

Archived Content

Information identified as archived on the Web is for reference, research or record-keeping purposes. It has not been altered or updated after the date of archiving. Web pages that are archived on the Web are not subject to the Government of Canada Web Standards.

As per the [Communications Policy of the Government of Canada](#), you can request alternate formats on the "[Contact Us](#)" page.

Information archivée dans le Web

Information archivée dans le Web à des fins de consultation, de recherche ou de tenue de documents. Cette dernière n'a aucunement été modifiée ni mise à jour depuis sa date de mise en archive. Les pages archivées dans le Web ne sont pas assujetties aux normes qui s'appliquent aux sites Web du gouvernement du Canada.

Conformément à la [Politique de communication du gouvernement du Canada](#), vous pouvez demander de recevoir cette information dans tout autre format de rechange à la page « [Contactez-nous](#) ».

CANADIAN FORCES COLLEGE / COLLÈGE DES FORCES CANADIENNES
CSC 32 / CCEM 32

EXERCISE NEW HORIZONS/EXERCICE NOUVEAUX HORIZONS

LES ESSAIS ET ÉVALUATIONS: ATTÉNUER LE RISQUE POUR SAUVER DES VIES

Par Capf Joël J. Parent

24 April 2006 / le 24 avril 2006

This paper was written by a student attending the Canadian Forces College in fulfilment of one of the requirements of the Course of Studies. The paper is a scholastic document, and thus contains facts and opinions, which the author alone considered appropriate and correct for the subject. It does not necessarily reflect the policy or the opinion of any agency, including the Government of Canada and the Canadian Department of National Defence. This paper may not be released, quoted or copied, except with the express permission of the Canadian Department of National Defence.

La présente étude a été rédigée par un stagiaire du Collège des Forces canadiennes pour satisfaire à l'une des exigences du cours. L'étude est un document qui se rapporte au cours et contient donc des faits et des opinions que seul l'auteur considère appropriés et convenables au sujet. Elle ne reflète pas nécessairement la politique ou l'opinion d'un organisme quelconque, y compris le gouvernement du Canada et le ministère de la Défense nationale du Canada. Il est défendu de diffuser, de citer ou de reproduire cette étude sans la permission expresse du ministère de la Défense nationale.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	3
INTRODUCTION	4
LES E&E : PARCE QUE LE RISQUE EST ÉLEVÉ	8
<i>La nature et l'étendue du risque</i>	8
<i>Variété des approches d'E&E – une source d'inquiétude</i>	9
DES E&E RIGoureux : LA NÉCESSITÉ DE GÉRER LE RISQUE	12
<i>La primauté aux E&E opérationnels</i>	12
<i>Le manque de rigueur est coûteux</i>	13
<i>Les normes commerciales : plus risqué?</i>	14
DES E&E OPPORTUNS : COMBINER L'EFFICACITÉ ET LA RÉDUCTION DES COÛTS	17
<i>Tout à gagner, rien à perdre</i>	17
<i>Partenariat gouvernement-industrie : une combinaison gagnante</i>	18
DES E&E ADÉQUATS : TENDANCES ET RESSOURCES	21
<i>Les coûts réels des E&E</i>	21
<i>La simulation – outil puissant</i>	22
LES E&E POUR APPUYER LES OPÉRATIONS INTERARMÉES ET MULTINATIONALES	25
<i>L'interopérabilité et les E&E</i>	25
<i>Les occasions d'améliorer l'interopérabilité sont nombreuses</i>	25
CONCLUSION	29
BIBLIOGRAPHIE	32

SOMMAIRE

Cette dissertation fait une analyse de l'usage des essais et évaluations (E&E) au sein des projets majeurs de développement et d'acquisition de systèmes et équipements de la défense. Un survol de récents projets de défense accomplis au Canada et chez ses alliés est effectué pour dévoiler dans quelle mesure les E&E se sont avérés efficaces pour mitiger les risques opérationnels inhérents à l'usage de ces systèmes et équipements.

Ce texte soutient la thèse selon laquelle les E&E ne sont pas planifiés et exécutés de façon suffisamment rigoureuse, opportune et adéquate pour identifier et réduire les risques opérationnels, ce qui remet en question la sécurité dans la mise en oeuvre des armements. À la limite, la vie des militaires au combat peut en dépendre.

Des options sont proposées et des leçons sont tirées quant aux usages, aux directives et aux ressources qui devraient servir de guide pour réaliser des E&E qui minimisent les risques opérationnels. En conclusion, la révision des directives stratégiques d'E&E, pour incorporer les pratiques contemporaines et pour refléter le cadre actuel d'opérations interarmées et multinationales, est recommandée.

INTRODUCTION

Les systèmes et équipements de défense modernes, conçus et développés dans les pays industrialisés à travers le monde, constituent de véritables merveilles de technologie et d'ingénierie. Ces systèmes sophistiqués doivent être soumis à un arsenal d'essais et évaluations (E&E) rigoureux et stricte afin d'atténuer les risques inhérents à leur mise en oeuvre.

Cependant, les faits et l'expérience suggèrent que les E&E n'ont pas toujours la portée qu'ils exigent au sein des projets de défense. En effet, plusieurs rapports et documents officiels, tant au Canada que chez ses alliés, révèlent des lacunes majeures quant à l'application rigoureuse, opportune et adéquate des E&E :

[...] les essais et évaluations au sein du ministère de la Défense nationale sont tenus de manière fragmentée, sans une approche intégrée qui permettrait de réduire les risques inhérents aux projets d'acquisition d'équipements de la défense¹.

Le ministère de la Défense américain (*US Department of Defense*) a constaté, dans le même ordre d'idée, que l'acquisition du matériel

[...] est caractérisée par des coûts excessifs, des échéances manquées et des faiblesses marquées dans la performance des armements, des systèmes de commandement (C4I) et des systèmes d'information². (Traduction libre)

Qui plus est, les équipements mis en service « ne répondent pas aux besoins des utilisateurs »³. Dans les cas les plus extrêmes, des E&E inadéquats peuvent avoir des

¹ Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation function in DND* (Ottawa : Director General Audit, 1996), p. 6.

² United States, Department of Defense, *The Procurement Manager's Guide to software acquisition best practices* (Washington, DC : U.S. Government Printing Office, 1995), p. 2.

³ Joseph Kasser, « Enhancing the role of Test and Evaluation in the acquisition process to increase the probability of the delivery of equipment that meets the needs of the users », *Proceedings of the SETE2000 Conference* (University of Australia : 2000), p. 1.

conséquences tragiques.

Les E&E offrent une méthode puissante et prouvée pour identifier, gérer et mitiger les risques associés au développement, à l'acquisition et à la mise en oeuvre d'équipements, de systèmes et d'armements. Le matériel assujetti aux E&E peut en effet bénéficier de plusieurs avantages majeurs: une meilleure corrélation entre la conception et les exigences opérationnelles, une prévision plus précise des coûts d'opération et de maintenance et, par-dessus tout, une sécurité accrue pour les utilisateurs⁴. La définition officielle du ministère de la Défense nationale (MDN) se lit comme suit:

Le but principal de la procédure d'essai et évaluation est de déterminer, de comprendre et de gérer tant les risques ayant trait au rendement que les risques techniques associés à la conception, à la fabrication et au soutien des équipements en service⁵.

Les pays alliés du Canada partagent une vision analogue des E&E. Le guide de gestion des E&E du *US Department of Defense* indique que les E&E

[...] font partie intégrale du processus de décision stratégique et forment la base sur laquelle reposent la gestion du risque et l'analyse des exigences ayant trait aux acquisitions d'équipements de la défense [...]⁶. (Traduction libre)

⁴ Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. ii. L'éventail des activités d'E&E comprend les essais d'ingénierie, les épreuves de fiabilité, les contrôles d'assurance de la qualité, l'examen des procédés et les essais dans les champs d'exercice; bref, toutes les activités plaçant les systèmes et équipements à l'épreuve, dans le but de gérer les risques, font partie de la fonction des E&E.

⁵ Vérificateur général du Canada, "Défense nationale – Gestion des projets", <http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/20041103cf.html> ; Internet; consulté le 6 mars 2006.

⁶ United States, Department of Defense, *Test and Evaluation Management Guide* (Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office, mars 1998), p. 4.

Finalement, selon le vérificateur général australien:

le but fondamental des E&E, lors de la conception, de l'acquisition ou de la phase opérationnelle du cycle de vie de l'équipement, est de réduire le risque que l'équipement ne satisfera pas les besoins des utilisateurs en termes de ses fonctions, de sa qualité, [...] de son apport au succès de la mission et de son opération en toute sûreté [...]⁷. (Traduction libre)

Le thème commun qui se retrouve donc dans tous les documents stratégiques et opérationnels, ainsi que dans les directives et les rapports, est le précepte de “gestion du risque” pour rendre l'équipement “plus sûr”. La planification ou l'usage inadéquat et inopportun des E&E peut avoir un effet néfaste sur les coûts, les échéances et le rendement des équipements en cause. Encore plus désastreux, cependant, est le risque d'obtenir des équipements sévèrement limités, inaptes ou dangereux pour les usagers en milieu opérationnel.

Cette dissertation soutient la thèse selon laquelle les E&E ne sont pas utilisés de façon rigoureuse, opportune et adéquate pour mitiger les risques opérationnels. Elle prouvera, par l'entremise d'un survol de plusieurs récents projets de développement, d'acquisition ou de modernisation d'équipements de la défense, tant au Canada que chez ses alliés, qu'il existe des occasions d'améliorer la gestion des projets en rehaussant la tenue des E&E. Des options et recommandations concernant les E&E, tant sur leur importance comme outil stratégique que sur leur nécessité pour mitiger les risques opérationnels, sont proposées. Les mérites et avantages des E&E sont illustrés et étayés d'exemples pour appuyer le besoin d'accroître la rigueur, l'opportunisme et l'octroi de

⁷ Australian National Audit Office, “Test and Evaluation of Major Defence Equipment Acquisitions”, <http://www.anao.gov.au/WebSite.nsf/Publications/4A256AE90015F69B4A256B4B001DC244>; Internet; consulté le 22 février 2006.

ressources suffisantes pour la conduite des E&E. À la limite, la vie des militaires au combat en dépend.

Ce texte n'aborde pas l'aspect organisationnel des E&E. Les options et recommandations qui y sont proposées sont reliées, d'une manière générale, aux aspects techniques et à la gestion des E&E; elles ne s'adressent donc pas à un organisme particulier au sein du MDN. Ces options et recommandations peuvent néanmoins servir de guide à quiconque est chargé de la mise en oeuvre des E&E.

Le texte présente d'abord la notion du risque opérationnel et enchaîne avec les sections appuyant tour à tour la rigueur, l'opportunisme et l'octroi de ressources adéquates pour assurer la bonne marche des E&E. Finalement, le concept d'interopérabilité des systèmes et équipements de défense, au sein des opérations interarmées et multinationales, est abordé pour comprendre son influence sur la conduite des E&E.

LES E&E : PARCE QUE LE RISQUE EST ÉLEVÉ

La nature et l'étendue du risque. Le milieu opérationnel, c'est-à-dire l'environnement dans lequel les militaires sont appelés à accomplir leurs missions, diffère grandement du laboratoire, des bureaux, de l'usine ou du chantier où les équipements sont conçus, développés, fabriqués et maintenus en condition. Les incendies et la mort tragique d'un membre d'équipage survenus à bord du NCSM *Chicoutimi* en octobre 2004⁸ illustrent la nature et l'étendue du danger en milieu opérationnel où personnel, armements, équipements électroniques, explosifs et matières dangereuses se côtoient pour constituer collectivement un environnement extrêmement dangereux.

L'interface homme-machine présente toujours des risques. En octobre 1995, durant une opération de ravitaillement à bord du NCSM *Régina*, une poulie, qui n'était pas autorisée ni éprouvée, s'est subitement détachée de son ancrage pour heurter mortellement un matelot à la tête⁹. En mai 1998, à bord du navire australien de Sa Majesté *Westralia*, un incendie majeur dans la salle des machines a causé la mort de quatre matelots. L'enquête qui s'ensuivit démontra un manque de rigueur dans les exigences et les procédures de maintenance et d'essais¹⁰. La marine américaine, à elle-

⁸ NCSM Chicoutimi – Commission d'enquête, http://www.forces.gc.ca/site/Focus/chicoutimi/boi_2005-03-03_f.asp ; Internet; consulté le 21 mars 2006.

⁹ Capitaine de corvette J.D. O'Reilly, "Naval Ship Safety Management" (Toronto: travail rédigé dans le cadre du Cours de commandement et d'état-major – Nouveaux Horizons, Collège des Forces canadiennes, 2001), p. 15.

¹⁰ Rapport de l'enquête sur l'incendie à bord du HMAS WESTRALIA le 5 mai 1998 (Defence Publishing Services, Department of Defence, CANBERRA ACT 2600) DPUBS: 32871/98, p. 11-13, Australian Book of Reference (ABR) 5454, RAN Technical Regulatory System (Defence Publishing Services, Department of Defence, CANBERRA ACT 2600), p. 1-3.

seule, subit un nombre annuel de victimes, en mer et au port, qui serait suffisant pour armer un destroyer de la classe *Arleigh-Burke*¹¹.

Les pertes chez les soldats déployés en Iraq et en Afghanistan prouvent que plusieurs décennies de progrès et d'évolution technologiques dans les projets de défense ne peuvent contre-balancer les dangers du contexte de sécurité actuel. Tous les efforts doivent donc être déployés pour réduire le risque opérationnel. Des E&E rigoureux, opportuns et adéquats peuvent prévenir les risques inhérents aux projets d'acquisition d'équipements, de systèmes et d'armements de se manifester en situation de combat. Il est donc d'importance capitale que les E&E reflètent l'environnement dans lequel les armements seront finalement mis à l'épreuve. La vie des soldats, des matelots et des aviateurs dépend de l'efficacité, de l'utilité et surtout de la sécurité des équipements et systèmes mis entre leurs mains.

Variété des approches d'E&E – une source d'inquiétude. Le risque dans l'acquisition de tout système d'armement dépend de plusieurs facteurs, y compris la complexité et la maturité de la technologie utilisée, l'environnement et le rôle de l'équipement, ainsi que l'expérience et la performance du fabricant¹². Les directives stratégiques sont claires quant à l'importance des E&E : il est nécessaire d'avoir un plan pour l'exécution d'E&E rigoureux qui permette l'identification et la gestion du risque¹³.

¹¹ Capf Kathy Ozimek, USN, "Risk Management Reduces Human Error", *US Naval Institute Proceedings* 123/1/1, no. 127 (janvier 1997) : p. 75.

¹² Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. 3.

¹³ Vérificateur général du Canada, "Défense nationale – Gestion des projets", <http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/20041103cf.html> ; Internet; consulté le 6 mars 2006.

Malgré tout, au niveau opérationnel, une grande hétérogénéité persiste dans la mise en oeuvre des normes et procédures ayant trait à l'usage et la conduite des E&E et ce, tant à l'intérieur-même des différents éléments du MDN qu'entre les différents pays à l'étude dans ce survol¹⁴. Par exemple, en ce qui concerne le projet actuel de modernisation des avions de chasse CF-18, le vérificateur général du Canada a exprimé les craintes suivantes:

[...] un plan de gestion des risques n'a été produit que récemment. Nous sommes préoccupés par le fait qu'un plan de gestion des risques associés au projet de modernisation des CF-18 n'ait pas été élaboré plus tôt. La Défense nationale n'en est qu'au stade initial dans ce domaine, et ce n'est que récemment qu'elle a rédigé son plan de détection et de gestion des risques¹⁵.

Le vérificateur général australien a effectué une revue de 23 projets de la Marine royale australienne (RAN) qui a révélé que sept d'entre eux n'avaient pas de ligne-maîtresse ou de plan de gestion pour l'exécution des E&E¹⁶. Ces derniers se sont avérés très problématiques au niveau de la mise en service des navires et équipements en cause et ont entraîné des modifications et des délais coûteux. Par contre, dans les projets où l'équipe de gestion avait soigneusement planifié les E&E, les normes de rendement

¹⁴ Les pays à l'étude dans cette recherche sont le Canada, les États-Unis, l'Australie, le Royaume-Uni, et, dans une portée moindre, la France et la Nouvelle-Zélande. En particulier, l'Australie, pays de puissance moyenne et partenaire du *Commonwealth*, a beaucoup à offrir en termes d'application des E&E, ayant été très active durant ces dernières années dans l'acquisition de systèmes et armements de défense.

¹⁵ Bureau du Vérificateur général du Canada, « Défense nationale – La modernisation des avions de chasse CF-18 » <http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/20041103cf.html> ; Internet, consulté le 7 mars 2006.

¹⁶ Australian National Audit Office, "Test and Evaluation of Major Defence Equipment Acquisitions", <http://www.anao.gov.au/WebSite.nsf/Publications/4A256AE90015F69B4A256B4B001DC244> ; Internet; consulté le 22 février 2006.

opérationnel, ainsi que les exigences en matière de coûts et d'échéanciers du projet, furent satisfaites¹⁷.

Toute cette diversité est une cause d'inquiétude puisque le manque d'uniformité est une preuve en soi que les E&E ne sont certes pas toujours institués et utilisés pour optimiser la gestion des risques opérationnels. Le but, il convient de le rappeler, consiste à maximiser les bienfaits et avantages des E&E pour minimiser les risques opérationnels auxquels les militaires sont assujettis en théâtre opérationnel. Un manque à ce niveau place des vies en danger.

La variété des approches d'E&E peut être réduite par la mise en oeuvre d'E&E rigoureux qui visent à identifier, à comprendre et à bien gérer les risques opérationnels. La prochaine partie propose des méthodes de gestion des E&E qui minimisent les risques opérationnels.

¹⁷ *Ibid.*

DES E&E RIGoureux : LA NÉCESSITÉ DE GÉRER LE RISQUE

La primauté aux E&E opérationnels. Dans les projets majeurs de défense, l'acquisition des armements comprend normalement une phase de concept et développement qui précède la production et la mise en service. Ainsi, il existe deux types principaux d'E&E. Les E&E de développement (E&ED) sont définis comme étant les

[...] essais exécutés durant la conception et le développement dont le but est de prouver que les normes techniques de conception et que les exigences du programme d'acquisition sont atteintes¹⁸. (Traduction libre)

Les E&E opérationnels (E&EO), quant à eux, englobent

[...] un éventail d'essais orientés sur les utilisateurs pour confirmer que les exigences opérationnelles sont atteintes. Pour ce type d'essai, il est primordial qu'un échantillon représentatif d'armements ou d'équipements soit utilisé par des utilisateurs typiques dans un environnement réaliste¹⁹. (Traduction libre)

L'aviation américaine fait une remarque intéressante pour illustrer la distinction entre les E&ED et les E&EO : « [...] même si les armements répondent aux normes de conception, ils peuvent quand-même causer un échec de la mission »²⁰. Donc, sans les E&EO, il est possible d'acquérir de l'équipement répondant aux normes, aux coûts et aux échéances mais qui s'avère complètement inutilisable en milieu opérationnel. Il va donc de soi que les armements ne devraient jamais être mis en service sans que les E&EO aient démontré l'efficacité, la conformité et, surtout, la sécurité de ces armements et ce, même si les E&ED démontrent que le matériel répond aux normes de conception.

¹⁸ L.J. Staples, « Briefing to Materiel Group Management Committee (MGMC) on the CF/DND Test and Evaluation Function », 26 mars 1997, p. 3.

¹⁹ *Ibid.*, p. 5.

²⁰ Joseph Kasser, « Enhancing the role of Test and Evaluation... », p. 2.

Il est préférable de faire appel à des équipages, à des opérateurs en milieu opérationnel ou à du personnel de maintenance et de soutien pour la conduite des E&EO afin d'évaluer non seulement l'équipement lui-même, mais aussi la doctrine, les techniques d'opération, le soutien logistique et l'entraînement associés à l'équipement. Le projet d'acquisition de la veste de protection contre les éclats (*Fragmentation Protection Vest*) offre une bonne leçon à cet effet. Un matériel de protection ballistique « Kevlar » fut sélectionné pour une production majeure de 31 000 vestes sans la conduite d'E&EO en milieu opérationnel. Des défauts se sont manifestés suite à la mise en service : le collet de la veste causait de l'obstruction avec le casque des soldats et la veste était trop rigide pour permettre aux soldats d'adopter librement les positions de tir. Les correctifs ont coûté 43% des coûts initiaux du projet²¹.

Le manque de rigueur est coûteux. Les E&EO devraient être gérés par une entité ou une organisation indépendante de l'autorité gouvernementale responsable de la gestion du projet²². Cette tierce partie devrait ainsi être mandatée pour compléter une revue des progrès et résultats des E&E, aux points de décision critiques du projet, afin de vérifier que l'usage de cet équipement est sûr, efficace et convenable pour le personnel militaire en théâtre opérationnel – là où des vies sont en jeu²³.

Dans le cas des sous-marins australiens de la classe *Collins*, les coûts associés au manque de planification des E&E furent importants, voire exorbitants. En effet, le

²¹ Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. 3.

²² *Ibid.*, p. 8.

²³ *Ibid.*, p. 11.

vérificateur général a déterminé que les sous-marins étaient passés de la phase des E&ED à la mise en service, sans avoir effectué un arsenal rigoureux d'E&EO au préalable²⁴. Qui plus est, plusieurs vices techniques ne furent pas corrigés avant l'acceptation des sous-marins et causèrent de sérieuses augmentations des coûts ainsi que des délais importants pour la mise en service des sous-marins au sein de la flotte australienne. Le programme d'acquisition fut rallongé de sept ans pour permettre la re-conception de certaines fonctions et l'achèvement de modificatifs et de plusieurs améliorations. Tout ce travail fut estimé à près de 2 milliards (dollars australiens), soit 39% d'augmentation des coûts initiaux du projet de 5, 09 milliards²⁵. Une revue indépendante aux points critiques du projet aurait sensiblement réduit les coûts et les risques.

Les normes commerciales : plus risqué? Que dire des projets de moindre envergure, où par exemple les équipements sont conçus et fabriqués selon les normes commerciales?²⁶ Y a-t-il moins de risque puisqu'il s'agit d'équipements existants et qui ont, dans plusieurs cas, déjà été mis à l'épreuve? Dans les projets accélérés ou dirigés, des étapes importantes des E&E sont parfois omises ou réduites, ce qui augmente le danger de mettre en service des équipements qui ne sont pas prêts pour l'environnement

²⁴ Australian National Audit Office, "Test and Evaluation of Major Defence Equipment Acquisitions", <http://www.anao.gov.au/WebSite.nsf/Publications/4A256AE90015F69B4A256B4B001DC244>; Internet; consulté le 22 février 2006.

²⁵ *Ibid.*

²⁶ Les normes commerciales impliquent que l'équipement (*Commercial off the shelf*) n'est pas conçu selon les normes militaires où celui-ci doit être soumis à des essais rigoureux pour vérifier sa résistance aux chocs, aux vibrations, aux écarts de température, bref à un environnement austère que l'on retrouve en situation de combat. Par contre, les équipements conçus et fabriqués selon les normes commerciales ont souvent déjà fait leurs preuves en milieu d'opération normal, moins sévère.

de combat²⁷.

En milieu opérationnel, les équipements conçus selon les normes commerciales sont assujettis à des contraintes et des tensions qui peuvent sévèrement affecter leur rendement, leur comportement et leur fiabilité. Le risque est souvent beaucoup plus fort lorsque des équipements et systèmes commerciaux sont appelés à servir dans des environnements de combat. Il convient donc de les soumettre à des E&EO, au même titre que les armements répondant aux normes militaires, qui identifieront et réduiront leurs risques opérationnels. En France, une enquête réalisée à ce niveau a même permis de conclure que le matériel commercial génère des surcoûts durant son cycle de vie, même si les coûts initiaux sont souvent moindres, en plus de causer un risque plus élevé²⁸.

²⁷ Australian National Audit Office, « Test and Evaluation... ». À ce chapitre, le projet *Kalkara* offre une excellente leçon. Ce projet, relativement petit comparativement au projet de défense moyen, visait l'achat de cibles d'exercices aériennes sans pilote (*unmanned aerial target*) et fut conjointement mis de l'avant par le ministère de la Défense britannique (*UK Ministry of Defence*) et les Forces armées australiennes (*Australian Defence Force*). Les cibles d'exercices en question, conçues et fabriquées selon les normes commerciales, étaient disponibles chez une firme aérospatiale américaine. L'armée et l'aviation américaines avaient d'ailleurs déjà utilisé des versions antérieures de ces cibles depuis plusieurs années. De prime abord, ce petit projet d'acquisition semblait poser très peu de risque. Les Forces britanniques et australiennes optèrent donc, initialement, de ne pas faire la conduite de l'arsenal complet d'E&E opérationnels ou de développement et de s'en tenir à seulement quelques essais de qualification de vol. Ces essais, considérés "de routine", révélèrent que les cibles *Kalkara* ne se comportaient pas comme prévu. Elles exécutaient des manoeuvres non-commandées et imprévisibles et sortaient de leurs corridors de vol sans avertissement. Plusieurs écrasements se sont produits. Les équipages d'avions furent avertis de "garder une distance d'au moins mille pieds de ces cibles en vol". Il est donc devenu évident que des E&EO et E&ED étaient nécessaires. En 2001, alors que plus de 22 Kg de documents et de correspondance sur le projet *Kalkara* avaient jusqu'à ce point été produits, les E&ED et E&EO n'étaient toujours pas achevés. Un compromis fut éventuellement négocié où l'entrepreneur dut fournir un plus grand nombre de cibles en guise de compensation pour les normes insatisfaites.

²⁸ G. Remillieux et T. Dupoux, « Leçons à tirer de la dualité civil/militaire : exemple de SAGEM SA », extrait de *Gestion Stratégique des coûts des futurs systèmes d'armes*, NATO Advisory Group for Aerospace Research & Development (Ottawa : Canada Communication Group, 1998) p. 3-1.

Les E&EO sont donc d'une importance capitale : ils assurent une plus grande sécurité pour les usagers en milieu opérationnel et réduisent les vices et défaillances qui augmentent considérablement les coûts et les délais dans les projets d'acquisition des systèmes et équipements.

La partie suivante propose des options d'E&E pour combiner l'efficacité à la réduction des coûts dans la mise en service et le cycle de vie du matériel.

DES E&E OPPORTUNS : COMBINER L'EFFICACITÉ ET LA RÉDUCTION DES COÛTS

Tout à gagner, rien à perdre. La correction de défauts et de lacunes, introduites durant la phase de conception, de développement ou de fabrication, augmente le coût des systèmes d'armements jusqu'à 30% du coût initial²⁹. Les efforts dispendieux de modification ou de re-conception qui s'en suivent peuvent être réduits considérablement si les E&EO sont soigneusement planifiés et conduits le plus tôt possible durant le processus d'acquisition des armements³⁰.

L'application précoce des E&EO n'augmente généralement pas les coûts de projet et crée ainsi la possibilité de réaliser des économies quant aux coûts et échéances du projet, en plus d'offrir une plus grande période de temps pour atténuer les risques opérationnels. Il va donc de soi que les E&EO devraient toujours être amorcés le plus tôt possible dans le processus : il n'y a rien à perdre et tout à gagner. Une étude effectuée par l'aviation britannique a démontré que le tiers de son budget annuel de maintenance est dépensé pour combattre les effets de bris et pannes d'équipements qui auraient pu être identifiés et améliorés par la conduite plus hâtive et opportune des E&EO³¹.

La pratique traditionnelle de faire la conduite séquentielle des E&ED, suivis des E&EO, allonge les échéances et identifie les risques et lacunes souvent trop tard dans le processus d'acquisition. La correction *a posteriori* de problèmes de conception, après le

²⁹ United States, Department of Defense, *Test and Evaluation Management Guide...*, p. 11.

³⁰ United States Department of Defense, « Reinventing DoD Test and Evaluation » <http://www.defenselink.mil/speeches/1995/s19951003-kaminski.html> ; Internet; consulté le 7 février 2006.

³¹ Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. 3.

début de la phase de production, s'avère indubitablement coûteuse et inefficace. La solution consiste à adopter une méthode intégrée, où E&ED et E&EO sont entrelacés, pour optimiser l'identification précoce des facteurs pouvant nuire tant à la phase de production qu'à celle de la mise en service³².

Les coûts nécessaires pour corriger les défauts se multiplient exponentiellement si ces derniers ne sont pas découverts avant la mise en service. De plus, l'équipement en cause sera jugé douteux par ses opérateurs, ce qui le rendra moins rentable en milieu opérationnel. Dans les systèmes de logiciels, par exemple, la propagation des erreurs cause l'escalade vertigineuse des coûts : il en coûte cent fois plus pour corriger une erreur de logiciel une fois le système mis en service, comparativement au coût de correction de la même erreur pendant le développement³³.

Partenariat gouvernement-industrie : une combinaison gagnante. Les E&E peuvent se mouler facilement au sein d'un partenariat industrie-gouvernement, particulièrement lorsque la conception et le développement sont impliqués dans le projet d'acquisition. À ce chapitre, le projet des Frégates de patrouille canadiennes (FPC) fut une expérience fructueuse³⁴. Les termes du contrat assignèrent la responsabilité de la conception et de l'intégration des systèmes du navire à l'entrepreneur-constructeur. Cependant, le contrat préserva le droit de la couronne à la pleine participation aux E&EO. Le personnel de la marine a pu agir d'autorité pour la conduite, le témoignage et la

³² *Ibid.*, p. 4.

³³ L.J. Staples, « Briefing to Materiel Group Management Committee... », p. 7.

³⁴ Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. 12.

supervision des E&E, ainsi que pour la correction des lacunes et défaillances identifiées par les E&E. Une participation accrue par l'autorité gouvernementale est donc recommandée pour maximiser les mérites de l'exécution hâtive, intégrée et combinée des E&EO.

Un tel partenariat a également révélé des avantages sûrs au niveau de la gestion des risques dans plusieurs projets d'acquisition en Australie. Par exemple, les E&EO tenus au sein du projet du véhicule prototype *Bushmaster* de l'armée ont su faire ressortir les forces et les faiblesses du véhicule et ont donc réduit les risques inhérents à son utilisation³⁵. Le projet du radar d'alerte et contrôle *Wedgetail* de l'aviation australienne, d'une valeur de 2,2 milliards (dollars australiens), a tiré avantage des bienfaits d'une étroite collaboration entre les personnels de l'aviation et de l'entrepreneur-fabricant. Le personnel de l'aviation maintint une matrice de vérification des E&E qui servit de ligne directrice pour l'entrepreneur qui, en retour, ajusta la stratégie, la séquence ou la nature des E&EO pour satisfaire les exigences de l'aviation³⁶.

Les gestionnaires du projet de modernisation de l'avion de chasse américain F-111 mirent en place un plan d'exécution des E&EO qui assura une représentation gouvernementale efficace à l'intérieur d'un partenariat aviation-industrie. Les essais et la validation des logiciels, par exemple, purent bénéficier d'une approche intégrée³⁷.

³⁵ Australian National Audit Office, "Test and Evaluation of Major Defence Equipment Acquisitions", <http://www.anao.gov.au/WebSite.nsf/Publications/4A256AE90015F69B4A256B4B001DC244>; Internet; consulté le 22 février 2006.

³⁶ *Ibid.*

³⁷ Frank Camm, Irv Blickstein et Jose Venzor, *Recent large service acquisitions in the Department of Defense : lessons from the office of the Secretary of Defense* (Santa Monica, CA : RAND Corporation, 2004), p. 145.

Pareillement, l'entrepreneur et la marine américaine ont appris que l'utilisation d'équipes combinées durant le programme d'essais du F/A-18-E/F a pu éliminer certains essais superflus et accélérer le développement de l'aéronef³⁸.

L'expérience démontre donc un taux de succès élevé en ce qui concerne les partenariats entre le gouvernement et l'industrie pour la conduite, la supervision et la révision des E&E. Il convient donc de miser sur ces succès en mettant en pratique les leçons tirées de ces projets où le partenariat a rendu possible la tenue des E&E selon une approche combinée et intégrée qui permet l'identification et la correction hâtive des problèmes de conception pour mitiger les risques opérationnels.

La prochaine partie du texte continue dans cette veine en proposant d'autres options visant la réduction des coûts d'E&E tout en mitigeant les risques opérationnels.

³⁸ *Ibid.*, p. 35.

DES E&E ADÉQUATS : TENDANCES ET RESSOURCES

Les coûts réels des E&E. Les E&E sont-ils vraiment des outils de mitigation nécessaires ou occasionnent-ils un mauvais emploi des ressources? Il faut équilibrer le besoin de réduire les risques opérationnels avec les exigences contractuelles d'acquisition quant aux coûts et échéanciers. Les États-Unis dépensent environ le tiers de leur budget de défense pour développer, acheter et éprouver leurs équipements et armements, soit une somme qui varie entre 110 et 164 milliards de dollars américains³⁹. De ce montant, au moins le tiers est dépensé sur le développement et les essais des systèmes. Il s'agit donc d'une somme considérable, soit 37 à 55 milliards de dollars dépensés chaque année pour développer les armements et atténuer leurs risques opérationnels.

Des chiffres semblables ne sont pas disponibles quant aux dépenses de développement et pour la tenue des E&E au Canada car les coûts encourus pour les E&E ne sont pas relevés de façon uniforme et constante. Il existe néanmoins des preuves qui soulignent un manque de ressources financières adéquates pour la mise en oeuvre des E&E⁴⁰. En règle générale, les coûts des E&E, au sein d'un projet de développement et d'acquisition d'un système d'armement moderne, se chiffrent à 25% du coût total du projet⁴¹. Les budgets des projets d'acquisition d'équipements et de systèmes militaires

³⁹ Congressional Budget Office, «The long-term implications of current defense plans » <http://www.cbo.gov/showdoc.cfm?index=4010&sequence=1> ; Internet, consulté le 2 février 2006. Les chiffres démontrent des dépenses de 110 milliards en 2002, 128 milliards en 2003 et on projette des dépenses qui vont se chiffrer à 164 milliards en 2012.

⁴⁰ Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. 14.

⁴¹ Bernard Fox, Michael Boito, John C. Graser et Obaid Younossi, *Test and Evaluation trends and costs for aircraft and guided weapons* (Santa Monica, CA : RAND Corporation, 2004), p. 75.

doivent toujours prévoir et allouer, dès leur mise sur pied, des fonds adéquats pour les E&E⁴². Malheureusement, les coûts d'E&E sont souvent sous-estimés ou sur-rationalisés par le désir de rendre le projet moins dispendieux et donc plus attrayant pour assurer son approbation.

Les gestionnaires de projet devraient tenir compte de certains facteurs et options pour maximiser la réduction et la mitigation des risques opérationnels tout en minimisant les coûts. D'abord, il convient de structurer les termes et conditions des contrats d'acquisition de manière à tenir responsables les manufacturiers ou parties contractantes lorsque l'équipement ne répond pas aux exigences stipulées⁴³. Également, il faut évaluer le rapport bénéfices-coûts et les risques associés à la tenue des E&E au sein des installations gouvernementales comparativement à celles du manufacturier contractant.

La simulation – outil puissant. Les directives du MDN, dans le cadre de l'acquisition et du soutien du matériel, stipulent « l'utilisation des méthodes d'E&E, par exemple [...] les essais de simulation et les méthodes de recherche liées aux opérations [...] »⁴⁴. Une méthode qui s'avère souvent opportune et efficace est l'emploi de la simulation et du modelage (S&M). La S&M permet non seulement d'évaluer plusieurs variations durant la conception et le développement des systèmes, mais aussi de

⁴² Ministère de la Défense nationale, *Overview of the Test & Evaluation...*, p. 14.

⁴³ *Ibid.*, p. 8.

⁴⁴ Ministère de la défense nationale, Ordre administratif de la défense 3000-0, "Politique d'acquisition et du soutien du matériel", http://www.admfincs.forces.gc.ca/admfincs/subjects/daod/3000/0_f.asp; Internet; consulté le 25 février 2006.

développer des tactiques, d'entraîner les opérateurs et d'évaluer des améliorations futures⁴⁵.

Ironiquement, la S&M a pris de l'ampleur non pas à la suite d'une initiative au sein des projets de défense, où la majorité des grandes technologies voient le jour, mais suite aux succès de l'équipe de Nouvelle-Zélande au championnat de courses de yachts, aux débuts des années 1990⁴⁶. Comment cette équipe a-t-elle pu vaincre les équipes des plus grandes nations pouvant tirer avantage du pouvoir industriel de leur nation respective? Quel était son secret? L'équipe de Nouvelle-Zélande a réinventé le processus de conception du yacht en se servant de plusieurs centaines de simulations pour rendre son yacht plus performant et plus rapide. De plus, elle fut capable de le produire à un coût moindre et en moins de temps que les autres compétiteurs participant au championnat.

Dans les projets de défense, les objectifs sont similaires : fournir des équipements et systèmes aux soldats, matelots et aviateurs de la façon la plus efficace, la plus rentable et la plus sûre possible. Donc, l'approche traditionnelle qui consiste à faire la tenue d'essais, à effectuer des correctifs pour ensuite tenir d'autres essais (*test-fix-test*) peut être remplacée par la méthode plus efficace qui simule en premier, tient les essais et simule pour vérifier les résultats des essais (*model-test-model*). Au lieu de causer la défaite dans une course de yachts, l'échec peut entraîner des victimes en milieu opérationnel.

⁴⁵ Bernard Fox, Michael Boito, John C. Graser et Obaid Younossi, *Test and Evaluation trends and costs...*, p. 107.

⁴⁶ United States Department of Defense, « Reinventing DoD Test and Evaluation » <http://www.defenselink.mil/speeches/1995/s19951003-kaminski.html> ; Internet; consulté le 7 février 2006.

Plusieurs exemples de S&M réussies viennent appuyer cette approche. Le missile AIM-7P *Sea Sparrow* a été développé et éprouvé en effectuant seulement dix lancements des 50 qui avaient été planifiés avant d'incorporer l'usage de la S&M⁴⁷. Les E&EO des ponts de l'armée exigeaient jadis qu'on les traverse 3 000 fois, un processus qui prenait douze semaines. Avec la S&M, les E&EO ont été réduits à neuf semaines en exécutant une combinaison de traversées et de simulation⁴⁸. L'utilisation innovatrice de la S&M permet donc d'obtenir un meilleur équipement, plus rapidement et plus économiquement.

Toutes les options et recommandations fournies ci-haut sont prometteuses, mais seulement dans la mesure où elles ne réduisent pas l'efficacité des E&E à mitiger le risque opérationnel. Répondre aux exigences de coûts et échéances ne veut rien dire sans l'atteinte du but final, soit celui de mettre entre les mains des militaires des équipements sûrs et aptes au combat. Il vaut mieux mettre l'accent sur la prévention plutôt que de préconiser une approche corrective.

La dernière partie aborde l'interopérabilité des systèmes et équipements militaires, en milieu interarmées et multinational, et décrit dans quelle mesure les E&E peuvent être effectués selon une approche intégrée et combinée qui reflète les interactions entre les éléments et les nations alliées.

⁴⁷ *Ibid.*

⁴⁸ *Ibid.*

LES E&E POUR APPUYER LES OPÉRATIONS INTERARMÉES ET MULTINATIONALES

L'interopérabilité et les E&E. La nature des missions militaires dans le contexte de sécurité actuel exige un besoin croissant d'opérations interarmées au sein de coalitions. Par conséquent, l'interopérabilité des systèmes de défense, particulièrement les systèmes de commandement, de contrôle et de communications, est maintenant essentielle. En théorie, l'évaluation de l'interopérabilité dans le cadre interarmées et multinational relève des activités reliées aux E&E. En pratique, par contre, il existe peu de preuves qui démontrent des initiatives pouvant mener à une approche unifiée pour assurer l'usage efficace et rentable des ressources dédiées aux E&E. Selon le vérificateur général canadien,

[...] le ministère de la défense nationale bénéficierait de l'établissement d'un bureau responsable de la mise en oeuvre de normes communes pour la gérance et la supervision des E&E opérationnels, conduits durant les derniers stades de développement ou d'acquisition, et servant d'agent pour l'approbation de l'équipement avant sa mise en service⁴⁹.

Ce principe s'applique dans le contexte interarmées. Ainsi, les ordres stratégiques doivent exiger la gestion commune et uniforme des E&E qui donne une pleine rentabilité et une efficacité optimale des ressources allouées aux E&E.

Les occasions d'améliorer l'interopérabilité sont nombreuses. En juin 2000, un navire-détecteur de mines et une frégate, tous deux de la marine royale australienne, naviguaient ensemble quand, soudainement, les émissions radar de la frégate causèrent

⁴⁹ Vérificateur général du Canada, "Défense nationale – Gestion des projets", <http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/20041103cf.html> ; Internet; consulté le 6 mars 2006.

de sérieuses interférences électromagnétiques aux systèmes du navire-détecteur de mines. Ce dernier perdit le contrôle de son gouvernail et évita de justesse une collision catastrophique, passant à quelques mètres à peine de la proue de la frégate⁵⁰. Subséquemment, un essai d'interférences électromagnétiques révéla plusieurs problèmes requérant une plus ample enquête. Pourtant, le navire-détecteur de mines avait déjà effectué un tel essai sans problèmes, mais seulement en présence d'une frégate d'une autre classe⁵¹. Si deux navires de la même nation peuvent être impliqués dans un tel scénario, alors que dire des possibilités que ce type de problème, ou pire encore, ne se manifeste lorsque des navires de différentes nations sont déployés en coalition?

Cet incident remet en question l'étendue des E&E qui devraient être effectués avant d'intégrer les nouvelles plateformes dans la flotte. Dans le cas des essais d'interférences électromagnétiques, par exemple, il pourrait s'avérer dispendieux de faire des E&EO qui englobent toutes les combinaisons et permutations possibles de la flotte. Et si les E&E doivent s'étendre pour couvrir les plateformes des différents pays alliés, l'engagement et les coûts de la conduite des E&EO deviennent alors exponentiels. Il faut donc évaluer le rapport bénéfices-coûts et déterminer dans quelle mesure la réduction des risques est nécessaire. Les exercices opérationnels en théâtre, exécutés en coalition, peuvent fournir une occasion de compléter ce genre d'E&EO tout en épargnant des ressources, au lieu de planifier des exercices opérationnels strictement dédiés aux

⁵⁰ Australian National Audit Office, "Test and Evaluation of Major Defence Equipment Acquisitions", <http://www.anao.gov.au/WebSite.nsf/Publications/4A256AE90015F69B4A256B4B001DC244>; Internet; consulté le 22 février 2006.

⁵¹ *Ibid.*

essais⁵². Par contre, retarder certains E&EO jusqu'aux exercices opérationnels, après la mise en service dans la flotte, peut révéler des défaillances en matière de sécurité, de rendement ou d'interopérabilité qui s'avèrent dès lors trop coûteuses à corriger.

Les États-Unis ont récemment mis sur pied un processus d'E&E interarmées qui vise l'intégration et la certification des hélicoptères de l'armée et de l'aviation pour opérer en toute sécurité sur les navires de la marine⁵³. Des essais en mer ont jusqu'à présent fait ressortir des points d'amélioration de l'interopérabilité entre les hélicoptères UH-60A *Black Hawk*, CH-47D *Chinook* et A/OH-6 *Defender* et les navires amphibies USS *Saipan* et USS *Essex*, ainsi que le porte-avions USS *Constellation*.

Les efforts interarmées d'E&E ont permis de revitaliser les plans futurs de l'avion américain V-22 *Osprey*. Celui-ci est utilisé par le Corps des *Marines* et par l'aviation et, bien que les deux éléments comptent utiliser l'avion pour exécuter des missions différentes, les résultats des essais de vol, conduits indépendamment jusqu'à ce point, ont pu servir à la mise sur pied d'un nouveau programme, conjoint cette fois-ci, de vols d'essai en 2002⁵⁴.

Les exemples ci-haut ne forment qu'un petit échantillon de l'ensemble des occasions et situations propices à améliorer l'interopérabilité. Les directives doivent viser et poursuivre la parfaite interopérabilité des systèmes de défense pour permettre à

⁵² *Ibid.*

⁵³ John E. Padukiewicz, "U.S. Military : the future of joint operations", extrait de *Aviation Today*, http://www.aviationtoday.com/cgi/rw/show_mag.cgi ; Internet; consulté le 31 octobre 2005.

⁵⁴ Bernard Fox, Michael Boito, John C. Graser et Obaid Younossi, *Test and Evaluation trends and costs...*, p. 138-141.

chaque élément du MDN de développer les capacités nécessaires pour appuyer et travailler de concert avec les autres éléments ainsi qu'avec les partenaires du Canada en coalition. Au niveau stratégique, la pertinence du MDN peut y être reliée; au niveau opérationnel, la survie des militaires peut en dépendre.

CONCLUSION

L'exécution plus rigoureuse, plus opportune et plus adéquate des E&E est reconnue comme étant une valeur sûre et indubitable pour améliorer l'identification et la gestion du risque dans les projets de développement, d'acquisition et de modernisation des systèmes de la défense. En dépit de tous les avantages que les E&E peuvent fournir, l'analyse de l'application des E&E dans les récents projets de la défense, au Canada comme chez ses alliés, a révélé de sérieuses lacunes. Celles-ci peuvent causer non seulement des coûts et des délais significatifs dans les projets, mais aussi des situations hasardeuses en milieu opérationnel. Les risques inhérents à l'utilisation des systèmes et équipements de haute technologie peuvent mettre la vie des soldats, des matelots et des aviateurs en danger. La responsabilité revient au personnel de gestion et d'exécution des E&E à tous les niveaux d'assurer la mitigation maximale de ces risques. Le succès des projets de défense doit être mesuré par la mise en service d'équipements et systèmes efficaces, rentables et sûrs, plutôt que par la seule satisfaction des exigences de coûts et d'échéances.

Plusieurs options ont été proposées, et des leçons tirées, pour la réalisation efficace des E&E. D'abord, le conduite d'E&E rigoureux exigent que la primauté soit accordée aux E&E opérationnels, en identifiant les points de décision du projet où le risque est le plus élevé. Ces points de décision peuvent alors faire l'objet d'une revue indépendante des résultats des E&E. Par ailleurs, les équipements acquis selon les normes commerciales, dont le risque est souvent plus fort que pour les équipements rencontrant les normes militaires, doivent eux aussi être éprouvés en environnement opérationnel.

Pour la tenue d'E&E opportuns, il est pratiquement toujours désirable, selon une approche intégrée, d'effectuer les E&E opérationnels le plus tôt possible dans le processus de développement et d'acquisition. Le partenariat gouvernement-industrie a maintenant prouvé sa viabilité dans les projets canadiens et à l'étranger, quant à la conduite des E&E, et il serait avantageux de miser sur ce succès. La réalisation d'E&E adéquats exigent une attribution suffisante de ressources et l'utilisation de méthodes contemporaines telles la simulation et le modelage.

Dans le contexte de sécurité actuel, l'interopérabilité au sein des opérations interarmées et multinationales, devient de plus en plus indispensable. L'élément mer, terre ou air ne peut plus se limiter à l'exécution isolée des E&E qui ne prennent en considération que les modes d'opération *intra*-armées et qui ne reflètent pas les interactions avec les autres éléments et les nations alliées en milieu opérationnel. Cette approche combinée exige des gestionnaires de projet une collaboration et un travail d'équipe entre les éléments, au même titre que celle qu'on attend des militaires au combat.

Il est recommandé qu'une révision des politiques d'E&E soit entamée dans le but de fournir des directives stratégiques qui reflètent l'environnement interarmées et multinational actuel. Cette révision au niveau stratégique ne doit laisser aucune incertitude quant à la nécessité d'exécuter des E&E rigoureux, opportuns et adéquats pour mitiger les risques opérationnels, en appliquant les options et leçons apprises discutées dans ce texte et en utilisant une approche intégrée et combinée qui reflète le milieu opérationnel interarmées et multinational contemporain dans lequel les militaires

sont appelés à servir. Les E&E atténuent le risque opérationnel pour assurer la sûreté des militaires.

BIBLIOGRAPHIE

Australian National Audit Office. “Test and Evaluation of Major Defence Equipment Acquisitions”, <http://www.anao.gov.au/WebSite.nsf/Publications/4A256AE90015F69B4A256B4B001DC244> ; Internet; consulté le 22 février 2006.

Australie. *Rapport de l'enquête sur l'incendie à bord du HMAS WESTRALIA le 5 mai 1998*, Canberra : Defence Publishing Services, Department of Defence, 1998.

Camm, Frank, Irv Blickstein et Jose Venzor. *Recent large service acquisitions in the Department of Defense : lessons for the Office of the Secretary of Defense*, Santa Monica, CA : RAND Corporation, 2004.

Canada. Bureau du Vérificateur général du Canada, « Défense nationale – La modernisation des avions de chasse CF-18 » <http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/20041103cf.html> ; Internet, consulté le 7 mars 2006.

Canada. Ministère de la Défense nationale. *Overview of the Test & Evaluation function in DND*, Ottawa : Director General Audit, 1996.

Canada. Ministère de la Défense nationale. “NCSM Chicoutimi – Commission d’enquête”, http://www.forces.gc.ca/site/Focus/chicoutimi/boi_2005-03-03_f.asp ; Internet; consulté le 21 mars 2006.

Canada. Vérificateur général du Canada, “Défense nationale – Gestion des projets”, <http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/20041103cf.html> ; Internet; consulté le 6 mars 2006.

Fox, Bernard, Michael Boito, John C. Graser et Obaid Younossi. *Test and Evaluation trends and costs for aircraft and guided weapons*, Santa Monica, CA : RAND Corporation, 2004.

Kasser, Joseph. « Enhancing the role of Test and Evaluation in the acquisition process to increase the probability of the delivery of equipment that meets the needs of the users », extrait de *Proceedings of the SETE2000 Conference*, University of Australia : 2000.

Kendrick, Tom. *Identifying and Managing Project risk : essential tools for failure-proofing your project*, New York, NY : Amacom, 2003.

Kerzner, Harold. *Advanced Project management : best practices on implementation*, Hoboken, NJ : John Wiley & sons, 2004.

Ministère de la défense nationale. Ordre administratif de la défense 3000-0. “Politique d’acquisition et du soutien du matériel”, http://www.admfincs.forces.gc.ca/admfincs/subjects/daod/3000/0_f.asp; Internet; consulté le 25 février 2006.

O'Reilly, Capc J.D. "Naval Ship Safety Management". Toronto: travail rédigé dans le cadre du Cours de commandement et d'état-major – Nouveaux Horizons, Collège des Forces canadiennes, 2001.

Ozimek, Kathy, USN. "Risk Management Reduces Human Error", extrait de *US Naval Institute Proceedings* 123/1/1, no. 127 (janvier 1997).

Padukiewicz, John E. "U.S. Military : the future of joint operations", extrait de *Aviation Today*, http://www.aviationtoday.com/cgi/rw/show_mag.cgi ; Internet; consulté le 31 octobre 2005.

Remillieux G. et T. Dupoux. « Leçons à tirer de la dualité civil/militaire : exemple de SAGEM SA », extrait de *Gestion Stratégique des coûts des futurs systèmes d'armes*, NATO Advisory Group for Aerospace Research & Development, Ottawa : Canada Communication Group, 1998.

Staples, L.J. « Briefing to Materiel Group Management Committee (MGMC) on the CF/DND Test and Evaluation Function », 26 mars 1997.

United States. Congressional Budget Office. "The long-term implications of current defense plans", <http://www.cbo.gov/showdoc.cfm?index=4010&sequence=1> ; Internet; consulté le 2 février 2006.

United States. Department of Defense. « Reinventing DoD Test and Evaluation », <http://www.defenselink.mil/speeches/1995/s19951003-kaminski.html> ; Internet; consulté le 7 février 2006.

United States. Department of Defense. *Test and Evaluation Management Guide*, Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office, mars 1998.

United States. Department of Defense. *The Procurement Manager's Guide to software acquisition best practices*, Washington, DC : U.S. Government Printing Office, 1995.