

Examen
de l'Énoncé du besoin opérationnel
pour l'avion de recherche et de sauvetage

Rapport final

Le 12 mars 2010

Rapport numéro CR-FRL-2010-0025

Produit par :

Malcolm Imray, Laboratoire de recherche en vol du CNRC

Tim Leslie, Laboratoire de recherche en vol du CNRC

Paul Kissmann, Laboratoire de recherche en vol du CNRC

Jocelyn Keillor, Laboratoire de recherche en vol du CNRC

Robert Erdos, Laboratoire de recherche en vol du CNRC

Dany Paraschivoiu, Laboratoire de la performance des structures et des matériaux du CNRC

Canada

Page intentionnellement laissée en blanc.

Rapport numéro CR-FRL-2010-0025

AVIS RELATIF À LA SÉCURITÉ

LE PRÉSENT RAPPORT, OÙ FIGURENT DES RENSEIGNEMENTS DE « NATURE PARTICULIÈREMENT DÉLICATE », EST PUBLIÉ AVEC L'AUTORISATION DU DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE RECHERCHE EN VOL DE L'INSTITUT DE RECHERCHE AÉROSPATIALE (IRA)/DU CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES CANADA (CNRC). IL EST COMMUNIQUÉ À SON DESTINATAIRE, POUR SA GOUVERNE, SELON LES MODALITÉS D'UN MARCHÉ DE SERVICES CONCLU AVEC LUI.

LE PRÉSENT RAPPORT PEUT FAIRE L'OBJET D'UNE EXCEPTION OBLIGATOIRE EN VERTU DE LA *LOI SUR L'ACCÈS À L'INFORMATION* OU DE LA *LOI SUR LA PROTECTION DES RENSEIGNEMENTS PERSONNELS*.

Sommaire

Contexte

La capacité existante en avions de recherche et de sauvetage (ASAR) est actuellement fournie par deux flottes d'aéronefs vieillissants. Le ministère de la Défense nationale (MDN) a produit un Énoncé du besoin opérationnel (SOR) visant l'acquisition d'ASAR de remplacements modernes et efficaces pouvant assurer cette capacité pendant trente ans. Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) a confié au Conseil national de recherches Canada (CNRC), en vertu d'un protocole d'entente (PE), le mandat de procéder à l'examen indépendant du SOR.

Hypothèses, contraintes et exigences relatives à la capacité obligatoire de niveau élevé

Le présent rapport propose l'examen des hypothèses et contraintes utilisées pour la production des quinze exigences relatives aux capacités obligatoires de niveau élevé (CONE), suivi de l'examen de chacune des CONE dans l'ordre où elles se présentent dans le SOR ASAR. Le CNRC a fourni des évaluations qualitatives et, dans certains cas, a formulé des recommandations spécifiques pour chaque hypothèse, contrainte et exigence relatives aux CONE.

Conclusions principales

Le SOR, dans sa rédaction originale, pose trop de contraintes. Les scénarios de mission énoncés, la préservation du statu quo quant à la posture de veille, le choix d'équipages des Forces canadiennes (FC) et les quatre principales bases d'opérations risquent de limiter le nombre possible de solutions qu'est en mesure de proposer le secteur privé.

Selon l'objectif déclaré dans le SOR, le nouvel ASAR doit assurer aux Canadiens un niveau de service égal à celui dont ils jouissent en ce moment, un niveau qui n'est présentement pas défini par la politique du gouvernement du Canada. Un avion fidèle au SOR dans sa rédaction actuelle risque de ne pas satisfaire à cet objectif.

Recommandations

La recommandation principale vise la modification du SOR de telle manière qu'il repose sur une justification des exigences axées sur la capacité plutôt que de conserver une approche centrée sur la plate-forme. Les capacités exigées ne devraient pas renvoyer de façon explicite à celles des flottes actuelles d'ASAR du MDN. Il serait utile que le SOR décrive la capacité en ASAR que vise le gouvernement du Canada sous l'angle du service SAR fourni aux Canadiens et qu'il comporte une liste des exigences obligatoires reflétant la nature du service à fournir et la prestation opportune de ce service. Le SOR devrait également comporter une liste minimale des contraintes imposées à toutes les propositions. Le lecteur trouvera dans le présent document des recommandations touchant la liste des exigences obligatoires et des contraintes.

Le CNRC recommande que le SOR ASAR soit modifié à la lumière de l'examen dont les détails figurent au présent rapport.

Exigences actuelles au chapitre des CONE

Certaines des exigences dérivées relatives aux CONE pourraient faire l'objet de modifications substantielles si les contraintes étaient moindres. Les principales exigences de rendement touchant les CONE relatives aux ASAR, en ce qui a trait au rayon d'action et au délai de réaction, qui figurent dans le SOR ne sont pas appuyées par l'analyse dont elles sont tirées. Si le SOR exprimait clairement le niveau de service SAR exigé et les capacités techniques connexes quant à la charge SAR et aux tâches des membres d'équipage, le secteur privé serait en mesure d'analyser et de soumettre des scénarios de mission qui satisferaient aux exigences et seraient appuyés par les capacités de rendement (rayon d'action et vitesse) de leurs produits. Ces exigences particulières relatives aux CONE de rayon d'action et de délai de réaction pourraient alors être supprimées du SOR.

La plupart des exigences restantes relatives aux CONE peuvent être améliorées, comme l'indique le présent rapport. La conformité à certaines exigences, telles la visibilité depuis le poste de pilotage et la manœuvrabilité, seraient difficiles à évaluer telles que prescrites dans le SOR actuel. Dans le cas d'autres exigences, comme la hauteur de la soute, la documentation citée n'appuie pas l'exigence. Il serait bon d'appliquer des techniques d'analyse plus rigoureuses à la détermination des dimensions nécessaires de la cabine. Le CNRC en est venu à la conclusion que l'ASAR devra être muni d'une rampe. Le nombre minimum d'aéronefs (quinze) n'est pas adéquatement appuyé.

Exigences supplémentaires potentielles en matière de CONE

Il est recommandé que certaines des exigences actuellement cotées « 1^{er} échelon » à la liste passent à la cote « capacité obligatoire de niveau élevé » (CONE). Est également recommandé l'ajout d'un petit nombre d'exigences obligatoires en tant qu'exigences obligatoires supplémentaires dont doit être dotée toute capacité proposée. Ce sont :

- l'intégration de capteurs SAR tels des systèmes électro-optiques et infrarouges (EO/IR), des radars de recherche et des systèmes d'imagerie en vision nocturne (SIVN);
- l'acquisition de la capacité de tirer parti de pistes courtes couvertes de gravier et de terrains d'aviation rudimentaires; de voler en conditions de givrage; de fonctionner en présence de givrage au sol là où il existe des installations;
- une durée prévue (DP) de 30 ans fondée sur un contingent annuel d'heures de vol (CAHV) moyen satisfaisant aux exigences en matière de capacité et de niveau de service;
- le respect des principes d'ergonomie dans la conception des postes de travail de l'équipage;
- la conformité aux règles d'exploitation civiles pertinentes (p. ex. capacité PBN [navigation fondée sur les performances] et RVSM [minimum de séparation verticale réduit]; équipements TCAS [système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions] et TAWS [système d'avertissement et d'alarme d'impact] à bord) au besoin pour produire les capacités et niveaux de service voulus;

- l'inclusion de la fréquence SAR inter-organismes au système de communications.

Sans égard au fait que le SOR, dans sa rédaction actuelle, pose trop de contraintes, les capacités susmentionnées doivent faire partie de toute solution.

TABLE DES MATIÈRES

1. Contexte	1
2. Limites et portée de l'examen exécuté par le CNRC	1
3. Hypothèses et contraintes	2
4. Exigences relatives aux capacités obligatoires de niveau élevé	12
5. Exigences supplémentaires possibles en matière de capacités obligatoires de niveau élevé	37
6. Conclusions	37
7. Annexe A – Membres de l'équipe de vérification du SOR du CNRC	48
8. Annexe B – Communications externes de l'équipe de l'examen du CNRC	50

Page intentionnellement laissée en blanc

1. Contexte

Historique et processus

La capacité actuelle en avions de recherche et de sauvetage (ASAR) est assurée par deux flottes d'aéronefs vieillissants. Le ministère de la Défense nationale (MDN) a produit un énoncé du besoin opérationnel (SOR) (MDN, 2006) visant l'acquisition d'ASAR de remplacement modernes et efficaces capables d'assurer cette capacité pendant trente ans. Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) a confié au Conseil national de recherches Canada (CNRC), en vertu d'un protocole d'entente (PE) (Gouvernement du Canada, 2009), le mandat de mener une étude indépendante du SOR.

Mandat et paramètres

Les paramètres de l'examen figurent à l'annexe A au PE; ils sont reformulés ci-dessous :

- le CNRC exécutera un examen indépendant du SOR ASAR afin de juger de la validité des différentes hypothèses et contraintes dont sont tirées les « capacités obligatoires de niveau élevé » précisées;
- l'examen comprendra, sans en exclure d'autres, l'étude des documents pertinents dans le contexte du milieu SAR canadien;
- l'examen sera mené de concert avec au moins une institution académique réputée.

Le CNRC a confié l'évaluation à un gestionnaire de projet et à une équipe de cinq experts de divers champs de l'aérospatiale. Le lecteur trouvera à l'annexe A la liste des membres de l'équipe du CNRC et les détails de leurs compétences et de leur expertise.

Le CNRC a d'autre part confié en impartition au professeur Eric Van Blaeren, de l'Université d'Ottawa, la tâche de mener une étude indépendante tant du SOR que du présent rapport. Comme les délais imposés sont serrés, le CNRC a considéré cette approche à deux comme la façon la plus efficace de procéder aux évaluations nécessaires et de remettre un rapport intermédiaire au plus tard le 5 février 2010 et un rapport final au plus tard le 12 mars 2010.

2. Limites et portée de l'examen exécuté par le CNRC

Conformément aux modalités du PE, TPSGC a remis au CNRC le SOR et tous les documents pertinents. Tout document dont il est fait mention au présent rapport a été soit fourni, soit approuvé par TPSGC ou appartenait au domaine public et était commodément et facilement utilisable.

D'autre part, selon les modalités du PE, toute communication extérieure au CNRC devait avoir fait l'objet d'une approbation de TPSGC. Le CNRC a, en conséquence, demandé et obtenu l'autorisation de TPSGC avant de procéder aux visites et entrevues énumérées à l'annexe B.

La figure 1 du SOR montre en une liste sommaire huit exigences obligatoires en matière de capacité; ces exigences sont explicitées à l'annexe E du SOR, sous la forme d'un tableau de quinze points numérotés. Bien que les modalités du PE aient limité la portée du présent examen à l'évaluation et à l'étude des hypothèses et contraintes dont ont été tirées les exigences en matière de capacités obligatoires de niveau élevé (CONE) figurant dans le SOR, l'équipe du CNRC a estimé qu'il faisait partie de son mandat d'évaluer chacune des quinze exigences relatives aux CONE et d'y relever toute omission. L'équipe du CNRC reconnaît que plusieurs des hypothèses et contraintes sont imposées pour des motifs d'ordre budgétaire. Cependant, l'examen exécuté par le CNRC est d'une nature technique qui, bien qu'il en soit tenu compte, n'est pas restreinte par les exigences budgétaires et stratégiques du MDN.

3. Hypothèses et contraintes

Un SOR axé sur la capacité, plutôt que sur la plate-forme, donnerait plus de souplesse à l'élaboration des solutions proposées. L'équipe en est venue à la conclusion que le SOR pose trop de contraintes, à tel point que très peu de solutions conformes survivent à leur imposition. Les exigences de la plate-forme d'ASAR sont inutilement sensibles aux exigences de vitesse et de rayon d'action, car trois autres paramètres critiques qui encadrent la réaction des ASAR aux incidents étaient restreints d'entrée de jeu de manière à conserver le statu quo : emplacement des grandes bases d'opérations, choix d'équipages des FC, posture de veille.

Le SOR, dans sa rédaction actuelle, repose sur l'ensemble d'hypothèses et de contraintes abordé dans les paragraphes qui suivent. Chacune des hypothèses et contraintes est reprise directement (en traduction libre) du SOR, est accompagnée d'un renvoi au paragraphe pertinent et est suivie d'une analyse et de l'examen de sa validité aux yeux du CNRC.

a. Hypothèses

- i. **Hypothèse sur les capacités** – « Le présent SOR pose pour hypothèse que le niveau global de service fourni par le nouvel ASAR à la population canadienne doit au moins équivaloir à la capacité actuelle. » (A1.2.8.2) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

L'expression clé de cette hypothèse est celle-ci : « équivaloir à la capacité actuelle ». La notion de « capacité actuelle » peut être interprétée de manière à inclure la vitesse à laquelle un ASAR existant peut rallier un emplacement donné d'une région SAR canadienne et le temps qu'il est en mesure d'y passer pour procéder à sa recherche au moyen des capteurs existants. Si cette interprétation est juste, le SOR actuel, pour les motifs qui suivent, ne correspond pas à l'hypothèse.

Premièrement, un aéronef conforme au SOR peut ne pas assurer le même temps de déplacement et (ou) temps à poste dans des scénarios se déroulant dans le grand nord ou au milieu de l'Atlantique que les actuels CC130 *Hercules*.

Deuxièmement, l'hypothèse n'est pas appliquée uniformément au fil de l'élaboration des exigences relatives aux CONE. Le SOR, par exemple, n'exige pas de l'ASAR la capacité de fonctionner en conditions de givrage, à partir de pistes gravelées ou de terrains d'aviation rudimentaires, toutes les flottes existantes pouvant s'accommoder de telles conditions.

Troisièmement, l'hypothèse n'exige aucun enrichissement de la méthode SAR, comme des progrès technologiques importants en matière de radar de recherche et de capteurs électro-optiques et infrarouges (EO/IR). Selon les spécifications actuelles, un aéronef peut être conforme aux CONE du SOR s'il est muni de capteurs pas plus avancés que les yeux des membres de l'équipage.

Conclusion

La capacité requise en ASAR n'est pas clairement exprimée par l'hypothèse dans sa rédaction actuelle. Le renvoi aux capacités existantes des deux aéronefs à remplacer devrait être retiré; il serait plus avisé d'en extraire les capacités autonomes requises.

ii. Hypothèse sur le niveau de service (NDS) – « Le présent SOR définit comme exigence minimale la capacité de maintenir un niveau de service SAR semblable à celui que fournissent actuellement les ASAR en cours de retrait graduel. » (A1.2.8.3) [TRADUCTION LIBRE]

« [...] L'engagement des Forces canadiennes en matière de niveau de service (NDS) dans le domaine SAR stipule que le principal aéronef SAR des FC doit être capable d'arriver au point de départ de chaque circuit de recherche, dans le cadre de tout incident SAR aéronautique ou maritime survenu dans une région SAR canadienne en au plus quatre (4) heures de l'attribution de la tâche dans une proportion de 90 % des incidents SAR et en au plus onze (11) heures de l'attribution de la tâche dans 100 % des incidents SAR. » (A2.4.1.4) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le NDS mentionné n'est pas appuyé, en ce moment, dans la politique du gouvernement du Canada. Il s'agit plutôt de l'engagement de réalisation qu'a pris le Chef d'état-major de la Force aérienne (CEMFA) au nom des FC dans une lettre au Secrétariat national de recherche et de sauvetage (SNRS) (MDN, 2002). Le Chef – Service d'examen (CS Ex) du MDN a aussi remarqué cette lacune de la politique (MDN, 2008). Bien que l'on ait reconnu que l'actuel engagement en matière de NDS soit le meilleur substitut disponible en tant qu'énoncé de politique, l'absence de politique sur le NDS mine la validité des hypothèses employées pour élaborer le SOR.

De concert avec l'hypothèse sur les capacités abordée au point précédent et avec les scénarios de planification de mission décrits au point 2.1 de l'annexe A du SOR (qui prévoient un arrêt en chemin d'une heure pour le ravitaillement en carburant et précisent une période minimale de recherche sur place d'une heure), un aéronef conforme aux exigences obligatoires du SOR ne peut réaliser en toutes circonstances l'engagement en matière de niveau de service SAR des FC. En outre, d'après des discussions tenues avec le personnel du 424^e Escadron, un concept d'arrivée sur place dans les

11 heures suivant l'attribution de la mission pour ne disposer que d'une heure de recherche sur place est inférieure aux capacités actuelles du CC130.

Malgré les renvois fréquents au niveau de service dont est semé le SOR, la vitesse exigée d'une solution potentielle pour satisfaire aux exigences des zones de couverture de 90 % et de 100 % n'est pas prise en compte dans la détermination de l'exigence de vitesse de croisière de la plate-forme figurant dans le SOR. Par ailleurs, la vitesse de croisière minimum stipulée de 273 nœuds ne satisfait pas à l'hypothèse sur le niveau de service, pas plus qu'elle ne maintient le niveau de service actuel, auquel contribue le CC130 *Hercules*, dont la vitesse de croisière est de 300 nœuds.

Conclusion

L'hypothèse sur le niveau de service ne devrait pas être exprimée selon ce qu'assurent les flottes existantes d'ASAR. Bien qu'elle puisse être tirée de ce que l'on peut réaliser en conservant le statu quo, elle devrait être exprimée d'une manière autonome et, dans l'idéal, appuyée par une politique gouvernementale.

iii. Hypothèse sur la composition de l'équipage – « On présume que l'équipage du nouvel ASAR sera comparable à celui du CC115 *Buffalo* et sera défini plus avant à la suite d'une analyse approfondie des tâches de l'équipage réalisée au cours de la phase de définition. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le CNRC souscrit à l'intention de cette hypothèse en prenant appui sur l'analyse des tâches dont il est question au document numéro 1000-1392 de CMC, intitulé « FWSAR Human Factors Engineering System and Operator Task Analysis » (CMC Electronics, 2007). Toutefois, et comme on l'a dit dans le cas d'autres hypothèses, le renvoi aux ASAR existants n'est pas de mise.

Conclusion

On devrait lire dans le libellé de l'hypothèse que l'équipage du nouvel ASAR est présumé se composer de six postes identifiés dans les documents de référence cités dans l'examen de la question. Les renvois aux ASAR existants devraient être supprimés. D'après la rédaction actuelle du SOR, il est de mise que ce point fasse l'objet d'une définition plus poussée faisant suite à une analyse approfondie des tâches de l'équipage menées lors des futures phases d'acquisition du projet.

iv. Hypothèse sur les appareils ‘prêts à l'emploi’ – « Le besoin d'un ASAR doit être satisfait au moyen d'une solution ‘prêts à l'emploi’ maximisant la capacité SAR et l'interopérabilité avec les ressources des FC tout en minimisant les coûts et les risques de développement. Il pourra être nécessaire de procéder à des modifications pour que l'appareil satisfasse aux exigences de l'ASAR décrites en détail dans le présent SOR. Toute reprise de la conception ou toute modification requerra l'obtention d'une homologation aux normes civiles et militaires internationalement reconnues en matière de navigabilité et devra finalement faire l'objet de l'approbation de l'autorité du MDN chargée de la navigabilité technique. » (3.1.1) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

La définition du qualificatif « prêts à l'emploi » n'est pas fournie et a été une source de problèmes lors d'acquisitions antérieures. S'associe à cette hypothèse l'attente d'un très faible niveau d'effort de la part tant du fournisseur que du MDN en vue de l'homologation de l'aéronef. Cette attente, on l'a vu, n'est pas valable, comme le décrit l'*Examen de l'acquisition de l'hélicoptère canadien de recherche et de sauvetage* réalisé par le CS Ex du MDN en juillet 2007 (MDN, 2007a), et une attente équivalente dans le présent cas peut avoir de graves répercussions tant sur le budget que sur le calendrier de livraison. Des acquisitions récentes, comme celle du CC177 *Globemaster III*, n'ont pas inclus de modifications importantes et peuvent par conséquent, peut-être, être qualifiées de « prêts à l'emploi ».

Si l'on vise à exclure les solutions non produites en série dans leur forme de base, avec homologation d'une autorité en matière de navigabilité reconnue par l'ANT, il sera plus clair d'énoncer explicitement cette intention. La portée du projet sera alors redéfinie par le niveau d'effort attendu de toutes les parties pour l'obtention de l'homologation militaire canadienne de l'appareil dans sa forme élémentaire et du niveau d'effort nécessaire pour homologuer et qualifier les modifications par rapport au modèle auxquelles il faudra procéder pour adapter l'appareil à son rôle opérationnel.

Conclusion

L'emploi de l'expression « prêts à l'emploi » est à éviter à moins que l'on s'attende à ce que l'appareil puisse être produit sous sa forme actuelle, sans modifications par rapport au modèle.

v. **Hypothèse de l'unique type d'aéronef** – On retrouve dans tout le SOR une hypothèse implicite voulant qu'un seul type d'avion, un bimoteur, doive être choisi pour satisfaire à toutes les exigences. Il est établi dans la citation suivante qu'il s'agit du choix privilégié.

« [...] les données préliminaires d'établissement des coûts indiquent que le remplacement par un nouvel avion à bimoteurs serait moins onéreux que le maintien du statu quo sur un cycle de vie utile de 30 ans. L'option privilégiée consiste à remplacer les CC115 *Buffalo* et un maximum de dix CC130 *Hercules* parmi les plus anciens par un nouvel avion multi-moteurs qui serait commun à toutes les bases d'ASAR existantes et (ou) proposées. » (A 1.3.3) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

L'option privilégiée est aussi présumée, dans l'*Énoncé sur l'utilisation envisagée* (MDN, 2005), comme étant un seul type d'avion à deux moteurs. Cette hypothèse exclut, dans les faits, toute considération sérieuse d'une solution à flottes multiples.

Si le petit nombre de scénarios à très grande distance se distingue de la majorité des incidents SAR, il est peut-être faisable d'assurer une couverture par ASAR de ces scénarios à l'aide d'un petit nombre d'avions à long rayon d'action et à relativement haute vitesse. Les scénarios restants pourraient par la suite être desservis par un avion dont le rayon d'action et la vitesse seraient plus modestes que ceux qu'exige le SOR dans sa rédaction actuelle. L'établissement de l'hypothèse à un type d'avion dans le SOR n'encourage certainement pas la formulation de propositions à flottes multiples de la part du secteur privé et peut donc être considéré comme une contrainte inutilement imposée au projet.

Conclusion

Malgré les données préliminaires de coût, l'hypothèse de l'un type d'avion devrait être retirée pour permettre au secteur privé de présenter des propositions à flotte unique ou à flottes multiples. Ces propositions seraient alors évaluées selon leur bien-fondé, coûts inclus.

- vi. **Hypothèse sur le choix de membres des FC pour former les équipages** – Le SOR présume que l'ASAR « sera exploité et entretenu par du personnel actuellement formé et qualifié des FC. » (7.1.1) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Des échanges avec le personnel du Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage (CCCOS) de Trenton ont permis de constater que les FC ont accès, par l'entremise d'une Offre à commandes principale et nationale – Services d'affrètement aérien conclue avec TPSGC, à des exploitants d'avions civils, et y recourent souvent, pour se porter à l'aide de personnes en détresse. Cette approche par matrice d'utilisation d'aéronefs pilotés et entretenus par des civils ayant parfois à bord un technicien SAR des FC représente une approche nouvelle de résolution des difficultés que pose l'offre d'une intervention SAR rapide et fiable.

Conclusion

Le fait de tenir pour acquis que la capacité d'ASAR ne peut être prise en charge que par une équipe entièrement militaire tout en imposant des contraintes aux emplacements des bases d'opérations a d'importantes répercussions sur les solutions possibles au besoin d'ASAR et va à l'encontre de pratiques existantes quant aux avions. Une analyse approfondie du coût et des avantages potentiels de fournir d'une solution d'ASAR par le soutien à contrat d'éléments comme des hélicoptères, des équipages aériens et des fonctions d'entretien peut produire une solution à moindre coût et une intervention plus efficace. Un SOR axé sur la capacité ne devrait pas exclure des options comme l'impartition d'une partie de la capacité d'ASAR au secteur civil, particulièrement au vu de la pratique existante du milieu des ASAR.

b. Contraintes

- i. **Exigences relatives à la mission** – « La solution d'ASAR proposée doit aborder les exigences de mission sous l'angle de la charge standard requise d'équipement SAR, de l'autonomie requise et du délai de réaction requis, dont les détails figurent au point 2.1, *Missions et scénarios*, de la présente annexe. » (A1.4.1a) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

La contrainte ci-dessus, dans sa rédaction actuelle, quand on la combine à celles des bases principales d'opérations des ASAR et de la posture de veille, force les exigences de vitesse et de rayon d'action de toute flotte d'ASAR à satisfaire à un petit nombre de scénarios extrêmes constituant une infime fraction de l'historique d'incidents de SAR. Elle exclut, dans les faits, toute solution axée sur une flotte mixte

selon laquelle les besoins de la majorité des incidents seraient adéquatement satisfaits au moyen d'avions à rayon d'action et à vitesse moindres tandis qu'un petit nombre d'avions à long rayon d'action et à haute vitesse pourraient répondre aux besoins de ces scénarios extrêmes.

Conclusion

Au lieu de donner aux scénarios de mission la forme de contraintes, la capacité requise devrait être exprimée sous l'angle de fournir d'un niveau défini de services SAR aux Canadiens. L'exigence peut être exprimée en tant que définition des zones géographiques à desservir et de délais de réaction acceptables pour atteindre ces régions et venir à l'aide des victimes. Le secteur privé peut se charger, pour appuyer le choix de ses produits, de planifier des scénarios permettant de répondre à ces besoins.

- ii. **Scénarios tirés du Plan de défense** – « La capacité en ASAR doit être capable de prendre en charge les scénarios pertinents de planification des forces du Plan de la Défense 2003. » (A1.4.1b)
[TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le CNRC n'a pas eu accès au Plan de la Défense 2003. Celui-ci, de toute façon, a été remplacé par la Stratégie de défense *Le Canada d'abord*, qui ne décrit pas les scénarios de planification des forces. Le renvoi au Plan de la Défense 2003 devrait être retiré.

Les scénarios employés en planification opérationnelle, particulièrement au sujet de l'emplacement des bases, reposent en grande partie sur les lieux où se sont produites les incidents SAR passés. Lors d'échanges avec le SNRS et le CCOS Trenton, le CNRC a déterminé que les données accessibles à ce chapitre ne sont pas particulièrement solides ni faciles à trouver. Il n'existe en outre pratiquement pas de prévisions fondées sur des tendances en pleine évolution, comme l'augmentation de la circulation aérienne transpolaire, le transport maritime arctique, l'exploitation minière nordique ou l'augmentation générale de la présence humaine dans les régions nordiques, qui serviraient d'intrants supplémentaires à la planification des scénarios opérationnels. L'analyse a donc été menée à l'aide de données ne suffisant pas à prédire les futurs besoins de SAR, vu l'absence de données rétrospectives et prédictives complètes. Le SNRS s'affaire activement à monter un système de gestion du savoir (SGS) pour combler plusieurs de ces faiblesses. Une discussion avec le personnel du SNRS et la consultation d'une note d'information sur le SGS (SNRS, 2010) nous permettent de croire que le système sera accessible dans deux ans.

Conclusion

La planification de mission et de scénario devrait reposer, quand c'est possible, sur des données solides. Il faudrait envisager d'accéder au SGS du SNRS, s'il est prêt, pour améliorer cet aspect de la production des exigences en matière de capacité des ASAR.

- iii. **EUE et EAE** – « Le projet d'ASAR se limite à l'exploitation et à l'entretien des ASAR selon les stipulations de l'Énoncé sur l'utilisation envisagée et de l'Énoncé sur l'appui envisagé. » (A1.4.1c)
[TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

L'Énoncé sur l'utilisation envisagée (EUE) et l'Énoncé sur l'appui envisagé (EAE) sont fréquemment cités dans le texte du SOR, mais ne figurent pas à la liste des références. Même s'ils s'y étaient trouvés, cette contrainte est une source de confusion, car elle constitue une référence circulaire.

D'après le chapitre 1 de la Partie 2 du *Manuel de navigabilité technique* du MDN (MDN, 2007b), l'EUE ne peut être rédigé qu'une fois qu'un type précis d'aéronef aura été jugé capable de satisfaire au SOR; il doit constituer un document évolutif adapté de manière à refléter les changements opérationnels survenus pendant la vie utile de l'aéronef. Il s'ensuit que les soumissionnaires sont tenus de se conformer à un document qui, bien qu'il ne soit pas statique, servira à définir les critères d'homologation (CH) de l'appareil. Un EUE préliminaire, non propre au type d'appareil, devrait être fourni dans le SOR en tant que référence afin de faciliter l'établissement de CH appropriés et pour servir d'assise à l'EUE de l'appareil choisi.

À différents points, le SOR renvoie aux EUE des flottes existantes de CC115 et de CC130. Ces renvois sont inopportuns au vu de la nature étroite, propre au type, d'un EUE. Il serait préférable d'invoquer les aspects des EUE qui sont pertinents à l'ASAR pour en tirer des exigences obligatoires qui, pour leur part, formeraient l'assise d'un EUE préliminaire pour l'ASAR.

Conclusion

Les renvois aux EUE d'ASAR existants devraient être retirés du SOR. Un EUE préliminaire général devrait être rédigé et fourni en tant que référence, dans le SOR, pour aider les fournisseurs potentiels à établir les critères d'homologation de leur solution proposée et pour donner un point de départ à l'EUE de l'appareil ou des appareils qui, finalement, sera ou seront choisis.

iv. Capacité de transport aérien de l'équipement SAR – « Le nouvel ASAR doit être capable de transporter tout l'équipement SAR pertinent nécessaire à chaque déploiement pour opération de recherche. » (A1.4.1d) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

La définition de l'équipement SAR pertinent et de son conditionnement est la clé de l'établissement du respect de cette contrainte. La notion de « charge SAR standard » est abordée ailleurs dans le présent rapport. En ce moment, les capteurs EO/IR et autres figurent à la liste en tant qu'exigences cotées et peuvent ne pas faire partie intégrante de l'appareil; il est possible qu'ils fassent partie d'une charge SAR sur palette. L'intégration des capteurs à l'appareil est plus que souhaitable. Cette contrainte n'entend pour l'appareil aucune capacité de transport dépassant celle qu'il doit avoir pour accomplir sa tâche essentielle de SAR.

Conclusion

La contrainte relative à la capacité de transporter l'équipement SAR est valable pour autant que soit définie la notion d'« équipement SAR pertinent ».

- v. **Interopérabilité du transport aérien de marchandises** – « Prévoir l'interopérabilité en matière de transport de marchandises avec les aéronefs de transport aérien stratégique (TAS) et de transport aérien tactique (TAT) et avec les hélicoptères de transport moyen à lourd (HTML). » (A1.4.1e)
[TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le SOR est rédigé de manière à approcher la mission principale de SAR et une mission accessoire de transport aérien utilitaire. L'inclusion de cette contrainte n'a rien de déraisonnable, mais elle semble ne toucher que les exigences cotées. L'exception se situe dans l'exigence obligatoire de capacité de transport d'une palette normalisée de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) dont il est question ailleurs dans le présent rapport.

Conclusion

La contrainte d'interopérabilité du transport de marchandises est valable dans sa rédaction actuelle.

- vi. **Niveau de service de l'ASAR** – « Le nouvel ASAR fournira un niveau de service d'ASAR équivalent ou supérieur à celui des ASAR actuels. » (A1.4.1f) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Cette contrainte est la reformulation d'une hypothèse déjà abordée, selon laquelle le NDS est défini par le délai de réaction. Certains emplois de la notion de NDS dans le SOR (par exemple l'exigence obligatoire en matière de manœuvrabilité) visent réellement l'examen de la capacité ou du rendement de l'appareil. L'usage des expressions « NDS » et « capacité » devrait être précisé dans tout le SOR. Les renvois existants au niveau de service devraient être remplacés par une définition autonome.

Conclusion

Il est recommandé de définir le niveau de service exigé de l'ASAR sans renvoyer à l'avion existant et de préciser ce que l'on entend par « niveau de service » par rapport à « capacité ».

- vii. **Remplacement des ASAR** – « Le projet d'ASAR vise le remplacement de tous les ASAR principaux au Canada. » (A1.4.1g) [TRADUCTION LIBRE]

Conclusion

Cette contrainte est valable dans sa rédaction actuelle.

- viii. **Bases principales d'opérations des ASAR** – « L'exploitation des quatre bases d'opérations principales actuelles des ASAR sera maintenue. » (A1.4.1g) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le document d'analyse opérationnelle qui fait partie de l'*Analysis of Fleet Requirements for Fixed-Wing Search and Rescue Replacement Aircraft* de Bourdon et Rempel (2005) décrit en détail les options optimales, quant aux bases, ayant permis la meilleure réaction possible, sous l'angle de la répartition des ASAR, aux incidents survenus de 1998 à 2001, qui ont été jugés représentatifs de l'activité habituelle.

Il apparaît clairement, dans cette analyse, que les bases existantes de Greenwood, Trenton, Winnipeg et Comox ne constituent pas la meilleure option d'intervention en cas d'incident SAR. Le fait, en particulier, de baser des avions à Gander plutôt qu'à Greenwood aurait un impact positif important sur le délai de réaction à la grande majorité des incidents étudiés, car le rayon d'action nécessaire pour intervenir dans 90 % des incidents passés serait réduit, passant de 653 milles marins (NM pour 'nautical mile') à 533 NM. L'analyse montre que « la plus grande réduction de la vitesse de croisière que l'on puisse atteindre en changeant l'emplacement d'une base résulte du déplacement des opérations de la base principale d'opérations de Greenwood à Gander » [TRADUCTION LIBRE].

L'exigence obligatoire visant le rayon d'action de l'appareil a été fixée à partir de l'hypothèse d'un incident survenu au milieu de l'Atlantique, à la position N51 00 W30 00, qui a été pris en charge depuis Greenwood et a nécessité un arrêt de ravitaillement à St. John's. Cependant, si l'emplacement, pour la base, de Gander au lieu de Greenwood avait été envisagé dans le SOR, cette possibilité aurait eu des effets légers sur l'exigence touchant le rayon d'action d'une solution à aéronef unique, car elle aurait exigé une augmentation de l'exigence de rayon d'action, pour le nouvel avion, de 43 NM, la faisant passer de 1 699 NM à 1 742 NM, tandis que le temps de réponse s'en serait trouvé très nettement amélioré, car la distance à parcourir de Greenwood à St. John's, plus l'arrêt d'une heure pour la prise de carburant, n'auraient pas existé.

Conclusion

Au vu du rôle SAR actuel de l'hélicoptère *Cormorant* à Gander et de l'amélioration du délai de réaction d'une plate-forme basée là-bas, il est regrettable que cette contrainte élimine l'option de relocalisation de la base. Bien que l'option d'utilisation de Gander au lieu de Greenwood soit la seule que nous abordions dans ces pages, plusieurs autres possibilités viables sont mentionnées dans le document de Bourdon et Rempel (2005), et il faudrait s'y intéresser à nouveau. Le recours à un acteur d'intervention par ASAR dont les services seraient retenus à forfait et qui occuperait une position stratégique pourrait constituer un substitut économique qui allégerait certains des coûts associés à l'établissement ou au déplacement d'une base principale d'opérations ou à l'exigence, pour tous les scénarios, d'un avion à vitesse de croisière élevée.

ix. Posture de veille des ASAR – « La modification de la posture de veille SAR ne figure pas au mandat du présent projet. » (A1.4.1i) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le document *Analysis of Fleet Requirements for FWSAR* (Bourdon et Rempel, 2005) montre la mesure dans laquelle la sensibilité de la réaction aux incidents SAR dépend de la posture de veille, sachant que

90 % des incidents SAR se produisent à moins de 653 NM des bases principales d'opérations SAR actuelles. La posture actuelle, qui est envisagée dans le SOR, veut que les unités SAR demeurent disponibles à 30 minutes d'avis pendant 40 heures par semaine, et à deux heures d'avis pendant les 128 heures restantes de chaque semaine. Qui plus est, la posture normale de veille est maintenue de 8 h à 16 h du lundi au vendredi, bien que cette période puisse être déplacée. Le changement du nombre d'heures passées en disponibilité à 30 minutes d'avis a un effet marqué sur le délai de réaction après réception de l'avis, ce qui réduit de beaucoup les exigences de vitesse de la plate-forme ou permet aux ressources d'ASAR d'arriver sur la scène de l'incident plus tôt en volant à la même vitesse.

La hausse des coûts du projet et l'augmentation potentielle des occasions de sauver des vies associées au maintien d'une disponibilité continue à 30 minutes d'avis, telles qu'analysées dans le document « *CF SAR 30-Minute Continuous Readiness Posture FG Analysis* » (MDN, Directeur – Disponibilité opérationnelle (Air), 2008a) portent à conclure que sur les 2 700 vies en péril dans le cadre des 1 054 incidents CFSAR recensés en quatre ans, soit de 2000 à 2004, « six [personnes] auraient peut-être eu de meilleures chances de survie si une posture de veille à 30 minutes d'avis avait été en vigueur » [TRADUCTION LIBRE]. Qui plus est, les auteurs de l'étude soutiennent que « la probabilité de survie décroît, statistiquement, de quelque 3 % à chaque heure qui s'écoule après l'occurrence de l'incident » [TRADUCTION LIBRE] d'après le pourcentage de victimes trouvées vivantes à l'arrivée des ressources de SAR. Cependant, les données utilisées pour déterminer tant la baisse horaire de la surviabilité que le nombre de gens qui auraient peut-être survécu étaient très filtrées et les conclusions ont été tirées de « déclarations de témoins et de preuves empiriques », sans que soient présentées les données brutes, car « il n'y avait pas assez de données dans le texte des rapports de mission pour permettre une évaluation correcte de chaque cas au sens des conséquences de la réaction » [TRADUCTION LIBRE]. Également, 119 des 1 054 dossiers ont servi à tirer des conclusions sur la surviabilité et les chances de survie. Cette étude ne devrait pas servir de pierre angulaire à l'évaluation de la surviabilité ou de l'impact sur la surviabilité du maintien d'une posture de veille de 24 heures par jour à 30 minutes d'avis. Il s'agit tout de même d'un outil précieux pour l'évaluation des coûts associés à la posture de disponibilité accrue au sens des équipages nécessaires, des aéronefs, de l'entretien et des activités aériennes.

On comprend à la lecture des documents *Analysis of Fleet Requirements for ASAR* de Bourdon et Rempel (2005) et *30-Minute Continuous Readiness Posture Analysis* du MDN (Directeur – Disponibilité opérationnelle (Air) [DDO Air] 2008a) que le maintien d'une capacité de réaction à 100 % à 30 minutes d'avis est très coûteux, mais on ne trouve aucun signe de l'évaluation d'une solution intermédiaire entre huit heures et 24 heures par jour de disponibilité à 30 minutes d'avis et le coût de telles dispositions par rapport au coût d'acquisition d'avions plus rapides.

Conclusion

Sachant la sensibilité de la solution à la posture de veille pour la grande majorité des incidents, il serait de mise à songer à analyser en détail le coût d'une période accrue de veille à 30 minutes d'avis par opposition au coût d'acquisition d'avions beaucoup plus performants au chapitre de la vitesse de croisière. De fait, une telle étude devrait être au cœur du mandat du projet, car toute modification apportée à la posture de veille aura des répercussions importantes sur les coûts du projet, les niveaux de dotation en personnel, les avions nécessaires, les CAHV, les infrastructures et le NDS SAR.

4. Exigences relatives aux capacités obligatoires de niveau élevé

L'évaluation des hypothèses et contraintes présentée ci-dessus mène à la conclusion que le SOR comporte trop de contraintes. S'il y avait relâchement de ces contraintes, plusieurs des exigences obligatoires qui en découlent pourraient être substantiellement modifiées. Néanmoins, le mandat de l'examen obligeait à l'évaluation de chaque capacité obligatoire de niveau élevé (CONE) dans sa rédaction actuelle. Les exigences relatives aux CONE pourraient être améliorées, comme on le voit dans la présente section, dans le contexte de l'approche actuelle.

Chacune des quinze exigences relatives aux CONE est passée en revue séparément ci-dessous, dans l'ordre où elle se présente à l'annexe E du SOR ASAR. Dans chaque cas, la CONE est citée en entier (en traduction libre) et suivie d'un résumé de sa validité évaluée et, le cas échéant, de recommandations de modifications à y apporter.

- 1. Rayon d'action** – « Un rayon d'action sans reprise de carburant de 1 699 NM/3 147 km en régime de croisière normal (annexe A, point 2.4.1.19), avec transport de l'équipage (6 personnes) et de la charge SAR standard (3 130 kg/6 902 lb), ainsi que l'établit le scénario SAR présenté à l'annexe A, point 2.4.1.13). Le rendement au chapitre du rayon d'action doit comprendre des réserves de carburant permettant de satisfaire aux exigences minimales en carburant des règles de vol aux instruments (IFR pour 'instrument flight rules') prescrites par les FC plus une heure de carburant en supplément pour permettre l'exécution des activités de SAR (une heure de vol à une altitude de 1 000 pi au-dessus du niveau du sol (AGL pour 'above ground level') ou au-dessus du niveau de l'eau (ANE) et une vitesse de recherche indiquée de 110 à 140 nœuds exprimée en nœuds (KIAS pour 'knots indicated airspeed') selon les stipulations de l'annexe A (point 2.4.1.20). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le SOR fixe les exigences, au chapitre du rayon d'action maximum de la nouvelle plate-forme d'ASAR, en partant des difficultés de l'intervention dans les pires des scénarios, dans chaque région SAR, à partir de l'emplacement actuel des quatre bases principales d'opérations. Les scénarios comprennent un arrêt en chemin pour la prise de carburant dans le cas des avions à long rayon d'action et l'obligation de consacrer au moins une heure à la recherche dans la zone déterminée avant de prendre le chemin du point d'atterrissement. Le scénario Victoria - Terre décrit un déploiement vers un incident dans l'extrême nord-ouest du Canada (à la frontière de l'Alaska) avec retour à Inuvik, dans les Territoires du Nord-Ouest, pour une exigence totale en matière de rayon d'action de 1 468 NM. Le scénario Victoria - Mer prévoit en détail une intervention faisant suite à une occurrence survenue à l'extrême ouest de la région SAR, avec retour à Sandspit, en Colombie-Britannique, pour une exigence totale en matière de rayon d'action de 1 378 NM. Le scénario Trenton - Arctique prévoit l'intervention à la suite d'un incident survenu au pôle Nord, avec arrêt en chemin pour le ravitaillement en carburant à Resolute Bay, dans les Territoires du Nord-Ouest, avant la recherche et le retour à Alert, au Nunavut. La première partie du trajet porte l'exigence au chapitre du rayon d'action de ce scénario à 1 493 NM, bien que la distance

totale parcourue dans le cadre du scénario soit de 2 865 NM (de Winnipeg à Resolute Bay, ensuite au pôle Nord et finalement à Alert). Ce scénario, de Trenton vers l'Arctique, a servi à la détermination de l'exigence minimale en matière de vitesse-air, à 273 nœuds sur la base d'une journée d'équipage de 15 heures. Nous y reviendrons plus loin dans le présent document.

Le dernier scénario envisagé dans le SOR au chapitre de l'exigence visant le rayon d'action minimum était celui de l'intervention SAR en réponse à un incident survenu dans la région d'Halifax, à l'extrême est de la zone de responsabilité, à la position N51 00, W30 00, avec arrêt pour ravitaillement à St. John's et atterrissage à Shannon, en Irlande. Le segment sans ravitaillement le plus long de ce scénario déterminait l'exigence de rayon d'action minimum du SOR, car la distance entre l'arrêt à St. John's, à la position N51 00, W30 00, et Shannon était la plus grande de tous les scénarios, soit 1 699 NM, tandis que la distance totale parcourue pour tout le scénario était de 2 229 NM.

Toutes les exigences de rayon d'action tenaient compte d'une recherche sur place d'une durée d'une heure. Le SOR précise que l'avion, idéalement, devrait pouvoir passer au moins deux heures sur place et, par surcroît, qu'une heure est le strict minimum de temps. Comme l'indique le document de 2005 de Bourdon et Rempel, « bien que l'emploi de balises de détresse et d'autres aides technologiques puisse réduire les durées réelles de recherche, celles-ci dépassent très souvent et très nettement le minimum d'une heure » [TRADUCTION LIBRE]. Des entrevues n'ont permis d'entretenir aucun doute sur le fait que le lieu d'un incident doit être repéré très tôt dans la recherche pour qu'il y reste assez de temps aux techniciens SAR pour revêtir leur tenue, à l'appareil pour faire les manœuvres nécessaires d'évaluation des vents préalables au parachutage et à toute l'équipe pour procéder au largage du matériel SAR et au parachutage des techniciens SAR.

Pour ce qui est des scénarios nordiques, pour lesquels il faut prévoir un arrêt pour ravitaillement, on doit tenir compte du fait que ce ravitaillement peut facilement dépasser une heure, comme l'ont confirmé les entrevues avec des équipages du 424^e Escadron. En outre, selon ce scénario, les terrains d'aviation principaux et substitutifs se trouvent dans des endroits très peu peuplés où il n'existe que peu d'infrastructures, sinon aucune, ce qui revient souvent à l'impossibilité, pour l'appareil, de réaliser la mission.

L'un des concepts centraux du SOR ASAR veut que le nouvel ASAR fournisse un niveau de service d'ASAR équivalent ou supérieur à celui des ASAR actuels. Bien que cette exigence porte directement sur l'intervention lors d'un certain pourcentage d'incidents, dans un certain délai, dans les limites des zones de responsabilité du Canada, elle vise aussi la non-dégradation du service dont les Canadiens jouissent à l'heure actuelle. En ce moment, l'intervention à long rayon d'action au large de la côte est du Canada et dans le Grand Nord est assurée par le CC130 *Hercules*, dont la vitesse de croisière est de 300 nœuds et le rayon d'action, de plus de 3 500 NM dans sa configuration SAR. Les capacités tant d'autonomie que de vitesse du CC130 dépassent largement celles qui sont proposées en vertu du nouvel SOR ASAR.

L'analyse des données historiques réalisée par Bourdon et Rempel (2005) montre que 90 % des incidents exigeant l'intervention d'un ASAR se sont produits au plus à 653 NM des actuelles bases principales d'opérations. Par surcroît, 95 % de ces incidents ont eu lieu à moins de 800 NM de ces bases. Donc, sur le total de 1 775 incidents à s'être produits en trois ans, moins de 90 sont survenus à plus de 800 NM d'une base principale d'opérations existante.

Conclusion

L'exigence obligatoire en matière de rayon d'action de 1 699 NM dégrade la capacité assurée en ce moment par les CC130 des régions SAR de Trenton et d'Halifax, bien qu'elle l'améliore par rapport aux CC115 *Buffalo* de la région SAR de Victoria. La capacité de recherche très limitée d'une heure et l'obligation de reprendre du carburant pour réaliser des missions à rayon d'action moyen ajoutent à la dégradation de la capacité par rapport aux CC130. L'exigence obligatoire en matière de rayon d'action ne correspond pas à l'objectif principal énoncé dans le SOR, soit le maintien ou l'amélioration du niveau de service SAR dont sont assurés les Canadiens, aussi l'exigence en matière de rayon d'action doit être augmentée pour rejoindre celle dont jouit actuellement la plus grande partie du Canada grâce aux CC130, sans quoi l'objectif principal doit être ramené à une norme inférieure à la norme actuelle.

Subsidiairement, si l'on distingue les quelques scénarios à très grande distance de la majorité des incidents SAR, il peut être moins coûteux d'assurer la couverture par ASAR de ces scénarios au moyen d'un petit nombre d'avions à long rayon d'action et à vitesse relativement élevée. La réponse au reste des scénarios peut être constituée d'un avion dont les capacités en matière de rayon d'action et de vitesse sont plus modestes que ce qu'exige, dans sa rédaction actuelle, le SOR.

2. **Délai de réaction** – « Une vitesse-air moyenne de croisière, en vol en palier, d'au moins 273 nœuds de vitesse air vraie)/505 km/h avec à bord l'équipage (de six personnes), la charge SAR standard (3 130 kg/6 902 lb) et le carburant nécessaire pour réaliser n'importe lequel des scénarios SAR décrits à l'annexe A (points 2.4.1.10 à 2.4.1.13) en une journée d'équipage de 15 heures (annexe G) à partir d'une base principale d'opérations d'ASAR existante afin de garantir au moins le maintien du niveau de service d'ASAR actuel. » (annexe A, point 2.4.1.19) [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le SOR fixe les exigences minimales en matière de vitesse à partir de divers scénarios, de postures de veille différentes et de niveaux de service et exigences en matière de jours d'équipage variés. Le niveau de service SAR consistant à rallier 90 % des incidents SAR dans les quatre heures suivant l'attribution de la tâche, et 100 % des incidents dans les 11 heures suivant cette attribution a servi de base dans une partie du SOR et a été analysé plus avant au moyen des données historiques (Bourdon et Rempel, 2005) afin de déterminer la vitesse de croisière minimum du nouvel ASAR. Bien que le niveau de service de l'ASAR ait été établi par le Chef d'état-major de la Force aérienne (CEMFA) (MDN, 2002) après des échanges avec le SNRS, il n'a été officialisé ni dans la politique nationale ni dans la doctrine. Les exigences en matière de vitesse de croisière, par conséquent, qui résultent de l'analyse des scénarios par rapport à ce niveau de service ne peuvent être considérées que comme des lignes directrices, et non comme des exigences fermes.

L'analyse historique a porté sur les exigences en matière de vitesse de croisière par rapport à la notion de niveau de service SAR dans une mesure de probabilité d'incident de 90 % dans un rayon d'action de 653 NM, comme plus haut, et avec 100 % de couverture en onze heures. En partant du niveau de service SAR hypothétique et en recourant aux quatre bases principales d'opérations actuelles, l'analyse historique a permis de conclure, si un avion est en posture de veille à 30 minutes d'avis, qu'il lui faudra une vitesse de croisière de 187 nœuds pour atteindre 90 % des incidents en quatre heures, et de 262 nœuds pour satisfaire à 100 % des requêtes en onze heures. Si l'avion est en posture de veille à

deux heures d'avis au moment du signalement de l'incident, l'exigence en matière de vitesse de croisière passe, respectivement, à 347 nœuds et à 316 nœuds. Il apparaît clairement que l'impact le plus important au chapitre des exigences en matière de vitesse de croisière, pour 90 % des incidents, est la posture de veille, ainsi que le démontre la hausse radicale, qui va de 187 à 347 nœuds, de l'exigence dans 90 % des dossiers d'incident.

Dans la posture SAR actuelle, les équipages passent 40 heures par semaine en disponibilité avec délai de 30 minutes, ce qui représente 23,8 % de la semaine. Ainsi que le montre en détail l'analyse historique (Bourdon et Rempel, 2005) et que l'ont confirmé les entrevues, la posture de veille à 30 minutes d'avis est normalement maintenue de 8 h à 16 h les jours de semaine, bien qu'il y ait des différences quant au moment où elle est tenue. D'après cette analyse, dans 1 677 des 1 775 incidents survenus dans la période de référence de trois ans pour laquelle des renseignements étaient accessibles, 17 % de ces incidents se sont produits un jour de semaine, entre 8 h et 16 h.

Le troisième scénario analysé, qui a finalement servi au calcul des exigences en matière de vitesse de croisière de l'ASAR, reposait sur une limite aux heures quotidiennes de service de l'équipage, laquelle était établie à 15 heures. Le scénario utilisé a été l'incident survenu dans la région SAR Trenton-Arctique, décrit plus haut dans le passage sur l'exigence obligatoire en matière de rayon d'action. Ce scénario est constitué d'un incident au pôle Nord avec réaction en partance de Winnipeg, via Resolute Bay pour ravitaillement en carburant, et atterrissage à Alert après une heure de recherche sur place. Pour respecter la limite de 15 heures en service, l'avion doit maintenir une vitesse de croisière de 273 nœuds pendant tout le segment de parcours du vol si l'incident s'est produit pendant une période de posture de veille à deux heures d'avis, et de 238 nœuds s'il a eu lieu pendant une posture de veille à 30 minutes d'avis.

Le SOR affiche 273 nœuds comme vitesse de croisière minimum selon la limite quotidienne d'heures de service des équipages de 15 heures, selon le scénario d'intervention dans la région SAR Trenton-Arctique, où l'équipage est disponible avec délai de deux heures. Des équipages en disponibilité avec 30 minutes d'avis seraient mieux en mesure de satisfaire à cette exigence pendant leur premier bloc de 90 minutes de présence au travail; cependant, comme les équipages en disponibilité avec délai de 30 minutes doivent être à leur poste pour assurer cette réaction rapide, leur jour de travail d'équipage expirerait pendant la journée et, après les 90 premières minutes, la vitesse de croisière qu'ils auraient à maintenir pour respecter l'intention de la limite de temps de la journée d'équipage augmenterait, en fait, passant à plus de 273 nœuds pour la plus grande partie de la journée. Après le premier bloc de 90 minutes, il est plus profitable à la capacité globale de disposer d'un équipage bien reposé en disponibilité avec délai de deux heures pour assurer l'intervention, car selon ce modèle, une journée d'équipage entière de 15 heures demeure disponible pour l'accomplissement de la tâche.

D'autre part, toutes les exigences de vitesse minimum calculées selon l'orientation sur le niveau de service SAR sont rejetées dans la détermination finale de la vitesse de croisière minimum. La vitesse de croisière choisie ne permet pas à l'aéronef de respecter les cibles établies en matière de niveau de service SAR de 90 % ou 100 % des incidents quand l'appareil est en disponibilité avec délai de deux heures. On ne sait trop pourquoi la vitesse de croisière de 273 nœuds a été choisie comme cible de préférence aux autres vitesses de croisière calculées et l'effet que cela aura sur les équipages en service (en disponibilité avec délai de 30 minutes) n'est abordé ni dans le SOR ni dans le dossier de

recherche opérationnelle employé pour le calcul de l'exigence en matière de vitesse de croisière. Comme la vitesse de croisière choisie de 273 nœuds empêche l'appareil de satisfaire à plusieurs des exigences imposées du programme, il est difficile de la défendre comme exigence minimum obligatoire. La vitesse de croisière est un élément clé de différentiation du présent programme.

Comme l'expose en détail le document *CF SAR 30-minute Continuous Readiness Posture FG Analysis* (MDN, Directeur – Disponibilité opérationnelle (Air), 2008a), le niveau de service actuel établi à partir d'un appareil CC130 partant de Winnipeg assure un niveau de service supérieur à celui que recommande le SOR car le CC130 peut maintenir une vitesse de croisière plus élevée, n'a pas à s'arrêter en chemin pour prendre du carburant et peut demeurer en état de recherche sur place plus longtemps. En ce qui a trait au scénario se déroulant au pôle Nord, même un équipage en disponibilité avec délai de deux heures appartenant au 435^e Escadron (Winnipeg) « tenant compte d'un décollage complet d'une durée de deux heures, peut accomplir ce genre de mission dans la limite de quinze heures (et disposer encore de trois heures de souplesse). » [TRADUCTION LIBRE].

Conclusion

Le choix d'une vitesse de croisière minimum qui ne satisfait pas à l'intention de tous les éléments du programme, tout en ayant le pouvoir d'exclure de nombreux appareils du concours pour l'adjudication du projet, en conséquence de la vitesse choisie, constitue une faiblesse du SOR.

3. **Visibilité depuis le poste de pilotage** – « Faire en sorte que la verrière de l'appareil donne aux deux pilotes une vue dégagée suffisante, comparable à celle des ASAR actuels des FC, pour permettre la réalisation sécuritaire et efficace de toutes les séquences actuelles de recherche et de sauvetage dans tous les environnements physiques de la zone de responsabilité SAR. Pour garantir à vue le dégagement nécessaire à des inclinaisons de virage moyennes à serrées (annexe H) permettant à l'appareil d'inverser le cap dans une vallée encaissée, les deux pilotes doivent avoir depuis le poste de pilotage une visibilité suffisante du sol en palier avec l'appareil pour visuellement s'assurer que la trajectoire projetée de vol de l'appareil pendant tout le virage est sécuritaire (réf. A) (CMC Electronics, 2006). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le SOR fait allusion au rapport *Fixed Wing Search and Rescue Aircraft Cockpit Field of View Analysis and Requirements Definition* (2006) de CMC Electronics, mais n'exige pas explicitement la conformité à ses recommandations. Le SOR, en outre, va à l'encontre du rapport, car il exige un champ de vision suffisant pour « projeter visuellement, et clairement, la trajectoire de vol de l'appareil pendant tout le virage », tandis que le rapport n'exige que ce qu'il faut de champ de vision pour être certain de la trajectoire de vol « jusqu'à 90 degrés du tracé du virage » quand celui-ci se fait du côté où est prend place le pilote et jusqu'à 45 degrés du tracé du virage quand celui-ci se fait du côté opposé. Il n'est pas réaliste d'insister, comme le fait le SOR, pour que la vue facilite la projection de la trajectoire de vol « pendant tout le virage », une exigence qui requerrait que le pilote voie derrière lui dans le cas des virages continus. De toute manière, sachant que le rayon de virage est fonction de l'angle d'inclinaison et de la vitesse, le SOR contient assez de données implicites pour permettre le calcul explicite du champ de vision exigé du poste de pilotage, un calcul qui précisera la CONE en question.

Le rapport sur le champ de vision depuis le poste de pilotage recommande expressément des transparencies dans le quadrant supérieur et suggère que l'aéronef envisagé démontre sa conformité en recourant à la méthodologie conseillée dans la FAA Advisory Circular AC 25.773-1 (ministère américain des Transports, 1993). Aucune de ces recommandations n'est reprise dans le SOR, ce qui complique la démonstration de la conformité que doit faire un fournisseur potentiel.

Le titre de cette CONE, « Visibilité depuis le poste de pilotage » devrait être, plus adéquatement, « Champ de vision depuis le poste de pilotage », car ce titre refléterait mieux l'usage normalisé de la terminologie. La visibilité depuis le poste de pilotage renvoie ordinairement à la distance à laquelle une personne peut voir lorsqu'il y a obscurcissement.

Conclusion

L'exigence, telle que définie, ne délimite pas les champs de vision de telle manière qu'il en ressorte un moyen clair et objectif d'évaluer la conformité. Il est recommandé soit de préciser un champ de vision angulaire spécifique, soit de prescrire une méthodologie à laquelle pourrait recourir un fournisseur potentiel pour démontrer la conformité de son produit.

4. Soute – « La soute doit être de dimensions libres, en hauteur et en largeur, suffisantes pour donner à la population cible (décrite au point 4.2.2.c.ii) le dégagement nécessaire pour exécuter de façon sécuritaire toutes ses tâches à terre et en vol. La manipulation de l'équipement SAR pendant le vol peut entraîner des préjudices physiques pour les membres de l'équipage si le concept de la soute de l'ASAR ne tient pas compte des principes d'ergonomie. Pour ce motif, la largeur et la hauteur de la soute et la configuration de la charge d'équipement SAR doivent se combiner pour tenir à son minimum le risque de blessure physique tout en garantissant que les membres de l'équipage puissent exécuter toute la gamme de leurs tâches sans risquer d'effets physiologiques à long terme (réf. D) (ministère américain des Transports, 1999). Les exigences obligatoires relatives aux dimensions de la soute figurent au point 5.9.1. » [TRADUCTION LIBRE]

Le point 4.2.2.c.ii du SOR définit la population cible en tant qu'exigence cotée d'opérabilité :

- a. « L'ASAR doit convenir à l'exploitation (y compris les sièges/postes de l'équipage et le concept d'interface) par la population cible, qui est ainsi définie :
 - ii. navigateur/opérateurs de capteurs (Nav/Op capt); techniciens en recherche et sauvetage (Tech SAR); mécaniciens de bord (Méc B), vêtus de l'équipement de survie d'aviation (ESA) de rigueur, soit un accommodement à 95 % de la population décrite dans le document *Anthropometric Survey of the Land Forces*, réf. B [(Chamberland, Carrier, Forest et Hachez, 1998)]. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

L'assertion voulant que « la largeur et la hauteur de la soute et la configuration de l'équipement SAR doivent se combiner de manière à garantir que le risque de préjudice physiologique soit minimal tout en garantissant que les membres de l'équipage pourront accomplir toute la gamme des tâches qui leur sont confiées sans risquer de souffrir d'effets physiologiques à long terme » (traduit de la réf. D, ministère américain des Transports 1999) est importante et il est certainement de mise de veiller à ce

que les exigences obligatoires précisent une configuration ergonomiquement saine de la cabine qui convienne au rôle de SAR. La référence employée pour soutenir cet énoncé, malheureusement, est une référence à une norme militaire (MIL-STD-1472) qui n'aborde pas le risque de blessure ou de séquelle physiologique à long terme liée à la hauteur et à la largeur de l'espace de travail. La norme MIL-STD-1472 (ministère américain de la Défense, 1999) indique uniquement que « le dégagement (c'est-à-dire les dimensions minimales des coursives et accès), qui doit accommoder ou permettre le passage du corps ou de parties du corps, doit être lié à l'exécution des tâches avant qu'y soient substitués les critères de rendement » (p. 106) [TRADUCTION LIBRE]. Il n'existe pas, en effet, de norme nationale ou internationale précisant les minimums exigés en matière de hauteur et de largeur de la cabine. Le SOR ne renvoie à aucune analyse de l'enveloppe corporelle au fil du temps et du déroulement des tâches des techniciens SAR. Le SOR ne cite aucune référence non plus quant à sa description de la relation entre les dimensions de la cabine et les « effets physiologiques à long terme », pas plus qu'il ne mentionne de preuve qu'il existe de tels effets au sein de la population des Tech SAR. Il existe des rapports empiriques de Tech SAR atteints de maux de dos aigus et chroniques. S'il y avait une analyse systématique des préjudices physiques dont souffre cette population, elle pourrait, prise de concert avec une analyse biomécanique des tâches des Tech SAR, donner une justification appuyée d'information à des contraintes spécifiques appliquées à divers aspects du concept de l'aéronef allant au-delà de la hauteur, de la largeur et de la configuration de la charge dans la soute. De fait, les aspects spécifiques du rôle dont on constate qu'ils sous-tendent les problèmes médicaux documentés de cette nature pourraient dès lors être abordés expressément par des mesures d'atténuation appropriées. Une étude biomécanique des charges dorsales découlant des tâches de SAR pourrait jeter de la lumière sur les mécanismes des blessures présumées. De même, les avantages potentiels de la capacité de maintenir une posture verticale avant le levage pourraient être spécifiquement modélisés au sens des effets subséquents de compression de la colonne. Quoi qu'il en soit, les différentes postures corporelles prises lors de l'exécution de la gamme des tâches des Tech SAR n'ont pas été documentées jusqu'à présent.

En renvoyant à l'exigence cotée au point 4.2.2.c.ii, la présente exigence obligatoire transforme, dans les faits, l'exigence cotée en une autre exigence obligatoire. Il est de mise que le SOR précise un concept d'aéronef adaptable, en toute sécurité, aux extrêmes de la population ciblée. La population actuelle des techniciens SAR n'est probablement pas assez nombreuse pour permettre de prédire de façon fiable les caractéristiques anthropométriques de la future population. Il faut savoir que les caractéristiques anthropométriques vont au-delà de la taille et englobent de multiples dimensions corporelles. Le MDN a modélisé les équipages aériens, mais pas les techniciens SAR, au moyen du Body Sizing System (BoSS), une capacité accessible au laboratoire de Toronto de Recherche et Développement pour la Défense Canada (RDDC). Le BoSS combine un analyseur corps à un logiciel afin d'obtenir, rapidement, et avec précision, les mesures en trois dimensions de la personne qui se prête à l'analyse (Bain et Meunier, 2008; Courchesne, Bain, Gray, Meunier, Morissette et Marrao, 2008; Meunier, 2008). Le produit de ce système pourrait contribuer à la définition des analyses de l'enveloppe corporelle au vu des tâches exécutées dans une cabine d'aéronef. Il est utile de noter que le recours aux données anthropométriques tirées des études des Forces terrestres ne sont pas l'idéales, car cette population peut différer de manières inconnues (par auto-sélection ou par d'autres rouages) de la population dont sont formés les équipages assujettis aux restrictions des FC en matière de taille des membres d'équipage. Toutefois, face à l'absence d'étude anthropométrique plus appropriée, l'étude anthropométrique des Forces terrestres menée en 1985 (Chamberland, Carrier, Forest et Hachez,

1998) constitue probablement le meilleur ensemble de données à partir duquel estimer la population cible.

L'observation informelle de techniciens SAR en train de charger et de décharger un CC115 *Buffalo*, de sauter de cet appareil et d'y travailler montre les exigences diverses et parfois extrêmes du rôle et donne à croire qu'une analyse biomécanique de tous les aspects du poste peut se justifier si l'on veut optimiser l'environnement de travail de l'ASAR. Des techniques logicielles modernes, comme HumanSantos^{MD} et l'outil de modélisation Jack (de Siemens) peuvent servir à combiner des modèles anthropométriques adéquats, comme ceux que l'on tire du système BoSS, à des techniques de saisie du mouvement. Cette approche permet d'utiliser les données saisies dans une analyse de l'enveloppe corporelle lors de l'exécution des tâches pour créer des avatars représentant le 95^e percentile de toutes les dimensions pertinentes, ce qui minimise le besoin de saisir des données de mouvement sur une gamme de personnes travaillant dans une gamme d'environnements différents et exécutant un ensemble complet de tâches. On peut façonnner les avatars au travail dans des environnements complexes, comme des aéronefs ayant des portes à différentes positions et des largeurs d'allée irrégulières. On peut modéliser la forme d'ensemble de l'intérieur de l'appareil au lieu de tenir pour acquise une coupe rectiligne qui n'existe pas dans les aéronefs. Le recours à des techniques de modélisation logicielle a aussi l'avantage, une fois un aéronef choisi, de permettre de se servir des mêmes modèles et avatars pour faire en sorte que la conception des systèmes de stockage, des fenêtres et des sièges des observateurs, et ainsi de suite, soit bonne. Ces modèles demeurent accessibles pour l'analyse des répercussions des facteurs humains sur les modifications apportées au milieu de travail pendant la vie utile de l'appareil. Subsidiairement, des techniques classiques de maquette permettant l'analyse de l'enveloppe corporelle au fil du temps peuvent aussi servir à définir les dimensions requises pour la cabine de l'ASAR (ASIC, 1987).

Conclusion

L'inclusion d'exigences minimales en matière de hauteur et de largeur de la soute est de mise dans le SOR. Une analyse systématique de l'enveloppe de travail complète pour les tâches à accomplir doit être faite pour produire les exigences minimales de hauteur et de largeur de la cabine. Ces techniques sont identifiées comme étant celles dont on se sert habituellement pour assurer un espace cabine adéquat dans le passage *Contexte* de la Note technique (NT) 54-05-04 du Directeur – Soutien du génie aérospatial (DSGA) (MDN, 2006b).

Le SOR, dans sa rédaction actuelle, ne suggère pas de preuve indiquant que les tâches attendues des techniciens SAR puissent entraîner des préjudices physiologiques à long terme, pas plus qu'il ne suggère de mécanisme de prévention de tels préjudices. Aucune preuve n'est en outre fournie qui puisse indiquer que l'adaptation de la cabine réduirait l'incidence des blessures présumées au dos associées à la manipulation d'objets lourds dans une cabine exiguë. Sachant qu'il est peut-être possible d'établir de telles preuves au moyen d'une analyse plus poussée, il est recommandé de procéder à l'analyse rétrospective des blessures au sein de la population des techniciens SAR si le risque posé par des classes particulières de préjudices doit servir à appuyer les exigences en matière d'espace de la cabine.

- 5. Soute** – « La soute doit être munie d'une porte de parachutage/de soute permettant le chargement/déchargement rapide de la charge SAR sur palette (selon la norme de l'OTAN, soit 223 cm x 274 cm (88 po x 108 po) en l'absence de matériel de chargement spécialisé, et servant en plus de sortie principale pour le parachutage de membres du personnel et pour le largage d'équipements SAR. L'aéronef doit aussi être muni d'une porte secondaire de parachutage en cas de mauvais fonctionnement de la porte principale de parachutage/de soute. Celle-ci et la porte secondaire doivent être certifiées pour le fonctionnement en vol et leur emplacement dans la soute ainsi que leurs dimensions doivent être établies en tenant compte : i) du parachutage sécuritaire du personnel (qui utilisera le parachute CSAR-7) et du largage de l'équipement depuis l'une ou l'autre porte sans que l'écoulement de l'air devienne une menace excessive pour le personnel, l'équipement ou l'appareil; et ii) de la taille de la porte de parachutage/de chargement principale, qui doit être de 183 cm (72 po) de hauteur (réf. G, ministère britannique de la Défense) afin de donner lieu au parachutage sécuritaire du personnel et de sa largeur, qui doit suffire à accueillir rapidement la charge SAR palettisée (223 cm x 274 cm [88 po x 108 po]). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le point 5.1.1a du SOR décrit une exigence visant une porte principale « de parachutage/de soute » que l'on pourrait désigner simplement de rampe. Du point de vue des facteurs humains, un aéronef ayant la SAR comme vocation première doit être muni d'une rampe, car c'est le moyen le plus efficace d'assurer l'accès et la sortie des gens ainsi que le chargement, le déchargement et l'utilisation de l'équipement SAR en direction et en provenance de l'appareil. L'emploi de la rampe permet aux techniciens SAR, qui sont fréquemment appelés à sauter lourdement chargés (de 54 kg [119 lb] de matériel et d'habillement) d'adopter une position corporelle stable plus rapidement. Quand on se sert d'une sortie sur la rampe arrière, le corps est symétriquement exposé au vent (sur les axes horizontal et vertical). À l'opposé, la sortie par une porte latérale exige l'exécution d'une manœuvre exposant les hanches au vent apparent (qui est ordinairement équivalent à la vitesse-air de l'aéronef). Cette manœuvre est parfois difficile d'exécution, particulièrement quand la personne est chargée d'équipement. Si une autre partie du corps rencontre d'abord le vent apparent, le parachutiste se retourne ou culbute. Il s'agit là d'un problème, car il est essentiel que les techniciens SAR soient en tout temps conscients de la situation de la zone d'atterrissement et, en fin de compte, de la cible visée. Il est plus difficile de fixer la zone de largage quand les conditions obligent le technicien SAR à manœuvrer latéralement ou quand il se retrouve involontairement en rotation. En outre, bien que la dynamique de l'écoulement aérodynamique varie selon le type d'aéronef, elle est ordinairement plus favorable lors d'une sortie sur rampe que d'une sortie par une porte latérale. On peut installer des déflecteurs pour créer un espace mort à la porte latérale pour donner au technicien SAR une meilleure chance de prendre la bonne position, mais là où l'on utilise de tels systèmes, la difficulté de prendre rapidement la bonne position dès la sortie demeure importante. Il existe un risque documenté de blessure au cou lorsqu'il y a impossibilité de prendre une posture stable avant le déploiement du parachute (Huston et Kamman, 1981). Lors d'un parachutage exécuté au moyen d'une sangle d'ouverture automatique depuis la porte latérale, il est essentiel de garder le menton rentré sur la poitrine pour réduire ce risque. Si le corps est symétrique dès la sortie, comme c'est le cas quand on utilise une rampe, cette manœuvre peut être moins critique et exiger un positionnement moins actif, ce qui lui permet d'être plus facile à exécuter. Il a été démontré qu'un vaste pourcentage des blessures subies lors de sauts en parachute à sangle d'ouverture automatique se produit lors du choc à l'ouverture du parachute (Craig,

2000). S'il faut procéder à davantage d'ajustements positionnels pour placer le corps dans la bonne position de réduction du risque de blessure, il s'ensuit que la sortie par une porte latérale entraîne un plus grand risque de blessure. D'autre part, l'obligation d'entraînement en vue de l'acquisition et du maintien d'une certaine mesure d'automatisme dans cette compétence peut être plus grande.

La collision avec l'aéronef est un autre mécanisme de blessure et la configuration de l'écoulement d'air aux abords de la porte latérale constitue un autre facteur de prédisposition à ce type de blessure (Craig, 2000). Les flancs du CC115 *Buffalo* attestent la tendance des objets déployés à frapper son fuselage; on constate en effet dans cette flotte d'aéronefs de multiples dépressions dans le revêtement à l'arrière immédiat des portes latérales. Les forces qui prédisposent les objets à rebondir sur le flanc de l'aéronef ont le même effet sur les techniciens SAR au sortir de l'appareil. Tant la vitesse de sortie que le concept de l'aéronef exercent une influence sur le risque de frapper le fuselage, mais, en général, les sorties par la porte exigent l'adoption d'une position exacte afin de réduire le risque de frapper l'appareil. Il n'existe pas de telle préoccupation dans le cas des rampes.

L'utilisation d'une porte latérale comme porte principale de parachutage complique la gestion des sauts. Une rampe donne aussi une meilleure visibilité aux occupants de la cabine, ce qui leur permet de mieux gérer des incidents comme l'accrochage de la sangle d'ouverture automatique (qui peut survenir quand une pièce d'équipement, comme le canot de sauvetage, glisse dans le parcours direct de déploiement de ce parachute). Il est important que l'on puisse voir le parachutiste victime d'une incident pour être en mesure d'évaluer la situation, de déchiffrer ses signaux de main et de gérer l'exploitation du treuil, au besoin. En plus, lors des sauts exécutés depuis une rampe, la sangle d'ouverture automatique n'entre normalement pas en contact avec l'aéronef, ce qui permet la séparation nette du sac de déploiement lors de la séquence d'ouverture. Dans le cas d'un saut depuis une porte, la sangle d'ouverture automatique entre inévitablement en contact avec la porte de l'appareil avant la séparation complète du sac de déploiement depuis le contenant du parachute. Cela accroît le risque d'endommagement, voire de incident, de la sangle d'ouverture automatique. Un incident de cette nature a été documenté récemment; il s'agissait d'un saut exécuté depuis la porte latérale d'un CC130 *Hercules*; et dans ce dossier la sangle d'ouverture automatique a été coupée par le bord acéré de la porte.

Des préoccupations d'ordre pratique, d'autre part, touchant le chargement et le déchargement de l'appareil exigent la disponibilité d'une rampe. Il peut être extrêmement difficile, en effet, de charger des patients à bord de l'aéronef par une porte latérale et de les installer au bon endroit de la cabine. Le risque de blessure couru par le personnel augmente quand il est tenu de soulever des objets lourds à la hauteur d'une porte latérale. L'amélioration du champ de vision du personnel occupé à charger ou à décharger l'appareil peut entraîner une amélioration de l'efficacité et une réduction du risque de blessure si le personnel a la capacité de voir ce qui se passe dans la cabine pendant les processus de chargement et de déchargement.

Conclusion

Il est recommandé d'inscrire de façon explicite dans le SOR une exigence obligatoire d'aménagement d'une rampe. Les dimensions adéquates de la rampe peuvent être déterminées au moyen de techniques de modélisation des dimensions de l'enveloppe corporelle et prescrites dans le SOR. Pour faciliter le chargement et le déchargement sécuritaires, il est recommandé que la rampe soit munie d'un appareil de levage hydraulique auquel on pourra fixer le lourd équipement SAR.

- 6. Soute** – « [La soute doit être] munie d'au moins deux hublots de repérage bombés capables de résister à la pressurisation de l'appareil et situés des deux côtés de la soute afin de faciliter la recherche visuelle. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Il est essentiel que l'ASAR soit muni de hublots de repérage bien conçus et bien positionnés. Au vu de l'insistance sur l'adaptation aux techniciens SAR trouvée ailleurs dans le SOR, il n'est pas cohérent que l'examen du concept des hublots ne tienne pas compte des facteurs humains associés au système complet des postes d'observation SAR. La position du guetteur SAR exige que le technicien SAR se penche dans la coupole d'observation pour voir la zone située sous le ventre de l'appareil. Cette position exige que l'on prévoie un soutien adéquat pour le haut du corps et que le siège soit conçu de manière à s'adapter à la position. L'effort physiologique de cette position d'avancé est exacerbé par le port d'un casque ou de lunettes de vision nocturne. En outre, la capacité des techniciens SAR ayant une gamme de caractéristiques anthropomorphiques de se placer la tête (parfois casquée) dans le hublot de manière à pouvoir voir confortablement la zone située sous l'appareil est une considération d'importance. En effet, selon la *Spotter Field-of-View Analysis for FWSAR Aircraft* menée par le Centre d'analyse et de recherche opérationnelle (CARO) de RDDC, si le poste d'observation n'est pas adéquatement conçu, les techniciens SAR risquent de n'être pas capables de se placer la tête dans une partie du hublot depuis laquelle la profondeur de celui-ci suffira à la création d'une image de la zone située sous l'appareil, d'où un rendement de repérage réduit (Scales, 2007). De même, une analyse des effets de la taille du hublot d'observation sur le rendement de la mission de recherche et de sauvetage intitulée *Effects of Search Window Size on Search and Rescue Call-around Performance* (Grant, 2007), exécutée par RDDC Toronto, a mené à la conclusion catégorique que « pour tirer pleinement parti du champ de vision que donne la fenêtre, l'observateur doit disposer d'un poste de travail ergonomique » (p. i).

Le rapport de RDDC Toronto sur le rendement en mission contient aussi des lignes directrices sur les caractéristiques techniques du hublot de l'observateur et sur l'exigence de recouvrement des champs de vision de l'observateur et du pilote, mais le SOR ne fait nulle mention du champ de vision, que ce soit dans les exigences obligatoires ou dans les exigences cotées. Les coupoles de repérage doivent être ainsi positionnées que, au cours de virages serrés (dépassant 45 degrés), un membre de l'équipe SAR et un membre de l'équipe de pilotage soient en mesure de conserver une vue dégagée de la cible au sol (Grant, 2007). Il faut aussi tenir compte, en ce qui a trait aux coupoles de SAR, du recours routinier du chef de l'équipe SAR aux signaux de main pour communiquer des points de parachutage/largage au technicien SAR conformément aux instructions permanentes d'opération (IPO) visant les opérations de parachutage et de largage (MDN, 2009). Selon le type d'aéronef, deux des coupoles d'observation devront être positionnées à l'arrière des ailes afin de garantir la visibilité des signaux de main.

Le SOR exige que les coupoles d'observation SAR puissent « résister à la pressurisation de l'appareil »; il s'agit d'une exigence obligatoire. Cette exigence dépasse la capacité actuelle des aéronefs des FC. Le besoin de voir le sol a pour conséquence que la recherche depuis un hublot bombé de SAR ne se fait ordinairement pas d'une grande hauteur. Le fait que l'*Hercules* n'ait pas été muni, en cours de modernisation, de coupoles d'observation aptes à résister à la pressurisation en dépit de ses nombreuses années de service dans son rôle de SAR donne à croire qu'il serait plus adéquat de considérer cette exigence comme une exigence cotée. L'avantage des hublots pressurisés va au-delà

du repérage, car pendant la recherche, l'aéronef est souvent appelé à se rendre à un nouvel endroit. Si les hublots ne peuvent résister à la pressurisation, ce déplacement ne peut se faire au-dessus de 3 050 m (10 000 pi) que si l'équipage porte des masques à oxygène d'appoint (MDN, 2001). Bien que les recherches menées au-dessus de 3 050 m (10 000 pi) sortent nettement de l'ordinaire, elles ne sont pas exclues. En 2009, il a fallu procéder à une recherche sur le mont Logan, dont l'élévation va de la base, à 3 050 m (10 000 pi), au sommet, qui se trouve à 5 960 m (19 550 pi), et il a été nécessaire de trouver le contour entier de la montagne. Un aéronef *Buffalo* non pressurisé a été en mesure de réaliser la recherche, mais l'équipage s'est dit plus fatigué que d'ordinaire; ce fait a été attribué à la consommation d'oxygène d'appoint et aux altitudes élevées auxquelles s'est trouvée la cabine. Un *Hercules* était prêt à contribuer à cette recherche, mais, pour différentes raisons, le chef des opérations de recherche a décidé de ne pas recourir à ce moyen et le fait qu'il n'aurait pas été possible de mettre de l'oxygène d'appoint à la disposition des guetteurs SAR à leur poste d'observation peut avoir compté parmi les considérations sous-jacentes. Il est moins souhaitable de veiller à ce que des systèmes de distribution d'oxygène soient conçus de manière à s'adapter aux recherches non pressurisées que d'exécuter toutes les recherches depuis une cabine pressurisée, mais la rareté de tels événements permet de croire que l'analyse plus poussée des impacts de la réalisation de recherches dans un appareil non pressurisé à haute altitude serait de mise avant d'exiger cette capacité de l'ASAR.

Plusieurs des exigences cotées énumérées au point 5.9.2.a du SOR visent un certain nombre de recherches ou toutes les recherches. L'exigence d'aménagement ergonomique des postes de repérage a été abordée ci-dessus. L'exigence cotée visant le désembuage et le dégivrage correspond à une occurrence fréquente et l'absence de tels systèmes nuit de toute évidence à la détection visuelle. Le reste des exigences cotées pertinentes au poste de repérage SAR touche le champ de vision depuis le hublot de repérage; l'exigence obligatoire devrait préciser un champ de vision minimum calculé selon les données de l'analyse de RDDC Toronto (Grant, 2007).

Conclusion

L'ajout de coupoles de repérage SAR aux exigences obligatoires est de mise. L'exigence de prise en compte des principes d'ergonomie dans la conception des postes de repérage SAR par rapport à la population cible devrait être obligatoire elle aussi. Elle devrait préciser le champ de vision nécessaire aux hublots de repérage et cette définition devrait tenir compte de la relation entre les champs de vision du pilote commandant de bord et du chef de l'équipe SAR. Il serait sage d'envisager de rendre obligatoires les exigences cotées et de réduire l'exigence obligatoire de résistance à la pressurisation des hublots au rang d'exigence cotée.

7. **Soute** – « Un dégagement en hauteur, en longueur et en largeur suffisant pour permettre le chargement, l'arrimage, le transport, l'accès en vol, la répartition en vol et le déchargement efficaces et sécuritaires de la charge SAR normalisée (annexe A, figure 5). La soute doit être assez grande pour qu'y soit aménagée une allée dégagée d'au moins 77,5 cm (30,5 po) de largeur et de 210,8 cm (83 po) de longueur. [...] mesurée depuis la surface prévue pour la station debout et courant sur toute la longueur de la soute utilisée quand l'aéronef est configuré pour la charge SAR normalisée (3 130 kg/6 902 lb). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Il est de mise que le SOR compte parmi ses exigences obligatoires la hauteur de la cabine et la largeur de l'allée. L'exigence énoncée de 210,8 cm (83 po) provient de deux documents d'appui produits par des experts de l'ergonomie attachés au Directeur – Navigabilité aérienne et soutien technique (DNAST) (NT 54-05-04 [MDN, 2006a]) et au DSGA (N 54-06-03) [MDN, 2006b]). À la rubrique *Contexte* du document NT 54-05-04 (MDN, 2006a), les auteurs documentent avec rigueur les contraintes de l'approche qu'ils ont appliquée à la définition de dimensions de la cabine :

« Généralement, pour garantir l'existence d'assez d'espace cabine, on précise des exigences de rendement axées sur la tâche dans le cadre de la démarche d'acquisition, la conformité étant démontrée soit au moyen d'analyses menées sur des maquettes à pleine échelle ou d'évaluations réalisées au moyen de la conception assistée par ordinateur (CAO) des aménagements proposés de la cabine recourant à des mannequins créés par ordinateur pour démontrer que les tâches peuvent être accomplies dans l'espace prévu. En raison du degré d'expertise et de la somme de temps importants qu'il faut investir pour réaliser ce type d'évaluations, il a été déterminé qu'on n'aurait pas le temps d'inclure une exigence universelle axée sur le rendement en tant qu'élément de la Demande d'expression d'intérêt et de qualification (DEIQ), car on ne peut s'attendre raisonnablement à ce que les données prouvant la conformité soient produites dans les limites du calendrier prévu. On a donc décidé de reléguer ce type d'exigence universelle à la démarche de demande de proposition (DDP [...]). Comme la hauteur minimum de la cabine et la largeur minimum de l'allée sont faciles à vérifier au moyen de diagrammes techniques, tout en permettant une certaine mesure d'étude des exigences en matière de dégagement de la cabine, on a décidé d'inclure ces facteurs en tant qu'exigences prescrites dans le cadre de la DEIQ. Le DSGA 5-4 a donc été chargé d'analyser les exigences minimales en matière de hauteur de la cabine et de largeur de l'allée de la cabine de l'ASAR et de formuler des recommandations spécifiques à l'intention du bureau de gestion du projet (BGP) Mobilité aérienne. La présente note technique résume les résultats de cette analyse [p. 2]. » [TRADUCTION LIBRE]

Malgré son utilité, la spécification des exigences minimales de hauteur de la cabine et de largeur de l'allée ne peut garantir qu'il soit possible de configurer un espace de travail qui satisfasse à ces exigences ou les dépasse en tant que lieu de travail ergonomique. Si, par exemple, un aéronef sans rampe satisfait à ces exigences, l'équipage est tenu de retourner des objets longs, comme le toboggan, les civières et ainsi de suite, ce qui risque d'entraîner davantage de préjudices dorso-lombaires en conséquence de la manœuvre de ces objets lourds. Un parcours en ligne droite ayant la rampe pour point de départ permettrait d'éviter cette manœuvre supplémentaire ainsi que de permettre au personnel participant à cette tâche de mieux voir et à des membres supplémentaires du personnel de se déplacer plus facilement dans la cabine.

Une approche plus généralement acceptée de l'évaluation des questions d'espace cabine est décrite dans la norme du Air Standardization Coordinating Committee intitulée *Aircraft Mock-Up Inspection Techniques* (ASIC, 1987) qu'a ratifiée le Canada (CEMFA) en 1987 mais qui n'est plus en usage. Les outils logiciels actuels qui recourent à des mannequins animés (des 'avatars') dans des représentations tridimensionnelles de l'espace peuvent aussi servir à l'exécution de ce type d'analyse. La NT 54-06-03

du DSGA (MDN, 2006b) représente un effort d'exécution d'une analyse plus rigoureuse proche des techniques d'évaluation conventionnelles. Les auteurs ont signalé un certain nombre de contraintes et de limites à leur approche : ils n'ont pris en compte qu'un petit sous-ensemble de tâches et d'espaces de travail rectilignes regularisés (ce qui ne peut jamais se produire dans un ASAR en raison de la manière dont se fait le chargement, car les cabines d'aéronef ont des limites curvilignes, particulièrement si elles sont pressurisées). Par surcroît, parce qu'ils n'ont jamais utilisé de maquette, les manœuvres de chargement et de déchargement des civières ont été exécutées sur une plate-forme à quelques centimètres seulement du sol. L'observation d'une tentative de chargement d'une civière vide par la porte latérale d'un CC115 *Buffalo* a largement illustré les lacunes de l'analyse sur plate-forme, car cette manœuvre ne peut être exécutée sans exposer à des risques la personne qui soutient la civière du côté extérieur de l'aéronef puisqu'il faut, pour porter le poids de la civière, lever les bras au-dessus des épaules. En outre, en l'absence de toute méthode d'enregistrement de l'enveloppe corporelle au fil du temps, les auteurs n'ont eu d'autre choix que d'analyser la tâche sous l'angle des extrêmes de l'enveloppe de travail plutôt que les modèles globaux d'usage de l'espace ou d'acquérir la compréhension du moment et des conditions dans lesquelles les extrêmes de l'enveloppe de travail sont atteints.

La justification des 210,82 cm (83 po) de hauteur de la cabine est tirée d'une analyse de la taille totale d'un sujet masculin se situant au 95^e percentile des Forces terrestres, avec redressement pour la croissance séculaire à un taux de 0,55 cm par décennie, le document source étant la NT 54-05-04 du DGSA (MDN, 2006a). Bien que la croissance séculaire doive être prise en compte dans l'acquisition des aéronefs de l'avenir, le rapport utilisé pour justifier le choix d'un taux de croissance de 0,55 cm par décennie (Institut de médecine environnementale pour la Défense [IMED], 1985) propose également une méthodologie substitutive qui mène à la prédition que la stature des équipages aériens se stabilisera. Le document signale plus loin que l'analyse dont a été tirée la projection de 0,55 cm par décennie peut avoir surestimé la croissance séculaire, car la portion des stagiaires des équipages aériens du sondage de 1958 (qui ont été comparés aux stagiaires des équipages aériens de 1985) peut ne pas avoir atteint la taille adulte complète (IMED, 1985). Le document contient aussi des projections vers 2005 que l'on pourrait maintenant comparer aux données recueillies au moyen du système BoSS (Bain et Meunier, 2008) pour évaluer la valeur prédictive de chaque modèle de croissance séculaire. La justification des 210,82 cm (83 po) de hauteur de la cabine est probablement la prévision d'un sujet masculin du 95^e percentile (186,23 cm ou 73 po) portant ses bottes et son casque, ses lunettes de vision nocturne repliées sur son casque, et parcourant la longueur de la cabine avec un dégagement supplémentaire de 10,16 cm (4 po) jusqu'au plafond.

L'observation, cependant, de techniciens SAR au travail dans un CC115 a montré que leurs lunettes de vision nocturne ne sont pas fixées à leur casque quand ils travaillent et que, de fait, certains d'entre eux portent des casques sans dispositif de montage des lunettes de vision nocturne. Les casques ne sont nécessaires que dans une zone définie de l'aéronef, c'est-à-dire à proximité d'une porte ouverte en vol. Comme les casques sont lourds et imposent un effort au cou incliné (Adam, 2004), les techniciens SAR observés préféraient porter des casques d'écoute au moment de manœuvrer de l'équipement à des positions appropriées de déploiement, ne passant au casque que si une porte était ouverte. Des entrevues avec des techniciens SAR et des démonstrations faites par eux ont révélé que s'ils ont besoin de se servir de lunettes de vision nocturne, soit ils les portent sur leur casque en position « abaissée », soit ils les tiennent à la main. Ils n'ont généralement besoin ni de leur casque ni de leurs lunettes de vision nocturne à moins qu'une porte soit ouverte. Les techniciens SAR qui guident l'aéronef

en position en se penchant dans la coupole ne portent ordinairement pas de lunettes de vision nocturne, préférant les configurer avec un bloc-batterie placé à sa base de telle manière qu'elles constituent un appareil portatif. On peut supposer que l'effort imposé au cou par l'adoption d'une position inclinée dans la coupole, associée au port du casque, s'approche déjà assez des tolérances physiques sans y ajouter le poids des lunettes de vision nocturne.

L'exigence, par conséquent, d'ajouter 5,08 cm (2 po) à la hauteur pour tenir compte du port des lunettes de vision nocturne n'est pas valable pour la tâche telle qu'exécutée par les techniciens SAR des CC115 *Buffalo*. En outre, les auteurs de la NT 54-05-04 (MDN, 2006a) n'ont justifié les 10,16 cm (4 po) supplémentaires au-dessus des lunettes de vision nocturne sur le casque que par la présence des lunettes de vision nocturne en position repliée sur le casque, pour garantir que celles-ci ne subissent pas de choc en cas de turbulence. Ces 10,16 cm (4 po) de dégagement supplémentaire en hauteur sont substantiels et ne se justifient pas dans la documentation sur l'ergonomie. Ainsi, la NT 54-05-04 (MDN, 2006a) justifie un total de 15,24 cm (6 po) de hauteur libre de réserve pour les lunettes de vision nocturne, bien que selon la pratique actuelle, ces lunettes ne soient pas portées dans la position décrite.

La NT 54-06-03 du DSGA (MDN, 2006b) reconnaît que dans le cadre de certaines tâches, les lunettes de vision nocturne ne sont pas portées et précise que « les 4 po supplémentaires de dégagement en hauteur demeurent valables car certaines tâches relatives aux civières en tant que facteurs, comme la gestion des perfusions vitales du patient (injection intraveineuse de médicaments), des électrodes (d'électrocardiogramme, etc.) occuperont cet espace ». Toutefois, comme la norme STANAG 3204 de l'OTAN, AMD (OTAN, 1990) n'exige que 45,72 cm (18 po) de séparation verticale entre les brancards pour permettre l'exécution de ces tâches et l'utilisation de cet équipement, cette exigence ne peut être considérée comme valable. Si un patient était placé dans une position requérant un dégagement supplémentaire pour l'équipement, il serait trop élevé pour être bien surveillé. L'exigence de 10,16 cm (4 po) de hauteur libre au-dessus du casque n'est donc pas appuyée.

Une analyse visant à déterminer la hauteur suffisante de l'allée devrait prendre en compte la capacité d'un technicien SAR du (futur) 95^e percentile de parcourir à la verticale la majeure partie de l'allée en portant son casque d'écoute et ses bottes de parachutiste (3,8 cm; 1,5 po). Il est bon de savoir que les mêmes techniciens SAR travaillent à bord du CC115 *Buffalo* et du CH149 *Cormorant*. Le CH149 *Cormorant* a considérablement moins de hauteur libre (180,098 cm, ou 71,25 po, au point le plus élevé). De toute évidence, les tâches qu'accomplissent les techniciens SAR sont différentes à bord du *Cormorant*, car ils élinguent, au lieu de le larguer, l'équipement et ne sautent pas en parachute. Cependant, une bonne partie de l'équipement lourd de SAR qu'ils ont à déplacer doit être manœuvré de la même manière à bord des deux plates-formes. S'il y a des problèmes d'adaptation à bord du CH149 *Cormorant*, ils pourront servir de base d'information à l'analyse de l'exigence de hauteur de la cabine de l'ASAR. Tous les techniciens SAR ayant l'expérience du travail à bord des CC115 *Buffalo* interrogés ont indiqué que la hauteur du CC115 *Buffalo* leur convenait; aucune des personnes interrogées (y compris un technicien SAR dont la taille dépassait celle du 95^e percentile) n'a exprimé de réserves quant à la hauteur actuelle de l'allée du CC115 *Buffalo* (qui va de 198,12 cm à 208,28 cm, ou de 78 po à 82 po, jusqu'aux points les plus bas, capitonnage en place). L'affirmation figurant à la NT 54-05-04 du DSGA (MDN, 2006a), selon laquelle l'environnement de la cabine devrait être aussi proche que possible de l'état optimal parce que les techniciens SAR sont fréquemment appelés à soulever et à manœuvrer des charges dépassant les normes d'ergonomie (p. ex. MIL-STD-1472,

ministère américain de la Défense, 1999) est fondée et l'optimisation de cet environnement, par conséquent, a sa place parmi les exigences obligatoires.

L'exigence obligatoire prescrit une largeur d'allée de 77,5 cm (30,5 po) qui a été définie dans la NT 54-05-04 du DSGA comme la largeur minimale d'allée permettant à des techniciens SAR vus de face, portant tout leur équipement, de se déplacer sans rencontrer d'obstacle. On a remarqué que la largeur de l'allée du CC115 *Buffalo* chargé selon la configuration SAR nocturne (avec fusées éclairantes) n'était pas uniforme, allant de 57,79 cm à 86,36 cm (de 22,75 po à 34 po). En général, les objets qui font moins de 30,48 cm (12 po) de hauteur au-dessus de la plate-forme de circulation (comme le radeau de sauvetage faisant partie de l'ESA selon son arrimage à bord du CC115 *Buffalo*) sont généralement considérés comme une intrusion acceptable dans l'allée quand ils l'obstruent partiellement plus que les objets plus hauts, pour autant qu'ils ne posent pas de risque de trébuchement. L'analyse de l'enveloppe corporelle d'un technicien SAR portant tout son équipement (y compris son uniforme de brousse) permettrait de décider de la largeur optimale de l'allée, des variations à cette valeur le long de l'allée pouvant être envisagées. Il est utile de savoir que cette largeur minimale d'allée permettant le déplacement d'un patient obèse sur une civière d'ambulance modifiée à cette fin a été définie dans la NT 54-05-04 du DSGA (MDN, 2006a) à 86,36 cm (34 po), aussi la largeur minimale de l'allée ne suffirait pas au transport de ce type de patient. Ceux-ci sont souvent transportés à bord de CC115 *Buffalo* car ils ne peuvent être pris en charge à bord de nombreux aéronefs civils utilisés dans le rôle d'évacuation sanitaire aérienne (EVASAN aérienne). Il serait utile d'envisager la capacité du nouvel ASAR face à ce rôle d'EVASAN aérienne dans sa configuration SAR bien que ce rôle soit de compétence provinciale.

Conclusion

L'exigence énoncée de hauteur minimale de la cabine, soit 210,8 cm (83 po), n'est pas appuyée. Sachant l'importance des dimensions minimales de la cabine dans le choix à faire parmi les aéronefs candidats, il importe que la définition des exigences minimales repose sur une analyse solide et exhaustive des besoins d'adaptation. Il est recommandé que le MDN procède à une analyse de l'enveloppe de travail des techniciens SAR dans la gamme complète de leurs tâches et rôles. Cette analyse pourrait reposer sur des techniques de saisie du mouvement et sur des données anthropométriques complètes et devrait être menée au moyen soit de maquettes réalistes, soit de techniques modernes de modélisation logicielle.

8. **Soute** – « Transporter la charge SAR standard de 3 130 kg (6 902 lb) (annexe D) consistant en 11,32 m³ (400 pi³) d'équipement conteneurisé et l'équipement de survie d'aviation (ESA) de l'équipage, disposé sur des palettes normalisées de l'OTAN (223,5 cm x 274,3 cm; 88 po x 108 po) et un poste à deux places de navigateur/opérateur de capteur (nav/op capteur) (5.10.1). L'équipement SAR doit être arrimé et disposé de telle manière qu'il permette le repérage et le guidage visuels de l'appareil depuis les postes d'observation. L'agencement de la charge SAR dans la soute doit aussi garantir un accès libre et non obstrué à tout l'équipement SAR tout en conservant un espace de travail plat et libre suffisant, immédiatement adjacent à la porte principale de largage/parachutage et à la porte secondaire de parachutage pour permettre le largage/parachutage du personnel et de l'équipement SAR (annexe A, point 2.4.1.5). Les dimensions de cet espace de travail doivent accueillir, au minimum, une largeur latérale de

185,4 cm (73 po), une longueur longitudinale de 205,7 cm (81 po) et une hauteur verticale de 205,7 cm (81 po) (réf. I) (MDN, 2006b). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

La « charge SAR standard » n'est courante dans aucun des ASAR actuels de la flotte; elle a été définie pour optimiser la charge d'une solution unique. Si les FC décidaient de revoir cette approche, la charge SAR standard devrait être reconfigurée. Le CC115 *Buffalo* ne peut transporter que 907 kg (2 000 lb) de charge quand il est configuré pour les manœuvres en montagne et, par conséquent, ne satisfait pas à cette exigence minimale. La charge SAR varie ordinairement selon la tâche. On peut concevoir des charges SAR conteneurisées, aptes au déploiement, à manutention horizontale afin d'être en mesure de les modulariser et de les optimiser rapidement pour différents types de missions en gardant à l'esprit que les missions changent souvent en cours de vol. Un pareil système pourrait être conçu de manière à minimiser l'effort dorsal des personnes responsables du chargement, de l'arrimage, du déploiement et du déchargement du matériel très lourd nécessaire à la recherche et au sauvetage.

Les dimensions de l'espace de travail adjacent à la porte principale de largage/parachutage ont été définies dans la NT 54-06-03 du DSGA (MDN, 2006b). Le rapport, cependant, indiquait qu'il n'était pas possible, au vu des moyens accessibles à ce moment, de procéder à une étude exhaustive de définition de ces dimensions, « chaque aéronef a une courbe de fuselage particulière et ce facteur n'a donc pas été pris en compte dans la détermination de l'espace de travail minimum » [TRADUCTION LIBRE].

L'analyse de l'enveloppe spatiale entourant le corps d'un technicien SAR dans l'exécution de ses tâches de SAR devrait être faite, car les limites verticales de cet espace peuvent, dans les faits, être plus importantes tout près du fuselage de l'aéronef. En ce qui a trait au mouvement des portes latérales et à l'arrimage de l'équipement, plusieurs des activités des techniciens SAR se déroulent près des côtés du fuselage, où les dimensions verticales peuvent être critiques.

Une analyse de l'espace de travail tenant compte de l'enveloppe corporelle entière au fil du temps demeure la meilleure manière de juger de la largeur requise pour le largage/parachutage de l'équipement et du personnel de SAR depuis les deux portes latérales et la rampe. La hauteur verticale de 205,74 cm (81 po) tirée de l'analyse figurant à la NT 54-05-04 du DSGA (MDN, 2006a) repose sur l'hypothèse qu'il faut 5,08 cm (2 po) de hauteur au-dessus du casque pour y fixer les lunettes de vision nocturne et 10,16 cm (4 po) supplémentaires de dégagement vertical pour garantir que les lunettes de vision nocturne puissent être replacées dans cette position et ne pas être ébranlées par les mouvements de l'appareil. Comme nous l'avons déjà mentionné, les techniciens SAR du 442^e Escadron n'ont aucun besoin de se tenir debout avec leurs lunettes de vision nocturne sur le haut de leur casque, aussi cette exigence de dégagement ne devrait pas être considérée comme valable.

Conclusion

La « charge SAR standard » décrite dans le SOR n'est actuellement transportée ni dans le CC130 *Hercules* ni dans le CC115 *Buffalo* et ne peut, de fait, être embarquée à bord du CC115 *Buffalo*, mais elle constitue une tentative de définition de la charge SAR qui suffit à la plupart des missions SAR. L'expression « porte principale de largage/parachutage » devrait être remplacée par le nom « rampe ». Une porte latérale de soute serait une configuration inefficace et inexploitable du point de vue humain. Le déploiement d'objets comme le toboggan depuis la porte latérale est une manœuvre inefficace et on

ne devrait y recourir que lorsque la rampe est hors d'usage ou lors de la formation du personnel à ce scénario. L'exigence en matière de hauteur définie dans le SOR n'est pas appuyée. Une analyse plus complète des besoins d'espace pour la réalisation des tâches des techniciens SAR aux abords de la porte devrait tenir compte de la courbe du fuselage et de la portée complète des tâches; une telle analyse produirait une estimation plus facile à appuyer quant aux exigences en matière d'espace.

- 9. Soute** – « Une soute permettant le transport, le chargement et le déchargement des patients sur des brancards du modèle adopté par l'OTAN et d'équipement SAR palettisé sur une palette normalisée de l'OTAN 463L (223,52 cm x 274,32 cm; 88 po x 108 po) en l'absence d'équipement aéroportuaire spécialisé de chargement et de déchargement. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Un système de manutention horizontale des charges devrait être considéré comme obligatoire pour l'ASAR car ce rôle entend la livraison et le transport d'équipement et de personnel. Comme l'aérotransport ne figure pas parmi les rôles principaux des ASAR, on ne sait trop quelle justification invoquer pour exiger que ce système soit une palette standard de l'OTAN. De toute évidence, les exigences d'interopérabilité ont rendu très avantageux l'emploi de la palette standard de l'OTAN. Si un système à manutention horizontale ne respectant pas les normes de l'OTAN devait être adopté, il pourrait être rendu compatible au système de palette standard de l'OTAN; on pourrait créer une découpe afin que le système soit prêt à l'installation sur une palette de l'OTAN. Un système de demi-palette ou un compromis de même nature, configuré pour une charge SAR, pourrait alors facilement être chargé sur un avion de transport. Une analyse plus poussée peut être nécessaire pour l'étude de solutions de rechange à la palette de l'OTAN. Il n'y a pas à douter que la palette standard de l'OTAN serait optimale, cependant, du point de vue de l'interopérabilité.

D'une façon plus générale, le SOR, dans sa rédaction actuelle, laisse entendre que le concept et la configuration de l'équipement dont est formée la charge SAR « standard » n'exigent ni analyse ni optimisation. L'observation informelle, cependant, des activités à mener à bien pour larguer l'équipement SAR et parachuter le personnel donne bien l'impression que le statu quo n'est pas vraiment la façon optimale de procéder. Les techniciens SAR doivent actuellement arrimer, désarrimer, manœuvrer et déployer des éléments d'équipement lourds et de forme irrégulière. Si l'équipement était arrimé sur une palette de l'OTAN, cette situation pourrait peut-être s'en trouver quelque peu améliorée, mais il demeure que les divers éléments de l'équipement devront être amenés près des sorties et arrimés en vue de leur déploiement. Un concept de charge bien configuré n'est nullement assuré par l'emploi de la palette de l'OTAN car celle-ci répond aux normes de l'aérotransport et non de la fonction SAR. Il n'existe pas de véritable exigence de facilité d'accès à l'équipement chargé dans un rôle d'aérotransport. Cette situation peut se compliquer si le système EO/IR doit faire partie du système palettisé, ajoutant ses propres contraintes à la configuration de la cabine de manières qui peuvent finalement l'éloigner de l'état optimal. La conception et l'acquisition de nouveaux aéronefs peuvent constituer une occasion de repenser la façon dont les charges sont conçues et dont le travail est accompli dans la cabine. Cette analyse pourrait être effectuée dans l'intention de créer un système SAR modulaire apte au déploiement qui minimisera l'obligation des techniciens SAR d'arrimer, de désarrimer, de traîner et de soulever des charges lourdes d'un point à l'autre de la cabine. Si un nouveau système de manutention horizontale devait être conçu, on pourrait se livrer à cette conception

dans l'idée d'en rendre les composantes largables. Un système SAR modulaire, largable, à manutention horizontale pourrait être conçu dans le but d'optimiser le déroulement des tâches dans la cabine et de minimiser le risque de préjudice physiologique à long terme couru par les techniciens SAR.

L'exigence selon laquelle la soute de l'ASAR doit avoir la capacité de transporter, de charger et de décharger trois patients sur des brancards de l'OTAN en l'absence d'équipement spécialisé de chargement et de déchargement s'harmonise au rôle d'EVASAN aérienne. L'emploi de civières d'ambulance et la capacité de recevoir des patients obèses ne sont pas abordés, mais font partie du rôle humanitaire que jouent souvent les ASAR actuels.

Conclusion

On devrait envisager la conception d'un système SAR modulaire à manutention horizontale. La nécessité de transporter, de charger et de décharger trois patients sur des brancards de l'OTAN doit être prise en compte pour tout rôle d'EVASAN aérienne et la mise en œuvre devrait respecter les stipulations de l'ASIC Advisory Publication 61/115/15. Le besoin de recourir à la palette standard de l'OTAN n'est pas appuyé à titre d'exigence obligatoire dans le SOR; une palette plus petite pourrait suffire à l'équipement SAR. La compatibilité, cependant, à la palette standard de l'OTAN devrait être obligatoire.

10. Soute – « Un transrouleur pour le plancher de la cabine et un système d'arrimage ou de manutention du matériel optimisés pour le chargement, l'arrimage, le transport et le déchargement des palettes standard de l'OTAN, qui font 223,52 cm x 274,32 cm (88 po x 108 po). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Les exigences concernant le chargement, l'arrimage et le déchargement de matériel sont parfaitement claires, comme on l'a vu ailleurs dans le présent rapport. Il s'ensuit qu'un système adéquat de manutention du matériel est également nécessaire. Dans le passage précédent du présent rapport, on a conclu qu'un système de palettes était nécessaire à l'ASAR et que ce système devrait être compatible à la palette standard de l'OTAN, mais que le transport d'une palette standard de l'OTAN devrait n'être qu'une exigence cotée.

Conclusion

Dans l'intérêt de la cohérence avec les autres évaluations du présent rapport, le renvoi à la palette standard de l'OTAN devrait être retiré de la présente exigence. Des dispositions en matière de manutention et d'arrimage du matériel sont nécessaires au système de palette choisi pour l'équipement SAR.

11. Manœuvrabilité – « [L'ASAR doit être] capable d'exécuter, de façon sécuritaire et efficace, toutes les manœuvres actuelles de recherche et de sauvetage menées à bien par le CC115 *Buffalo* et le CC130 *Hercules*, comme le précise l'EUE de l'ASAR, de façon à garantir le maintien ou l'amélioration de l'actuel niveau de service SAR. En cas de panne critique du moteur survenant

pendant une recherche en milieu montagneux confiné (vitesse-air entre 110 et 140 KIAS, ainsi que le stipule le point 2.4.1.20 de l'annexe A) et à une altitude de 1 524 m (5 000 pi) relativement au niveau moyen de la mer (NMM), [l'ASAR] doit avoir la capacité de changer de cap de façon sécuritaire en exécutant un virage à niveau de 45 degrés et un virage à énergie constante sur 180 degrés de changement de cap. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le SOR indique clairement que le MDN est très attaché à la capacité de mener des opérations de recherche dans des zones montagneuses encaissées; cependant, des exigences reposant uniquement sur les capacités du CC115 *Buffalo* et du CC130 *Hercules* n'ont guère de chances de se prêter à la démonstration par un fournisseur potentiel. Cette CONE semble confondre les exigences de qualité de vol satisfaisante et de manœuvrabilité à moteur unique, ce qui ne produit en fin de compte, dans tous les cas, aucune exigence claire.

La nécessité de disposer de qualités de vol satisfaisantes est sous-entendue dans l'énoncé selon lequel l'aéronef doit être « capable d'exécuter, de façon sécuritaire et efficace, toutes les manœuvres actuelles de recherche et de sauvetage », mais on ne trouve dans le texte aucune spécification explicite des qualités de vol, pas plus qu'on ne peut prévoir quelle soumission potentielle, de la part d'un fournisseur, établirait la conformité.

Ne quantifier l'exigence de manœuvrabilité que du point de vue de l'agilité à moteur unique ne suffit pas. Bien que des preuves empiriques indiquent que le CC115 *Buffalo* puisse être capable d'« exécuter un virage à l'horizontale à 45 degrés et un virage à énergie constante sur 180 degrés de changement de cap » après une panne du moteur critique, cette capacité n'est documentée dans aucun des manuels techniques du *Buffalo* cités en référence, soit les Instructions d'exploitation d'aéronef (IEA) et le Manuel de manœuvre standard (MMS) du *Buffalo* (MDN, 2009). Cette assertion suggère une capacité peu vraisemblable qu'aurait le *Buffalo* de conserver son altitude à une accélération normale due à la pesanteur de 1,4 g (gravité) (inclinaison de virage de 45 degrés) en ne recourant qu'à un seul moteur sans perdre de vitesse-air (c'est-à-dire « à énergie constante »). En outre, même si le *Buffalo* a la puissance excédentaire spécifique qu'il faut pour effectuer cette manœuvre, aucun document n'indique qu'elle puisse se faire de façon sécuritaire et qu'elle puisse être répétée. Le SOR perpétue cette ambiguïté dans le nouvel ASAR.

Bien que cela soit de la première importance pour l'exigence de manœuvrabilité, le fait qu'une manœuvre soit possible ne garantit pas qu'elle soit sécuritaire et répétable. Le SOR s'efforce de régler ce problème en déclarant, à la figure 1, que l'ASAR possède « une puissance aéronautique et des qualités de vol suffisantes (comparables à celles de l'actuel ASAR des FC) pour garantir qu'il pourra, de façon sécuritaire et efficace, manœuvrer lors des opérations de recherche et de sauvetage » (MDN, 2006) [TRADUCTION LIBRE]. L'exigence, ainsi énoncée, ne suffit pas à la sélection d'un aéronef convenant à la mission. Les qualités de vol d'un aéronef sont quantifiables selon une méthodologie acceptée décrite dans l'ouvrage publié en 1969 par Cooper et Harper et la présente exigence devrait être explicite dans le SOR. Il faudrait pour cela que le MDN définitisse les paramètres du rendement acceptable dans le cadre d'une gamme de tâches de SAR critiques à la mission et qu'il évalue les qualités de vol de l'appareil selon ces critères. La justification de cette évaluation est soulignée par le fait que le SOR sera probablement étudié par des fabricants d'aéronefs de transport qui n'ont été

conçus expressément ni pour le rôle de SAR, ni pour les opérations en milieu montagneux encaissé. Une exigence acceptable devrait préciser que l'ASAR devra démontrer des qualités de vol de premier niveau pour toutes les tâches de SAR critiques à la mission conformément aux stipulations de l'ouvrage publié en 1969 par Cooper et Harper. Une exigence convenable quant aux qualités de vol pourrait aussi renvoyer à la spécification des qualités de vol recherchées, comme la norme MIL-F-8785C (ministère américain de la Défense, 1980) ou celles qui figurent au Règlement de l'aviation canadien (concernant l'aviation civile) et à la Partie 525 du Manuel de navigabilité. De toute manière, l'exigence, telle qu'énoncée dans le SOR, voulant que l'appareil soit doté de qualités de vol, ne suffit pas à préciser ce qu'est un appareil convenant à la mission SAR.

Conclusion

L'agilité de la manœuvre à moteur unique ne constitue pas un critère de conception conventionnel des aéronefs de la catégorie transport, pas plus que cette performance n'est ordinairement mise à l'essai ou documentée. Il est peu probable que l'on puisse trouver des données sur la manœuvre spécifiée. Le paramètre critique de définition des opérations sécuritaires en environnement montagneux encaissé est le rayon de virage minimum soutenu en vol en palier. Il est recommandé que cette exigence soit quantifiée pour une masse spécifique en exploitation et en densité-altitude.

La CONE de manœuvrabilité, dans sa rédaction actuelle, ne suffit pas pour assurer l'acquisition d'un appareil ayant les qualités de vol nécessaires pour la mission SAR et devrait être revue.

Subsidiairement, de telles manœuvres peuvent figurer à un EUU préliminaire auquel renverrait le SOR.

12. Certification de l'aéronef – « On nomme ‘certification de la qualité/de l'aéronef’ i) le design proposé de l'aéronef dont sera tiré l'ASAR, qu'il fasse l'objet d'une certification civile ou d'une qualification militaire selon les normes de la certification de navigabilité acceptées par l'autorité chargée de la navigabilité technique (ANT) précisée au Manuel de navigabilité technique du MDN (MNT, réf. E, partie 2, chapitre 5); et ii) la capacité de l'ASAR de satisfaire aux exigences d'admissibilité à l'obtention d'une autorisation de navigabilité de l'ANT du MDN, comme le précise le MNT du MDN (réf. E, partie 2, chapitre 3). » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Cette exigence ne soustrait pas le MDN à l'obligation de certifier un nouveau type d'aéronef. Elle semble viser à réduire le niveau d'effort nécessaire de la part du MDN pour satisfaire à ses obligations en tirant parti d'une certification existante par un processus connu sous le nom d'examen de la définition de type » (EDT). Bien que le concept d'un aéronef candidat puisse avoir fait l'objet d'une certification civile selon une norme typique de conception (comme le US CFR Title 14 FAR Part 25 dans le cas des aéronefs de la catégorie Transport), cela peut ne pas constituer un niveau acceptable de sécurité pour l'ASAR au vu de l'utilisation prévue de l'appareil. La certification civile donne un bon point de départ à l'établissement de critères d'homologation (CH) militaires canadiens convenables, dont devrait être tirée la formulation de la présente exigence.

Le *Manuel de navigabilité technique* (MNT) du MDN, au chapitre 1 de la partie 5, modificatif 5 (MDN, 2007b), fournit des définitions pour le niveau acceptable de sécurité de différentes classes d'aéronefs militaires canadiens. La figure 5-1-2-3 du MNT prévoit les seuils de probabilité des dangers au niveau

du système; l'ASAR devrait être classé « aéronef militaire », ce qui signifie que la probabilité d'occurrence d'un danger de niveau système évalué « catastrophique » ne devrait pas dépasser 1×10^{-8} par heure de vol (ou 1×10^{-6} au niveau aéronef). Le niveau acceptable de sécurité devrait être précisé en tant qu'exigence à laquelle le fournisseur doit satisfaire, en recourant à la certification du MDN pour répondre aux exigences de l'EUE.

L'exigence emploie l'expression « [...] normes de certification de navigabilité acceptées par l'ANT [...] » [TRADUCTION LIBRE]. Cela semble laisser entendre que l'ANT n'a qu'à évaluer les CH. En réalité, l'acceptabilité aux yeux de l'ANT d'une certification antérieure compte deux volets : le premier est l'accord sur les CH dont il a été question et le deuxième, la confiance qu'a l'ANT dans l'autorité de certification qui détermine la portée et la profondeur de l'examen mené par l'ANT dans le cadre de l'EDT. Par conséquent, même si l'ANT accepte sans réserve les CH de la certification existante comme étant directement applicables à l'ASAR, il est possible que l'autorité de certification n'ait pas la confiance de l'ANT et, donc, qu'un examen complet de la démonstration de conformité relativement aux CH soit nécessaire.

Le SOR prévoit que l'aéronef de base requerra des modifications pour satisfaire aux besoins de l'ASAR. Chacune de ces modifications devra faire l'objet d'une certification. La portée des modifications déterminera la mesure dans laquelle le concept final correspondra à la définition de la notion d'appareil « prêts à l'emploi » et, par conséquent, la taille de l'effort de certification. L'examen mené par le CS Ex sur l'acquisition du CH149 *Cormorant* (MDN, 2007a) montre bien le fossé qui peut se creuser entre l'acquisition d'une cellule et sa certification pour sa fonction prévue.

L'ANT n'émet pas d'autorisation de navigabilité (AN). Pour tout nouveau type d'aéronef ou pour toute modification par rapport au modèle, l'ANT émet une autorisation de navigabilité technique (ANT) tandis que l'autorité chargée de la navigabilité opérationnelle (ANO) émet une autorisation de navigabilité opérationnelle (ANO). L'autorité chargée de la navigabilité (AN) du MDN/des FC émet par la suite l'AN finale. L'AN est le Chef d'état-major de la Force aérienne (CEMFA).

Le besoin, pour l'Énoncé du besoin opérationnel, de contenir le niveau précité de détail quant à ce qui est essentiellement un point technique vaut la peine qu'on y porte attention. L'examen qui suit s'applique à tout aéronef acquis par le MDN pour le compte des FC et n'est donc pas propre à l'ASAR. L'exigence opérationnelle donne lieu à l'exigence technique et doit donc être décrite dans un degré de détail suffisant pour faciliter l'établissement des CH; les détails, cependant, de la manière de satisfaire aux exigences techniques échappent à la portée d'un SOR.

Conclusion

Il est recommandé que le libellé de la présente exigence soit modifié pour mieux refléter l'intention des CONE actuelles tout en s'adaptant aux besoins de l'ANT.

Le libellé de l'exigence touchant l'obtention d'une autorisation de navigabilité de l'ANT devrait être modifié de manière à refléter la version courante du MNT.

13. Taille de la flotte (nombre d'appareils) – « Un ensemble constitué d'au moins 15 nouveaux ASAR est nécessaire pour assurer la capacité voulue de SAR, l'entretien, les essais et évaluations et la

formation. Une explication plus détaillée des exigences en matière de taille de la flotte d'ASAR se trouve à l'annexe B. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le SOR établit à quinze le nombre minimal d'aéronefs nécessaire pour satisfaire aux exigences en matière de préparation à la mission SAR de 99 % de probabilité qu'un premier aéronef et de 80 % de probabilité qu'un deuxième aéronef soient continuellement prêts à partir en mission SAR depuis chacune des bases principales d'opérations. Ces exigences, et d'autres, en matière d'état de préparation à la mission pour les aéronefs d'entraînement de l'unité d'entraînement opérationnel (UEO) figurent au point 4.5 du SOR. Les principaux facteurs de l'état de préparation à la mission sont la disponibilité opérationnelle de chaque appareil et le nombre de bases où l'état de préparation doit être maintenu pour la mission principale de SAR et pour l'entraînement.

L'annexe B du SOR et le document *Analysis of Fleet Requirements for FWSAR* de Bourdon et Rempel (2005) fournissent une analyse fondée sur la disponibilité opérationnelle, à hauteur de 80 %, des appareils. Les points 1.10 et 1.11 de l'annexe B du SOR portent sur la contribution de la facilité d'entretien à la disponibilité opérationnelle des appareils. D'après le point 1.11, la « génération actuelle d'aéronefs est conçue pour être plus fiable, plus facile à entretenir et plus soutenable que les systèmes qu'elle remplace » et « le résultat final est une disponibilité opérationnelle accrue qui constitue le facteur déterminant des niveaux de préparation à la mission des aéronefs » [TRADUCTION LIBRE].

Il n'existe pas d'analyse de la sensibilité de la disponibilité opérationnelle à la facilité d'entretien. Les points 4.4, 4.5 et 4.6 du SOR font des exigences cotées de la capacité de soutien, de la préparation à la mission de l'aéronef et de la fiabilité. Le tableau des CONE présenté à l'annexe E du SOR n'exige pas de l'ASAR une disponibilité opérationnelle de 80 % bien que la taille minimale de la flotte soit tributaire de ce chiffre. Certains aspects de la disponibilité opérationnelle échappent au contrôle du fournisseur de l'aéronef, mais ce n'est pas le cas de la facilité d'entretien. Un niveau minimum de facilité d'entretien pourrait être défini et exprimé en tant qu'exigence obligatoire. En outre, la validité de la technique statistique employée pour exécuter l'analyse est douteuse, car elle tient pour acquis que la disponibilité opérationnelle de chaque appareil n'est pas liée à celle des autres aéronefs. La facilité d'entretien, cependant, d'une flotte donnée dépend du programme d'entretien commun à tous les aéronefs de la flotte.

Un document technique de RDDC (Pall, 2008) explique en quoi la disponibilité opérationnelle du CH149 *Cormorant* n'a pas été à la hauteur des attentes depuis son avènement, surtout en raison de problèmes de facilité d'entretien. Cette situation pose le risque que l'état de préparation à la mission SAR devienne hors d'atteinte si la taille minimale de la flotte est celle que prescrit le SOR.

On lit dans la Stratégie de défense *Le Canada d'abord* (gouvernement du Canada, 2008) que le gouvernement se propose d'acquérir dix-sept ASAR, plutôt que le minimum de quinze appareils mentionné dans le SOR. On ne connaît pas de justification pour cette différence.

L'analyse de l'état de préparation figurant au document du MDN, Directeur – Disponibilité opérationnelle (Air), 2008a en vient à la conclusion qu'un minimum de 19 appareils est nécessaire au maintien de la compétence des équipages sans pour autant dépasser les prévisions quant au contingent annuel d'heures de vol (CAHV) par appareil et tout en maintenant le statu quo quant à la posture de veille.

Conclusion

Le conflit des données sur le nombre minimum d'appareils nécessaire pour satisfaire aux besoins opérationnels en ASAR doit être résolu. D'après le SOR, l'exigence s'établit à 15 appareils; les deux autres références font respectivement état de 17 et de 19 appareils.

Il est recommandé que la sensibilité de la taille de la flotte à la disponibilité opérationnelle et à la facilité d'entretien fasse l'objet d'un examen mené au moyen d'une méthode statistique valable. D'autre part, le niveau minimum de disponibilité opérationnelle et de facilité d'entretien des aéronefs devrait être établi de façon explicite, en tant qu'exigence obligatoire, dans le SOR.

14. Taille de la flotte (emplacement/établissement des bases) – « Fournir des services d'ASAR continuera de se faire depuis les quatre bases d'opérations principales actuelles des ASAR (annexe A, point 2.4.2.1). Les questions de positionnement des bases sont abordées plus avant à l'annexe B. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

Le choix des quatre actuelles bases principales d'opérations comme futurs emplacements d'opérations des moyens d'ASAR est cité dans le SOR parmi les contraintes du projet et les hypothèses, comme nous en avons déjà parlé à la section 3. Une évaluation exhaustive des options de positionnement des bases réalisée au moyen de données historiques figure au document de 2005 de Bourdon et Rempel. Cette analyse montre que les options actuelles de positionnement des bases que sont Comox, Winnipeg, Trenton et Greenwood se situent au quatrième rang au chapitre de la réaction à 90 % des incidents, au dixième rang pour la couverture de 100 % des régions SAR et au dixième rang également en ce qui a trait à la vitesse de croisière exigée pour une intervention réalisée dans les 15 heures constituant une journée d'équipage. La réaction opportune aux incidents SAR est vitale pour la survie des personnes en détresse. L'atteinte d'un niveau élevé de service en ce qui a trait à la réaction de SAR à un incident dépend surtout : de l'emplacement de la base principale d'opérations, de la posture de veille, de la vitesse de l'aéronef, du rayon d'action de l'aéronef et du lieu où est survenu l'incident. Comme l'équipe du projet du SOR a aussi été forcée d'exclure toute modification à la posture de veille, les seules variables pouvant être envisagées pour réaliser l'objectif de maintenir ou d'améliorer le niveau de service SAR auquel s'attend la population canadienne ont été le rayon d'action et la vitesse.

Comme le précise l'analyse des exigences relatives à la flotte d'ASAR (Bourdon et Rempel, 2005), « une flotte bien située est mieux placée pour répondre à la demande canadienne de services SAR » et « l'emplacement des bases principales d'opérations de SAR peut très bien le meilleur point de départ pour la recherche de moyens de réduire les exigences en matière de vitesse de croisière » [TRADUCTION LIBRE] ou d'abréger le délai de réaction.

Les bases existantes de Greenwood, Trenton, Winnipeg et Comox ne constituent pas la meilleure option d'intervention SAR, comme le montre l'analyse des exigences de la flotte d'ASAR (Bourdon et Rempel, 2005). Si l'on choisit d'envisager Gander au lieu de Greenwood comme base d'ASAR, on peut réduire la distance de couverture de 90 % de l'historique des incidents SAR examinés dans le cadre de l'étude, ramenant cette distance de 653 NM à 533 NM. Ce seul changement d'emplacement d'une base d'ASAR vers une base existante d'hélicoptères de SAR aurait aussi un effet positif sur le délai de

réaction au milieu de l'Atlantique, car il soustrairait un segment de parcours et un arrêt de ravitaillement en carburant dont a besoin un appareil parti de Greenwood. Cette option de positionnement de base n'aurait pas dû être exclue en vertu d'une hypothèse globale.

Conclusion

Le SOR devrait avoir une certaine souplesse permettant d'étudier les options de positionnement des bases, car des ajustements relativement modestes au positionnement des bases peuvent avoir des répercussions importantes sur la vitesse de croisière minimum requise et sur le rayon d'action maximum de l'aéronef.

15. Livraison – « La date de livraison du premier aéronef sera la date la plus rapprochée possible et ne devra pas dépasser 36 mois à compter de l'adjudication du contrat et la livraison du dernier aéronef devra avoir lieu au plus tard 60 mois après l'adjudication du contrat. » [TRADUCTION LIBRE]

Analyse et examen de la question

L'analyse figurant à la section 3 du présent rapport, qui porte sur l'hypothèse de l'acquisition d'appareils 'prêts à l'emploi' et sur le besoin d'obtenir la certification de toutes les modifications par rapport au modèle, a beaucoup d'effet sur cette exigence. Le temps nécessaire pour fournir un aéronef conforme dépend, dans une vaste mesure, du niveau d'effort que doivent fournir toutes les parties pour obtenir la certification militaire canadienne de l'appareil de base et de toutes les modifications nécessaires pour satisfaire aux besoins de l'ASAR. L'expérience de l'acquisition du *Cormorant*, ainsi qu'elle est documentée dans le rapport de l'examen mené par le CS Ex (MDN, 2007a), à cet égard, est particulièrement éloquente. Il s'est écoulé des années depuis l'acquisition du *Cormorant*, aussi les leçons apprises dans le cadre de cette expérience peuvent déjà être appliquées à l'ASAR et seront reflétées dans les documents d'acquisition à produire, comme la DDP.

Conclusion

Le CNRC n'est pas bien placé pour produire des commentaires détaillés sur cette CONE car les exigences au chapitre des dates de livraison devraient être dictées par l'état de la capacité d'ASAR au moment du lancement du projet et par l'état prévu jusqu'à la fin des livraisons. Le financement accessible et le profil de financement du projet auront aussi des effets sur les dates de livraison, mais tous deux échappent à la portée de l'examen exécuté par le CNRC. Néanmoins, sachant que l'achat d'un appareil 'prêt à l'emploi' n'est pas bien défini, il est difficile d'en venir à une estimation raisonnable du temps nécessaire au secteur privé pour livrer un aéronef conforme. Le calendrier de livraison, donc, tel qu'il existe actuellement, peut ne pas être réalisable et devrait être révisé dans le contexte des autres modifications au SOR.

5. Exigences supplémentaires possibles en matière de capacités obligatoires de niveau élevé

Plusieurs des exigences actuellement énumérées comme étant du « premier niveau » devraient être reclassées pour devenir « obligatoires », ainsi qu'on le voit ci-dessous :

- capteurs EO/IR intégrés et capacité de vision nocturne : l'avant-garde internationale adopte rapidement ces technologies; les difficultés que pose leur intégration à la flotte actuelle d'ASAR en tant qu'éléments de modernisation confirment l'importance de l'intégration de nouveaux capteurs aux appareils dès le départ;
- capacité d'exploitation à partir de pistes gravelées;
- utilisation de terrains d'aviation rudimentaires;
- vol vers des conditions connues de givrage; autorisation de déglaçage/d'antigivrage au sol;
- durée prévue (DP) de 30 ans de l'ASAR selon un contingent annuel d'heures de vol (CAHV) répondant aux exigences en matière de capacité et de niveau de service;
- conception ergonomique des sièges et des espaces de travail aux hublots de repérage;
- conformité aux règles d'exploitation civiles pertinentes, comme l'accès à l'espace aérien exigeant la navigation fondée sur les performances (PBN) et le minimum de séparation verticale réduit (RVSM); installation du système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS) et du système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS).

Pour redresser les faiblesses de longue date des communications inter-organismes, Industrie Canada a réservé, à la position 149.080 MHz de la bande du service mobile terrestre, une fréquence SAR inter-organismes (SAR-IF) qu'utiliseront les intervenants SAR sur les lieux (SNRS, 2009). Le Secrétariat national de recherche et de sauvetage (SNRS) promeut activement l'adoption de cette fréquence par toutes les organisations primaires et secondaires de SAR du Canada. L'inclusion de cette capacité devrait être obligatoire pour le nouvel ASAR.

6. Conclusions

Le CNRC recommande que la version 4.1 du SOR ASAR (MDN, 2006) soit mise à jour afin qu'y soient intégrées les recommandations formulées pour chaque point analysé dans le présent rapport. Les conclusions des sections précédentes sont reprises ci-dessous.

Hypothèses

Capacités – La capacité d'ASAR requise n'est pas clairement exprimée dans l'hypothèse selon sa rédaction actuelle. Le renvoi à des capacités existantes des deux aéronefs à remplacer est à retirer; il vaudra mieux y substituer des capacités requises autonomes.

Niveau de service (NDS) – L'hypothèse sur le niveau de service ne devrait pas être rédigée sous l'angle de celui que fournissent les flottes actuelles d'ASAR. Bien que le niveau de service puisse être tiré de celui que produirait le statu quo, il devrait être exprimé de façon autonome et, dans l'idéal, être appuyé d'une politique gouvernementale.

Équipage – L'hypothèse devrait établir que l'équipage du nouvel ASAR devrait compter six postes identifiés dans les références citées à la section de l'examen de la question. Les renvois aux ASAR actuels devraient être retirés de la rédaction actuelle du SOR, car il est préférable que cela fasse l'objet d'une définition plus poussée après l'analyse exhaustive des tâches de l'équipage menée lors des phases d'acquisition à venir du projet.

Acquisition d'appareils 'prêts à l'emploi' – L'emploi de l'expression « prêts à l'emploi » devrait être évité à moins que l'on s'attende à pouvoir obtenir l'aéronef sous la forme dans laquelle il est présentement produit, sans modifications par rapport au modèle.

Hypothèse d'un unique type d'appareil – Malgré les données préliminaires d'établissement des coûts, l'hypothèse de la solution à aéronef unique devrait être retirée afin de permettre au secteur privé de soumettre des propositions à un ou à plusieurs aéronefs. Ces propositions pourraient alors être évaluées selon leur bien-fondé, coûts inclus.

Hypothèse de la sélection des équipages parmi les FC – Si l'on tient pour acquis que la capacité d'ASAR ne peut être assurée que par une équipe entièrement militaire tout en limitant l'emplacement des bases principales d'opérations, on se trouve devant des répercussions importantes sur les solutions possibles à l'exigence d'ASAR en plus d'un défaut de correspondance aux pratiques actuellement appliquées aux hélicoptères. Une analyse en profondeur du coût et des avantages potentiels de fournir d'une partie de la solution d'ASAR au moyen de l'impartition du soutien d'éléments comme les aéronefs, les équipages et les fonctions d'entretien peut mener à une solution à moindre coût et à une intervention plus efficace. Un SOR axé sur la capacité ne devrait pas exclure des options comme l'impartition de parties de la capacité d'ASAR à l'extérieur de la sphère militaire, particulièrement quand une pratique de cette nature est en cours dans le milieu des aéronefs à voilure tournante.

Contraintes

Exigences relatives à la mission – Au lieu de présenter les scénarios de mission en tant que contraintes, la capacité requise devrait être formulée sous l'angle de fournir d'un degré défini de service SAR aux Canadiens. L'exigence peut être exprimée sous la forme d'une définition des zones géographiques à desservir et de délais acceptables de réaction pour l'atteinte de ces zones et fournir d'aider les victimes. Le secteur privé peut se charger de la planification de scénarios satisfaisant à ces besoins à l'appui de la sélection de leurs produits.

Scénarios du plan de défense – La planification de mission et de scénario devrait reposer, chaque fois que c'est possible, sur des données solides. On devrait prendre en compte l'accès au système de

gestion du savoir du SNRS, s'il est accessible à temps, pour améliorer cet aspect de l'élaboration des exigences en matière de capacité d'ASAR.

EUE et EAE – Les renvois aux EUE d'ASAR existants devraient être retirés du SOR. Un EUE préliminaire générique devrait être rédigé et fourni en tant que référence au SOR pour aider les fournisseurs potentiels à établir les critères d'homologation de leurs solutions proposées et pour donner un point de départ à l'EUE de l'avion finalement choisi.

Capacité d'aérotransport de l'équipement SAR – La contrainte consistant en la capacité d'aérotransport d'équipement SAR est valable pour autant que « l'équipement SAR pertinent » soit correctement défini.

Interopérabilité de l'aérotransport de matériel – La contrainte consistant en la capacité d'aérotransport de matériel est valable dans sa rédaction actuelle.

Niveau de service d'ASAR – Il est recommandé que le niveau de service d'ASAR requis soit défini sans renvoi à l'appareil existant et de préciser ce que l'on entend par « niveau de service » comme concept distinct de la « capacité ».

Remplacement des moyens d'ASAR – Cette contrainte est valable dans sa rédaction actuelle.

Bases principales d'opérations des ASAR – Au vu du rôle de SAR existant du *Cormorant* à Gander et de l'amélioration du délai de réaction d'une plate-forme qui y serait basée, il est regrettable que cette option de positionnement de base soit exclue par suite de cette contrainte. Bien que l'option consistant à utiliser Gander au lieu de Greenwood soit la seule mentionnée dans ces pages, le document d'analyse opérationnelle (Bourdon et Rempel, 2005) présente nombre d'autres options valables auxquelles il faudrait réfléchir à nouveau. Le recours en impartition à une forme d'intervention par ASAR stratégiquement positionnée peut constituer une solution de rechange économique qui atténuerait certains des coûts associés à l'établissement ou à la relocalisation d'une base principale d'opérations ou à l'acquisition, pour tous les scénarios, d'un aéronef à grande vitesse de croisière.

Posture de veille des ASAR – Sachant la sensibilité de la solution à la posture de veille dans une grande majorité d'incidents, il serait de mise d'envisager l'analyse détaillée du coût d'une période prolongée de 30 minutes d'avis par opposition au coût de l'acquisition d'aéronefs beaucoup plus performants au chapitre de la vitesse de croisière. Par surcroît, cette recherche devrait être au cœur du mandat du projet, car toute modification à la posture de veille aura un effet marqué sur les coûts du projet, les niveaux de dotation en personnel, l'appareil nécessaire, le CAHV, les infrastructures et le niveau de service SAR.

Exigences en matière de capacité obligatoire de niveau élevé (CONE)

Rayon d'action – L'exigence obligatoire en matière de rayon d'action de 1 699 NM est inférieure à la capacité actuelle des CC130 des régions SAR de Trenton et d'Halifax, bien qu'elle améliore la capacité sous l'angle du rayon d'action par rapport à celle qu'assurent les CC115 *Buffalo* dans la région SAR de Victoria. La capacité très restreinte d'une heure de recherche et le besoin de reprendre du carburant pour accomplir des missions à rayon d'action modérément long constituent une réduction supplémentaire de la capacité par rapport aux CC130. L'exigence obligatoire en matière de rayon d'action entre en conflit avec l'objectif principal énoncé du SOR consistant à maintenir ou à améliorer le

niveau de service SAR pour les Canadiens et l'exigence en matière de rayon d'action doit être augmentée pour correspondre au rayon d'action actuel fourni par les CC130 à la majorité du territoire canadien, ou encore, l'objectif principal doit être ramené à une norme inférieure à celle qui est actuellement respectée.

Subsidiairement, si les quelques scénarios à grande distance sont séparés de la majorité des incidents SAR, il peut être économique d'assurer la couverture par ASAR de ces scénarios au moyen d'un petit nombre d'aéronefs à long rayon d'action et à vitesse relativement élevée. Les scénarios restants pourraient alors être desservis par un aéronef à rayon d'action et à vitesse plus modestes que ce qu'exige le SOR dans sa rédaction actuelle.

Délai de réaction – Le choix d'une vitesse de croisière minimum qui ne satisferait pas à l'intention de tous les éléments du programme tout en excluant peut-être un certain nombre d'aéronefs du concours du projet en conséquence de la vitesse choisie figure parmi les faiblesses du SOR.

Visibilité depuis le poste de pilotage – L'exigence, telle que définie, ne délimite pas les champs de vision requis de telle manière qu'il en découle un moyen clair et objectif d'évaluer la conformité. Il est recommandé qu'un champ de vision angulaire spécifique soit défini ou qu'une méthodologie permettant aux fournisseurs de démontrer la conformité de leur produit soit proposée.

Soute : dimensions d'après la conception ergonomique des tâches des techniciens SAR – L'inclusion, dans le SOR, d'exigences minimales en matière de hauteur et de largeur de la cabine a tout lieu d'être. Une analyse systématique de toute l'enveloppe de travail des tâches à exécuter doit être faite pour qu'on en déduise les exigences de hauteur et de largeur minimales de la cabine. Ces techniques sont celles qui, ordinairement, sont employées pour assurer un espace cabine adéquat; elles sont citées à la section *Contexte* de la NT 54-05-04 du DSGA (MDN, 2006b).

Le SOR, dans sa rédaction actuelle, ne propose pas de preuves à l'appui de l'idée que les tâches qu'ont à accomplir les techniciens SAR peuvent entraîner des préjudices physiologiques à long terme et ne suggère pas de mécanisme relatif à de tels préjudices. En outre, on ne trouve dans le SOR aucune preuve indiquant que l'adaptation de la cabine réduirait l'incidence des préjudices dorsolombaires présumés associés à la manutention d'objets lourds dans un espace restreint. Comme on peut établir de telles preuves au moyen d'analyses plus poussées, il est recommandé de procéder à une étude rétrospective des préjudices subis au sein de la population des techniciens SAR si l'on veut utiliser le risque de classes particulières de préjudices pour appuyer les exigences en matière d'espace cabine.

Soute : portes principales et accessoires de largage/parachutage permettant le largage sécuritaire de marchandises et le parachutage sécuritaire de personnes; volume minimal d'espace réservé au matériel – Il est recommandé de faire ressortir de façon explicite dans le SOR l'exigence obligatoire de munir l'appareil d'une rampe. Les dimensions appropriées de la rampe pourraient être déterminées au moyen de techniques de modélisation de l'enveloppe corporelle et être identifiées dans le SOR. Pour faciliter la sécurité lors du chargement et du déchargement, il est recommandé de munir la rampe d'un moyen de levage hydraulique afin qu'elle puisse être levée et abaissée alors que de l'équipement lourd de SAR s'y trouve.

Soute : hublots bombés – L'inclusion de hublots à coupole de repérage de SAR dans les exigences obligatoires a tout lieu d'être. L'exigence selon laquelle le poste de repérage de SAR devrait respecter

les règles de l'ergonomie pour la population cible devrait aussi être obligatoire. L'exigence devrait préciser le champ de vision des hublots de repérage et cette définition devrait tenir compte de la relation entre les champs de vision du pilote aux commandes de l'appareil et du chef de l'équipe SAR. On devrait envisager de transformer ces exigences cotées en exigences obligatoires et de faire de l'exigence obligatoire de pressurisation des hublots une exigence cotée.

Soute : dimensions permettant le chargement, la station debout et l'aménagement d'une allée – L'exigence énoncée de hauteur minimale de 210,8 cm (83 po) de la cabine n'est pas appuyée. Au vu de l'importance des dimensions minimales de la cabine dans les distinctions entre appareils concurrents, il importe que la définition des exigences minimales repose sur une analyse solide et exhaustive des besoins d'adaptation. Il est recommandé que le MDN réalise une analyse de l'enveloppe de travail des techniciens SAR sur toute la gamme de leurs tâches et de leurs rôles. Cette analyse devrait reposer sur des techniques de saisie du mouvement et sur des données anthropométriques complètes et devrait être exécutée au moyen de maquettes réalistes ou de techniques modernes de modélisation logicielle.

Soute : transport de la charge SAR standard et du poste de travail à deux personnes, prévision de l'utilisation des hublots de repérage et espace de travail – La « charge SAR standard » décrite dans le SOR n'est pas transportée, à l'heure actuelle, à bord des CC130 *Hercules* ni des CC115 *Buffalo* et, de fait, ne pourrait se trouver à bord des CC115 *Buffalo*, mais elle représente un effort de définition d'une charge SAR suffisante pour la plupart des missions SAR. L'expression « porte de parachutisme principale » devrait être remplacée par le nom « rampe ». Une porte latérale de soute constituerait une configuration inefficace et inexploitable du point de vue de l'ergonomie. Le déploiement d'objets comme le toboggan depuis la porte latérale est une manœuvre inefficace qui ne devrait avoir lieu que si la rampe est hors de service ou dans le cadre de la formation à un tel scénario. L'exigence de hauteur figurant au SOR n'est pas appuyée. Une analyse plus complète des exigences d'espace pour l'exécution des tâches accomplies par les techniciens SAR à proximité de la porte devrait tenir compte de la courbe du fuselage et de la gamme complète des tâches; cette analyse produirait une estimation plus facile à appuyer des exigences en matière d'espace.

Soute : brancards de l'OTAN pour trois patients plus l'équipement SAR – Il faudrait songer à concevoir un système SAR modulaire à manutention horizontale. L'exigence de transporter, de charger et de décharger trois patients sur des brancards de l'OTAN serait appuyée pour tout rôle d'évacuation sanitaire aérienne et la mise en œuvre devrait correspondre aux stipulations de l'ASIC Advisory Publication 61/115/15. Le besoin d'employer la palette standard de l'OTAN n'est pas appuyé en tant qu'exigence obligatoire dans le SOR; une palette plus petite pourrait suffire à l'équipement SAR. Cependant, la compatibilité avec la palette standard de l'OTAN devrait être obligatoire.

Soute : transrouleur pour le plancher de la cabine et système d'arrimage – En vue de garantir la cohérence avec les autres évaluations du présent rapport, le renvoi à la palette standard de l'OTAN devrait être retiré de la présente exigence. Il faut des dispositions de manutention et d'arrimage des charges pour le système de palette choisi pour l'équipement SAR.

Manœuvrabilité – L'agilité lors de l'exécution de manœuvres à un seul moteur ne figure pas parmi les critères conventionnels de conception des aéronefs de la catégorie transport et cette performance n'est ordinairement ni mise à l'essai ni documentée. Il est peu vraisemblable que l'on trouve des données sur de telles manœuvres. Le paramètre critique définissant l'exploitation sécuritaire en milieu montagneux

encaissé est le rayon de virage minimum soutenu en vol en palier. Il est recommandé de quantifier cette exigence pour un poids d'exploitation et une densité-altitude.

La CONE de manœuvrabilité, dans sa rédaction actuelle, ne suffit pas à assurer l'acquisition d'un aéronef doté des qualités de vol qui conviennent à la mission SAR et elle devrait être révisée.

Subsidiairement, de telles manœuvres peuvent faire partie de l'EUE préliminaire dont le SOR fera mention.

Certification des aéronefs – Il est recommandé de modifier le libellé de cette exigence afin qu'elle reflète mieux l'intention de la CONE existante tout en répondant aux besoins de l'ANT. La formulation de l'exigence d'obtention d'une autorisation de navigabilité de l'ANT devrait être modifiée de manière à refléter la version actuelle du MNT.

Taille de la flotte : nombre d'appareils – Il circule des données conflictuelles, qu'il faut dénouer, sur le nombre minimum d'aéronefs nécessaire pour satisfaire aux besoins opérationnels d'ASAR. Le SOR établit l'exigence à 15 aéronefs tandis que deux autres références mentionnent respectivement 17 et 19 aéronefs.

Il est recommandé que la sensibilité de la taille de la flotte à la disponibilité opérationnelle et à la facilité d'entretien fasse l'objet d'une analyse recourant à une méthode statistiquement valable. D'autre part, le niveau minimum de disponibilité opérationnelle et de facilité d'entretien des aéronefs devrait être explicitement établi dans le SOR en tant qu'exigence obligatoire.

Taille de la flotte : emplacement/positionnement des bases – Le SOR devrait prévoir un certain degré de souplesse pour étudier les options de positionnement des bases, car des redressements relativement modestes à ce chapitre peuvent avoir un effet important sur la vitesse de croisière minimum et sur le rayon d'action maximum de l'aéronef.

Livraison – Le CNRC n'est pas bien placé pour faire des commentaires détaillés sur la présente CONE car les exigences au chapitre des dates de livraison devraient être fonction de l'état de la capacité d'ASAR au moment du lancement du projet et de l'état prévu au terme des livraisons. Le financement accessible et le profil de financement du projet peuvent aussi jouer sur les dates de livraison, mais tous deux échappent à la portée de l'examen exécuté par le CNRC. Il demeure difficile, néanmoins, sachant que l'achat d'appareils 'prêts à l'emploi' n'est pas bien défini, de produire une estimation raisonnable du délai nécessaire au secteur privé pour livrer un aéronef conforme. Par conséquent, le calendrier de livraison, dans sa rédaction actuelle, peut ne pas être réalisable et devrait être étudié dans le contexte des autres modifications au SOR.

Sigles et acronymes

AC	Advisory Circular (publication de la Federal Aviation Administration américaine)
ADS en mode diffusion	surveillance indépendante automatique en mode diffusion (<i>ADS-B</i>)
AGL	au-dessus du niveau du sol (AGL pour 'above ground level')
AN	Autorisation de navigabilité (AC)
ANE	au-dessus du niveau de l'eau (<i>AWL</i>)
ANO	autorisation de navigabilité opérationnelle (OAC)
ANO	autorité chargée de la navigabilité opérationnelle (OAA)
ANT	autorisation de navigabilité technique (TAC)
ANT	autorité chargée de la navigabilité technique (TAA)
ASAR	avion de recherche et de sauvetage (<i>FWSAR</i>)
BGP	bureau de gestion de projet (PMO)
BoSS	Body Sizing System (marque)
CAHV	contingent annuel d'heures de vol (<i>YFR</i>)
CARO	Centre d'analyse et de recherche opérationnelle (CORA)
CATAIR	catastrophe aérienne (<i>MAJAI/D</i>)
CCCOS	Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage (JRCC)
CEMFA	Chef d'état-major de la Force aérienne (CAS)
CF	Forces canadiennes (CF)
CFR	Code of Federal Regulations (publication américaine)
CH	critères d'homologation (<i>BoC</i>)
CNRC	Conseil national de recherches Canada (NRC)
CONE	capacité obligatoire de niveau élevé (<i>HLMR</i>)
CS Ex	Chef – Service d'examen (CRS)
DDP	demande de proposition (RFP)
DEIQ	Demande d'expression d'intérêt et de qualification (SO/Q)
DNAST	Directeur – Navigabilité aérienne et soutien technique (refonte du DNAT et du DSGA) (<i>DTAES</i>)
DNAT	Directeur – Navigabilité aérienne technique (DTA)
DSGA	Directeur – Soutien du génie aérospatial (DAES)
DT	Examen de la définition de type (TDE)
EAE	Énoncé sur l'appui envisagé (SSI)
SOR	Énoncé des besoins opérationnels
EENTS	Équipe d'évaluation et de normalisation du transport et du sauvetage (<i>TRSET</i>)
EO/IR	électro-optique et infrarouge (capteur)

ESA	équipement de survie d'aviation (<i>ALSE</i>)
EUE	Énoncé sur l'utilisation envisagée (<i>SOI</i>)
EVASAN aérienne	évacuation sanitaire aérienne (<i>AME</i>)
FAA	Federal Aviation Administration (organisme américain)
FAR	Federal Aviation Regulations (règlement américain)
HTML	hélicoptère de transport moyen à lourd (<i>MHLH</i>)
IEA	instructions d'exploitation d'aéronef (<i>AOI</i>)
IFR	règles de vol aux instruments (IFR pour 'instrument flight rules')
KIAS	Vitesse indiquée exprimée en nœuds (KIAS pour 'knots-indicated airspeed')
KTS	nœuds de vitesse air vraie (KTS pour 'knots true air speed')
LRV	Laboratoire de recherche en vol (<i>FRL</i>)
MDN	ministère de la Défense nationale (<i>DND</i>)
MMS	Manuel de manœuvre standard (<i>SMM</i>)
MNT	Manuel de navigabilité technique (<i>TAM</i>)
NDS	niveau de service (<i>LOS</i>)
NVG	lunette de vision nocturne (NVG pour 'night vision goggle')
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale (<i>ICAO</i>)
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (<i>NATO</i>)
PBN	navigation basée sur les performances (PBN pour 'performance based navigation' (de l'OACI))
PE	protocole d'entente (<i>MoU</i>)
RVSM	minimum de séparation verticale réduit (RVSM pour 'reduced vertical separation minima')
SAR	recherche et sauvetage (SAR pour 'search and rescue')
SAR-IF	fréquence SAR inter-organismes (SAR-IF pour 'SAR interagency frequency')
SGS	système de gestion du savoir (<i>KMS</i>)
SIVN	système d'imagerie en vision nocturne (<i>NVIS</i>)
SNRS	Secrétariat national de recherche et de sauvetage (<i>NSS</i>)
TAS	transport aérien stratégique (<i>SAT</i>)
TAT	transport aérien tactique (<i>TAT</i>)
TAWS	système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS pour 'terrain awareness and warning system')
TCAS	système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS pour 'traffic alert and collision avoidance system')
TPSGC	Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (<i>PWGSC</i>)
VFR	règles de vol à vue (VFR pour 'visual flight rules')

Bibliographie

- Adam, J. *Results of NVG-induced neck strain, DRDC Toronto TR 2004-153*, Ottawa, Recherche et développement pour la défense Canada – Toronto, 2004.
- ASIC. *Aircraft Mock-up Inspection Techniques, ASIC Air Standard 61/116/9B* (annulé), Air and Space Interoperability Council, 1987.
- ASIC. *Airdrop Systems for Personnel and Supply/Equipment*, ASIC Advisory Publication 44/77, Air and Space Interoperability Council, 2004.
- ASIC. *Design Criteria for the 10,000 Lb (4,545 kg) Air Transport Pallet*, Air Standard 25/61, Air and Space Interoperability Council, 2005.
- ASIC. *Determination of Space Requirements for Medical Tasks on Aeromedical Evacuation Aircraft*, Advisory Publication 61/114/, Air and Space Interoperability Council, 1995.
- Bain, B. et P. Meunier. « Implementation of a New Anthropometric Assessment Process During Aircrew Medical Selection in the Canadian Forces », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Boston, Aerospace Medical Association, 2008.
- Bourdon, S. et M. Rempel. *Analysis of Fleet Requirements for Fixed-Wing Search and Rescue Replacement Aircraft*, Ottawa, MDN, Division de la recherche opérationnelle, 2005.
- Campbell, L.C. *Canadian Forces Search and Rescue Level of Service and Roles and Responsibilities*, lettre du Chef d'état-major de la Force aérienne au Secrétariat national de recherche et de sauvetage, 21 août 2002, Ottawa, Chef d'état-major de la Force aérienne.
- Chamberland, A., R. Carrier, F. Forest et G. Hachez. *1997 Anthropometric Survey of the Land Forces*, DCIEM-98-CR-15, 98-01897, Toronto, Institut de médecine environnementale pour la défense, ministère de la Défense nationale, 1998.
- CMC Electronics. *Fixed Wing Search and Rescue (ASAR) Aircraft Human Factors Engineering System and Operator Task Analysis: Human Engineering Systems Analysis Report, Revision A*, Ottawa, CMC Electronics, 2007.
- CMC Electronics. *Fixed Wing Search and Rescue Aircraft Cockpit Field of View (FOV) Analysis and Requirements Definition – Final Report*, Ottawa, CMC Electronics, 2006.
- Cooper, G. E. et R.P. Harper. *The Use of Pilot Rating In the Evaluation of Aircraft Handling Qualities*, Washington, NASA, 1969.
- Courchesne, C., B. Bain, G. Gray, P. Meunier, C. Morissette et C.A. Marrao. « Advances and Initiatives in Aerospace Medicine in the Canadian Forces », *Aviation Space and Environmental Medicine*, Boston, Aerospace Medical Association, 2008.
- Craig, S. « Attention to Detail: Injuries at Altitude among U.S. Army Military Static Line Parachutists », *Military Medicine*, 165, 4, 268-272, 2000.
- Gouvernement du Canada. *Memorandum of Understanding between the Department of Public Works and Government Services Canada, Industry Canada and and National Research Council Canada for An Independent Review of the Fixed Wing Search and Rescue Statement of Operational Requirement*, 2009.
- Gouvernement du Canada. *Stratégie de défense Le Canada d'abord*, Ottawa, gouvernement du Canada, 2009.

- Grant, S. *Effect of Search Window Size on Search and Rescue Call-around Performance*, RDDC TR2007-162, Ottawa, Recherche et développement pour la défense Canada – Toronto, 2007.
- Huston, R. et J. Kamman. « On Parchutist Dynamics », *Journal of Biomechanics*, 14(9), 645-652, 1981.
- IMED. *A Projection of the Secular Trend of Canadian Forces Aircrew Anthropometry*, Toronto, Institut de médecine environnementale pour la défense, ministère de la Défense nationale, 1985.
- MDN. CC115 *BUFFALO SMM 60-115-1003*. 1^{re} Division aérienne du Canada, ministère de la Défense nationale, 2009.
- MDN. *CC-115 Cargo Loading and Handling Instructions – CC-115 Buffalo Aircraft*, publication C-12-000/CI-000 du ministère de la Défense nationale.
- MDN. *Evaluation of the CF/DND Component of the National Search and Rescue Program, DND Chief Review Services, January 2008*, 1258-159, Chef – Service d'examen, ministère de la Défense nationale, 2008.
- MDN. *Examen de l'acquisition de l'hélicoptère canadien de recherche et de sauvetage (Cormorant)*, Ottawa, Chef – Service d'examen, ministère de la Défense nationale, 2007a.
- MDN. *Human Factors (HF) analysis of Fixed-Wing SAR (FWSAR) Cabin Height & Aisle Width Requirements*, NT 54-05-04 du DSGA, Ottawa, DSGA, ministère de la Défense nationale, 2006a.
- MDN. *Human Factors Analysis - FWSAR Minimum SAR Tech'(sic) Cabin Space*, NT 54-06-03 du DSGA, Ottawa, DSGA, ministère de la Défense nationale, 2006b.
- MDN. *Manuel de navigabilité technique, MNT*, publication C-05-005-001/AG-001, chap. 5, Ottawa, ministère de la Défense nationale, 2007b.
- MDN. *Manuel national de recherche et de sauvetage*, B-GA-209-001/FP-001, publication 5449 du ministère des Pêches et des Océans, modificatif 3, Ottawa, ministère de la Défense nationale, 2003.
- MDN. *National Defence Flying Orders, Book 1*, publication B-GA-100-001/AA-000, Ottawa, Chef d'état-major de la Force aérienne, ministère de la Défense nationale, 2001.
- MDN. *National Defence Flying Orders, Book 2*, publication B-GA-100-001/AA-000, Ottawa, Chef d'état-major de la Force aérienne, ministère de la Défense nationale, 2001
- MDN. *Search and Rescue (CFSAR) 30-Minute Continuous Readiness Posture Force Generation Analysis*, Directeur – Disponibilité opérationnelle (Air), Ottawa, MDN, 2008a.
- MDN. *Spotters Guide*, Ottawa, Directeur – Besoins aérospatiaux, ministère de la Défense nationale, 2003.
- MDN. *Statement of Operational Requirement Fixed Wing Search and Rescue Project*, version 4.1, DSP n° 00000609, Ottawa, ministère de la Défense nationale, gouvernement du Canada, 2006.
- Meunier, P. « Anthropometric Accommodation and Aircrew Selection in the Canadian Forces », *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Boston, Aerospace Medical Association, 2008.
- Ministère de la Défense des États-Unis. *Department of Defense Design Criteria Standard, MIL-STD-1472F*, Washington, 1999.

Ministère de la Défense des États-Unis. *Flying Qualities of Pilot Airplanes*, Washington, 1980.

Ministère de la Défense des États-Unis. *Handbook for Engineering Design Guidelines*,
MIL-HDBK-759C, Washington, 1995.

Ministère de la Défense du Royaume-Uni. *Design and Airworthiness Requirements for Service Aircraft, Volume 1 – Aeroplanes*, DEF STAN 00-970.

Ministère de la Défense du Royaume-Uni. *Human Factors for Designers of Equipment, Part 2: Body Size*, Defence Standard 00-25 (PART 2) /Issue 2, 1997.

Ministère des Transports des États-Unis. *Federal Aviation Administration Advisory Circular No. 25.773-1. Pilot Compartment View Design Considerations*, Washington, 1993.

OTAN. *Application of Human Engineering to Advanced Aircrew Systems*, STANAG 3994 AI,
Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, 2007

OTAN. *STANAG 3204 AMD*, édition 4, modificatif 4, 9, Organisation du Traité de l'Atlantique Nord,
1990.

Scales, C. *Spotter Window Field of View Analysis for Fixed-Wing Search and Rescue Aircraft*, Ottawa,
Recherche et développement pour la défense Canada – Centre d'analyse et de
recherche opérationnelle, TR 2007-15, 2007.

SNRS. *Backgrounder: The Search and Rescue Knowledge Management System (SAR KMS)*, version
3.3, Ottawa, Secrétariat national de recherche et de sauvetage, 2010.

Annexes

Annexe A – Membres de l'Équipe d'examen du SOR du Conseil national de recherches Canada

Annexe B – Communications extérieures de l'Équipe d'examen du Conseil national de recherches
Canada

Annexe A

Membres de l'Équipe d'examen du SOR du Conseil national de recherches Canada

Dany Paraschivoiu, ing., MBA – Ordre des ingénieurs du Québec (1991) PMP - PMI (2005)
20 ans d'expérience du secteur de l'aérospatiale, principalement à titre de gestionnaire de projet
Bombardier (Mirabel, QC)
Boeing (Seattle, WA)
Aérospatiale (Tarbes, France)
Pilatus Aircraft (Stans, Suisse)
L3 MAS (Ottawa, ON)
DNAST MDN (Ottawa, ON)
École Polytechnique – Génie mécanique aéronautique (1990)
Université d'Ottawa - MBA (1994)
Point de concentration dans l'examen du SOR : gestion de projet

Malcolm Imray, ing., M.Eng., B.Sc., FRL, ingénieur en navigabilité
Plus de 20 ans d'expérience à titre d'ingénieur en navigabilité au service du DNAST 2 du MDN
Ingénieur en aéronautique/pilote d'avion, Sander Geophysics Ltd.
16 ans d'expérience à titre de pilote commercial à temps plein chez Peace Air Ltd.
Deux ans à titre d'analyste de l'aérodynamique et des turbines à gaz chez GasTOPS Ltd.
1986 : maîtrise en ingénierie, génie aéronautique
1983 : baccalauréat en sciences, génie mécanique
Point de concentration dans l'examen du SOR : navigabilité

Jocelyn Keillor, Ph.D., agent principal de recherches, IRA CNRC
Un an et demi à titre de chef de groupe, Groupe des interfaces avancées, RDDC Toronto
Huit ans et demi à titre de scientifique de la Défense, Ergonomie, RDDC Toronto
Fellowship en neuropsychologie de l'Université de la Floride, 1999
Ph.D. en neuroscience de l'Université de Waterloo, 1998
Expérience touchant la SAR : sept ans à la tête de projets de R et D pour le SNRS; sept articles publiés dans des publications scientifiques sur les facteurs humains des systèmes de SAR
Point de concentration dans l'examen du SOR : ergonomie

Robert Erdos, B.Eng (mécanique), M.Sc., DAR, ing.
Chef pilote d'essai, Laboratoire de recherche en vol du CNRC
16 ans d'expérience à titre de pilote militaire; 13 ans au LRV CNRC
Ex-pilote opérationnel de SAR aux commandes de l'hélicoptère CH113A *Labrador* au sein du 442^e Escadron de la BFC Comox
Diplômé de la US Naval Test Pilot School, 1991
Ancien pilote d'essai des hélicoptères de SAR de la Force aérienne
3 500 heures de vol à titre de pilote d'avion commandant de bord; 4 500 heures de vol à titre de pilote d'hélicoptère commandant de bord
Point de concentration dans l'examen du SOR : exigences techniques

Paul Kissmann, B.Eng, M.A., pilote d'essai qualifié (avion)
Diplômé de l'Empire Test Pilot School de Boscombe Down, Grande-Bretagne, 1996
Pilote d'essai de recherche du LRV
24 ans d'expérience militaire; plus de deux ans au LRV CNRC
Six ans de pilotage d'essai de recherche (CETA)
Deux ans à titre de pilote d'essai principal au CETA (toutes les flottes)
Diplômé et instructeur du cours sur les systèmes aérospatiaux (deux ans et demi)
Point de concentration dans l'examen du SOR : exigences techniques, opérationnelles et d'ergonomie

Tim Leslie, B.Sc, M.Sc, pilote de recherche au LRV
Superviseur, Opérations de vol et entraînement, LRV
18 ans d'expérience à titre de pilote militaire; 12 ans au LRV CNRC
Ancien officier d'état-major, Entraînement au pilotage du MDN; Chef, Plans et appui, Systèmes aéroportés d'alerte et de contrôle de l'OTAN
6 500 heures de vol (avion) à titre de pilote commandant de bord; 1 500 heures de vol (hélicoptère) à titre de pilote commandant de bord
Ex-pilote d'ASAR FC sur CC115 *Buffalo* auprès du 442^e Escadron en tant que PEVI de l'Escadron des normes d'instruction de vol
Point de concentration dans l'examen du SOR : exigences opérationnelles

Annexe B
Communications extérieures de l'Équipe d'examen
du Conseil national de recherches Canada

Le tableau qui suit présente la liste des communications intervenues entre l'équipe d'examen du LRV et des organisations n'appartenant pas au CNRC. Chacune de ces communications a été autorisée par TPSGC à la demande du chef de l'équipe du LRV.

Date	Lieu	Correspondant
18-20 janvier 2010	BFC Trenton	Col Russell Williams, Commandant, 8 ^e Escadre
18-20 janvier 2010	BFC Trenton	État-major du CCCOS Trenton
18-20 janvier 2010	BFC Trenton	Commandant et état-major du 424 ^e Escadron de transport et de sauvetage
18-20 janvier 2010	BFC Trenton	État-major de l'Équipe d'évaluation et de normalisation du transport et du sauvetage (EENTS)
25-29 janvier 2010	BFC Comox	Col Lalumière, Commandant, 19 ^e Escadre
25-29 janvier 2010	BFC Comox	Commandant et état-major du 442 ^e Escadron de transport et de sauvetage
29 janvier 2010	Ottawa	Directeur exécutif et état-major du Secrétariat national de recherche et de sauvetage (SNRS)
19 et 22 février 2010	Ottawa	Lcol Rob Coulard, Maj Phil Counsel et Maj Harding, groupe du Directeur – Besoins aérospatiaux, ASAR, MDN Susan Hale, gestionnaire du projet ASAR du MDN Brian Botting, gestionnaire principal, Retombées industrielles, Industrie Canada, David Simpson, représentant de TPSGC