel et les qualités de vol ne peuvent pas être évalués distinctement lorsqu'il s'agit de déterminer la capacité d'un aéronef à exécuter une manœuvre précise. La compatibilité technique ne suffit pas : même dans un poste de pilotage et une cabine entièrement compatibles, rien ne garantit que la manœuvre peut être exécutée en toute sécurité à l'aide des NVG. Mais laissez-moi donner des précisions sur ces derniers énoncés.

L'échelle de notation de la pilotabilité est un des outils utilisés par les équipages des vols d'essai pour évaluer la capacité d'un aéronef à effectuer une manœuvre. Je tiens à souligner qu'il s'agit ici de la capacité de l'aéronef et non du pilote : on pose le principe voulant que

l'exécution efficace d'une tâche ne devrait pas nécessiter qu'un pilote utilise des compétences exceptionnelles. L'équipage navigant effectuant le vol d'essai est formé pour attribuer une note fondée sur le rendement attendu d'un pilote moyen (dans ce contexte, « moyen » dépend de l'utilisation de l'hélicoptère – la différence, par exemple entre une formation initiale et une mission SAR). Grâce à cette méthode, tout problème cerné est imputable à l'hélicoptère et non au pilote.

L'utilisation d'une échelle de notation de la pilotabilité commande la définition de tâches représentant bien les opérations et la détermination d'une tolérance propre à chacune de ces tâches. Après l'exécution de chaque tâche, les équipages chargés des essais attribuent une note fondée sur la compensation et la charge de travail nécessaire pour respecter les tolérances. Bien entendu, une grande partie du processus dépendra des caractéristiques de stabilité fondamentales de l'aéronef et de toute amélioration de la maniabilité des commandes de vol (qualités de vol). Toutefois, il existe un lien direct avec la capacité de repérage visuel du pilote exécutant la tâche. Par exemple, prenons un hélicoptère mis en stationnaire au-dessus d'un endroit précis par une journée ensoleillée. Maintenant, imaginez l'exécution de la même manœuvre les yeux fermés. La stabilité de l'hélicoptère n'a pas changé, mais vous conviendrez que la tâche est maintenant beaucoup plus difficile à exécuter, et probablement



*« si une manœuvre n'est pas autorisée lors d'un vol à l'aide de NVG, c'est quelle n'est pas sécuritaire ou quelle n'a pas encore été évaluée. »*

moins sécuritaire. Il s'agit des deux extrêmes de la fonction de repérage visuel, mais le principe s'applique à l'utilisation des NVG, lesquelles offrent un repérage intrinsèquement différent de celui effectué de jour (champ de vision réduit, perception de la profondeur réduite, signature texturale limitée, et ainsi de suite). Donc, lors de l'utilisation des NVG, il peut être dangereux d'exécuter certaines manœuvres (le niveau de difficulté des essais menés par les équipages a augmenté graduellement pour ne pas les confronter à un tel danger). C'est la raison pour laquelle on ne peut présumer que le domaine de vol de nuit à l'aide des NVG correspond au domaine de vol de jour, et même à tout autre type de vol. Plus particulièrement, le fait de présumer que le domaine de vol à l'aide des NVG correspond à un domaine de vol de nuit sans aides visuelles peut être tentant, mais ce serait aussi dangereux : des manœuvres exécutées sans aides visuelles se font grâce au repérage, comme celui offert par les instruments de l'hélicoptère ou tout balisage extérieur important, et ces repères diffèrent de ceux normalement utilisés avec les NVG.

Mais, pour en revenir au scénario susmentionné, fait intéressant, une mise en stationnaire avec les yeux fermés pourrait être aussi facile que si les yeux du pilote étaient ouverts... Par exemple, si l'hélicoptère est équipé d'un dispositif de tenue de position et d'altitude (la capacité de l'hélicoptère à effectuer la tâche a été améliorée). Ce dispositif n'étant pas toujours disponible, la tâche peut quand même se faire en toute sécurité si l'on demande au pilote non aux commandes d'indiquer verbalement toute correction à apporter ou sollicitation des commandes à faire pour maintenir le vol en stationnaire. Ces exemples montrent bien pourquoi les procédures sont intrinsèquement liées à l'approbation d'un domaine de vol sécuritaire, et pourquoi l'on ne peut pas présumer que des procédures de jour ou même de nuit sans aides visuelles peuvent également être appliquées à un environnement SIMN. Ces procédures n'ont pas seulement une incidence sur le travail des pilotes : le repérage et les renseignements fournis par l'équipage de cabine peuvent être essentiels, notamment au moment de poser l'hélicoptère dans une zone exigüe.

La FEC a mis au point le domaine de vol NVG du CH124 progressivement; elle a d'abord procédé à des essais de décollage, de mise en stationnaire et d'atterrissage avec tous les systèmes fonctionnels et poursuivi par des essais en vol vers l'avant, pour finalement effectuer des essais en mode dégradé. Après les essais au-dessus de la terre, la FEC a ajouté au domaine de vol les opérations effectuées au-dessus

de l'eau, mais elle a exclu les opérations à partir d'un navire, lesquelles ont fait partie des essais de la dernière étape. Comme vous pouvez maintenant l'imaginer, les limites et les procédures liées aux opérations d'un hélicoptère à partir d'un navire et effectuées à l'aide de NVG ne peuvent correspondre à celles qui sont actuellement mises en application.

L'E et E est un outil d'atténuation des risques essentiel pour mettre au point le domaine de vol NVG d'un aéronef. Il est crucial de procéder à des essais au sol pour établir les caractéristiques de compatibilité des NVG, mais c'est seulement au moment des essais en vol que les procédures peuvent être validées, et que l'on peut évaluer le repérage combiné aux qualités de vol d'un aéronef, ce qui permet de déterminer si une manœuvre peut être effectuée ou non en toute sécurité. Je crois que vous avez maintenant la réponse aux deux questions posées précédemment. Je peux d'ailleurs la résumer ainsi : si une manœuvre n'est pas autorisée lors d'un vol à l'aide de NVG, c'est quelle n'est pas sécuritaire ou quelle n'a pas encore été évaluée.

## Mission nocturne de recherche et sauvetage en région montagneuse

par le Capitaine Eric Martinat, 442<sup>e</sup> Escadron de transport et de sauvetage, 19<sup>e</sup> Escadre Comox.



Un CC115 *Buffalo* du 442<sup>e</sup> Escadron de transport et de sauvetage s'envole dans l'obscurité par une nuit d'octobre, plus précisément à 21 h. Le Centre de coordination des opérations de sauvetage a chargé son équipage de porter secours à un aventurier en mauvaise posture à 50 milles marins à l'est de Prince George. L'équipage navigant est composé des six membres habituels, et deux autres techniciens en recherche et sauvetage (SAR) se sont ajoutés au groupe pour prêter main-forte, car tous les intéressés savent que ce sera une mission pour le moins difficile. Un spéléologue expérimenté traversant un col étroit a été pris au piège lorsqu'un rocher de mille livres s'est détaché. Il souffre de plusieurs blessures par écrasement. Un appel d'urgence a été lancé, et la machine de sauvetage s'est aussitôt mise en branle.

À l'arrivée sur le lieu de l'accident, toujours dans l'obscurité, le *Buffalo* tourne en rond à 2000 pieds d'altitude au-dessus du plus haut pic pendant que l'équipage formule un plan de sauvetage. La communication radio a été établie avec le personnel de l'équipe de recherche et de sauvetage au sol (GSAR) de Prince George, qui a été dépêché sur les lieux pour aider le grimpeur grièvement blessé. Les techniciens SAR leur fourniront un soutien médical avancé, et ils doivent sauter en parachute dans le noir avec leur matériel médical, dans un milieu sauvage accidenté.

Les vols et les opérations menés dans la région de recherche et sauvetage de Victoria s'avèrent une tâche éprouvante. Des chaînes de montagnes dentelées ainsi que des vents et des conditions météorologiques sans merci signifient que même les vols

normaux sont difficiles; dans cette région, les erreurs ne sont tout simplement pas permises lors d'un vol SAR de nuit. Une perte de la connaissance de la situation, une importante urgence en vol ou une erreur d'un membre d'équipage peut avoir de graves conséquences. C'est d'ailleurs ce qui motive les équipages SAR à continuellement s'entraîner de façon rigoureuse.

Malgré son âge, le CC115 *Buffalo* est un avion étonnant, particulièrement bien adapté aux opérations SAR de la côte Ouest. Les équipages s'entraînent à larguer des moyens de communication (radio bidirectionnelle), du matériel, des marqueurs fumigènes, des fusées éclairantes et des techniciens SAR, par la rampe arrière ou la porte latérale maintenue ouverte du *Buffalo*. Ils contournent les chaînes de montagnes à seulement 500 pieds des parois rocheuses et descendent dans de profondes vallées à une vitesse verticale de descente de plus de 3000 pieds par minute pour scruter le relief. Les opérations nocturnes consistent à exécuter les mêmes séquences, mais à la seule lumière des fusées éclairantes.

De nuit, une séquence type consiste à larguer une fusée éclairante LUU 2/B, d'une intensité de deux millions de candélas, d'une hauteur de 4500 pieds au-dessus du sol (AGL), puis de descendre à 1000 pieds AGL pour examiner le relief

pour ensuite remonter à une altitude sécuritaire avant que la fusée s'éteigne. L'éclairage des fusées dure de 4 à 5 minutes; les équipages ont donc peu de temps pour observer l'endroit. Selon la situation, l'aéronef descendra de nouveau pour marquer la cible à l'aide d'une radiobalise lumineuse, évaluer la vitesse du vent, ou larguer du matériel ou des techniciens SAR, tout en larguant des fusées éclairantes et en évitant le relief. Les fusées éclairantes LUU 2/B ne sont pas toujours fiables, ce qui ajoute un élément d'incertitude aux opérations. Les fusées sont conçues pour descendre à l'aide d'un parachute, mais elles sont souvent défectueuses : elles ne s'allument pas ou, si elles s'allument, le parachute ne se déploie pas et elles descendent rapidement vers le sol, ce qui est très dangereux pour tout secouriste ou tout hélicoptère mis en stationnaire dans une zone exiguë sous le largueur. Il va sans dire que le pilotage de nuit du *Buffalo* s'avère tout un défi à relever.

La fatigue a aussi une incidence sur les équipages navigants. Les manœuvres hautement complexes et exigeantes mentionnées précédemment drainent les équipages sur le plan mental et physique. Une mission nocturne SAR se déroule à des heures où les membres ont l'habitude de dormir, donc la fatigue au sein des équipages navigants est une inquiétude bien fondée. Une fatigue extrême peut dégrader le temps de réponse et le jugement tout comme le ferait l'alcool. En raison du milieu opérationnel des escadrons de sauvetage, la fatigue des équipages au cours de

la nuit ou dans le cadre de missions prolongées préoccupe grandement l'équipe chargée de la sécurité des vols. La fatigue peut être non seulement imputée au manque de sommeil, mais aussi au fait que les membres d'équipage sont continuellement soumis aux soubresauts d'un aéronef évoluant dans les turbulences, parfois fortes, que créent les montagnes. Les commandants de bord d'aéronefs doivent rester vigilants et continuellement sonder les membres d'équipage, afin de connaître leur état de préparation, et déterminer s'ils peuvent aller de l'avant et accomplir la mission ou s'ils doivent l'interrompre et possiblement éviter ainsi une catastrophe.

Durant la mission mentionnée précédemment, l'équipage a largué les fusées éclairantes, et il est descendu plusieurs fois entre les pics dentelés pour trouver une zone d'atterrissage qui convenait aux techniciens SAR. Une petite route située dans la vallée à une certaine distance du lieu de l'accident a été ciblée, et les techniciens SAR ont sauté. L'équipage du *Buffalo* a continué de larguer des fusées éclairantes pour illuminer la route étroite difficile d'accès, et aider les techniciens SAR à atterrir en toute sécurité. Quatre fusées éclairantes LUU 2/B ont mal fonctionné, mais l'équipage

était toujours prêt à larguer d'autres fusées éclairantes pour assurer un éclairage constant. Une fois au sol, les techniciens SAR ont marché pendant plus d'une heure pour rejoindre l'équipe GSAR de Prince George sur le lieu de l'accident, où ils ont pris la relève. Ils ont prodigué des soins au grimpeur blessé, et ils l'ont préparé à être hélitreuillé à bord d'un hélicoptère CH149 *Cormorant*. Lorsque ce dernier est arrivé sur place, la personne blessée a été hissée à bord, tandis que l'équipage du *Buffalo* fournissait l'éclairage continu nécessaire aux opérations d'hélitreuillage. La victime a été transportée à Prince George où elle a reçu les soins médicaux nécessaires pour lui sauver la vie.

Les opérations nocturnes SAR en montagnes sont très complexes et ne laissent aucune place à l'erreur. Pour maintenir leurs compétences et être prêts à accomplir des missions comme celle mentionnée précédemment, les équipages SAR doivent suivre régulièrement un entraînement réaliste. Les membres des équipages doivent compter l'un sur l'autre pour exécuter leurs tâches avec la plus grande compétence dans des conditions extrêmement difficiles; le moindre relâchement de ce côté pourrait entraîner des conséquences catastrophiques.



Photo : Cplc Rebecca Bell



# Les défis reliés à la fatigue

par le Capitaine Jason Virtue, 437<sup>e</sup> Escadron de transport, 8<sup>e</sup> Escadre Trenton.

De nos jours, les Forces canadiennes doivent accomplir en tout temps nombre de missions délicates partout au pays et à l'étranger. Les escadrons de transport comme le 437<sup>e</sup> Escadron de transport (437 ET) appuie ces missions en offrant un transport aérien stratégique, du ravitaillement en vol et le transport de dignitaires. Compte tenu de la demande opérationnelle nécessitant un soutien en tout temps partout dans le monde, il n'est pas surprenant de constater que la fatigue est le facteur humain le plus difficile à gérer au sein de l'escadron. La fatigue diminue le rendement des équipages navigants, et ce, en dépit de leur professionnalisme, de leur motivation et de leur formation. Le présent article examine la façon dont les équipages navigants du 437 ET gèrent et atténuent les effets de la fatigue au cours des opérations.

### Évaluation de la fatigue

En tant que membres d'équipage navigant, nous acceptons le fait que la fatigue diminue notre rendement, mais il est souvent difficile d'évaluer à quel point nous sommes touchés. Les effets de la fatigue peuvent être difficiles à évaluer, mais plusieurs études ont récemment été entreprises dans le but de déterminer certaines mesures quantitatives. Dans l'une

d'entre elles (Coren, 1996), les chercheurs ont adopté une nouvelle approche pour étudier la fatigue en analysant statistiquement les accidents de la route qui s'étaient produits le jour suivant les changements d'heures, c'est-à-dire lors du passage de l'heure avancée à l'heure normale et vice versa. L'étude a permis de déterminer que le nombre d'accidents augmentait de sept pour cent lorsque les conducteurs perdaient une heure de sommeil au printemps, au moment de passer à l'heure avancée. Par contre, lorsque les conducteurs bénéficiaient d'une heure supplémentaire de sommeil, au moment de passer à l'heure normale, le nombre d'accidents *diminuait* de sept pour cent. Puisqu'un vol transatlantique type traverse au moins quatre fuseaux horaires, l'équipage navigant serait nécessairement touché par la même baisse de rendement, et même une plus importante.

### Atténuation

Même si un sommeil réparateur est le seul bon moyen pour prévenir la fatigue, il est inévitable que les membres de l'aviation militaire soient néanmoins exposés à une certaine fatigue en raison de la nature exigeante des opérations. La stratégie la plus efficace mise en œuvre par le 437 ET pour atténuer la fatigue consiste à faire des siestes stratégiques. Une

étude (Dinges, 1991) a démontré qu'une sieste de 40 minutes prise durant une période où la charge de travail est peu élevée, comme la phase de vol en route, améliore le rendement de façon durable. Toute période de sommeil de moins de 40 minutes peut être bénéfique, mais il faut éviter de dormir plus longtemps. Après 40 minutes de sommeil, nous sombrons naturellement dans un sommeil plus profond, ce qui peut être plus dommageable que réparateur. Ce phénomène, connu sous le nom d'inertie du sommeil, peut en fait entraîner une baisse de rendement pour un certain temps après la sieste.

Même si une sieste stratégique s'est avérée le meilleur moyen de défense contre la fatigue au sein de l'escadron, d'autres techniques plus simples ont également été bénéfiques. Le fait de s'étirer dans son siège, de parler d'autre chose que de la mission ou de quitter le poste de pilotage quelques instants est également efficace contre la fatigue. On a prouvé (Aviat Space Environ Med, 2009) que ces gestes, en fait une interruption des activités, réduisaient les effets physiologiques de la somnolence jusqu'à 15 minutes après la pause, et ils peuvent accroître la vigilance jusqu'à 25 minutes après celle-ci. On a aussi démontré (Aviat Space Environ Med, 2009) que le fait d'augmenter l'intensité de

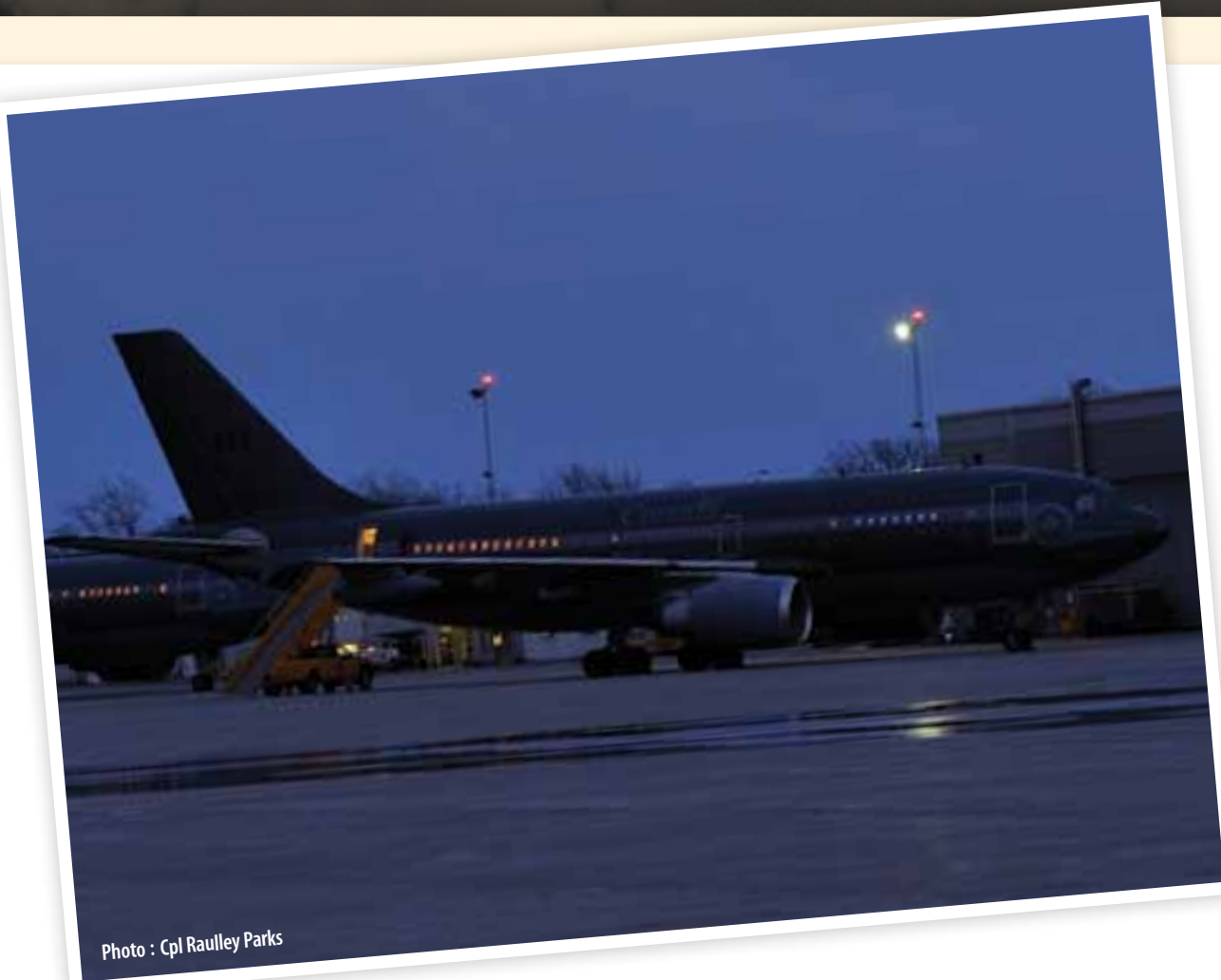


Photo : Cpl Raulley Parks

l'éclairage dans le poste de pilotage durant les vols de nuit s'avère une façon efficace de contrer la somnolence, car le corps produit naturellement de la mélatonine pour nous aider à dormir lorsque la lumière ambiante est faible. Même un peu de lumière dans le poste de pilotage est suffisant pour enrayer la production de mélatonine et réduire l'assoupissement.

### **Le professionnalisme n'atténue pas la fatigue**

Un des mythes les plus répandus est que l'entraînement, le professionnalisme et la motivation peuvent vaincre les effets

de la fatigue. Une étude sur le recours stratégique aux siestes (Rosekind, 1998) a été effectuée pour déterminer les avantages que présentaient des siestes prises à des moments stratégiques durant des opérations long-courriers. Les essais visaient deux groupes d'équipages navigants effectuant plusieurs vols long-courriers à bord d'un Boeing 747-200. Pendant le vol, un des groupes pouvait faire sous contrôle des siestes d'une durée de 40 minutes, tandis que le deuxième groupe, le groupe témoin, ne pouvait pas. Même si les résultats de l'étude ont permis de conclure que la sieste de 40 minutes avait été bénéfique

aux membres d'équipage, ce sont les résultats du groupe témoin qui ont retenu l'attention. Deux observateurs de la NASA accompagnant chacun des groupes surveillaient les membres d'équipage au moyen de polygraphes. Malgré la surveillance des deux observateurs dans le poste de pilotage et le fait que les membres d'équipage avaient reçu l'ordre de ne pas dormir, certains membres d'équipage du groupe témoin se sont endormis à cinq moments différents. Au moment où les effets du professionnalisme, de la motivation et

« La fatigue est l'un des nombreux facteurs humains abordés dans le Programme de performance humaine dans l'aviation militaire (PHAM). »

de l'entraînement auraient dû être à leur apogée, des membres d'équipage se sont tout de même endormis.

### Rendement humain dans l'aviation militaire

La fatigue est l'un des nombreux facteurs humains abordés dans le Programme de performance humaine dans l'aviation militaire (PHAM). Dès sa création, ce programme a été conçu pour être dispensé selon un mode de facilitation plutôt que didactique. La facilitation favorise l'apprentissage en groupe grâce à un échange entre les participants d'expériences ou de faits vécus individuellement. Cette année, le module obligatoire traitait de la fatigue, lequel a été présenté dans le cadre d'une des journées d'instruction au sol de l'unité. La journée s'est amorcée lentement, et le facilitateur devait constamment solliciter le groupe pour obtenir sa participation. Cependant, comme la présentation progressait, le groupe s'est mis à participer davantage à l'échange. Chacun des faits cités semblait encourager un autre

participant à raconter son histoire. À la fin de la journée, tout le groupe participait à une conversation intéressante dont l'un des sujets était l'horaire du vol de maintien en puissance hebdomadaire effectué dans le cadre de l'opération *Athena*.

Depuis le début des opérations en Afghanistan, le 437 ET a apporté son appui à la mission en effectuant toutes les semaines un vol de maintien en puissance de cinq jours. Habituellement, le vol commence à Trenton en soirée et arrive en Europe tôt le lendemain matin. L'heure de départ de toutes les escales suivantes est prévue en fonction des heures locales. Il faut donc changer l'heure en fonction de huit fuseaux horaires dans une direction, puis refaire les mêmes changements au retour. Un participant a demandé si une raison opérationnelle justifiait une telle procédure et, si ce n'était pas le cas, s'il était possible de s'en tenir au fuseau horaire de Trenton. Le module PHAM a pris fin, mais non la discussion lancée pendant celui-ci. Après une analyse de la question, on a déduit qu'aucune raison opérationnelle ne justifiait l'horaire utilisé, et on a proposé d'effectuer une mission d'essai au cours de laquelle l'équipage navigant utiliserait, dans toute la mesure du possible, le fuseau horaire de Trenton. Au cours des semaines suivantes, un des vols de maintien en puissance a été effectué au moyen de l'horaire proposé. Après la mission, pendant le débriefage, l'équipage navigant a signalé qu'il se sentait beaucoup moins fatigué que lors de missions antérieures. Il s'agit d'un exemple probant de la façon

dont la prise en compte de la PHAM durant la planification de la mission peut mener au succès de la mission et à une réduction de la fatigue.

### Conclusion

La fatigue diminue le rendement de tout équipage navigant en dépit de son professionnalisme, de sa motivation et de son entraînement. Bien que rien ne peut remplacer un sommeil réparateur, il est possible d'atténuer les effets de la fatigue en faisant des siestes à des moments stratégiques, en prenant des pauses ou en augmentant l'intensité de l'éclairage dans le poste de pilotage la nuit. Somme toute, la fatigue est un facteur humain qui devrait toujours être pris en considération lors de la préparation d'une mission. Le fait d'inclure la fatigue à la planification avantage non seulement l'équipage navigant, mais aussi l'issue de la mission.



# Adaptation aux lunettes de vision de nuit pour les Sea King

par le Capitaine Tom Sampson, 406<sup>e</sup> Escadron d'hélicoptères maritimes, 12<sup>e</sup> Escadre Shearwater.

Il n'y a pas si longtemps, j'étais affecté à mon premier déploiement opérationnel à titre de copilote fraîchement émoulu du 406<sup>e</sup> Escadron maritime d'entraînement opérationnel (406 EMEO). Au cours de cette affectation, j'ai effectué une mission d'entraînement par une nuit d'encre qui restera tout particulièrement gravée dans ma mémoire; à l'exception des étoiles parsemant le ciel, on ne voyait aucune autre lumière.

Pour les non-initiés, il est bon de préciser que les opérations de nuit exécutées à partir d'un navire de guerre représentent tout un défi. Peu après le décollage, une fois le navire loin de l'aéronef, il n'y a plus aucun repère visuel, et le vol se déroule entièrement à basse altitude selon les règles de vol aux instruments. Si vous avez la chance de piloter sous les auspices d'une pleine lune, vous pouvez parfois



Photo : Cpl Pier-Adam Turcotte

entrevoir l'horizon. Mais, en général, la seule chose que le pilote peut apercevoir est son propre reflet dans le pare-brise.

Comme dans tout vol d'entraînement normal, une partie de la mission consistait à descendre l'hélicoptère à 40 pieds au-dessus de l'eau, puis à le mettre en stationnaire avant de plonger le sonar dans l'eau, à la recherche de l'insaisissable sous-marin. En tant que copilote plus que novice, je ne comprenais pas pourquoi la détection par immersion rebutait tant certains membres d'équipage. Je n'ai pas tardé à comprendre lors du quatrième et dernier exercice de détection par

immersion de la nuit. L'immersion a débuté sans problème mais, à peine quelques minutes après avoir placé le sonar à la profondeur voulue, l'hélicoptère a décidé qu'il dérivait vers la droite à une vitesse d'environ 10 à 15 nœuds. Les tentatives en vue de stabiliser l'hélicoptère n'ont fait qu'aggraver les choses, ce qui a mené l'équipage à s'éloigner rapidement de l'eau sans remonter le sonar. En effet, si la situation ne laisse pas suffisamment de temps pour remonter le sonar, l'hélicoptère doit effectuer au moyen des seuls instruments une montée verticale jusqu'à une hauteur d'au plus 500 pieds afin de s'éloigner de la surface de l'eau

« Il n'arrivait pas à croire que nous avions pu piloter de tels régimes de vol, de nuit, sans lunettes de vision nocturne (NVG). »

en toute sécurité. Le commandant de bord, un ancien pilote d'hélicoptère tactique, n'arrivait pas à croire que nous avons pu piloter de tels régimes de vol, de nuit, sans lunettes de vision nocturne (NVG). Plusieurs années plus tard, après avoir été choisi pour suivre la formation des membres du cadre initial d'instructeurs (FMCI) relativement aux NVG et avoir acquis de l'expérience quant à leur utilisation, j'ai finalement compris pourquoi le commandant de bord avait réagi de la sorte ce soir-là.

Même dans les meilleures conditions, il peut être pour le moins difficile d'effectuer des missions de vol au-dessus des océans à titre de pilote d'hélicoptère maritime. Le fait que la cellule actuellement utilisée pour ce genre de mission a presque 50 ans témoigne de la nature robuste du CH124 *Sea King*. Au fil des ans, le *Sea King* a fait l'objet de nombreuses améliorations qui ont eu des répercussions considérables sur sa capacité d'exécuter de nombreuses tâches, ce qui lui a valu la réputation d'être l'une des cellules les plus utilisées de toutes les flottes des Forces canadiennes.

La plus récente amélioration prévue pour le CH124 consiste à modifier ses systèmes d'éclairage pour assurer leur compatibilité aux NVG. Cette modernisation renforcera considérablement les capacités des équipages navigants des CH124 à mener efficacement des opérations nocturnes en toute sécurité au-dessus de la terre et de la mer.

Il n'a pas été facile de mener les NVG à l'étape des essais opérationnels et des évaluations (EOE). Pour satisfaire aux exigences du règlement américain sur le commerce international des armes (ITAR), il a fallu trouver un endroit convenable pour entreposer ces instruments, ce qui constitue tout un défi pour une escadre qui s'affaire à apporter d'importants changements à son infrastructure. Pour ne nommer que quelques-uns des obstacles à franchir, il a ainsi fallu nommer une unité responsable des instruments, modifier des aéronefs, élaborer des plans d'essai et de formation, gérer la pénurie de personnel et apprendre la terminologie liée aux NVG. En outre, il a fallu surmonter le scepticisme subsistant depuis la dernière tentative échouée d'intégration des NVG ainsi que l'attitude persistante laissant entendre que « cela fait 50 ans que nous nous débrouillons très bien sans NVG » qu'avaient adoptée divers membres de la collectivité. Il est normal de rencontrer une résistance au changement lors de l'intégration de tout nouveau matériel, quel que soit le domaine. Heureusement, les officiers supérieurs de l'escadre se sont ralliés au projet, car ce dernier apporte un double avantage aux équipages navigants de la 12<sup>e</sup> Escadre. Il n'y a aucun doute que les NVG permettront d'accroître l'utilité opérationnelle du *Sea King* dans son ensemble mais, ce qui est certainement plus important, elles permettront aussi de réduire les risques, car les pilotes auront déjà de l'expérience quant à l'utilisation des NVG lorsqu'ils entreprendront leur entraînement à bord du CH148 *Cyclone*. Si l'on tient compte de la complexité

« Cela fait 50 ans que nous nous débrouillons très bien sans NVG. »

du CH148 comparativement au CH124, de telles mesures d'atténuation aideront à réduire une courbe d'apprentissage dont la pente est déjà forte et, possiblement, d'autres risques inhérents associés à l'intégration d'une nouvelle cellule.

Même si le programme s'est heurté à de légers contretemps à petite échelle, les choses progressent très bien dans l'ensemble. Par exemple, le fait d'impartir la formation initiale à l'intention des membres de la FMCI, qui devaient assurer la formation des pilotes relativement à l'utilisation des NVG, a permis d'épargner temps et ressources. En outre, la création d'une force d'essai combinée (FEC), formée des membres du Centre d'essais techniques (Aérospatiale) (CETA) et des membres de l'Installation d'évaluation et d'essais opérationnels - Hélicoptères (Ele EEOH), a permis de respecter un calendrier de projet serré, malgré le peu de ressources disponibles pour des essais de mise au point et évaluation (EMPE) et des EOE. La FEC a permis de donner un entraînement et d'élaborer des procédures rapidement. Ainsi, les équipages navigants des autres unités de la 12<sup>e</sup> Escadre ont pu suivre sans tarder l'entraînement requis

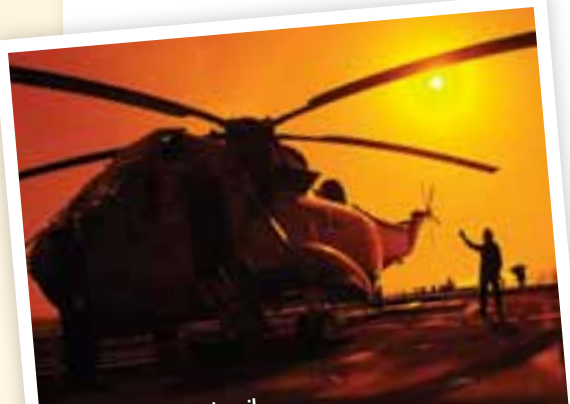


Photo : Sgt René Dubreuil

et acquérir les compétences nécessaires en matière de NVG. Par conséquent, la 12<sup>e</sup> Escadre compte déjà ses premiers utilisateurs de NVG expérimentés. L'expérience initiale ainsi acquise en matière de NVG est essentielle pour procéder à la formation de tous les autres équipages navigants de la 12<sup>e</sup> Escadre.

Sans la souplesse, l'appui et l'engagement du personnel chargé de la maintenance, du contrôle de la circulation aérienne et de la météorologie, il aurait été impossible d'accomplir toutes les réalisations faites à ce jour. C'était un défi de taille que de trouver les ressources supplémentaires nécessaires à l'appui des vols de nuit alors qu'il fallait respecter un calendrier de vols de jour des plus exigeants. De plus, le fait de disposer d'un seul hélicoptère modifié et les défis de maintenance associés à l'utilisation d'un aéronef vieux de 50 ans continuellement exposé aux rigueurs des activités militaires peuvent s'avérer difficiles même dans les conditions les plus favorables. Comme l'hélicoptère avait été modifié aux fins d'essai, les pièces utilisées étaient des prototypes. Il n'y avait souvent qu'une seule pièce de rechange pour remplacer les pièces

d'origine. Par conséquent, pendant les essais, si le matériel tombait en panne et que des pièces de rechange étaient utilisées, une défaillance ultérieure signifiait que la pièce d'origine et la pièce de rechange se trouvaient à l'atelier de réparation en même temps; l'hélicoptère n'était donc plus en état de voler. Au fur et à mesure que le programme se poursuit, nous

faisons preuve d'optimisme et croyons que ce problème sera réglé, puisque l'on prévoit moderniser les autres hélicoptères de la flotte au début du premier trimestre de 2010.

Donc, que reste-t-il à faire? Énormément de travail! Tel qu'il a été mentionné précédemment, les autres hélicoptères de la flotte feront l'objet de modifications au début du nouvel exercice. Les modifications en question se feront au 12<sup>e</sup> Escadron de maintenance (Air) (12 EMA), et les travaux dureront environ une semaine par hélicoptère. L'échéancier précis pour la modification de toute la flotte n'a pas encore été déterminé, car il dépendra des besoins en matière de Mise sur pied de la Force/ Emploi de la Force [Force (MPF/EF)]. Nous abordons les dernières étapes du processus de navigabilité opérationnelle pour ce qui est des publications et des leçons de formation. La quatrième et dernière phase des essais, laquelle comprend des opérations à partir d'un navire, est en suspens jusqu'à ce que le CETA, la 12<sup>e</sup> Escadre et les Forces maritimes de l'Atlantique puissent lui consacrer les ressources nécessaires.

Les excellents résultats obtenus au cours des trois premières phases (opérations locales, essais au-dessus de la terre, essais au-dessus d'un plan d'eau) suffiront pour obtenir une autorisation de navigabilité opérationnelle et aller de l'avant; on pourra ainsi donner la formation sur le système d'imagerie de vision nocturne (SIVN) au reste des équipages navigants de la 12<sup>e</sup> Escadre.

Parfois éclipsée par l'arrivée prochaine du CH148 *Cyclone* et par l'énorme travail à abattre pour s'y préparer, la conversion NVG du CH124 *Sea King* va tout de même bon train. Il est important de souligner que les équipages pilotant à l'aide des NVG, tout comme ceux pilotant sans NVG, ont indiqué que le nouvel éclairage dans le poste de pilotage représentait une nette amélioration. Bien entendu, il reste encore un ou deux sceptiques à convertir, mais qui a dit qu'on ne pouvait pas apprendre à un vieux singe à faire la grimace?

« Il n'y a aucun doute que les NVG permettront d'accroître l'utilité opérationnelle du *Sea King* dans son ensemble. »



# Facteurs humains limitant l'utilisation des lunettes de vision nocturne

par le Lieutenant Jeremy Hohertz, Centre de médecine environnementale des Forces canadiennes, Toronto.

## Contexte

Les lunettes de vision nocturne (NVG) ont d'abord été utilisées à bord des hélicoptères de l'armée américaine au cours des années 50. De nos jours, elles sont mises à profit par les pilotes de tout type d'aéronef, des hélicoptères aux chasseurs. Même si la plupart des études sur le sujet se sont surtout penchées sur l'utilisation des NVG à bord d'aéronefs, on constate que les soldats débarqués sur le champ de bataille ont de plus en plus recours aux NVG.

La demande de NVG n'a jamais été aussi forte, car 70 % des accidents militaires se produisent dans l'obscurité (Johnson, 2004b). Les NVG offrent la possibilité de mener des opérations en tout temps et d'améliorer la connaissance de la situation;

elles sont donc souvent utilisées lors de missions à risques élevés (Schmickley, 2001; Johnson, 2004a). Par conséquent, bien que le nombre d'accidents semble avoir augmenté lorsque des NVG sont utilisées dans le cadre de missions, il se peut en fait que le risque opérationnel élevé constitue la circonstance atténuante (Johnson, 2004a). En raison de ce risque élevé jumelé à une demande accrue, il est impératif que nous connaissions mieux les avantages et les limites des NVG, ainsi que leur incidence sur l'entraînement militaire.

## Coup d'œil sur l'instrument

Il existe deux principaux types de NVG : l'intensificateur d'image, désigné comme I<sup>2</sup>, et l'infrarouge, désigné comme IR.

L'I<sup>2</sup> amplifie la lumière ambiante (lumière se trouvant dans l'environnement); il ne peut donc pas être utilisé dans l'obscurité totale (Johnson, 2004b). Par exemple, s'il est utilisé lors d'une nouvelle lune, la phase du cycle lunaire qui diffuse le moins de lumière, la fonctionnalité d'I<sup>2</sup> sera grandement réduite. Quant à l'IR, il mesure les signatures thermiques, et il peut être utilisé dans le noir. Par contre, comme l'IR affiche les différences des signatures thermiques, il ne peut pas être utilisé pour discerner des détails non liés aux changements de température (Johnson, 2004a). Comme bon exemple des limites de l'IR, mentionnons un soldat débarqué qui ne serait pas en mesure de distinguer l'uniforme d'un ami ou d'un ennemi à moins que le vêtement ne soit garni de marqueurs infrarouges.

Dans un aéronef, les NVG ne fonctionnent pas de façon indépendante. Elles font plutôt partie d'un système comprenant, entre autres, des renseignements issus d'un système de positionnement à couverture mondiale (GPS) ainsi que des données précises sur les pylônes supportant des câbles et d'autres caractéristiques du relief. Le système en question accroît la connaissance de la situation (Johnson, 2004b). En plus des NVG, on a recommandé





Photo : Cpl David Cribb

## Effets physiologiques

En plus de leurs limites, les NVG peuvent également avoir des répercussions négatives sur le rendement optique. Dans l'obscurité, l'acuité visuelle (degré de netteté de la vision) et la portée visuelle (espace pouvant être vu) d'une personne ne portant pas de NVG diminuent, et la période d'adaptation pour retrouver l'acuité maximale est de 30 à 45 minutes pour la plupart des gens (Johnson 2004a; Johnson 2004b). En présence de peu de lumière, il sera difficile pour quelqu'un de distinguer toute différence apparente concernant des objets éloignés; la faible lumière aura également une incidence sur la perception de la profondeur (capacité d'évaluer les distances) (Johnson, 2004b). Par ailleurs, le fait d'avoir une vision diurne 20/20 n'empêche pas une personne d'avoir une acuité inférieure à la normale avec des NVG (Squair, 2007). Les NVG présentent des images monochromes (habituellement vertes et noires) sur un écran, ce qui provoque des problèmes de perception de la profondeur ainsi qu'une perte des repères de couleurs et des données binoculaires (Johnson, 2004a). Le problème est de taille, car la perception de la profondeur est l'une des principales causes d'accidents et d'incidents (Johnson, 2004b).

La désorientation spatiale s'avère un autre effet habituellement associé à l'emploi de NVG, et l'utilisation de NVG en situation normale fait augmenter le taux des accidents causés par la désorientation spatiale, lequel taux passe de 1,66 par 100 000 heures de vol à 9,0 (Johnson, 2004a; Squair, 2007).

l'utilisation de radioaltimètres émettant des avertissements sonores (Todd et Falconer, 2006).

Il faut également un éclairage compatible dans le poste de pilotage, sans quoi les panneaux de bord diffuseront une énergie dont la longueur spectrale sera captée par les NVG qui l'amplifieront par rapport à la scène extérieure (Schmickley, 2001). Ce phénomène peut provoquer un effet d'estompement ou un halo, et l'utilisateur sera incapable de voir en détail ce qui se trouve autour de l'objet brillant (Johnson, 2004a). Le rapport de luminance de l'éclairage devrait être de 2:1 entre les éléments dont l'intensité lumineuse

est la plus forte et ceux dont elle est la plus faible (Squair, 2007). Au sein de la force aérienne des États-Unis, l'éclairage incompatible a été à l'origine de 30 % des accidents liés aux NVG (Squair, 2007).

Les NVG offrent actuellement un champ visuel limité, de 40 à 60 degrés (au lieu de 180 degrés), ainsi qu'un champ du regard limité, lequel représente l'espace vu par le déplacement des yeux et de la tête à un moment donné (Johnson, 2009). Par conséquent, l'utilisateur des NVG ne voit pas un paysage aussi vaste que celui observé par une personne qui ne porte pas de NVG. Il est reconnu que les NVG peuvent accroître la fatigue et causer des blessures en raison de leur poids (Johnson 2004a; Todd et Falconer, 2006). Le poids des NVG a toutefois diminué avec l'arrivée de chaque nouvelle génération, et cette question est sur le point de ne plus constituer un facteur limitatif à l'usage.

Si l'on tient compte de tous les facteurs susmentionnés, on constate évidemment toutes les limites de l'instrument actuel.

« En plus de leurs limites, les NVG peuvent également avoir des répercussions négatives sur le rendement optique. »

« L'utilisation de NVG fait augmenter le taux des accidents causés par la désorientation spatiale, lequel taux passe de 1,66 par 100 000 heures de vol à 9,0... »

Finalement, le champ visuel restreint qu'offrent les NVG et l'utilisation d'écrans de forte luminosité réduisent la vision ambiante (mieux connue sous le nom de vision périphérique) de telle sorte que la vision focale (permettant d'identifier les détails) doit être utilisée pour les tâches liées à la reconnaissance et à l'orientation (Squair, 2007). De plus, la perte de la vision ambiante élimine le flux optique périphérique : un repère important pour déterminer la vitesse et la distance (Squair, 2007). En outre, la fatigue des photorécepteurs verts découlant de l'utilisation des NVG peut entraîner, après leur usage, la vision d'images brunes (Manton, 2000).

La perte de la perception de la profondeur et de la vision ambiante ainsi que la désorientation spatiale sont des préoccupations physiologiques importantes dont il faut tenir compte lors de l'utilisation des NVG.

### Considérations environnementales

L'environnement peut également avoir une incidence sur l'efficacité des NVG. Ces facteurs comprennent l'intensité

de la lumière ambiante, la composition de l'air et l'effet de désorientation que l'environnement peut avoir sur l'utilisateur de NVG.

Pour les vols de nuit effectués à l'aide de NVG, la lumière du ciel nocturne, notamment le cycle et la position de la lune, peut avoir une influence sur l'intensité de la lumière ambiante. C'est pourquoi il faut déterminer des facteurs tels que les heures auxquelles se lèvent et se couchent le soleil et la lune au moyen de données astronomiques (Schmickley, 2001). En outre, il a été prouvé qu'un faible angle lunaire peut causer des éblouissements dans le champ visuel (Manton, 2000).

Des particules en suspens dans l'air peuvent également avoir des répercussions sur l'utilisation des NVG. Il a été démontré que des nuages, de la poussière, de la brume, de la pluie ou de la neige peuvent nuire à leur efficacité (Johnson 2004a; Todd et Falconer, 2006). La poussière cause tout particulièrement des conditions de voile brun (Johnson, 2004a). Des sources lumineuses extérieures peuvent également distraire les utilisateurs de NVG qui seront portés à les fixer. Par exemple, on a signalé que des soldats utilisant des NVG avaient été « aveuglés » par des phares (Johnson, 2004a).

Des objets réfléchissant la lumière peuvent également avoir une incidence sur l'efficacité des NVG. Citons en exemple un vol effectué au-dessus d'un plan d'eau calme;

les étoiles peuvent s'y refléter, ce qui peut entraîner la désorientation spatiale du pilote (Manton, 2000). Le pilote ne sera plus en mesure de distinguer le ciel du sol, et les faux horizons ainsi créés peuvent accroître les risques d'accident (Squair, 2007).

Les superviseurs et les utilisateurs doivent tenir compte de l'importance des effets de l'environnement sur les NVG lors de la planification et de l'exécution de missions.

### Considérations en matière de formation

Malgré les effets physiologiques et les limites imposés par l'instrument comme par l'environnement, il n'en demeure pas moins que, grâce à une formation adéquate de ses utilisateurs, les NVG peuvent jouer un rôle important dans les opérations militaires modernes. On peut prévenir les accidents si, avant d'exécuter une mission, les utilisateurs des NVG reçoivent une formation adéquate leur permettant de régler et d'utiliser ces instruments correctement (Johnson, 2004b). Les utilisateurs de NVG ont

« Une bonne connaissance des limites des NVG, une réduction de la vitesse et une formation sur l'utilisation des NVG à l'intention de tous les membres des équipages peuvent accroître au maximum l'efficacité des NVG tout en réduisant le taux d'accidents. »

également tendance à percevoir, donc par le fait même à présumer, que le champ visuel obtenu représente l'univers dans son ensemble, alors qu'il ne s'agit en fait que d'un seul petit fragment de celui-ci (Squair, 2007). En raison de ce champ visuel limité, les pilotes doivent également apprendre à modifier la façon dont ils balayent le paysage avec leurs instruments (Squair, 2007).

La perte de données périphériques a mené à une recommandation de réduire la vitesse, tout particulièrement pendant des vols à basses altitudes (Johnson, 2004b). La mise en œuvre de cette recommandation dépendra toutefois des situations opérationnelles, par exemple, en présence de tirs hostiles les risques de piloter à des vitesses élevées au moyen de NVG pourraient être acceptables. Une autre recommandation, un peu plus facile à exécuter, consiste à former tous les membres des équipages à l'utilisation de NVG et à améliorer la coordination au sein des équipages. Cette dernière recommandation semble jouer un rôle important dans la prévention d'accidents, car davantage d'yeux balayent l'horizon et davantage de membres peuvent percevoir les illusions causées par le port de NVG (Johnson, 2004b; Todd et Falconer, 2006). Une bonne connaissance des limites des NVG, une réduction de la vitesse et une formation sur l'utilisation des NVG à l'intention de tous les membres des équipages peuvent accroître au maximum l'efficacité des NVG tout en réduisant le nombre d'accidents.

## Conclusion

Les NVG multiplient la force de combat. Dans certaines situations, elles facilitent l'exécution d'opérations militaires avancées autrefois inconcevables. Toutefois, elles présentent également des limites que les commandants et les utilisateurs doivent prendre en considération. La technologie initialement utilisée à bord des hélicoptères a maintenant été adoptée par les pilotes de chasseurs comme les soldats d'infanterie; elle se perfectionne à une vitesse surprenante, mais il faudra prendre en compte les études sur les facteurs humains pour que notre plus importante ressource, les militaires utilisant cet instrument dans un espace de combat de plus en plus complexe, puisse tirer avantage au maximum de cette technologie.

## Références

1. C. Johnson, (2004a), *The Operational Strengths and Weaknesses of Military Night Vision Equipment*, Defence Management Journal – Yearbook 2004, p. 72-75, 2004; extrait du site Web : <http://www.defencemanagement.com/journal.asp>.
2. C. Johnson, (2004b), *The Role of Night Vision Equipment in Military Incidents and Accidents*, C. Johnson et P. Palanque (éd.), Human Error, Safety and Systems Development; extrait du site Web : [http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/night\\_accidents.pdf](http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/night_accidents.pdf).
3. C. Johnson, *Interactions between Brown-out Accidents and Night Vision Equipment in Military Aviation Accidents*, article présenté lors de la Joint Weapons Systems Safety Conference, Huntsville (Alabama), 2009; extrait du site Web : <http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/JWSSC2009/Brownout.pdf>.
4. A.G Manton, *Night Vision Goggles, Human Factors Aspects – A Questionnaire Survey of Helicopter Aircrew*, Journal of the Royal Army Med Corps., 146, p. 22-27, 2000; extrait du site Web : <http://www.ramcjournal.com/>.
5. D.L. Shmickley, *Night Vision Goggles*, C. Spitzer (éd.), *The Avionics Handbook*, 2001; extrait du site Web : [http://www.davi.ws/avionics/TheAvionicsHandbook\\_Cap\\_7.pdf](http://www.davi.ws/avionics/TheAvionicsHandbook_Cap_7.pdf).
6. M.J. Squair, *Human Engineering for Australia's F/A-18 Night Vision Capability*, article présenté lors de l'Australian Conference on Safety-Related Programmable Systems (SCS 2007), Adelaide (Australie), 2007; extrait du site Web : <http://crpit.com/confpapers/CRPITV86Squair.pdf>.
7. M. Todd et B. Falconer, *Civil and Military Night Vision Goggle Operations: A Review of Existing Research*, article présenté lors du ess2006:evolving system safety, le 7<sup>e</sup> symposium international de l'Aviation Psychology Association, Sydney (Australie), 2006; extrait du site Web : <http://www.aavpa.org/seminars/ess2006/pdf/pdf%20papers/Todd%20&%20Falconer.pdf>.



## Entretien des lunettes de vision nocturne

par le Capitaine Andrew Langille et Madame Lyne Paquette, Gestion du programme d'équipement aérospatial, Ottawa.

Le pilotage de nuit à l'aide de lunettes de vision nocturne (NVG) est maintenant chose courante dans les organisations militaires et civiles. Un programme d'entretien courant assurera le bon fonctionnement des NVG et évitera toute surprise désagréable à l'utilisateur. Les responsables de l'entretien sont en mesure de déceler certains problèmes que l'utilisateur ne peut pas toujours détecter facilement.

Un bon programme d'entretien repose toujours sur des techniciens bien formés possédant une solide expérience. Des techniciens en avionique choisis de la Force aérienne ont achevé une formation en classe sur les NVG, au 438<sup>e</sup> Escadron tactique d'hélicoptères de Saint-Hubert, en plus de suivre une formation en milieu de travail au sein de leur unité respective. Ces techniciens qualifiés effectuent toute une série d'essais à l'aide d'appareils spécialisés permettant de déceler des anomalies qui peuvent

passer inaperçues à l'utilisateur et révélant des signes avant-coureurs de défaillance. Dans le cadre de l'inspection aux 180 jours, on effectue une évaluation qualitative et quantitative des principaux composants ainsi qu'une vérification du parallélisme de l'instrument. Les paragraphes suivants soulignent l'importance de ces vérifications.

La vérification des fonctions électriques de l'instrument englobe la consommation de courant et le circuit indiquant la faiblesse des piles. Si la consommation de courant de l'instrument ne respecte pas les valeurs prescrites, les gains en puissance de l'instrument (amplification de la lumière) seront réduits. Ces essais permettent de détecter des niveaux de faiblesse que l'utilisateur risque de ne pas percevoir. Lors de l'utilisation des NVG à différentes intensités de lumière, une réduction de l'amplification de la lumière entraînera une réduction de l'acuité visuelle. Cette réduction s'avère un signe annonciateur de la défaillance du tube intensificateur. Le circuit indiquant la faiblesse des piles est intégré au support de casque et au bloc-piles surbaissé. Le circuit déclenchera un voyant avertisseur dans le support de casque lorsqu'il reste environ 30 minutes ou moins de vie aux piles. L'utilisateur constatera une baisse d'efficacité causée par la faiblesse des piles.

« Les utilisateurs auront des maux de tête et peuvent souffrir de désorientation spatiale. Les effets de la désorientation spatiale peuvent perdurer longtemps après la fin du vol. »

Les gains en puissance des tubes intensificateurs varient. Il faut mesurer les gains pour vérifier si le tube intensificateur fonctionne selon les spécifications, et on utilise cette mesure pour s'assurer que la différence de gain entre les deux tubes intensificateurs respecte les limites prescrites. Si la différence des gains mesurés est supérieure à 1,5, les utilisateurs auront des maux de tête et peuvent souffrir de désorientation spatiale. Les effets de la désorientation spatiale peuvent perdurer longtemps après la fin du vol.

Le dernier aspect critique du programme d'entretien vise le parallélisme et la mise au point de l'instrument dans son ensemble. Si les deux monoculaires formant le trajet optique ne sont pas parallèles, c'est-à-dire non alignés, les pilotes souffriront de maux de tête et de fatigue oculaire. Le parallélisme est vérifié durant les

« La formation et l'expérience des équipages navigants en matière de NVG ainsi que l'adoption d'un bon programme d'entretien des NVG sont essentielles pour assurer l'exploitation sûre et continue de nos flottes. »



Photo : Cpl David Cribb

inspections courantes et réglé s'il y a lieu à l'aide d'appareils spécialisés. Un mauvais parallélisme des NVG ne sera fort probablement pas détecté par l'utilisateur, mais ce dernier souffrira de ses effets secondaires.

Une inspection visuelle du support de casque est essentielle, car des fissures capillaires se forment lorsque les NVG sont mal démontées, c'est-à-dire que l'on sort les NVG de leur support de casque en les tordant. Des forces G inférieures à celles prévues risquent donc de déloger les lunettes de leur support.

Ces fissures auront des répercussions sur l'intégrité et la stabilité du montage dans son ensemble.

La gestion de la configuration est l'une des principales préoccupations lors de la réparation et de la mise à l'essai des instruments. Les grandes différences entre les modèles visent surtout les supports de casque et les objectifs, ainsi que l'utilisation des blocs-piles et des tubes intensificateurs. Aucune de ces différences ne peut être détectée par une inspection visuelle. Par conséquent, les techniciens doivent s'assurer que les bonnes pièces sont installées sur les bons modèles. Par exemple, un aéronef équipé d'un collimateur de pilotage (HUD) nécessite un objectif modifié de classe B, ou en niveaux de vert, pour assurer la représentation visuelle du HUD. Si le mauvais objectif est posé dans l'instrument

ou que le mauvais modèle est utilisé en vol, l'équipage navigant ne sera pas en mesure de voir les données affichées sur le HUD. Outre les questions soulevées précédemment, on peut s'attendre à ce que l'efficacité prévue pour un instrument varie si ce dernier comprend une combinaison de techniques d'intensification d'images. Pour assurer une exploitation sûre et continue des NVG dans les divers types d'aéronefs, il est important que les techniciens et les utilisateurs reconnaissent les différences entre les modèles et l'importance d'utiliser seulement l'instrument qui a été approuvé pour un aéronef en particulier.

La plupart des pilotes des flottes de la Force aérienne canadienne exécutent maintenant leurs missions de nuit à l'aide des NVG. La formation et l'expérience des équipages navigants en matière de NVG ainsi que l'adoption d'un bon programme d'entretien des NVG sont essentielles pour assurer l'exploitation sûre et continue de nos flottes.

« Si les deux monoculaires formant le trajet optique ne sont pas parallèles, les pilotes souffriront de maux de tête et de fatigue oculaire. »



Photo : Adj Peter Veldhuizen

# Opérations nocturnes : un élément vital de la capacité de transport aérien

par le Capitaine Bryce Graham, 429<sup>e</sup> Escadron de transport, 8<sup>e</sup> Escadre Trenton.

Pour un équipage navigant, le vol de nuit s'avère l'aspect le plus exigeant du pilotage de l'imposant CC177 *Globemaster III* d'un bout à l'autre de la planète. Aux prises avec de nombreux défis, certains bien connus et d'autres non, l'équipage navigant doit continuellement s'adapter aux pressions liées au pilotage de l'avion dans différents théâtres, comme l'opération *Enduring Freedom* en Afghanistan. Le CC177 a aussi volé la vedette pour ce qui est de sa grande capacité d'adaptation, car il peut être reconfiguré pour effectuer des missions aéromédicales ou d'évacuation aérienne, notamment pour transporter des personnes loin de régions sinistrées, comme dans le cadre de l'opération *Hestia* qui a permis d'apporter de l'aide aux victimes du séisme en Haïti. Ces missions attestent de l'ampleur des opérations que doivent exécuter le CC177 et son équipage navigant dans l'obscurité. Les approches de nuit présentent leur lot unique de problèmes pour l'équipage navigant, par exemple, moins de repères visuels dont un horizon réduit, des conditions météorologiques difficiles à évaluer et les autres aéronefs peu visibles. Cependant, malgré toutes ces limites, nous sommes

en mesure d'utiliser divers systèmes pour améliorer la connaissance de la situation ainsi que des tactiques, techniques et procédures (TTP) pour évoluer de la manière la plus sécuritaire possible.

### Systèmes

En soi, les théâtres tactiques sont encombrés et tumultueux. Pour assurer le meilleur succès possible des missions, surtout de nuit, les systèmes embarqués du CC177 s'avèrent une valeur ajoutée pour les équipages navigants, et ils améliorent la connaissance de la

situation de ces derniers. De nombreux systèmes contribuent à l'exécution de la mission dans son ensemble : les lunettes de vision nocturne (NVG), les collimateurs de pilotage (HUD), les différents niveaux d'automatisation, les systèmes d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS), les dispositifs avertisseurs de proximité du sol (GPWS), les systèmes de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS) et les radars d'observation météorologique, pour n'en nommer que quelques-uns.



Photo : Cpl Simon Duchesne



Photo : Cpl David Cribb

Même si leur utilisation est relativement récente pour la plupart des équipages navigants canadiens pilotant des avions, les NVG leur permettent désormais de piloter dans des conditions d'éclairage réduit. Le CC177 ne fait pas exception à la règle; l'utilisation des NVG et des TTP améliore la capacité du CC177 dans des opérations de nature tactique ou non. Sur le plan tactique, l'objectif consiste à ce qu'il soit plus difficile pour l'ennemi de repérer l'avion et de l'abattre, tandis que sur le plan non tactique, l'utilisation des NVG pourra être nécessaire en vue de poser un appareil sur la piste d'un aérodrome dont l'éclairage ne suffit pas à l'exécution d'un atterrissage normal. Les opérations menées dans de telles conditions réduisent la connaissance de la situation de l'équipage navigant, et ce dernier doit accroître sa vigilance lors de la vérification et de la contre-vérification des instruments pour piloter de manière sécuritaire et efficace. De tels atterrissages peuvent se faire dans des conditions d'occultation, alors que la piste est uniquement balisée par un éclairage à

infrarouge spécial. Comme capacité supplémentaire, on peut également utiliser les procédures d'*atterrissage d'assaut*, avec ou sans NVG, pour mener à bien des opérations nocturnes. Le CC177 a la capacité d'atterrir sur une piste de 3500 pieds sur 90 pieds, avec ou sans l'aide de NVG, ce que l'on nomme communément un assaut. Pour réussir ce type d'atterrissage, les pilotes doivent se fier à une boîte indiquant 500 pieds le long de la piste pour poser l'avion en respectant les paramètres prescrits. Les *assauts* sont exécutés avec énormément de précision et à l'aide de la plupart des TTP utilisées pour l'exécution d'un atterrissage NVG normal. Les HUD permettent aux pilotes de faire presque toutes les contre-vérifications la tête haute, pendant qu'ils regardent à l'extérieur de l'avion. En effet, la plupart des paramètres de vol sont affichés dans le HUD, ce qui permet d'accroître la connaissance de la situation des pilotes. Avec la mise en service du modèle J de l'avion *Hercule*, l'utilité des HUD sera de plus en plus évidente.

Les systèmes comme les TAWS et les GPWS sont utilisés dans la plupart des avions civils et militaires, et il est impossible de faire abstraction de leur utilité surtout lors des vols de nuit. Lorsque l'on pilote dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) de jour, il est possible de repérer sa propre trajectoire à la suite de tout avertissement. Par contre, lors d'un vol de nuit, la capacité à trouver une trajectoire de vol est grandement atténuée, donc ces « paires d'yeux » supplémentaires avertiront le pilote s'il est sur une trajectoire de collision avec le relief ou si la configuration de l'aéronef est inhabituelle en approche.

Par ailleurs, l'abordage est un grave danger qui guette les équipages navigants évoluant dans des zones très achalandées. C'est dans ces situations que le TCAS peut jouer un rôle crucial pour prévenir toute collision potentielle. Ce système, tout comme les GPWS et les TAWS, se compare vraiment à une autre paire d'yeux dans le poste de pilotage. Je me souviens de la fois où le TCAS nous a donné un avis de résolution qui commandait d'effectuer immédiatement une manœuvre pour éviter un abordage potentiel, il serait difficile d'imaginer le vol sans ces systèmes, car ils offrent un avantage certain pour établir une bonne connaissance de la situation en plus d'avertir rapidement d'un danger. La combinaison de tous ces systèmes permet aux équipages navigants de mener à bien leurs missions tout en réduisant leur charge de travail, ce qui n'était pas le cas lors des missions effectuées à bord des premières générations d'aéronef.



## Formation et compétence

L'équipage navigant d'un CC177 doit également satisfaire à diverses exigences de formation pour maintenir ses compétences de vol de nuit, ce qui est essentiel puisque nos missions comportent toujours des heures d'obscurité en raison des nombreux fuseaux horaires que nous traversons lors de nos déplacements partout dans le monde.

Par ailleurs, les pilotes sont tenus de faire des annonces normalisées lorsqu'ils utilisent des NVG. Comme il est plus difficile de repérer la zone d'atterrissage (*la zone*), les équipages navigants doivent bien communiquer entre eux pour identifier la zone comme il se doit, par exemple, le pilote/copilote voit la zone (*pilot/co-pilot has the zone*), puis le pilote/copilote voit la zone à la position \_\_\_\_ heures (*pilot/co-pilot has the zone at \_\_\_\_ 'clock*). Ils doivent également annoncer les altitudes tout au long de l'approche. Dans le cadre des procédures d'atterrissage d'assaut, les pilotes doivent aussi faire d'autres appels. En outre, durant un trimestre, les équipages navigants doivent effectuer un certain nombre de décollages et d'atterrissages de nuit au moyen des NVG ainsi qu'un certain nombre de procédures d'atterrissage d'assaut afin de maintenir leurs compétences de vol de nuit. Ces exigences jumelées à d'autres pratiques de formation permettent aux équipages navigants d'exécuter des atterrissages de nuit à l'aide de NVG ou sans assistance avec un niveau élevé de compétence.

## Souplesse

Malgré toutes les capacités du CC177 et de son équipage navigant, il n'est pas toujours possible de se préparer parfaitement à tous les scénarios de mission. Après le terrible séisme qui a dévasté en janvier 2010, tout le personnel du 429<sup>e</sup> Escadron a été chargé, à très court préavis, d'envoyer l'avion de gros tonnage à destination de Port-au-Prince. Le transport des vivres et du soutien militaire ne pouvait se faire de jour seulement; il fallait aussi piloter de nuit. C'est dans ce type particulier de mission que des facteurs inconnus entrent en jeu. Vous pouvez vous préparer dans toute la mesure du possible, mais même la planification la plus minutieuse peut ne pas suffire à prévoir de tels événements. Le fait de piloter de nuit à destination d'une zone sinistrée soulève de nombreuses questions comme : quelles sont les capacités de contrôle de la circulation aérienne; l'espace aérien est-il achalandé; la piste est-elle endommagée; quels sont les risques que des objets pouvant causer des dommages se trouvent sur l'aire de trafic; quel est l'état des aides à la navigation; l'aérodrome est-il éclairé; devrions-nous utiliser des NVG? Et ce ne sont que quelques-unes des questions soulevées au moment de lancer la mission. Il est possible d'éliminer la plupart des inconnus en planifiant minutieusement une mission et en vous fiant aux renseignements communiqués par les équipes de reconnaissance, mais il y a toujours un certain risque que l'on doit accepter dans de telles circonstances. D'une certaine façon, il faut adopter la même attitude que lors d'une mission de vol tactique; il faut se préparer au pire.

Pour les équipages qui se sont rendus à Port-Au-Prince durant les deux semaines suivant le désastre, l'espace aérien et l'aérodrome se sont avérés pour le moins chaotiques. Tous les aspects du commandement et du contrôle étaient surchargés créant un surcroît de travail pour les équipages qui devaient rester aussi vigilants que possible pour éviter le trafic aérien en conflit. Les équipages navigants devaient se fier à leur expérience, aux procédures, à leurs compétences aéronautiques et aux systèmes pour piloter de la façon la plus sécuritaire possible tout en accordant la priorité à l'exécution de la mission.

Vous devez vous demander pourquoi nous ne pilotons pas plus souvent durant le jour. C'est qu'il n'est pas toujours possible de le faire compte tenu de la nécessité d'atténuer la menace, de l'achalandage des aéroports durant le jour ou tout simplement de la disponibilité de l'aéronef, pour ne donner que quelques raisons. Les vols de nuit font maintenant partie intégrante des opérations du CC177 *Globemaster III*. Il est essentiel que l'équipage navigant prévoit la mission de nuit et s'y prépare adéquatement pour non seulement assurer sa réussite, mais aussi sa sécurité. Au moment où nos opérations prennent de l'ampleur au point de s'étendre jusqu'à Alert, la polyvalence des capacités nocturnes du CC177 permettra de définir la façon dont nos missions futures seront perçues et exécutées autant à l'échelle nationale qu'internationale.

# Opérations nocturnes des engins télépilotés

par le Capitaine Ken Jones, Escadre aérienne de la Force opérationnelle interarmées en Afghanistan.

La différence entre les engins télépilotés (UAV) et les avions classiques ne se trouve pas seulement dans la façon dont on les pilote. Les données visuelles que reçoit l'opérateur sont aussi très limitées parce qu'il n'y a pas d'yeux humains à bord.

L'UAV CU170 *Heron* se fie à deux sources d'imagerie. Il y a d'abord une caméra vidéo posée du côté droit de la dérive et équipée d'un objectif œil de poisson à focale fixe, que l'on nomme la caméra panoramique. Même si son objectif permet d'obtenir un large champ de visée, son foyer fixe à très courte distance réduit en un minuscule point à l'horizon tout ce qui se trouve à plus de vingt ou trente pieds de l'engin.

La deuxième image vidéo est produite par un ensemble optique logé dans le nez de l'UAV; il comprend une caméra vidéo de jour classique et une caméra infrarouge pouvant capter la lumière infrarouge de basse et de moyenne fréquence. Les deux caméras sont équipées d'un objectif à distance focale variable ciblant essentiellement un point à de longues distances focales. À l'instar des pilotes décrivant des opérations effectuées à l'aide de lunettes de vision nocturne (NVG) comme du « pilotage en regardant dans deux tubes de carton », les opérateurs d'UAV comparent l'effet visuel obtenu lors

de l'utilisation de ses caméras embarquées à « regarder le monde dans deux pailles pour soda ». De surcroît, le but ultime de l'UAV est de braquer cette paille pour soda sur le sol. Pour changer le point de vue afin de, par exemple, jeter un coup d'œil aux conditions météorologiques à l'horizon, il faut interrompre la mission, ce qui se fait donc rarement.

Pendant le vol, un pilote d'UAV est pour ainsi dire aveugle, c'est pourquoi, de jour comme de nuit, le lever et le coucher du soleil importent peu, tout comme les questions liées à la sécurité des vols dont on se préoccupe habituellement durant les heures d'obscurité, mais dont on ne tient pas compte durant le jour.

Il en va tout autrement pour les opérations au sol. La circulation au sol des UAV peut présenter tout un défi de jour, et celui-ci s'intensifie de nuit. La piste et la voie de circulation sont presque impossibles à repérer, tout comme l'axe des voies de circulation et les marques d'attente, à moins que l'UAV ne se trouve directement au-dessus d'elles. La caméra infrarouge du *Heron*, qui pourrait être bien utile,

s'arrête automatiquement lorsque les commandes de vol de l'UAV se trouvent en mode de circulation au sol.

Voici quelques suggestions pouvant aider à prévenir qu'un UAV fasse l'objet d'un futur événement de la sécurité des vols durant sa circulation au sol de nuit :

Une forme adaptée de circulation au sol IFR semble bien fonctionner. Il faut opérer une contre-vérification à l'aide de la vue grand angulaire de la caméra fixée à la dérive, de l'affichage cartographique dynamique et du compas. Ce procédé est particulièrement utile aux intersections et pendant les virages. Il faut agrandir l'affichage de la carte au maximum, reproduire toutes les pistes ou voies de circulation manquantes, puis les superposer à la carte.



Photo : Cplc Robert Bottrill



Photo : Cplc Robert Bottrill

- Utiliser les marques axiales de voie de circulation ainsi que les lignes d'entrée et de bout de pistes peintes en jaune, tout comme vous le feriez à bord d'un avion classique roulant par très mauvaise visibilité. Il faut trouver la marque et la suivre; cette ligne est probablement ce que vous verrez de plus utile par l'objectif de la caméra panoramique de nuit.
- Il est extrêmement utile de bien connaître l'endroit. Pour se familiariser avec les lieux, on peut mémoriser le nombre de feux de voie de circulation entre, par exemple, le virage d'alignement et la ligne de point d'attente de piste, utiliser des hangars bien éclairés qui se trouvent à une certaine distance comme indicateurs de cap relatifs et connaître les caps compas des diverses voies de circulation et voies de sortie rapide.
- Éviter toute tentative de virage à 180 degrés sur la piste ou les voies de circulation.
- Ne pas oublier que même si la caméra infrarouge du CU170 *Heron* ne peut pas être utilisée lorsque l'engin circule au sol, elle *peut* être utilisée lorsque le *Heron* est immobilisé et que ses freins sont serrés. Il s'agit toujours d'une option, le cas échéant.
- En cas de doute, ARRÊTEZ! Vérifier de nouveau tous les renseignements sur la position et l'orientation de l'engin. Demander des renseignements à l'ATC ou à une équipe au sol s'il le faut. Même si la fierté peut en prendre un coup lorsqu'on fait appel à une voiture de piste pour suivre l'UAV au sol, cela vaut tout de même mieux que de voir l'UAV quitter la voie aménagée.

« Pendant le vol, un pilote d'UAV est pour ainsi dire aveugle... »

# Les effets des pointeurs lasers sur les vols nocturnes

par le Major Jason Trudel, officier d'échange de la Force aérienne des États-Unis, Direction de la sécurité des vols, Ottawa.

## Le danger

Les pointeurs lasers sont des outils. Lorsqu'utilisés à bon escient, ils s'avèrent très efficaces et avantageux. Par contre, comme tout bon outil, il faut respecter certaines mesures de sécurité. Les lasers portatifs vendus sur le marché sont assez puissants pour mettre le feu à certains objets et causer des dommages permanents. Ils peuvent donc très certainement nuire aux vols nocturnes.

## Aspects juridiques

Selon Transports Canada, le dimanche 22 février 2009, en 20 minutes, soit de 19 h 10 à 19 h 30, heure normale du Pacifique, les équipages navigants de douze avions de ligne atterrissant à l'aéroport international de Seattle-Tacoma

ont signalé que quelqu'un pointait un faisceau laser vert en direction de leur poste de pilotage. Le nombre d'incidents dus aux lasers a grimpé autant dans l'aviation militaire que civil, et le problème semble s'aggraver.

En novembre 2008, 62 incidents causés par des lasers avaient été signalés par l'entremise du Système de compte rendu quotidien des événements de l'aviation civile (CADORS), pour cette seule année, alors que l'on avait fait état de seulement 21 incidents du genre pour toute l'année 2007. On présume d'ailleurs que beaucoup d'autres incidents n'ont pas été signalés.

De fait, il est tout simplement contraire à la loi de pointer un laser en direction d'un aéronef. Au Canada, comme dans

beaucoup d'autres pays, pointer un laser représente une infraction s'agit d'une infraction à la loi fédérale pouvant entraîner des amendes salées ou même une peine d'emprisonnement. Pour mieux comprendre les raisons qui motivent une telle inquiétude, il faut d'abord mieux connaître la menace.

## Catégories de lasers

Les lasers sont répartis en différentes classes, définies selon la puissance de sortie. À moins qu'il ne soit question de lasers industriels permettant de couper le métal, l'intensité d'un laser est habituellement exprimée en milliwatt (mW).

Donc, à moins de vouloir aveugler l'auditoire, les pointeurs lasers devraient faire partie de la classe 3R. Ces lasers

Classe	Puissance	Danger
1	< 0,4 mW*	Aucun danger
2 et 2M	> 0,4 mW mais moins de 1 mW	Un laser de classe 2M peut être dangereux si on le regarde avec un appareil optique
3a (ou 3R)	> 1 mW mais moins de 5 mW	Un faisceau direct peut être dangereux
3b	> 5 mW mais moins de 500 mW	Dangereux pour les yeux et peut être dangereux pour la peau
4	> 500 mW	Dangereux pour les yeux et la peau

Tableau 1 : Classe des lasers visibles

« De fait, il est tout simplement contraire à la loi de pointer un laser en direction d'un aéronef. »



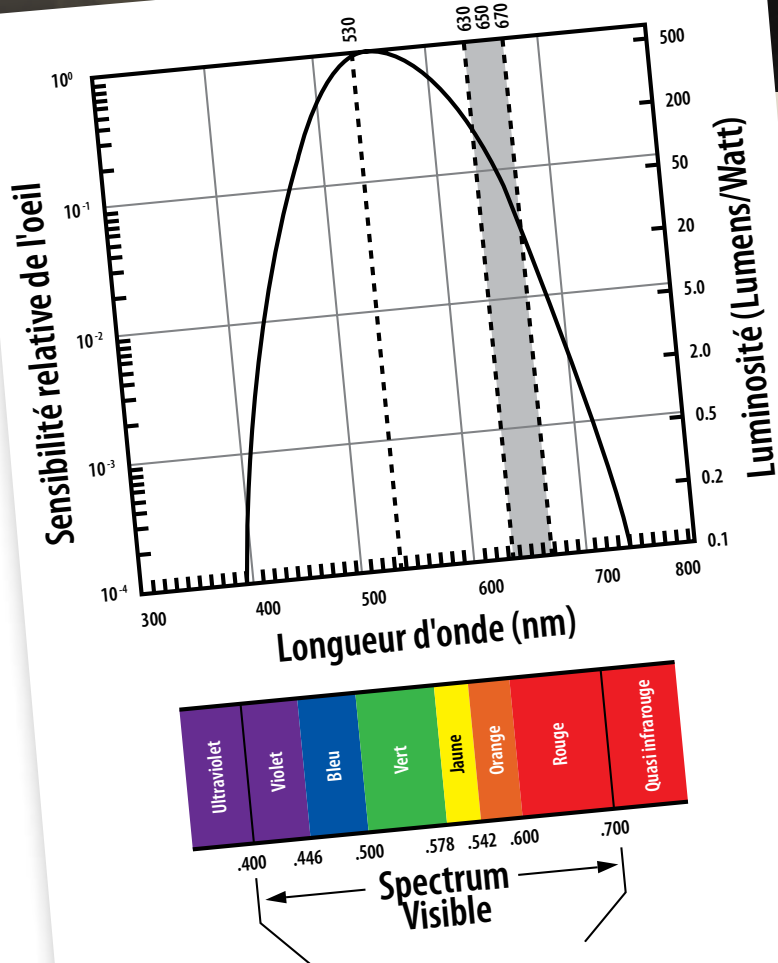


Figure 1 : Sensibilité de l'oeil vs. Longueur d'onde

sont relativement sécuritaires, mais ils peuvent être dangereux si le faisceau est dirigé directement dans les yeux. Les lasers de classe 3b sont parfois utilisés en astronomie pour viser des constellations. L'intensité de ces derniers lasers dépasse largement les limites sécuritaires pour les yeux, et leur faisceau ou même la réflexion de ce dernier peut endommager les yeux en permanence.

De nos jours, le faisceau des lasers portatifs offerts sur le marché peut être de toute sorte de couleur : du mauve au rouge foncé. Leur puissance de sortie peut être infime ou dangereusement élevée. Si vous avez 12 000 \$ en poche, vous pouvez

acheter un laser vert de 900 mW, assez puissant pour allumer une cigarette ou un feu d'artifice ([www.laserglow.com](http://www.laserglow.com)).

### Effets du laser sur les yeux

Même si un laser est considéré comme sans danger pour les yeux, il peut tout de même s'avérer une menace pour les équipages navigants. Comme toute autre source lumineuse, les lasers transfèrent de l'énergie, mais cette énergie est fortement concentrée, et elle circule sur de grandes distances. Les différentes couleurs des lasers peuvent également avoir une incidence sur la vision. Une telle incidence dépendra de divers facteurs comme : la puissance du laser, la distance entre la source du laser et l'oeil, sa couleur et l'éclairage ambiant.

Les yeux humains voient la couleur verte plus vivement que toute autre couleur, et c'est probablement pour cette raison que les lasers verts sont très prisés. Pour une puissance donnée, un laser vert sera perçu comme étant plus vif à nos yeux. Le graphique en figure 1 présente les liens entre les longueurs d'onde et la « brillance » des lasers que nos yeux perçoivent.

### Puissance et distance

Même si la lumière des lasers est fortement concentrée sur de très longues distances, elle finit par se disperser. Toutefois, cette dispersion est relativement étroite, et elle est habituellement exprimée en millirad (mrad). Une dispersion de 1 mrad signifie que le faisceau s'élargit d'un mètre par 1000 mètres parcourus. Un faible faisceau à courte distance peut avoir le même effet qu'un puissant faisceau vu de beaucoup plus loin. Les dimensions de la zone où se disperse le faisceau et la puissance de ce dernier constituent les principaux facteurs dont il faut tenir compte. On désigne habituellement ce rapport comme le nombre de milliwatts par centimètre carré (mW/cm<sup>2</sup>).

« Même si un laser est considéré comme sans danger pour les yeux, il peut tout de même s'avérer une menace pour les équipages navigants. »



Les effets des lasers sur les yeux et la peau varient en fonction de sa puissance. Les effets visuels dépendent également de l'éclairage ambiant. Un faible faisceau laser peut demeurer invisible à la lumière du jour, mais être aveuglant la nuit.

Interférence visuelle dans la zone de vol ou la région	Puissance dans le poste de pilotage
Sensible	0,1 mW/cm <sup>2</sup>
Critique	5 µW/cm <sup>2</sup>
Sans laser	50 nW/cm <sup>2</sup>

Tableau 2 : Effets du niveau de puissance laser

À la puissance la plus faible, le laser ne sera ni visible ni dangereux. Lorsqu'il est à peine visible, sans être envahissant, il peut causer une distraction, mais ne représente pas encore un vrai danger. Sous la barre des 50 nanowatts (nW), le laser n'a pour ainsi dire aucune incidence sur les équipages navigants.

Les lasers commencent à poser un risque considérable lorsqu'ils provoquent un éblouissement. Lorsque de la lumière non voulue commence à s'intensifier au point d'être plus brillante que la lumière ambiante, nous ne pouvons plus voir ce que nous regardons. L'énergie lumineuse dégagée en plein jour s'avère cent millions de fois plus intense que celle présente la nuit par ciel couvert. Par une nuit noire, un laser d'une puissance aussi faible que 5 microwatts (µW) par centimètre carré peut provoquer un éblouissement. Les plus puissants lasers portatifs vendus sur le marché peuvent causer des problèmes d'éblouissement, et ce, même s'ils se trouvent aussi loin qu'à 2,4 kilomètres de la cible. Heureusement que l'éblouissement se dissipe dès que le laser n'est plus visible.

À puissance élevée, une image rémanente peut persister même une fois le laser éteint, et il peut s'écouler jusqu'à deux minutes avant que les personnes touchées ne recouvrent une vision normale. Il peut s'agir d'une faible image rémanente

comme d'un aveuglement complet par l'éclair. L'aveuglement par l'éclair peut réduire considérablement l'acuité visuelle et s'avérer extrêmement dangereux lorsqu'un aéronef exécute une approche.

En plus de l'aveuglement par l'éclair, une exposition continue ou même de courte durée au laser peut endommager les yeux de façon permanente. Certains lasers sont assez puissants pour causer des brûlures ou même allumer un incendie si le laser est suffisamment près de matières combustibles.

### Qu'est-ce qui est sécuritaire?

Bien que la réglementation de Transports Canada stipule seulement qu'il est contraire à la loi de pointer un laser en direction d'un aéronef, la Federal Aviation Administration, en collaboration avec l'American National Standards Institute, a établi des niveaux de sécurité pour les zones adjacentes aux aéroports selon l'intensité du faisceau perçu dans l'aéronef. Ces niveaux de sécurité vont d'une intensité lumineuse ne provoquant aucun effet à celle qui ne cause qu'un éblouissement temporaire ou une image rémanente. Plus la zone est rapprochée du point d'atterrissage, plus les limites sont strictes.

### Zones lasers

Bien entendu, le simple fait de définir des limites ne met pas un terme au problème. Les ventes de lasers continuent d'augmenter et la puissance des appareils

continue de croître. L'achat de lasers portatifs est très peu contrôlé. À moins de prendre quelqu'un sur le fait, donc en train de pointer un laser en direction d'un aéronef, il est impossible de faire respecter les lois mêmes les plus sévères. Les pilotes doivent d'ailleurs observer quelques règles de base, s'ils se trouvent aux prises avec un incident dû à un laser.

### Réponse en cas d'incident causé par un laser

D'abord et avant tout, il NE FAUT PAS chercher du regard la source du faisceau ou l'observer directement!

- Si un des pilotes ou des membres d'équipage est touché, il faut envisager de transférer les commandes de l'aéronef au membre d'équipage qui est le moins incommodé.
- Il faut embrayer le pilote automatique dans la mesure du possible.
- Il faut accroître l'intensité lumineuse des instruments et de l'éclairage dans le poste de pilotage pour réduire tout autre effet subséquent.

« Bien que les lasers puissent être utilisés en toute sécurité, ils posent une certaine menace à l'aviation. »

- Il faut informer l'ATC de l'incident.
- Si des symptômes visuels persistent après l'atterrissage, il faut consulter un médecin de l'air ou un ophtalmologiste.
- Il faut signaler l'incident par les bonnes voies de communication liées à la sécurité des vols.

### Conclusion

Bien que les lasers puissent être utilisés en toute sécurité, ils posent une certaine menace à l'aviation lorsqu'ils sont utilisés de manière insouciant ou à mauvais escient. Des lois ont été mises en place pour punir tout acte malveillant, mais il est difficile de les faire respecter. Le compte rendu d'incident est le meilleur moyen de faire valoir l'importance du problème et d'aider à réduire ce danger pour l'aviation. Ce n'est pas parce qu'un laser est classé « sécuritaire » pour les yeux qu'il ne présente pas de danger pour l'aéronautique.

### Bibliographie

1. International Federation of Airline Pilots' Associations (IFALPA), *The Effects of Laser Illumination of Aircraft*, 09MEDBL07, Royaume-Uni, 2009.
2. W. Kosnik et P. Smith, *Flashblindness and Glare Modeling of Optical Radiation*, Human Effectiveness Directorate, Directed Energy Bioeffects Division, Optical Radiation Branch, Texas (États-Unis), 2003.
3. Laserglow Technologies, *Hercules Series High Power Portable Green Laser*, Laserglow Technologies, Ontario, 2009. Extrait du site Web : <http://www.laserglow.com/img/specifications/GHE.pdf>.
4. Laser Institute of America, *ANSI Z 136.1, American National Standard for Safe Use of Lasers*, Floride (États-Unis), 2007.
5. Laser Institute of America, *ANSI Z 136.6, American National Standard for Safe Use of Lasers Outdoors*, Floride (États-Unis), 2005.
6. V. Nakagawara, K. Wood et R. Montgomery, *A Review of Recent Laser Illumination Events in the Aviation Environment*, Civil Aerospace Medical Institute, Oklahoma (États-Unis), 2006.
7. V. Nakagawara, R. Montgomery, A. Dillard, L. Miclin et C. Connor, *The Effects of Laser Illumination on Operational and Visual Performance of Pilots During Final Approach*, United States Department of Transportation, Virginie (États-Unis), 2004.
8. V. Nakagawara, R. Montgomery, A. Dillard, L. Miclin et C. Connor, *The Effects of Laser Illumination on Operational and Visual Performance of Pilots Conducting Terminal Operations*, United States Department of Transportation, Virginie (États-Unis), 2003.
9. *Pour une utilisation sécuritaire et légale des pointeurs lasers*, Transports Canada, Ottawa (Canada), 2010. Extrait du site Web : <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/aerodromenavaer-normes-ais-sources-lumineuses-dirigee-menu-1068.htm>.

## Techniques d'instruction informatisées en environnement synthétique à l'appui des opérations militaires nocturnes

par le Dr Todd Macuda, Technicien en chef, Gladstone Aerospace Corporation.

Les lunettes de vision nocturne (NVG) sont utilisées en aviation depuis maintenant plus de trois décennies. Des prototypes de NVG ont été mis au point dans les années 70, et ils étaient alors connus sous le nom de ANPVS-5 (deuxième génération). Les premières générations de NVG ont démontré que le domaine de vol opérationnel des hélicoptères pouvait être considérablement élargi, car elles permettaient aux pilotes de mener efficacement des missions en toute sécurité. Toutefois, ces dispositifs comprenaient aussi des limites importantes, et ils ont été à l'origine d'un certain nombre d'accidents et d'incidents causés en partie par le fait que leur conception ne tenait pas compte des facteurs humains et offrait une résolution restreinte.

Ainsi, pour créer la troisième génération de NVG, les fabricants se sont fondés sur des leçons apprises lors de l'utilisation des NVG de deuxième génération. Ces dispositifs, les ANAVS-6 ou les systèmes d'imagerie de vision nocturne de bord (ANVIS), ont été conçus tout spécialement pour les pilotes d'hélicoptère. Ces ANVIS étaient plus légers, offraient une

meilleure résolution et amplifiaient plus efficacement la lumière que leurs prédécesseurs. De plus, ces systèmes tenaient compte des préoccupations qui avaient été soulevées à l'égard des facteurs humains lors de l'utilisation des systèmes de deuxième génération, et ils captaient une plus grande partie du spectre électromagnétique que ceux-ci. Par conséquent, la force aérienne a pu déployer ses hélicoptères de nuit au moyen d'une capacité tactique améliorée qui leur offrait l'avantage d'être les « maîtres de la nuit ». En effet, l'élément de surprise qu'offraient les NVG présentait de réels avantages tactiques, car il permettait de combattre l'ennemi sur son terrain et d'accroître la sécurité du personnel pendant les opérations.

Bien qu'une grande partie du travail mentionné précédemment ait été effectué aux États-Unis par des fabricants du matériel d'origine et des organismes de développement pour la défense, au Canada, le gouvernement, l'industrie et des organismes universitaires font également d'importantes recherches pour accroître la sécurité des vols nocturnes et, par le fait même, assurer la sécurité des

équipages navigants. La collectivité en question comprend un groupe intégré de chercheurs scientifiques, de pilotes d'essai et d'ingénieurs, qui sont tous déterminés à soutenir les utilisateurs de NVG au Canada en assurant l'utilisation sécuritaire des dispositifs. L'Institut de recherche aérospatiale du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) et Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) sont deux organismes qui offrent un tel appui à la collectivité grâce à leur direction éclairée et à leur aide financière. Pendant plus de dix ans, les programmes de recherche menés par ces organismes ont permis de formuler de solides conclusions détaillant les améliorations techniques et les modifications essentielles qui

« L'élément de surprise qu'offraient les NVG présentait de réels avantages tactiques, car il permettait de combattre l'ennemi sur son propre terrain et d'accroître la sécurité du personnel pendant les opérations. »



apporteraient un avantage aux utilisateurs de NVG par une optimisation accrue de la sécurité et de l'efficacité des dispositifs. En outre, tous ces programmes de recherche ont mis en lumière un résultat et un thème communs : les programmes et les techniques d'instruction sont des éléments essentiels favorisant le bon déroulement et la sécurité des opérations nocturnes pour les utilisateurs militaires et civils.

Pour combler un besoin précis commandant une capacité de formation approfondie « clé en main » en matière d'entraînement à l'utilisation des NVG et aux opérations nocturnes connexes, l'entreprise Gladstone Aerospace Corporation (GAC), un chef de file en matière de solutions dans les domaines de l'aérospatiale, de la défense et de la sécurité (ADS) a fait équipe avec l'entreprise Night Flight Concepts (NFC), un des principaux fournisseurs de techniques d'instruction pour l'entraînement à l'utilisation de systèmes de vision nocturne, en vue de développer un nouvel outil 3D informatisé d'instruction pour l'utilisation de lunettes de vision nocturne. Ce nouvel outil d'instruction pour l'utilisation des NVG tire profit des principales architectures des systèmes et techniques actuellement utilisées par les Forces canadiennes et d'autres militaires à l'étranger. La Figure 1 présente une image d'un ANVIS-9 équipé

d'un système 3D. Ce dernier a été conçu de façon à permettre aux utilisateurs de le manipuler et d'interagir avec lui.

### **Efficacité et rendement accrus de l'instruction**

Les organismes sont confrontés à de nombreux défis durant l'instruction et le maintien des compétences visant les opérations menées à l'aide de lunettes de vision nocturne. De nombreuses contraintes, comme la cadence élevée des opérations, le manque de financement ainsi qu'un accès limité au matériel, à la formation, au soutien et à l'expérience en matière d'opérations réduisent considérablement la viabilité des méthodes d'instruction classiques. Conçu de façon à intégrer des techniques de pointe au cœur de l'expérience de l'industrie et du génie, le nouvel outil d'instruction informatisé concernant

l'utilisation des NVG offrira une instruction 3D interactive et adaptée au rythme de chacun pour enseigner l'utilisation et l'entretien des NVG. Les modules de l'outil d'instruction informatisé permettront au personnel de s'entraîner au moment qui lui convient, sans incidence sur la cadence opérationnelle et sans égard pour l'emplacement géographique du personnel. L'utilisation d'un environnement 3D et synthétique, couramment utilisé dans les simulateurs de vol complet, permet au personnel de parfaire ses connaissances et d'acquérir de l'expérience relativement à une vaste gamme de procédures et de scénarios dans un contexte bien précis. Comme résultat final, l'efficacité de l'instruction est accrue et les compétences sont acquises plus rapidement qu'elles l'auraient été par l'utilisation de méthodes d'apprentissage classiques.

Figure 1 : Représentation d'un ANVIS-9 avec système 3D





Figure 2 : Saisie d'écran typique système 3D

La figure 2 représente une saisie d'écran provenant de l'outil d'instruction informatisé développé à l'intention des pilotes ou des équipages navigants et représentant un volet d'instruction 3D portant sur le centre de gravité.

Les solutions 3D uniques contenues dans l'outil d'instruction informatisé aideront les organisations civiles et militaires à améliorer leurs programmes d'instruction et d'entretien des NVG. Ces solutions 3D sont fondées sur la technologie d'objets de savoir 3D de NGRAIN (les clients de NGRAIN comprennent tous les services des Forces canadiennes, les militaires des États-Unis et les principaux fabricants et intégrateurs de systèmes de l'industrie de la défense, notamment Lockheed Martin, Northrop Grumman et Airbus). L'utilisation de milieux virtuels 3D interactifs d'instruction aux tâches permet de bénéficier :

- d'un accès en tout temps et en tous lieux;
- de méthodes d'instruction faciles à créer et à mettre à jour;

- d'une efficacité d'apprentissage élevée.

La mise en œuvre d'outils d'instruction virtuels 3D visant les tâches des NVG ainsi que des techniques de soutien connexes réduira le temps d'apprentissage requis pour l'utilisation opérationnelle, l'entretien et la manipulation des NVG. On s'attend à ce que la formation se donne plus rapidement et plus efficacement que celle ayant recours à la méthode classique, et ce, dans une proportion de 70 pour cent. Les données actuelles laissent également croire que les environnements d'instruction synthétiques s'avèrent une méthode plus efficace auprès des apprenants plus jeunes.

En plus des objets de savoir 3D et des animations, les techniques d'instruction informatisées enregistrent et communiquent le savoir-faire que les experts civils et militaires ayant utilisé des NVG ont accumulé au fil des ans dans les laboratoires et sur le terrain. On peut ainsi offrir un outil d'apprentissage complet, adapté au rythme de chacun et aidant les utilisateurs de NVG à régler d'importants

problèmes liés à l'enrichissement de tout programme de formation de vision nocturne.

### Préparation et efficacité opérationnelles accrues

Une mauvaise formation et la mauvaise manipulation des ANVIS, comme des lunettes de vision nocturne (NVG), peuvent mettre en péril des vies et compromettre la préparation opérationnelle et l'atteinte des objectifs de la mission. Les outils d'instruction informatisés sur les NVG ont été conçus pour améliorer les programmes de soutien à l'instruction sur les NVG à l'intention des utilisateurs et des spécialistes de l'entretien. Il s'agit d'outils essentiels pour aider les utilisateurs à acquérir et à tenir à jour les connaissances de base en matière de NVG qui serviront à relever les défis opérationnels. Les modules d'instruction adaptés au rythme de chacun peuvent être utilisés de la maison, de la salle de classe ou sur le terrain, et ils peuvent assurer un soutien ponctuel lors de l'utilisation des NVG dans le cadre d'opérations sur le terrain ou pour leur entretien, au moment et à l'endroit opportuns.

NFC offre nombre de services d'entretien des ANVIS par l'intermédiaire de son atelier de réparation des NVG ayant la certification du Code of Federal Regulations (CFR) 14, Part 145 (n° N5ZR113B). En plus de services d'entretien exhaustifs, l'entreprise assure également la formation de techniciens

de NVG. L'expérience que possède le personnel d'entretien de NFC est inégalée dans l'industrie. NFC est le fournisseur de choix pour l'instruction concernant l'utilisation du matériel d'essai, d'inspection et d'homologation des NVG de Hoffman Engineering; la norme de l'industrie civile et militaire. À la suite de son récent partenariat avec GAC, la capacité accrue d'entretien des NVG est maintenant transférée au Canada. Dans le cadre de ce partenariat, GAC dirige un programme de recherche et de développement en collaboration avec le CNRC, qui porte sur l'entretien des NVG. En gros, GAC a mis sur pied une équipe homogène à laquelle participe NFC, CNRC et GAC pour produire des instructions informatisées sur l'entretien des NVG permettant aux clients de vérifier rapidement et facilement l'état de leurs NVG et ainsi assurer le succès de leur mission. Les clients peuvent donc cerner et régler tout problème relatif au matériel et retourner sur le terrain sans tarder. La solution d'instruction et d'entretien 3D en matière de NVG a été élaborée pour offrir une nouvelle méthode efficace et empirique et aider ainsi nos clients à améliorer l'état de préparation opérationnelle, le rendement et la sécurité tout en réduisant les coûts.

La figure 3 représente une saisie d'écran prise à partir d'un appareil d'essai virtuel 3D ANV-126A de Hoffman.

### Architectures du système de base modulaire

Nous avons conçu l'instruction informatisée actuelle de façon à ce qu'elle soit facilement intégrée à de nombreux environnements d'apprentissage Web en HTML. Bien qu'elle comprenne son propre système autonome de gestion de l'apprentissage, elle peut facilement être intégrée à une vaste gamme d'infrastructures d'apprentissage et de systèmes de gestion du contenu d'apprentissage (p. ex. l'Environnement informationnel et d'apprentissage intégré de la Force aérienne [EIAIFA]).



Figure 3 : Saisie typique d'écran système 3D avec ANV-126A de Hoffman

### Résumé

En offrant la prestation de services complets liés à l'instruction, au soutien et aux techniques, l'équipe de GAC/NFC a permis à ses clients d'effectuer des opérations en mode de vision nocturne. Notre équipe a mis au point de nouvelles méthodes et techniques à l'égard des NVG, facilitant ainsi une instruction informatisée et une modélisation 3D qui amélioreront la sécurité et l'efficacité des opérations effectuées à l'aide des NVG.

*« Une mauvaise formation et la mauvaise manipulation des ANVIS, comme des lunettes de vision nocturne (NVG), peuvent mettre en péril des vies et compromettre la préparation opérationnelle et l'atteinte des objectifs de la mission. »*



Photo : Cplc Robert Bottrill

L'équipe de GAC/NFC est à l'avant-garde de l'instruction en matière de NVG, car elle offre la technique d'instruction Green-Turn Key® à ses clients ([www.gladstoneac.com](http://www.gladstoneac.com)). La technologie dont il est question dans le présent article est actuellement distribuée aux clients militaires et civils à l'échelle internationale.

### Avis spécial

Il est important de souligner que les techniques et l'instruction en question sont rigoureusement contrôlées par le Département d'État des États-Unis. Avant de pouvoir se procurer toute instruction ou NVG, ou d'obtenir une démonstration de celles-ci, l'utilisateur final du produit ou du service doit faire l'objet d'une vérification et être approuvé, au cas par cas.

### À propos de Gladstone Aerospace Corporation

Gladstone Aerospace Corporation (GAC) apporte son aide aux clients civils et militaires partout dans le monde en cernant, définissant et mettant en œuvre des stratégies d'affaires, la planification de programmes aérospatiaux et le développement et la mise en place

de systèmes. GAC se spécialise dans la recherche de solutions de vision améliorée pour le secteur pétrolier et gazier ainsi que les domaines de l'aérospatiale, de la défense et de la sécurité ([www.gladstoneac.com](http://www.gladstoneac.com)).

### À propos de Night Flight Concepts

Night Flight Concepts (NFC) est un fournisseur de la technologie de vision nocturne dans son ensemble, et il se spécialise dans l'instruction des pilotes et des équipages navigants à l'utilisation des NVG, dans la prestation de services de réparation et d'entretien des NVG, dans l'instruction des techniciens à l'entretien des NVG et dans la prestation de soutien au programme de vision nocturne des autorités policières, des services aériens d'assistance médicale et de sauvetage, des organisations militaires et de groupes opérationnels gouvernementaux, partout dans le monde ([www.nightflightconcepts.com](http://www.nightflightconcepts.com)).

### À propos de l'auteur

Le D<sup>r</sup> Todd Macuda a fait ses études à l'université Western (Ontario) où il a obtenu un baccalauréat et une maîtrise en psychologie avant de passer son doctorat en neurosciences. Il est professeur auxiliaire à plusieurs universités. Il est un instructeur qualifié en matière de facteurs humains, et il donne aussi d'autres cours relatifs à la médecine aérospatiale. Les programmes de recherche et développement du D<sup>r</sup> Macuda ont surtout porté sur l'interopérabilité

des engins télépilotés (UAV) et des aéronefs, la conception des postes de commande, l'évaluation du rendement des pilotes, les essais en vol, les lunettes de vision nocturne et leurs effets sur le rendement visuel humain, les dispositifs d'amplification d'image par fusion des données des capteurs, les systèmes de vision synthétiques améliorés ainsi que les méthodes physiologiques pour mesurer l'accroissement cognitif et la charge de travail. Le D<sup>r</sup> Macuda fait partie de plusieurs sociétés et comités techniques. Il occupe actuellement le poste de technicien en chef chez Gladstone Aerospace, et il gère tous les dossiers liés au développement des produits et de la technologie. Le D<sup>r</sup> Macuda a misé sur sa vaste expérience pour mener des programmes de recherche axés sur la conduite des affaires, afin d'offrir aux gouvernements, aux milieux universitaires et à l'industrie des services de recherche et développement dans les domaines des facteurs humains dans l'aviation, des essais en vol, de la médecine aérospatiale et de la neuroscience visuelle. À titre de technologue axé sur les affaires, il peut mettre sur pied de grandes équipes de recherche pour effectuer la transition entre la recherche initiale ou opérationnelle et les techniques ou applications en situation réelle. Les travaux qu'il a effectués à GAC lui ont surtout permis de se servir de ses connaissances pour développer des services et des produits viables pour diverses industries.



# Travailler dans le noir

par le Major Sylvain Giguère, Direction de la sécurité des vols, Ottawa.

Il faisait une nuit d'encre tandis que, sur l'aire de trafic de la 12<sup>e</sup> Escadre, un technicien guidait un CH124 *Sea King* vers la place de stationnement qui lui était réservée. Pendant l'arrêt de la tête de rotor principal, le technicien doit observer celle-ci pour vérifier si les butées d'affaissement sont bien engagées. Ces dispositifs sont conçus pour limiter le mouvement vertical des pales de rotor pendant leur ralentissement. Dans l'événement en question, le technicien a entrevu les repères des butées d'affaissement, et il a fait un signal aux pilotes pour confirmer que toutes les butées étaient bien engagées. Alors que le rotor effectuait ses quelques derniers tours, les pilotes ont remarqué qu'une des pales descendait beaucoup plus bas que les autres. Heureusement, la pale en question s'est immobilisée tout juste devant l'hélicoptère sans causer de dommages.

L'événement décrit s'est réellement produit. On a conclu qu'il avait été causé par un bris mécanique graduel. En effet, l'axe de la butée d'affaissement s'était légèrement tordu, ce qui a empêché la butée de s'engager. Heureusement, la pale n'a pas heurté le fuselage. Parmi les leçons à retenir de cet événement, il faut mentionner les facteurs humains qui ont aussi joué un rôle puisque le technicien

n'a pas remarqué qu'une des butées d'affaissement n'était pas complètement engagée. En aviation, l'erreur humaine est généralement considérée comme un facteur contributif dans 70 à 80 pour cent de tous les accidents. Ce chiffre augmente dans le cas d'opérations nocturnes, ce qui peut être expliqué par le fait que les travaux d'entretien courant et de maintenance effectués dans le cadre d'opérations nocturnes présentent des défis bien différents de ceux auxquels le personnel est confronté de jour. La nuit, notre vision est considérablement limitée, et nous ne bénéficions plus des avantages qu'offrent la couleur et le contraste le jour.

Mais revenons à la butée d'affaissement. Il est évident qu'une des butées d'affaissement n'était pas engagée, mais le technicien l'a perçue ainsi. Il serait peut-être bon de prendre quelques instants pour mieux comprendre à quel point notre vision est dégradée dans le cadre d'opérations nocturnes. D'expérience, nous savons que le fait de passer d'un endroit très bien éclairé (hangar) à un endroit où l'éclairage est diffus (aire de trafic) peut réduire considérablement notre vision, et ce, jusqu'au moment où nos yeux s'adaptent au faible éclairage. Nombre de publications indiquent que nos yeux prennent environ trente minutes

à s'habituer à la noirceur. La vision se dégrade également dans un faible éclairage en raison d'une tache aveugle de un à deux degrés, située au centre du champ visuel. Cette tache aveugle est due au fait que seuls des cônes tapissent cette partie de la rétine et que ceux-ci sont seulement sensibles à un éclairage plus intense. Par conséquent, dans des conditions de faible éclairage, il faut regarder un objet légèrement de côté pour que son image soit perçue sur la rétine, à côté de la tache aveugle.

### L'œil humain

La structure de l'œil est fondamentalement semblable à un appareil photographique. La lumière entre dans l'œil par la cornée, puis passe par l'iris et le cristallin avant d'atteindre la rétine. La lumière agit alors sur les cellules photosensibles de la rétine,

« En aviation, l'erreur humaine est généralement considérée comme un facteur contributif dans 70 à 80 pour cent de tous les accidents. Ce chiffre augmente dans le cas d'opérations nocturnes. »

c'est-à-dire les cônes et les bâtonnets. Les bâtonnets permettent de voir lorsqu'il y a peu de lumière, tandis que les cônes sont sensibles à une lumière de plus grande intensité. Ensemble, les bâtonnets et les cônes permettent de voir quelle que soit l'intensité de l'éclairage et, en présence d'un éclairage moyen (p. ex. à la brunante ou sur une aire de trafic éclairée), ils perçoivent la lumière simultanément. À la brunante ou sur une aire de trafic éclairée, ni les bâtonnets ni les cônes n'offrent leur meilleur rendement, mais ils contribuent tout de même activement à la perception visuelle.

Bien que les aérodromes semblent baignés dans la lumière des projecteurs et d'autres types d'éclairage, ces appareils ne fournissent probablement pas assez de lumière pour qu'un technicien puisse voir parfaitement ce qu'il fait lorsqu'il travaille sur un aéronef ou près de celui-ci.

« Ces appareils ne fournissent probablement pas assez de lumière pour qu'un technicien puisse voir ce qu'il fait lorsqu'il travaille sur un aéronef ou près de celui-ci. »

## Voici d'autres événements liés aux opérations nocturnes

### Une plate-forme de chargement heurte un avion CC150 Polaris

L'événement a eu lieu de nuit sur l'aire de trafic. L'éclairage fixe est situé du côté sud de l'aire de trafic, près des bâtiments. Le CC150 Polaris est toujours stationné face à l'ouest sur l'aire de trafic, et l'éclairage inonde le côté gauche de l'avion. Le déchargement et le chargement du fret situé dans la soute arrière de la partie inférieure de l'avion se font du côté droit, loin de l'éclairage direct. Dans le cadre de l'événement en question, la plate-forme de chargement a heurté l'avion et a légèrement endommagé celui-ci.

Le manque d'éclairage direct du côté droit de l'avion a dégradé la perception de profondeur de l'opérateur aux commandes de la plate-forme de chargement.

### Corps étranger pouvant endommager l'aéronef non repéré

Le technicien ayant effectué le démarrage de l'avion pour une mission de nuit a remarqué qu'une vis dépassait du dessous de l'aile droite comme le CF188 Hornet se préparait à circuler au sol. On a demandé au pilote de couper les moteurs. Après inspection, il s'est avéré que la vis sortait du trou de vidange du panneau se trouvant directement sous la servocommande de l'aileron gauche. Cette nuit-là, sur la ligne de vol, on avait pourtant fait une inspection avant vol, et le pilote avait

aussi effectué une inspection extérieure de l'avion, mais personne n'avait détecté la vis qui dépassait. Pendant le vol, les vibrations et les manœuvres de l'avion auraient pu faire tomber la vis dans la servocommande, ce qui aurait causé le grippage ou le blocage des commandes de l'aileron.

Le personnel n'a pas remarqué la vis qui dépassait, en raison de limites visuelles associées à la tenue de vérifications sur la ligne de vol de nuit.

### Technicien blessé pendant l'exécution de travaux de maintenance

Un technicien réparait une conduite hydraulique rompue qui servait au repliage des pales d'un CH124 Sea King, de nuit, par forts vents. Pour mieux voir, le technicien a décidé d'enlever ses lunettes de sécurité. Le technicien a reçu du liquide hydraulique dans les yeux. On l'a aidé à regagner le hangar où l'on a utilisé un flacon laveur pour lui rincer les yeux d'urgence.

Comme l'éclairage était insuffisant et le travail urgent, le technicien a enlevé ses lunettes de sécurité au lieu de prendre le temps d'obtenir un meilleur éclairage pour exécuter la tâche.

Même si ces événements n'offrent qu'un aperçu limité des dangers possibles liés aux opérations nocturnes, ils communiquent tous le même message : un mauvais ou un faible éclairage peut provoquer un accident. Si nous ajoutons à cela des

facteurs comme l'environnement non familier associé aux déploiements, la réglementation de l'éclairage (feux verts ou rouges) dans les zones tactiques ou les changements des structures de sommeil, la possibilité d'erreurs devient bien réelle. Dans la mesure du possible, il faut utiliser un éclairage d'appoint localisé, et ce dernier doit être adapté à la tâche à exécuter. Certaines tâches peuvent nécessiter l'utilisation de lampes sur pieds tandis que d'autres peuvent se faire à l'aide d'une lampe de poche. Si l'éclairage ne peut pas être amélioré, il faut porter une attention toute particulière à la tâche pour qu'elle soit bien effectuée, en toute sécurité.

### Pour en savoir plus

1. CAP 715, *An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR 66*, Safety Regulation Group, Civil Aviation Authority, 22 janvier 2002.
2. Site intranet, Human Performance in Military Aviation, Tier 3 Downloads FY 05/06 Module 04 (Elective) Shiftwork, [http://winnipeg.mil.ca/cfs/HPMA/Tier%203%20Downloads\\_e.htm](http://winnipeg.mil.ca/cfs/HPMA/Tier%203%20Downloads_e.htm).
3. Site Web de l'American Optometric Association, *The Eye and Night Vision*, <http://www.aoa.org/x5352.xml>, inspiré du rapport spécial AL-SR-1992-0002, *Night Vision Manual for the Flight Surgeon*, de la Force aérienne des États-Unis.
4. Field Manual 3-04.5000, chapitre 7, *Army Aviation Maintenance*, Dept of the Army, Washington (DC) 26 septembre 2000.
5. Hobbs, A., *Maintenance « error »: Lessons from the ATSB survey*, Flight Safety Australia, mars-avril 2000, p. 36-37.



Photo : Cpl Jean-Francois Lauze

# Dodo au boulot!

par Linda Werfelman, Clarence E. Rash et Sharon D. Manning.

*Le présent article, paru initialement dans la revue Aviation Safety Spotlight en janvier 2010, est reproduit avec l'aimable autorisation du Directorate of Defence Aviation and Air Force Safety (Australie).*

Depuis de nombreuses années, on recommande aux pilotes de faire une sieste contrôlée dans leur siège du poste de pilotage, car celle-ci représente l'un des moyens efficaces pour combattre la fatigue. Tout récemment, l'Association de médecine aéronautique et spatiale (AMAS) a déclaré que l'industrie de l'aviation devrait lever son interdiction de faire des siestes dans les sièges du poste de pilotage; une pratique que l'AMAS considère comme un outil de gestion des risques sécuritaire et efficace qui pourrait grandement améliorer la vigilance des pilotes.

« Il vaut mieux qu'une personne fasse un somme au moment opportun plutôt que d'essayer de rester vigilant et productif pendant de nombreuses heures, sans dormir, précise J. Lynn Caldwell, spécialiste en repos des équipages pour le laboratoire de recherche de la force aérienne des États-Unis et membre du sous-comité de l'AMAS chargé d'étudier les mesures contre la fatigue, lequel sous-comité

a ébauché des recommandations auxquelles l'organisation a donné son aval en 2009. »

« Une sieste peut considérablement améliorer le rendement, la vigilance et l'humeur. Même si la sieste prise dans un siège du poste de pilotage est approuvée par certaines autorités de l'aviation civile (alors qu'elle respecte les directives prescrites pour assurer la sécurité des opérations) et que les pilotes de certains transporteurs aériens internationaux y ont recours, la sieste ne fait pas l'unanimité en tant que solution au problème de la fatigue.

Par exemple, la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis n'autorise pas les membres d'équipage en service à faire des siestes en vol. D'ailleurs, une révision prochaine des règlements de l'organisme ne prévoit pas la modification de la politique sur le repos des équipages, mentionne Margaret Gilligan, administratrice associée de la FAA chargée de la sécurité aérienne.

« L'équipage doit être prêt à respecter l'échéancier prévu lorsqu'il se présente au travail, a-t-elle précisé en décembre 2009 dans le cadre d'une audience sur la fatigue des pilotes, devant le sous-comité chargé

« Une sieste peut considérablement améliorer le rendement, la vigilance et l'humeur. »

de l'aviation pour le comité du Sénat sur le commerce, la science et le transport des États-Unis. Nous croyons que la nouvelle réglementation permettrait de gérer et d'atténuer suffisamment la fatigue des équipages pour que ces derniers puissent rester vigilants tout au long du vol. »

Quant au président de l'Airline Pilots Association International (ALPA), John Prater, il a déclaré devant le sous-comité que les pilotes devaient seulement avoir recours aux sommes comme ultime moyen de rester plus vigilants pendant les étapes critiques de vol.

Toutefois, il ajoute qu'il craint que les siestes autorisées puissent devenir un moyen de faire travailler les pilotes encore plus longtemps. Il imagine déjà la réponse de l'agent d'ordonnancement des vols à qui le pilote vient d'indiquer qu'il ne peut



pas accepter un vol à cause de sa fatigue :  
« Ne vous en faites, vous pourrez toujours faire une sieste en vol. »

« En fin de compte, il ne s'agit pas d'une saine stratégie pour rester vigilant, signale M. Prater. »

Ceux qui appuient les siestes contrôlées, y compris M. Voss, président de la Flight Safety Foundation, ont déclaré au sous-comité qu'une sieste dans le poste de pilotage serait l'exception et non la règle; une stratégie de dernier recours pour contrer la fatigue des membres d'équipage.

« Ce dernier recours, qui comprend également d'autres moyens de combattre la fatigue, comme l'ingestion de caféine au bon moment, tient compte du fait inévitable que les équipages sont parfois considérablement fatigués même si ces derniers ainsi que leur exploitant ont pris toutes les mesures nécessaires pour l'éviter, selon M. Voss, ce qui comprend les mesures utilisées pour gérer les risques jusqu'à ce que le vol prenne fin en toute sécurité. »

*« Selon M. Barimo, la sieste contrôlée devrait être un des outils contre la fatigue que l'on doit intégrer à la nouvelle réglementation de la FAA »*

Basil J. Barimo, vice-président des opérations et de la sécurité de l'Air Transport Association of America, était d'accord. Il a demandé à la FAA de donner son aval aux siestes contrôlées dans le poste de pilotage, lesquelles seraient prises selon des procédures approuvées par la FAA favorisant ainsi la vigilance durant des étapes critiques de vol.

« Nous ne considérons pas la sieste comme un remède-miracle contre la fatigue, a souligné M. Barimo. Les compagnies aériennes n'élaboreraient pas des échéanciers de vol où il faudrait faire des siestes pour achever le vol. Il s'agit plutôt d'une façon de gérer la fatigue qui se présente en temps réel; une méthode plus rationnelle que celle où l'on risque que les deux pilotes s'endorment. »

Selon M. Barimo, la sieste contrôlée devrait être un des outils contre la fatigue que l'on doit intégrer à la nouvelle réglementation de la FAA, et il a fait part d'études démontrant que les siestes prévues pendant le vol peuvent améliorer la vigilance et le rendement, tout particulièrement lorsque les pilotes ne bénéficient pas des huit heures de sommeil recommandées pour chaque période de 24 heures.

### Recherche de la NASA

Une de ces études, effectuée en 1994 par la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis, répartissait 21 pilotes participants (chacun d'eux intégré à un équipage navigant de

trois membres) dans un groupe « avec repos », dont les membres pouvaient faire une sieste contrôlée de 40 minutes pendant le vol de croisière, et dans un groupe « sans repos » qui poursuivait ses tâches normales en vol pendant cette période de 40 minutes.

En général, les pilotes faisant partie du groupe avec repos se sont endormis rapidement, et ils ont bien dormi en moyenne pendant 26 minutes. Après leur réveil, ils ont fait preuve d'une plus grande vigilance physiologique et d'un meilleur rendement comparativement à leurs collègues qui faisaient partie du groupe sans repos, selon le rapport des chercheurs.

On indiquait dans le rapport que les avantages de la sieste avaient été observés lors d'étapes critiques de vol, comme la descente et l'atterrissage. La sieste n'avait pas eu de répercussion sur le sommeil des pilotes pendant l'escalade ni sur le manque de sommeil accumulé que ressentait la plupart des membres d'équipage. Les procédures relatives aux siestes avaient été mises en œuvre de manière à perturber le moins possible le déroulement normal du vol et aucun problème n'a été signalé ou relevé relativement à la sécurité.

Les chercheurs de la NASA étudiant le sommeil et d'autres intéressés croient que des stratégies de sieste bien planifiées peuvent contrer efficacement la fatigue et prévenir de nombreux moments d'inattention ou périodes de micro-

sommeils (période de sommeil qui dure à peine quelques secondes et passe souvent inaperçue) dont souffrent les pilotes pendant les vols long-courriers.

En plus de ses avantages, la sieste comporte aussi des aspects négatifs. Selon M. Caldwell, presque tout le monde ressent de la confusion au réveil d'une sieste.

Cette confusion, que l'on nomme aussi l'inertie du sommeil, se manifeste par une dégradation de la vigilance, un accroissement de la somnolence accrue et une réduction du rendement qui dure d'une à 35 minutes après le réveil. Selon les chercheurs, il est important de tenir compte de l'inertie du sommeil au moment d'établir l'horaire des siestes dans le poste de pilotage, et M. Prater en convient. D'ailleurs, il ajoute qu'il est difficile de prendre une décision en hâte lorsque l'on vient tout juste de se réveiller.

Ceux qui appuient la pratique voulant que les pilotes fassent des siestes dans leur siège conviennent qu'il faut tenir compte de plusieurs facteurs au moment de faire la planification. Les recommandations de l'AMAS stipulent que la sieste des pilotes en service dans le poste de pilotage ne doit pas durer plus de 40 minutes. La limite a été établie à la lumière d'études menées par la NASA, ainsi que d'autres études sur le sommeil, qui ont démontré que les périodes de sommeil inférieures à 30 minutes ont moins tendance à engendrer une inertie du sommeil excessive.

Dans l'étude menée par la NASA en 1994, seulement 8 pour cent des participants avaient sombré dans un sommeil lent, aussi désigné comme le sommeil profond ou le sommeil à ondes lentes, qui constitue la phase du sommeil susceptible de provoquer subséquemment l'inertie du sommeil. Le sommeil à ondes lentes commence habituellement après 30 minutes de sommeil, tandis que le sommeil paradoxal, la phase du sommeil associée au rêve, commence habituellement de 60 à 100 minutes après le début d'une période de sommeil normale de huit heures.

La stratégie est toutefois différente lorsqu'un pilote prévoit faire une sieste alors qu'il n'est pas en service. Une sieste en dehors des heures de service devrait être prévue en fonction de la période de manque de sommeil et du rythme circadien naturel. En outre, la plupart des études indique qu'une sieste d'au moins une heure améliore le rendement et la vigilance; comme on peut s'y attendre, plus la sieste est longue, mieux c'est! Enfin, la qualité du sommeil pendant la sieste est déterminée par le temps passé en mode de sommeil profond.

### **Aucun effet défavorable**

Un certain nombre de transporteurs aériens internationaux, dont Air Canada, Air New Zealand, British Airways, Emirates et Qantas, permettent aux pilotes de faire des siestes dans leur siège du poste de pilotage pendant l'étape de vol de croisière de vols long-courriers. En 2009,

*« ...des études ont démontré que les périodes de sommeil inférieures à 30 minutes ont moins tendance à engendrer une inertie du sommeil excessive. »*

un rapport de l'AMAS indiquait que les siestes en question n'avaient produit aucun effet défavorable.

Le même rapport de l'AMAS mentionnait également un rapport de la NASA qui avait été publié en 1999 à la suite d'un sondage effectué auprès des pilotes de l'aviation commerciale aux États-Unis. Celui-ci précisait que, malgré l'interdiction promulguée par la FAA, 56 pour cent des membres des équipages navigants ayant répondu à un sondage régional sur les opérations de la compagnie aérienne avaient indiqué qu'ils avaient pris part à un vol où l'un des pilotes s'était arrangé pour dormir dans le poste de pilotage.

Des pilotes effectuant le transport d'officiels ou d'employés d'entreprise qui ont répondu à un sondage connexe, 39 pour cent ont indiqué qu'ils avaient pris part à des vols où des arrangements semblables avaient été pris, selon un rapport de la NASA publié en 2001.

Bien avant cette date, en 1991, une étude de la NASA portant sur les équipages navigants de vols long-courriers démontrait que les pilotes faisaient



des siestes pendant 11 pour cent du temps de vol et que ces siestes duraient en moyenne 46 minutes.

En outre, le rapport de l'AMAS mentionnait un sondage d'opinion mené en 2002 par la National Sleep Foundation des États-Unis, pour lequel 86 pour cent des répondants avaient indiqué qu'ils étaient entièrement ou plutôt d'accord avec l'énoncé suivant : « un pilote de ligne pris de somnolence en vol devrait pouvoir faire une sieste si un autre pilote qualifié est réveillé et peut assumer ses tâches pendant qu'il dort. »

Néanmoins, lors de son témoignage, M. Voss a déclaré que, aux États-Unis, on se méfie malheureusement de l'idée d'une sieste contrôlée dans le poste de pilotage en raison de quelques épisodes un peu trop médiatisés de siestes non contrôlées. Il a décrit en partie un incident survenu en février 2008, au cours duquel un avion Bombardier CL-600-2B19 est allé au-delà de sa destination, Hilo (Hawaii), parce que les deux pilotes s'étaient

endormis sans le vouloir (ASW, 9/09, p. 24). Les pilotes se sont ensuite réveillés pour revenir vers Hilo où l'avion s'est posé sans autre incident. Le National Transportation Safety Board des États-Unis a déclaré que le fait que l'incident s'était produit en milieu de l'avant-midi indiquait que les pilotes étaient fatigués.

M. Voss a ajouté qu'il espérait que la FAA se fonde sur les analyses scientifiques et les expériences concluantes effectuées dans nombre d'autres pays, au lieu de tenir compte d'inquiétudes alarmistes répandues par des personnes n'ayant pas étudié la question, et ce, même s'il reconnaît que l'idée de planifier la sieste d'un pilote peut sembler contraire au bon sens pour les passagers assis dans l'avion. Il a ajouté que nombre de pays et de compagnies aériennes permettent à leurs pilotes de faire des siestes contrôlées, comme la France, l'Australie, Singapour et le Canada. Les dossiers sur la sécurité aérienne dans ces pays ne laissent aucun doute à cet égard.

L'article 720.23 – *Repos aux commandes au poste de pilotage* du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) donne les exigences imposées aux exploitants canadiens qui autorisent leurs pilotes à participer aux programmes de sieste dans le siège du poste de pilotage. Une formation traitant des principes de la fatigue et des moyens pour contrer la fatigue est aussi prescrite, au même titre que toute autre formation propre au programme de l'exploitant.

Conformément au RAC, les périodes de repos sont prévues durant l'exposé avant vol pour permettre aux pilotes « de prévoir et de tirer le maximum de leur temps de sommeil et leur permettre de gérer leurs degré de vigilance ». Toutefois, l'exposé peut parfois être donné en vol. Une période de pré-repos de cinq minutes est prévue pour transférer les tâches, donner un exposé opérationnel et coordonner le tout avec les agents de bord, avant que ne commence la période de repos.

La période de repos comme telle est limitée à 45 minutes durant l'étape de vol de croisière, et elle doit se terminer au moins 30 minutes avant le début de la descente. Après sa sieste, le membre d'équipage bénéficie d'une période d'au moins 15 minutes pour se réveiller convenablement avant de reprendre ses tâches.

« La procédure canadienne tient compte de toutes les variables possibles, et elle se traduit par une sécurité accrue des opérations, signale M. Voss. Après tout,

ajoute-t-il, si un pilote est soudainement pris de fatigue, il est beaucoup plus sûr d'avoir une procédure en place pour lui permettre de dormir pendant une période de temps déterminée au vu et au su du copilote et des autres membres de l'équipage. »

## Bibliographie

1. John A. Caldwell, Melissa M. Mallis, J. Lynn Caldwell, Michel A. Paul, James C. Miller, David E. Nerei, sous-comité du comité chargé des facteurs humains de l'AMAS, *Fatigue Countermeasures in Aviation*, Aviation, Space and Environmental Medicine, Volume 80, p. 29-39, janvier 2009.
2. Mark R. Rosekind, R. Curtis Graeber, David E. Dinges, Linda J. Connell, Michael S. Rountree, Cheryl L. Spinweber, Kelly A. Gillen, *Crew Factors in Flight Operations IX: Effects of Planned Cockpit Rest on Crew Performance and Alertness in Long-Haul Operations*, document technique n° 108839 de la NASA, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Californie (États-Unis), 1994.
3. A. Muzet, A. Nicolas, P. Tassi, G. Dewasmes, A. Bonneau, *Implementation of Napping in Industry and the Problem of Sleep Inertia*, Journal of Sleep Research, Volume 4 (suppl. 2), p. 67-69, 1995.
4. T. Akerstedt, L. Torsvall, M. Gillberg, *Shift Work and Napping*, tiré de D. E. Dinges, R. J. Broughton, *Sleep and Alertness: Chronobiological, Behavioral and Medical Aspects of Napping*, Raven Press, New York, 1989.
5. J. Lynn Caldwell, *Napping: Power or Poison?*, Flying Safety, p. 16-17, octobre 2002.
6. E. L. Co, K. B. Gregory, J. M. Johnson, M. R. Rosekind, *Crew Factors in Flight Operations XI: A Survey of Fatigue Factors In Regional Airline Operations*, document technique n° 1999-208799 de la NASA, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Californie (États-Unis), 1999.
7. M. R. Rosekind, E. L. Co, K. B. Gregory, D. L. Miller, *Crew Factors in Flight Operations XIII: A Survey of Fatigue Factors In Corporate/Executive Aviation Operations*, document technique n° 2001-211385 de la NASA, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Californie (États-Unis), 2001.
8. P. H. Gander, R. C. Graeber, L. J. Connell, K. B. Gregory, *Crew Factors in Flight Operations VIII: Factors Influencing Sleep Timing and Subjective Sleep Quality in Commercial Long-Haul Flight Crews*, document technique n° 103852 de la NASA, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Californie (États-Unis), 1991.
9. *Sleep in America Poll*, National Sleep Foundation, 2002; extrait du site Web : [www.sleepfoundation.org/article/sleep-america-polls/2002-adultsleephabits](http://www.sleepfoundation.org/article/sleep-america-polls/2002-adultsleephabits).
10. Wayne Rosenkrans, *Fatigued in the Back*, AeroSafety World, Volume 4, p. 34-37, mars 2009).
11. Linda Werfelman, *Easing Fatigue*, AeroSafety World, Volume 4, p. 22-27, mars 2009.
12. Linda Werfelman, *If You Don't Snooze, You Lose*, Aviation Safety World, Volume 1, p. 13-17, novembre 2006.
13. Groupe de rédaction de la Fondation pour la sécurité aérienne (FSF), *Lessons from the Dawn of Ultra-Long-Range Flight*, Flight Safety Digest, Volume 24, août-septembre 2005.
14. Groupe de travail sur les mesures contrant la fatigue de la Fondation pour la sécurité aérienne (FSF), *Principles and Guidelines for Duty and Rest Scheduling in Corporate and Business Aviation*, Flight Safety Digest, Volume 16, février 1997.





# DEUXIÈME PARTIE — LEÇONS APPRISSES



# LECTURE DE CARTES À L'AIDE DE LUNETTES DE VISION NOCTURNE

par le Lieutenant François Parenteau,  
A4 Maintenance, 1<sup>re</sup> Division aérienne du Canada.



L'incident s'est produit lors de ma formation en cours d'emploi, en été 2007, au sein du 408e Escadron tactique d'hélicoptères à Edmonton. J'étais alors un jeune élève-officier fraîchement émoulu de l'école, et mon rôle consistait à observer les techniciens d'aéronef qui travaillaient dans le hangar, à les aider dans la mesure du possible et, par la force des choses, à en apprendre le plus possible. Par chance, j'avais été choisi pour participer à l'opération Mountain Warrior : un exercice de dix jours dans les Rocheuses. Comme toujours, je n'avais d'autres tâches plus précises que d'observer et d'apprendre. Comme je ne possédais aucune qualification utile, je travaillais surtout dans la salle des opérations. Une nuit, le commandant de bord d'un aéronef m'a demandé si je voulais faire un tour

au-dessus des Rocheuses, ce que j'ai immédiatement accepté. J'étais autant impressionné qu'enthousiasmé à l'idée d'utiliser des lunettes de vision nocturne pour la première fois. Nous avons décollé vers minuit et survolé le relief avoisinant à quelques centaines de pieds d'altitude. Nous avons ensuite enfilé nos lunettes de vision nocturne pour exécuter un vol à basse altitude. Quel plaisir exceptionnel de voler de nuit à vitesse élevée et si près du sol, mais peu après le début du vol à basse altitude, j'ai senti que l'hélicoptère montait brusquement. Au même moment, j'entendais le copilote pestiférant contre une ligne électrique qui ne figurait pas sur sa carte. Nous avons repris le vol à basse altitude mais, une fois de plus, nous avons presque heurté une autre ligne électrique. C'est à ce moment-là que le pilote a pris les choses en main : il a enlevé ses lunettes

de vision nocturne, allumé l'éclairage normal dans le poste de pilotage et vérifié la carte. Il s'est alors rendu compte que les lignes électriques étaient indiquées en rouge sur la carte; cette couleur n'est pas visible avec des lunettes de vision nocturne. Il a immédiatement annulé l'étape de vol à basse altitude de la mission, et nous sommes revenus à la base. Le pilote a signalé l'incident dès notre atterrissage, et il s'est assuré que rien ne soit indiqué au crayon rouge sur les autres cartes de l'escadron.



# Quand HUIT HEURES ne suffisent pas

par le Capitaine Matt Fullerton,  
423<sup>e</sup> Escadron d'hélicoptères maritimes,  
12<sup>e</sup> Escadre Shearwater.

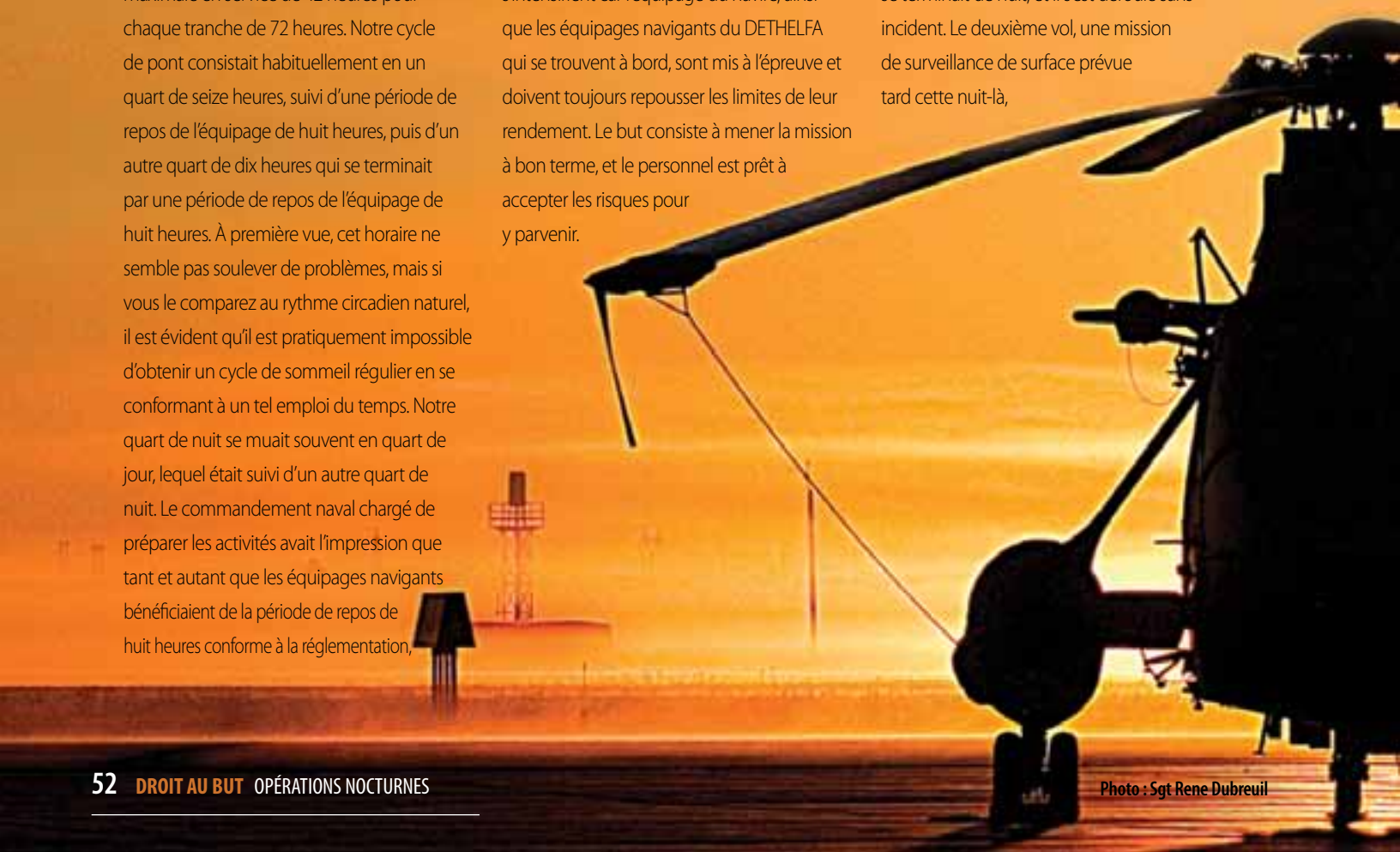
L'automne tirait à sa fin dans l'Atlantique Nord. À titre de copilote au sein d'un détachement d'hélicoptères de la Force aérienne (DETHELFA), je me trouvais à bord du NCSM *ATHABASCA* qui effectuait une croisière d'endurance après avoir passé deux ans en chantier naval. À cette date, la troisième étape de la croisière d'endurance battait son plein, et nous avions respecté un horaire de vols très chargé, au cours duquel nous atteignons à tout coup la durée maximale en service de 42 heures pour chaque tranche de 72 heures. Notre cycle de pont consistait habituellement en un quart de seize heures, suivi d'une période de repos de l'équipage de huit heures, puis d'un autre quart de dix heures qui se terminait par une période de repos de l'équipage de huit heures. À première vue, cet horaire ne semble pas soulever de problèmes, mais si vous le comparez au rythme circadien naturel, il est évident qu'il est pratiquement impossible d'obtenir un cycle de sommeil régulier en se conformant à un tel emploi du temps. Notre quart de nuit se muait souvent en quart de jour, lequel était suivi d'un autre quart de nuit. Le commandement naval chargé de préparer les activités avait l'impression que tant et autant que les équipages navigants bénéficiaient de la période de repos de huit heures conforme à la réglementation,

aucun problème ne se posait. Souvent, nous étions épuisés, mais incapables de dormir, car notre horloge biologique ne s'était pas adaptée à cet horaire toujours changeant.

Tout militaire qui a servi en mer sait que, même dans les meilleures conditions possible, on ne peut donner que 70 % de son rendement. Le mouvement incessant, les activités en boucle et le bruit s'allient pour vous priver d'un sommeil réparateur suffisant. Au cours d'une croisière d'endurance, ces perturbations s'intensifient car l'équipage du navire, ainsi que les équipages navigants du DETHELFA qui se trouvent à bord, sont mis à l'épreuve et doivent toujours repousser les limites de leur rendement. Le but consiste à mener la mission à bon terme, et le personnel est prêt à accepter les risques pour y parvenir.

Même si, de façon pratique, la règle de la période de repos de huit heures d'un équipage navigant était respectée pendant la croisière d'endurance, chacun des membres du DETHELFA était beaucoup plus exténué que d'habitude. La fatigue se répandait de manière insidieuse, et elle a presque fauché notre équipage navigant.

Au cours de la nuit en question, notre équipage navigant devait effectuer deux vols. Le premier vol commençait de jour mais se terminait de nuit, et il s'est déroulé sans incident. Le deuxième vol, une mission de surveillance de surface prévue tard cette nuit-là,





se terminait au petit matin. Le ciel était nuageux et, à part la lumière d'un navire çà et là au beau milieu de l'Atlantique, il n'y avait aucun éclairage. Pendant le vol, les membres de l'équipage ont baillé et soupiré à quelques reprises, mais il fallait bien s'y attendre au cours d'un vol effectué à 4 h du matin. Comme la fin de la mission approchait, aucun de nous ne se doutait que le commandant de bord commençait à ressentir les effets néfastes de la fatigue.

Pendant le vol, le commandant de bord semblait réagir normalement et, parfois, il travaillait même énergiquement. Il était donc plus difficile pour nous de constater les effets de la fatigue, mais les choses ont changé lors des préparations en vue de l'approche finale du navire. Nous avons reçu les dernières données du navire et, comme le vent venait de bâbord (gauche), nous avons décidé que le commandant de bord piloterait pendant l'approche, tandis que je me chargerais de l'appontage. Conformément au manuel de manœuvre standard, lorsque l'hélicoptère se trouve à 100 pieds d'altitude et à un demi-mille à l'arrière du navire, le pilote non aux

commandes doit déclarer qu'il ne voit rien et qu'il faut remettre les gaz, ou qu'il voit le navire et qu'il guidera l'hélicoptère. À ce moment-là, le pilote non aux commandes doit diriger l'hélicoptère de façon à le placer pour qu'il lui offre le meilleur point de vue possible lorsque vient le temps pour lui de prendre les commandes et d'exécuter l'appontage, ce qui se fait normalement à environ 100 mètres de la hanche bâbord du navire.

Nous étions à environ quatre milles sur l'arrière du navire lorsque nous avons amorcé l'approche, et j'ai remarqué que le commandant de bord maintenait difficilement le cap et l'altitude. J'ai d'abord pensé que tout irait bien parce qu'il effectuait les corrections nécessaires, mais comme nous passions le repère d'approche finale situé à deux milles à l'arrière du navire, les problèmes se sont aggravés. Il était maintenant évident que le commandant de bord pilotait difficilement, mais il prenait toujours les mesures de correction appropriées pour revenir aux coordonnées voulues. La visibilité était bonne, et je pouvais facilement voir les lumières du navire à cinq milles de distance, par conséquent, dès que nous avons franchi le repère du demi-mille, j'ai déclaré que je

voyais le navire et que je guiderais l'hélicoptère. C'est à ce moment-là que la situation s'est rapidement détériorée.

J'ai communiqué un premier vecteur consistant à virer dix degrés vers la gauche, mais le commandant de bord a entamé un virage vers la droite. Je lui ai immédiatement demandé de revenir vers la gauche, et il a corrigé son cap. Une fois le cap de l'hélicoptère établi, je lui ai demandé de descendre à 70 pieds. Presque immédiatement, nous avons commencé à descendre rapidement, et franchi la marque des 70 pieds en un rien de temps. Sans hésiter, je l'ai sommé de reprendre de l'altitude, et nous avons commencé à remonter, mais notre cap s'est mis à varier de façon très irrégulière. À ce moment-là, le commandant de bord avait énormément de difficulté à maintenir l'altitude et le cap. Nous étions à environ 600 mètres à l'arrière du navire, mais de son côté tribord (du mauvais côté). J'ai conclu que j'avais deux choix : demander la remise des gaz et refaire l'approche ou prendre les commandes et piloter l'appontage à partir de l'endroit où nous étions, ce qui était loin des conditions idéales. J'ai décidé de piloter l'hélicoptère, car je n'étais pas certain que nous pouvions exécuter une nouvelle approche, compte tenu de la grande fatigue exhibée par mon commandant de bord. La montée d'adrénaline provoquée par notre rapide descente aidant, nous avons pu nous concentrer et apponter l'hélicoptère sans autre incident.

Heureusement, je ne croulais pas encore sous la fatigue cette nuit-là, mais que serait-il arrivé si ça avait été le cas? Si mon commandant de bord a pu se faire prendre ainsi, j'aurais pu aussi facilement me retrouver dans les mêmes conditions et, dans ce cas, la nuit aurait pu s'achever bien autrement.



# Un opérateur de ravitaillement s'endort **AU BOULOT**

par le 1<sup>er</sup> Lieutenant Michael Armstrong, Force aérienne des États-Unis.

*Le présent article, paru initialement dans le numéro de mars/avril 2009 de la publication Torch magazine, est reproduit avec l'aimable autorisation de son groupe de rédaction relevant du Air Education and Training Command des États-Unis.*

**S**i j'avais su à ce moment-là ce que je sais maintenant, les choses se seraient passées tout autrement.

Comme j'occupais le poste d'opérateur de ravitaillement, j'étais souvent en déploiement en raison de la cadence élevée des opérations. J'ai souvent ressenti les effets de la fatigue, mais j'ai toujours pensé que je pouvais m'endurcir et les braver. En tant que physiologue aérospatial, je sais maintenant que c'est beaucoup plus facile à dire qu'à faire. Maintenant que j'enseigne aux équipages navigants les particularités de la fatigue et les façons de la contrer, je réfléchis souvent aux pénibles heures passées à bord d'un avion à réaction, alors que je tentais de me tenir réveillé. Si j'avais su à ce moment-là certaines des choses que je sais maintenant, ces heures se seraient écoulées plus aisément. Alors que j'étais opérateur de ravitaillement, une mission m'a tout particulièrement ouvert les yeux, et je me suis rendu compte de certains des problèmes liés à la fatigue. Nous avons été déployés peu après les attentats du 11 septembre contre

le Pentagone et les tours jumelles à New York. Nous devons effectuer des vols tous les jours, et les périodes de repos entre ceux-ci étaient réduites au minimum. Mon équipage participait à l'opération depuis sa mise en œuvre, et nous en étions à notre troisième semaine de travail sans un seul jour de repos. Pour fournir un contexte plus précis, une journée de travail normale consistait à se lever au beau milieu de la nuit, à manger le petit déjeuner (habituellement un repas prêt à consommer), à planifier la mission, à assister à l'exposé de mission, à effectuer l'inspection avant le vol, puis à rester en vol de huit à douze heures. Nous revenions habituellement à notre tente en plein jour, et il n'était pas facile de se procurer un sommeil réparateur dans un tel environnement. Je réussissais habituellement à fermer les yeux de cinq à six heures.

Après quelques semaines d'un tel régime, tout le personnel commençait à ressentir les effets de la fatigue. Le fait que les membres d'équipage faisaient une sieste après l'inspection avant vol, alors qu'ils attendaient pour décoller, aurait dû nous mettre la puce à l'oreille. Lors de la mission en question, nous avons décollé vers 23 h pour un vol d'une durée prévue de six heures, mais une fois entrés dans notre trajectoire, nous avons entendu à la radio que les avions qui nous étaient destinés étaient dérottés vers d'autres ravitailleurs. Nous avons alors su que la nuit serait longue. Alors que nous étions en attente, en plein ciel, nous avons repris notre routine qui consistait à faire des siestes par roulement. Habituellement, au réveil, on se sentait encore plus mal qu'avant de s'endormir. Après environ huit heures de vol, nous avons accueilli notre première



Photo : Sgt Serge Guoin

paire de F18. Le ravitaillement s'est déroulé sans incident et, une fois celui-ci terminé, nous avons reçu un appel indiquant que le prochain ravitaillement se ferait dans environ quinze minutes. J'ai décidé de demeurer à mon poste (donc en position pratiquement couchée) jusqu'à ce que les prochains avions arrivent, et c'est là que je me suis endormi.

Puis, j'ai été très surpris d'entendre la voix du pilote à l'interphone de bord me demandant si je voyais l'avion à ravitailler. J'ai ouvert les yeux et constaté qu'un chasseur se trouvait à peine à cinq pieds de la perche! J'ai pu procéder au ravitaillement, mais j'étais loin d'être au sommet de ma forme. Ce soir-là, toutes les autres activités de ravitaillement ont été pour le moins pénibles. J'étais soulagé qu'il s'agisse de la méthode de ravitaillement de type perche et panier, laquelle demande moins d'intervention de la part de l'opérateur. En raison de cet événement, je me suis rendu compte que la fatigue faisait augmenter considérablement les risques d'accident. J'en sais maintenant un peu plus sur les façons de contrer la fatigue, et j'aurais pu avoir recours à nombre d'entre elles pour vaincre ma fatigue à ce moment-là. Il faut avant tout être conscient de la nature insidieuse de la fatigue. Le sommeil peut vous surprendre; même si vous vous croyez à son épreuve, vous y succomberez tôt ou tard.

Il existe des façons efficaces pour combattre le sommeil qui nous gagne à des moments inopportuns. Dans un aéronef nécessitant

plusieurs membres d'équipage, le fait de se lever et de marcher activera la circulation sanguine, ce qui peut aider grandement. Si l'aéronef ne permet pas de se lever, on peut tout simplement faire jouer ses muscles, bien assis dans notre siège, ce qui fera circuler le sang. Parfois, le simple fait de parler peut aider le locuteur comme le reste de l'équipage à garder un esprit alerte. L'utilisation stratégique de la caféine avant des étapes critiques de vol peut générer un petit regain d'énergie à court terme. Il y a aussi d'autres moyens de rester vigilant, comme manger une collation ou des graines de tournesol, ou encore mâcher de la gomme. Toutes ces stratégies nous permettent de garder notre cerveau en état d'éveil, ce qui peut contribuer à éviter l'ennui et les tâches monotones qui nous plongent dans le sommeil. La meilleure façon de vraiment combattre la fatigue est néanmoins la plus évidente : il faut dormir. Une courte sieste de vingt minutes peut améliorer considérablement le processus mental. Par contre, la sieste comporte un inconvénient, car elle peut mener à l'inertie du sommeil : un état léthargique découlant du réveil durant la phase de sommeil profond. Vous pouvez éviter l'inertie du

sommeil en limitant vos siestes à des périodes de vingt minutes ou, si vous avez le temps, de 90 minutes. Dans les deux cas, vous vous réveillerez à la phase du sommeil paradoxal, alors que votre cerveau est plus actif. Au retour d'une mission aérienne, il faut s'efforcer de dormir pendant au moins huit heures par nuit. Je sais, c'est plus facile à dire qu'à faire. J'ai aussi constaté que les bouchons d'oreille et un masque de sommeil peuvent être d'une grande utilité. Ce qu'il faut retenir avant tout, c'est que le sommeil est le seul moyen efficace d'enrayer la fatigue.

### Trucs pour contrer la fatigue

- Se lever et marcher pour activer la circulation sanguine.
- Faire jouer ses muscles si la tâche ne vous permet pas de vous lever.
- Parler à un collègue.
- Utiliser stratégiquement la caféine avant des phases critiques de la mission pour avoir un petit regain d'énergie à court terme.
- Manger une collation ou des graines de tournesol, ou mâcher de la gomme, constituent d'autres moyens de rester vigilant.
- Dormir demeure toutefois le moyen le plus efficace d'enrayer la fatigue.

« J'ai ouvert les yeux et constaté qu'un chasseur se trouvait à peine à cinq pieds de la perche! »

# LA FATIGUE

## L'ennemi sournois du spécialiste de la maintenance.

par le Capitaine Gerald Whyte, Quartier général de la 1<sup>re</sup> Division aérienne du Canada, A4 Maintenance, Winnipeg.

**L**e présent article traite d'un accident quasi mortel, qui a eu lieu en région sauvage, dans le Grand Nord, pendant une importante opération de ravitaillement. Il faut avant tout présenter les conditions dans lesquelles l'accident s'est produit : il faisait froid, il ventait, il n'y avait aucun soutien à des milles à la ronde et la cadence de l'opération était très rapide puisqu'il y avait un décollage toutes les heures sur le coup

« Tout se déroulait comme prévu jusqu'à ce qu'on nous annonce l'impensable à la radio. Un avion CC130 Hercules transportant plusieurs personnes avait eu un grave accident à Alert. »

de l'heure. Tout se déroulait comme prévu jusqu'à ce qu'on nous annonce l'impensable à la radio. Un avion CC130 Hercules transportant plusieurs personnes avait eu un grave accident à Alert. Nous avons obtenu très peu de renseignements et les communications étaient pour le moins très difficiles.

L'avion a effectué une sortie en bout de piste et continué sa course sur une distance de 165 pieds dans de la neige d'une profondeur de plusieurs pieds. Il avait raté de peu un entrepôt sur la gauche, un hélicoptère stationné sur la droite et, devant lui, plusieurs fûts d'une capacité de 45 gallons, remplis de ciment. Fort heureusement, ni l'équipage navigant ni les passagers n'avaient été blessés. Comme je faisais partie du groupe de la maintenance, je devais maintenant m'occuper des dégâts.

En tant qu'officier du service technique des aéronefs, mon travail consistait à évaluer les dommages, déplacer l'avion et rouvrir la piste dans les plus brefs délais. Il s'agissait d'une tâche énorme pour une personne se trouvant sur place; la tâche était d'autant plus difficile que je me trouvais à des centaines de milles du lieu de l'accident. C'est à ce moment-là que j'ai éprouvé des inquiétudes à l'égard de la sécurité des vols. Combien de temps un spécialiste de la

maintenance peut-il travailler avant qu'il ne franchisse la ligne délimitant la marge de sécurité et que la fatigue commence à avoir une incidence sur son rendement?

Nous savons que la question est clairement définie en ce qui concerne les opérateurs travaillant en fonction de limites bien précises. Par contre, aucune limite n'a été mise en place pour les spécialistes de la maintenance. Et pour quelle raison? Après tout, ils jouent un rôle important en ce qui concerne la navigabilité d'un aéronef.

L'accident en question s'est produit à la fin de mon quart de travail de 12 heures, et nous devions y accorder une attention immédiate. Il fallait faire beaucoup de choses avant de déplacer l'avion et de communiquer des renseignements pertinents aux techniciens. La piste a été rouverte plusieurs heures après l'accident, et je montais à bord du premier vol à destination d'Alert afin de constater les dommages sur place. J'en étais à ma seizième heure de travail quand je suis arrivé à Alert. Après avoir passé de trois à quatre heures sur le lieu de l'accident, j'avais tous les renseignements dont j'avais besoin pour revenir à Thulé et présenter un exposé au commandant des opérations. De retour à Thulé, cela faisait 20 heures que j'étais au travail, et j'étais bel et bien





Photo : Direction - Sécurité des vols

fatigué. J'avais de la difficulté à prendre des décisions, je prenais beaucoup de temps à assimiler tout nouveau renseignement et la rédaction de mon rapport relevait du défi. C'est à ce moment-là que j'aurais dû tout arrêter et me reposer, mais il fallait élaborer et mettre en œuvre un plan pour ramener l'avion à sa base d'attache. Une fois ma longue journée de travail finalement achevée, après environ 28 heures, j'ai enfin retrouvé mon lit. Le moins qu'on puisse dire, c'est que non seulement la journée avait été longue, mais elle avait aussi été mouvementée.

C'est seulement à la fin de l'opération, au moment de rédiger le compte rendu après action, que j'ai vraiment pris le temps d'examiner les plans élaborés et les mesures prises pendant l'événement. Je me suis rendu compte que j'avais largement dépassé ma tolérance à la fatigue et que je n'étais pas au sommet de ma forme. Je n'avais pas envisagé

quelques solutions qui se seraient peut-être avérées un meilleur choix pour régler le problème, ce qui, possiblement, aurait aussi fait baisser la tension. Ce n'est sans doute que grâce au travail exceptionnel de l'équipe que le tout s'est déroulé de façon sécuritaire et logique.

Dans la collectivité des techniciens, il est monnaie courante de travailler tard la nuit pour remédier à de graves anomalies techniques en vue d'assurer le bon déroulement des missions prévues le jour suivant. J'ai été témoin d'une telle fatigue dans le cadre de théâtres, d'opérations et d'exercices. Nombre de fois, il est essentiel de faire des heures supplémentaires pour accomplir la mission. Le présent article vise à encourager tous les superviseurs à garder un œil vigilant sur leurs pairs et leurs subordonnés, car ils doivent se préparer à intervenir avant qu'une situation ne dégénère en événement lié à la sécurité des vols.

**« Combien de temps un spécialiste de la maintenance peut-il travailler avant qu'il ne franchisse la ligne délimitant la marge de sécurité et que la fatigue commence à avoir une incidence sur son rendement? »**

## La sécurité doit

# primer sur le réalisme

par le Capitaine Regan Wickett, 2<sup>e</sup> École de pilotage des Forces canadiennes, 15<sup>e</sup> Escadre Moose Jaw.

**E**n tant que pilotes-instructeurs qualifiés, nous considérons qu'il est de notre devoir de veiller à ce que chaque vol d'entraînement offert à nos élèves se rapproche le plus possible de situations réelles. Pour ce faire, nous plaçons les élèves-pilotes dans des situations étudiées dans les moindres détails, ce qui leur donne l'occasion de mettre leurs connaissances en pratique et d'atteindre les objectifs d'apprentissage prévus. Lorsque l'entraînement se déroule dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC), nous bénéficions d'une bonne marge de sécurité. Néanmoins, comme je l'ai appris en compagnie d'un de mes élèves par une sombre nuit d'hiver, il est facile de créer des scénarios d'entraînement qui dépassent les limites de l'élève et de l'instructeur lorsque les conditions sont moins qu'idéales.

Il s'agissait d'une mission nocturne à bord d'un CT156 *Harvard II*, en compagnie d'un élève-pilote qui achevait très bientôt sa formation. Un des objectifs de la mission consistait à exécuter des manœuvres en assiette inhabituelle, alors que l'élève-pilote doit reconnaître et sortir d'une assiette inhabituelle en cabré ou en piqué dans des conditions de vol à vue ou de vol aux instruments. Cette nuit-là, les conditions VMC garantissaient un ciel dégagé, mais la faible lueur de la lune offrait à peine assez de lumière pour utiliser l'horizon visuel comme point de repère. C'était l'occasion idéale pour l'élève-pilote de s'exercer

à sortir d'une attitude inhabituelle de façon plus réaliste, alors que l'élément de désorientation était plus important. L'élève-pilote aurait à redresser l'avion à l'aide d'un tableau de bord partiel, alors que l'indicateur d'assiette était « bloqué ». Pour sortir de l'assiette inhabituelle, il devait surtout se fier à l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale.

Après un rapide exposé sur la séquence à exécuter, j'ai placé l'avion dans un virage en descente pour simuler l'assiette inhabituelle en piqué, à une altitude sécuritaire et à une vitesse indiquée moyenne. Une fois les commandes transférées à l'élève-pilote, ce dernier a amorcé sa manœuvre de sortie en tentant de mettre les ailes à l'horizontale puis de relever le nez afin d'aligner l'indicateur sur l'horizon. L'élève-pilote exécutait les bonnes procédures, mais il avait mal jaugé la position des ailes à l'horizontale sur les instruments de secours. L'avion se trouvait toujours dans une assiette en piqué et ses ailes étaient inclinées. Par conséquent, lorsque l'élève-pilote a commencé à tirer sur le manche pour relever le nez, l'avion est entré dans un piqué en spirale, et la vitesse a rapidement augmenté pour atteindre les limites de la cellule.

J'ai créé une situation réelle en tentant de simuler un scénario réaliste. Je nous ai exposés à des dangers très réels alors que je tentais d'enseigner à l'élève-pilote comment éviter ces écueils. Cette nuit-là, j'ai appris



Photo : Cpl Eric Jacques

à mes dépens quelles devaient être mes priorités à titre de pilote-instructeur : d'abord un rôle de commandant de bord responsable de la sécurité de la mission, ensuite un rôle d'instructeur responsable d'assurer un entraînement efficace. En tant que commandant de bord, il m'est plus facile d'accepter que le réalisme de l'entraînement se situe à 80 pour cent si je peux assurer la sécurité de la mission à 100 pour cent.

**« Lorsque l'élève-pilote a commencé à tirer sur le manche pour relever le nez, l'avion est entré dans un piqué en spirale et la vitesse a rapidement augmenté pour atteindre les limites de la cellule. »**