



Analyse financière des chasseurs F-18 temporaires



BUREAU DU DIRECTEUR PARLEMENTAIRE DU BUDGET
OFFICE OF THE PARLIAMENTARY BUDGET OFFICER

Ottawa, Canada
28 février 2019
www.pbo-dpb.gc.ca

Le directeur parlementaire du budget (DPB) appuie le Parlement en fournissant des analyses économiques et financières dans le but d'améliorer la qualité des débats parlementaires et de promouvoir davantage de transparence et de responsabilité en matière budgétaire.

Le présent rapport renferme une analyse financière de l'achat, par le gouvernement du Canada, de 18 chasseurs F-18 d'occasion de l'Australie.

Analyste principal :

Christopher E. Penney, analyste financier

Le rapport a été préparé sous la direction de :

Jason Jacques, directeur principal

Nancy Beauchamp, Caroline Bernier et Jocelyne Scrim ont aidé à la préparation du rapport en vue de sa publication. Nous remercions le P^r Binyam Solomon pour ses suggestions et commentaires fort judicieux.

Pour de plus amples renseignements, veuillez nous écrire à l'adresse suivante : dpb-pbo@parl.gc.ca

Yves Giroux

Directeur parlementaire du budget

Table des matières

Résumé	1
1. Introduction	3
1.1. Contexte	3
1.2. Portée de l'analyse	4
1.3. Spécifications du projet	6
1.4. Hypothèses du DPB	6
2. Méthodologies et données	8
3. Résultats	12
3.1. Analyse financière du cycle de vie	12
3.2. Ventilation selon les étapes du cycle de vie	13
4. Analyse des facteurs de sensibilité	18
4.1. Retard de un an de l'étape <i>Acquisition</i>	18
4.2. Variations des contingents annuels d'heures de vol	19
5. Comparaison avec les estimations du MDN	20
Annexe A : Comparaison des flottes australienne et canadienne	22
Annexe B : Détails sur la méthodologie	23
B.1 Étape <i>Développement</i>	23
B.2 Étape <i>Acquisition</i>	23
B.3 Étape <i>Exploitation et maintien en service</i>	25
B.4 Étape <i>Aliénation</i>	29
Notes	30

Résumé

Le présent rapport renferme une estimation indépendante de l'incidence sur le budget fédéral des coûts liés à l'achat, par le Canada, de 18 chasseurs F/A-18 australiens. L'estimation tient compte de tous les coûts liés à l'achat et au cycle de vie restant de ces chasseurs, et prend en considération le coût total du développement du projet, de l'acquisition, de l'exploitation et de l'aliénation, tout en tenant compte des risques et des facteurs de sensibilité.

Les conclusions de l'analyse sont les suivantes : l'estimation des coûts du cycle de vie rajustés en fonction du risque pour le projet des chasseurs temporaires s'élève à 1,09 milliard de dollars (l'estimation la moins élevée étant 1,08 milliard de dollars et la plus élevée, 1,15 milliard de dollars)¹. Lorsqu'il a réparti les coûts selon les étapes du projet, le DPB a calculé que l'étape *Développement* coûterait 12,5 millions de dollars; l'étape *Acquisition*, 311,5 millions de dollars; l'étape *Exploitation et maintien en service*, 756,5 millions de dollars; l'étape *Aliénation*, 11 millions de dollars.

L'estimation des coûts du cycle de vie de 1,09 milliard de dollars est 22 % plus élevée que l'estimation du ministère de la Défense nationale (MDN). Cela est en grande partie attribuable aux coûts de la phase d'exploitation et de maintien; les coûts estimés par le DPB pour la prolongation de la durée de vie et la mise à niveau sont près de 120 M\$ supérieurs à ceux du MDN.

L'analyse des facteurs de sensibilité entourant les changements de contingents d'heures de vol prévus montre que l'estimation des coûts du cycle de vie du projet tout entier pourrait varier de 55,5 millions de dollars. Si l'étape *Acquisition* était retardée d'une année, par exemple si la livraison de six chasseurs était reportée à l'exercice 2022-2023, les coûts du projet augmenteraient de 12,5 millions de dollars.

Le tableau 1 du résumé présente une comparaison de l'estimation du DPB à celle du MDN quant aux coûts du cycle de vie.

Tableau 1 du résumé Comparaison des estimations du MDN² aux estimations du DPB

Source	Développement	Acquisition	Exploitation et maintien en service	Aliénation	Total
Estimations du MDN	12,5 M\$	298,5 M\$ ^a	584,5 M\$ ^b , y compris les coûts d'aliénation	-	895,5 M\$
Estimations du DPB	12,5 M\$	311,5 M\$	756,5 M\$	11 M\$	1 091,5 M\$

a. Le total de 298,5 millions de dollars calculé par le MDN pour l'étape *Acquisition* exclut une réserve pour éventualités de 50 millions de dollars.

b. Le total de 584,5 millions de dollars calculé par le MDN pour l'étape *Exploitation et maintien en service* exclut une réserve pour éventualités de 83,5 millions de dollars. Les montants ont été arrondis au 0,5 million de dollars près.

Sources : ministère de la Défense nationale, directeur parlementaire du budget.

Par rapport à l'achat d'autres systèmes d'armement, comme les navires de combat de surface et le futur chasseur, ce projet est moins risqué et maintenant moins coûteux. Au chapitre des risques, les 35 années d'expérience que l'Aviation royale canadienne (ARC) cumule dans le domaine de la gestion de sa flotte actuelle de chasseurs CF-18 garantissent une certaine certitude quant aux coûts associés à l'achat, à la mise à niveau et au maintien en service des appareils, même si la flotte continue de vieillir. Au chapitre des coûts, les chasseurs qui seront achetés sont d'occasion et sont dans une condition et une configuration semblables à celles de la flotte existante. Ces facteurs se traduisent par des coûts d'achat et de modifications relativement faibles et font en sorte qu'il sera inutile de modifier de fond en comble l'infrastructure existante de l'ARC.

1. Introduction

Le présent rapport renferme une estimation indépendante de l'incidence sur le budget fédéral des coûts liés à l'achat, par le Canada, de 18 chasseurs F/A-18 australiens. L'estimation vise les coûts du cycle de vie tout entier et prend en considération les coûts liés au développement du projet, à l'acquisition, à l'exploitation et au maintien en service, et à l'aliénation des chasseurs supplémentaires.

Pour chaque étape du projet, nous avons tenu compte des risques potentiels et avons calculé leur incidence sur les coûts pour parvenir à une estimation des coûts rajustés en fonction du risque³. Nous avons aussi procédé à une analyse des facteurs de sensibilité pour calculer l'incidence d'un retard dans l'échéancier et de la possibilité que les contingents d'heures de vol de la flotte puissent fluctuer au fil des ans.

Finalement, nous avons comparé les conclusions de notre analyse aux estimations de coûts du ministère de la Défense nationale (MDN).

1.1. Contexte

Le 22 novembre 2016, le gouvernement du Canada a annoncé son intention de lancer un appel d'offres ouvert et transparent pour remplacer la flotte vieillissante de chasseurs CF-18 de l'ARC. À cette époque, la flotte avait déjà plus de 30 ans et le nombre d'appareils opérationnels était passé de 138 (nombre de chasseurs achetés à l'origine) à 77⁴.

Citant un écart de capacité et le besoin continu de répondre aux engagements de l'OTAN et de NORAD, le gouvernement a lancé un projet de chasseurs temporaires. Au même moment, il s'est réservé le droit d'explorer des options pour obtenir rapidement des chasseurs supplémentaires, ciblant au départ l'achat de 18 chasseurs Super Hornets F-18/EF du constructeur américain Boeing.

Depuis, le gouvernement a choisi une solution de rechange : le 12 décembre 2017, il a annoncé qu'il achèterait 18 chasseurs Hornets F/A-18 d'occasion de l'Australie. Le contrat a été signé le 9 novembre 2018⁵.

Le ministère de la Défense nationale estime que l'achat de ces chasseurs coûtera 471 millions de dollars (tous les montants sont en dollars canadiens), ce qui comprend environ 12,5 millions de dollars pour l'étape *Développement* et 110 millions de dollars pour des mises à niveau et la prolongation de la durée de vie utile des chasseurs. Il a aussi estimé qu'il en coûterait 558 millions de dollars pour l'exploitation et le maintien en service de

18 chasseurs supplémentaires jusqu'à leur aliénation, en 2032. Par la suite, le Projet de capacité des futurs chasseurs (PCFC) sera terminé et une nouvelle flotte de 88 chasseurs sera opérationnelle⁶.

Le tableau 1-1 présente les estimations du MDN. Dans ces estimations, les 12,5 millions de dollars pour le développement du projet sont indiqués à l'étape *Développement*. La somme de 110 millions de dollars pour les mises à niveau et la prolongation du cycle de vie des appareils est incluse dans l'étape *Exploitation et maintien en service*, étant donné que ces activités seront régulières et ne surviendront pas uniquement pendant l'étape *Acquisition*. Nous avons aussi soustrait les réserves pour éventualités de 50 millions de dollars de l'étape *Acquisition* et de 83,5 millions de dollars de l'étape *Exploitation et maintien en service* afin de présenter avec plus d'exactitude l'estimation des coûts du projet.

Tableau 1-1 Estimations par le MDN des coûts prévus durant le cycle de vie

Source	Développement	Acquisition	Exploitation et maintien en service	Total
Estimations du MDN	12,5 M\$	298,5 M\$ ^a	584,5 M\$ ^b , y compris les coûts d'aliénation	895,5 M\$

a. Le total de 298,5 millions de dollars calculé par le MDN pour l'étape *Acquisition* exclut une réserve pour éventualités de 50 millions de dollars.

b. Le total des 584,5 millions de dollars calculé par le MDN pour l'étape *Exploitation et maintien en service* exclut une réserve pour éventualités de 83,5 millions de dollars. Les montants ont été arrondis au 0,5 million de dollars près.

Source : ministère de la Défense nationale.

Le Canada a déjà reçu les premiers chasseurs de la flotte de 18 appareils F/A-18 australiens; les dernières livraisons sont attendues pendant l'exercice 2021-2022.

1.2. Portée de l'analyse

L'analyse établit le coût *différentiel* pour le projet d'achat de 18 chasseurs F/A-18 australiens, y compris les coûts liés au cycle de vie du projet, allant de l'étape *Développement* à l'étape *Aliénation*.

Le **coût différentiel** représente les coûts liés directement à un projet donné, et exclut les coûts de base ou les coûts préexistants qui seraient engagés, que le projet soit réalisé ou non. Par conséquent, le coût différentiel inclut des catégories de coûts comme la recherche et le développement spécifiques à un projet, les coûts d'entretien d'un système militaire et les coûts liés à son utilisation. Les coûts liés à l'entretien de l'infrastructure

préexistante, les salaires des employés qui travailleraient de toute façon, et les coûts de base fixes ne sont pas inclus dans le coût différentiel.

Les **coûts liés au cycle de vie du projet** sont tous les coûts associés à un projet, depuis la formulation de la conception jusqu'à la fin de la vie utile des chasseurs. Dans le cas d'un système d'armement militaire, les coûts liés au cycle de vie du projet peuvent être répartis en quatre étapes distinctes : *développement, acquisition, exploitation et maintien en service, et aliénation*⁷. Voici une courte description de ces étapes :

- **développement** : activités menant à l'achat d'un système d'armement, comme l'analyse des options, des études sur les infrastructures ainsi que la recherche et le développement;
- **acquisition** : achat d'un système et son intégration au service et sa capacité opérationnelle totale;
- **exploitation et maintien en service** : activités relatives à l'utilisation, au soutien et à l'entretien d'un système;
- **aliénation** : activités liées à l'élimination d'un système à la fin de sa vie utile.

Nous avons choisi de limiter l'analyse et de ne tenir compte que du coût différentiel afin de fournir une idée exacte des coûts supplémentaires qui découleront de l'achat des chasseurs temporaires.

Dans le contexte de la présente analyse de l'achat par le Canada de chasseurs F/A-18 australiens, le coût différentiel lié au cycle de vie du projet inclut :

- tous les coûts associés aux activités de développement du projet;
- tous les coûts liés à l'achat, à l'intégration et à la normalisation (la « canadianisation ») des chasseurs;
- tous les coûts d'entretien et de munitions, l'amélioration continue des chasseurs, les coûts liés à la prolongation de la durée de vie des chasseurs (les coûts « d'amélioration »), le carburant, les produits pétroliers et les lubrifiants;
- tous les coûts applicables à l'aliénation à la fin de la vie utile des chasseurs, comme le démantèlement des chasseurs et l'élimination de leurs composantes, notamment l'élimination adéquate des matières sensibles ou dangereuses.

La description détaillée des éléments de coûts inclus est fournie à la section 3.2

1.3. Spécifications du projet

Les spécifications du projet de chasseurs temporaires sont :

- l'achat de 18 chasseurs F/A-18 en état de vol, de pièces de rechange et d'équipement auxiliaire;
- l'achat d'un maximum de 7 chasseurs qui ne sont pas en état de vol, pour servir de pièces de rechange et d'aide à la formation;
- la modification des chasseurs en état de vol pour qu'ils soient conformes à la flotte canadienne existante;
- la prolongation de la durée de vie utile des chasseurs et leur modification pour qu'ils soient conformes à la flotte canadienne existante;
- l'aliénation progressive de la flotte de chasseurs d'ici l'exercice 2032-2033, ce qui signifie que chaque appareil volera pendant environ 10 ans⁸.

1.4. Hypothèses du DPB

- L'estimation par le DPB de l'étape *Exploitation et maintien en service*, notamment les coûts d'entretien et de munitions et les coûts d'amélioration, repose sur l'hypothèse que les estimations de coûts historiques seront encore valides au fil des ans.
- Les appareils devraient être livrés selon le rythme suivant : 2 chasseurs en 2018-2019, 2 chasseurs en 2019-2020, 8 chasseurs en 2020-2021, 6 chasseurs en 2021-2022.
- Chaque appareil entrera en service environ six mois après sa livraison.
- Chaque appareil cumulera environ 160 heures de vol par année, selon l'expérience récente de la flotte canadienne de CF-18.
- Chaque chasseur F/A-18 australien a accumulé en moyenne 6 000 heures de vol au cours de son histoire avec la Royal Australian Air Force.
- Il n'y aura aucune attrition, c'est-à-dire mise hors service ou aliénation précoce, avant l'aliénation progressive prévue d'ici 2032-2033.
- Le MDN compte acquérir deux chasseurs de rechange complètement assemblés; le contrat prévoit une option d'achat pour un total de sept chasseurs de rechange complètement assemblés.

- Les coûts liés à la mise à niveau et à la conformité des chasseurs supplémentaires sont inclus dans l'étape *Exploitation et maintien en service*.

2. Méthodologies et données

Les méthodologies que nous avons employées pour estimer les coûts liés au cycle de vie du projet varient selon l'étape du projet, les types d'activités et l'évaluation par le DPB de la certitude quant aux coûts. La présente section résume les méthodologies et les données employées pour estimer les coûts et les risques liés à chaque étape. Les méthodologies sont décrites plus en détail à l'annexe B.

Étape Développement

L'étape *Développement* est presque terminée. Nous estimons par conséquent que la certitude quant aux coûts liés à cette étape est très élevée.

L'estimation des coûts par le DPB repose uniquement sur les données fournies par le MDN. Les risques ou les facteurs de sensibilité associés à cette étape n'ont pas été évalués.

Étape Acquisition

L'étape *Acquisition* a débuté : la première livraison a eu lieu plus tôt ce mois-ci (février 2019). Une partie des coûts d'achat est fixée dans des contrats fermes; pour cette raison, ces coûts sont réputés être certains. Pour son estimation, le DPB a utilisé les données fournies par le MDN.

Il y a deux catégories de risques associées à l'étape *Acquisition*. La première catégorie est le risque financier, qui inclut le risque lié à l'inflation et le risque des taux de change. La deuxième catégorie est le risque lié au projet, ce qui inclut les risques associés aux activités du projet : le travail technique qui sera nécessaire pour que les chasseurs australiens respectent les normes de l'ARC; le nombre de chasseurs de rechange complètement assemblés qui seront achetés; la possibilité de profiter d'incitatifs fiscaux australiens en raison de l'échéancier des livraisons. Ces risques sont modélisés au moyen de méthodes de simulation pour estimer leur incidence sur les coûts de l'étape *Acquisition* et sont intégrés à l'estimation des coûts rajustés en fonction du risque.

L'analyse des facteurs de sensibilité de l'étape *Acquisition* évalue l'incidence éventuelle sur les coûts d'un retard de un an dans les livraisons des chasseurs.

Qu'est ce que le risque lié à l'inflation?

Le risque lié à l'inflation désigne la possibilité que l'indice des prix évolue à un rythme différent de celui utilisé dans les prévisions pour calculer les coûts. Un taux d'inflation supérieur à long terme gonflerait les coûts, tandis qu'un taux d'inflation inférieur ferait baisser les coûts.

Étape Exploitation et maintien en service

L'étape *Exploitation et maintien en service* commencera à la livraison et à l'entrée en service du premier chasseur F/A-18 australien. C'est l'étape la plus longue et la plus coûteuse du cycle de vie des chasseurs et c'est celle qui comporte le plus de risques, étant donné que des facteurs externes comme l'inflation et le prix du carburant influent sur les coûts.

Trois catégories de coûts sont associées à cette étape : coûts d'entretien et de munitions; coûts d'amélioration; coût du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants.

Les coûts d'entretien et de munitions sont calculés au moyen, d'une part, d'une analyse de régression fondée sur des données historiques et, d'autre part, d'un coût estimant le rapport entre les contingents d'heures de vol, le nombre de chasseurs et les coûts. Une analyse de régression distincte est établie pour estimer les coûts d'amélioration, qui établit un rapport entre les heures de vol accumulées au cours du cycle de vie d'un appareil et les coûts d'amélioration.

Sources des données

Le DPB a obtenu du ministère de la Défense nationale et d'autres sources les données historiques sur les approvisionnements nationaux et les coûts d'amélioration¹. L'ensemble de données sur lequel repose l'analyse couvre la durée de vie entière de la flotte de chasseurs CF-18 jusqu'à l'exercice 2017-2018¹.

Données sur les approvisionnements nationaux

Le budget des approvisionnements nationaux du MDN tient compte du coût des pièces de rechange, du matériel d'entretien, du remaniement de l'équipement, des munitions et des contrats d'entretien conclus avec des gouvernements étrangers et des entreprises privées. Pour cette raison, il couvre presque tous les coûts différentiels liés aux munitions et à l'entretien de la flotte de chasseurs CF-18. Les coûts de la main-d'œuvre pour l'entretien intermédiaire demeurent une exception possible, car ils ne sont pas inclus dans ce budget. Il se peut donc que l'analyse sous-estime légèrement les coûts d'entretien, calculés au moyen de ces données sur les approvisionnements nationaux¹.

Données sur les coûts d'amélioration

Tiré du *Manuel d'administration financière* du MDN¹ :

« Une amélioration augmente, améliore ou prolonge considérablement le potentiel de service d'une IC [immobilisation corporelle] existante en répondant à au moins un des critères suivants :

- (a) Accroître le rendement de production ou la capacité de service de l'immobilisation évalué antérieurement.
- (b) Améliorer le rendement de l'immobilisation et la qualité de la production.
- (c) Réduire les coûts d'exploitation de l'immobilisation.
- (d) Augmenter de un an ou plus la durée de vie utile de l'immobilisation dans son entièreté. »

Pour cette raison, cette catégorie de coûts reflète avec exactitude les coûts de l'amélioration continue du système ainsi que les coûts liés au programme de prolongation de la durée de vie des chasseurs CF-18, qui sera également appliqué aux appareils d'occasion australiens.

Source : ministère de la Défense nationale.

Les coûts du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants sont calculés en combinant les taux de vitesse de combustion historiques par heure de vol aux coûts par litre et aux prévisions de coûts totaux et en les appliquant au profil de vol présumé de 160 heures par année par chasseur.

Les risques primaires associés à l'étape *Exploitation et maintien en service* sont le risque lié à l'inflation et le risque lié au prix du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants. Chacun de ces risques est modélisé au moyen d'une méthode de simulation et l'exposition ainsi calculée est internalisée dans l'estimation de coûts rajustés en fonction du risque pour l'étape.

Nous avons aussi modélisé explicitement l'incertitude liée aux modèles de régression utilisés pour estimer les coûts d'entretien et de munitions et les coûts d'amélioration.

Enfin, nous avons procédé à une analyse des facteurs de sensibilité pour estimer les variations de coût à l'étape *Exploitation et maintien en service* attribuables aux fluctuations des contingents annuels d'heures de vol prévus par chasseur.

Étape Aliénation

L'étape *Aliénation* survient à la fin du cycle de vie des 18 chasseurs supplémentaires. Nous avons présumé que l'étape *Aliénation* se déroulera progressivement, selon la mise en service des chasseurs. Pour calculer les coûts liés à cette étape, nous avons utilisé les données et les prévisions fournies par le MDN quant aux coûts de l'aliénation de la flotte entière de chasseurs CF-18 et nous avons calculé les coûts proportionnels pour le sous-ensemble de 18 chasseurs. Étant donné l'expérience du MDN dans l'aliénation des chasseurs CF-18, nous estimons que ces coûts sont certains et c'est pourquoi aucun élément de risque supplémentaire n'est calculé.

3. Résultats

Cette section porte sur les résultats de l'analyse des coûts. Les principales estimations des coûts du cycle de vie, y compris les rajustements pour les catégories de risque identifiées dans le rapport, sont présentées en premier. Elles sont suivies d'une ventilation des coûts de chaque étape, de la liste des éléments de coût applicables et d'une analyse des risques associés aux coûts spécifiques à chacune des étapes.

3.1. Analyse financière du cycle de vie

Le DPB estime que le cycle de vie des 18 chasseurs F-18 supplémentaires coûtera en tout 1,09 milliard de dollars, montant rajusté en fonction du risque¹³. La figure 3-1 montre la répartition des coûts pour la durée de vie du projet, c'est-à-dire les étapes *Développement*, *Acquisition*, *Exploitation et maintien en service*, et *Aliénation*, et tous les éléments de risque évalués. Selon les estimations du DPB, le coût le plus bas (40^e centile de la répartition des coûts) est de 1,08 milliard de dollars, tandis que le coût le plus élevé (80^e centile) est de 1,15 milliard de dollars¹⁴.

Tableau 3-1 Estimations du coût du cycle de vie

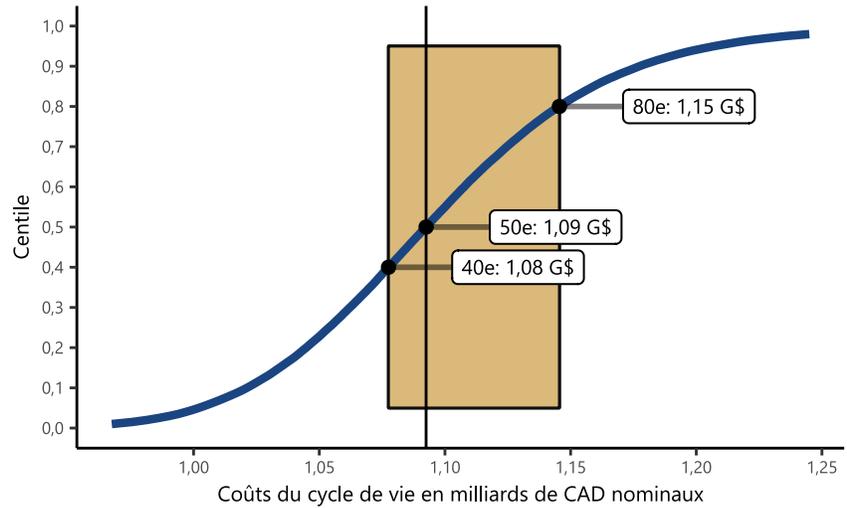
Estimation la plus basse (40 ^e centile)	Estimation moyenne (50 ^e centile)	Estimation la plus élevée (80 ^e centile)
1,08 G\$	1,09 G\$	1,15 G\$

Les montants sont arrondis aux 10 millions de dollars près.

Figure 3-1 Courbe de coût du cycle de vie

Comprendre les courbes de coût

Le graphique montre la distribution cumulative des coûts du cycle de vie. Les centiles (axes des Y) indiquent la probabilité qu'un certain coût soit atteint une fois que tous les risques identifiés sont inclus. Dans le cas présent, la probabilité que les coûts ne dépassent pas 1,08 milliard de dollars se situe à 40 %; que les coûts ne dépassent pas 1,09 milliard de dollars, à 50 %; et que les coûts ne dépassent pas 1,15 milliard de dollars, à 80 %.



Source : directeur parlementaire du budget.

3.2. Ventilation selon les étapes du cycle de vie

Coûts de l'étape Développement

Les coûts associés à la gestion du projet au cours de l'étape *Développement* s'élèvent à 12,5 millions de dollars. Étant donné que l'étape *Développement* se terminera bientôt, il n'y a pas de risque.

Tableau 3-2 Éléments de coût de l'étape Développement

Élément de coût de l'étape <i>Développement</i>	Coût (arrondi, non rajusté en fonction du risque)
Gestion du projet	12,5 M\$

Coûts de l'étape Acquisition

L'estimation du coût rajusté en fonction du risque de l'étape *Acquisition* s'élève à 311,5 millions de dollars.

L'estimation du coût non rajusté en fonction du risque s'élève à 294 millions de dollars; la ventilation des éléments individuels se trouve au tableau 3-3.

Tableau 3-3 Éléments de coût de l'étape Acquisition

Élément de coût de l'étape Acquisition	Coût (arrondi, non rajusté en fonction du risque)
Gestion du projet	16 M\$
Infrastructure	42 M\$
Achat des chasseurs, réparations de moteurs, mise au point et pièces de rechange	127 M\$
Modifications et « canadianisation »	16 M\$
Systèmes de soutien	2 M\$
Génie des systèmes, test, essais et évaluation	64 M\$
Préparation du soutien	8 M\$
Déploiement	19 M\$
Total	294 M\$

Analyse des risques de l'étape Acquisition

Les éléments de risque de l'étape *Acquisition* sont divisés en deux catégories :

- les **risques financiers** (risque lié à l'inflation et risque des taux de change);
- les **risques du projet** (risque associé au coût de la réparation initiale des moteurs et de leur mise au point, au nombre de chasseurs de rechange complètement assemblés qui seront achetés, et aux économies éventuelles découlant des incitatifs fiscaux australiens)¹⁵.

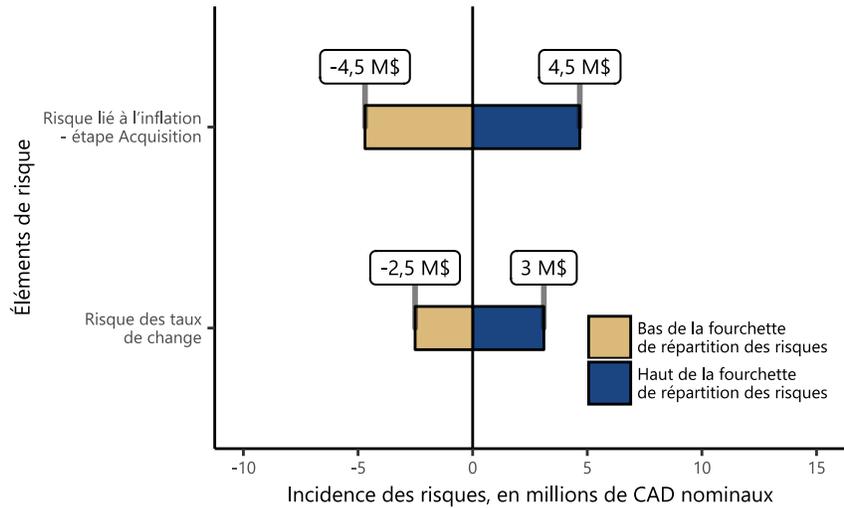
La figure 3-2 montre, au moyen d'un graphique en tornade, l'incidence éventuelle des fluctuations du taux d'inflation et du taux de change entre l'Australie et le Canada. À l'étape *Acquisition*, le risque lié à l'inflation peut réduire ou gonfler les coûts de 4,5 millions de dollars aux 25^e et 75^e centiles de probabilité, respectivement. Le risque des taux de change, pour sa part, pourrait donner lieu à des économies éventuelles de 2,5 millions de dollars au 25^e centile ou à une augmentation des coûts de 3 millions de dollars au 75^e centile.

Figure 3-2

Incidence éventuelle du risque lié à l'inflation et du risque des taux de change sur les coûts de l'étape Acquisition

Comprendre les graphiques en tornade

Un graphique en tornade est un diagramme à barres qui illustre l'incidence éventuelle de certaines catégories de risque sur une estimation de coût. Les barres à la gauche de l'axe 0 indiquent des économies éventuelles, tandis que les barres à la droite de l'axe 0 indiquent une augmentation éventuelle des coûts.

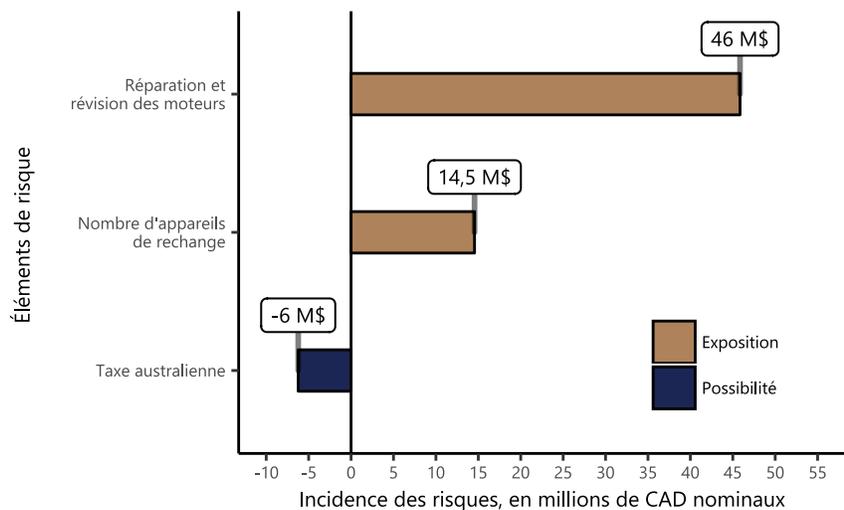


Source : directeur parlementaire du budget.

La figure 3-3 montre les expositions et les possibilités associées aux risques de l'étape *Acquisition*. Les coûts associés à la réparation et à la révision des moteurs pourraient augmenter de 46 millions de dollars. L'achat de chasseurs de rechange, outre les deux déjà prévus, pourrait faire gonfler les coûts de 14,5 millions de dollars. Les économies attribuables aux incitatifs fiscaux australiens pourraient totaliser 6 millions de dollars.

Figure 3-3

Incidence potentielle du risque lié à l'inflation et du risque des taux de change sur les coûts de l'étape Acquisition



Source : directeur parlementaire du budget.

Coûts de l'étape Exploitation et maintien en service

L'estimation des coûts rajustés en fonction du risque de l'étape *Exploitation et maintien en service* s'élève à 756,5 millions de dollars.

Si on ne tient pas compte des risques, les coûts de cette étape sont de 750,5 millions de dollars. Le tableau 3-4 présente les estimations pour les coûts d'entretien et de munitions, les coûts d'amélioration et les coûts pour le carburant, les produits pétroliers et les lubrifiants.

Tableau 3-4

Éléments de coûts de l'étape Exploitation et maintien en service

Élément de coûts de l'étape <i>Exploitation et maintien en service</i>	Coût (arrondi, non rajusté en fonction du risque)
Entretien et munitions¹⁶	422 M\$
Amélioration¹⁷	226 M\$
Carburant, produits pétroliers et lubrifiants	102,5 M\$
Total :	750,5 M\$

Sans le rajustement en fonction du risque, le DPB estime que le coût de l'entretien et des munitions pour 18 chasseurs de plus tout au long de leur vie utile s'établit à 422 millions de dollars. Les coûts d'amélioration, qui sont en général les modifications et les mises à niveau pour prolonger la durée de vie utile des chasseurs, s'élèvent à 226 millions de dollars. Le coût du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants est de 102,5 millions de dollars si on ne tient pas compte des fluctuations de prix.

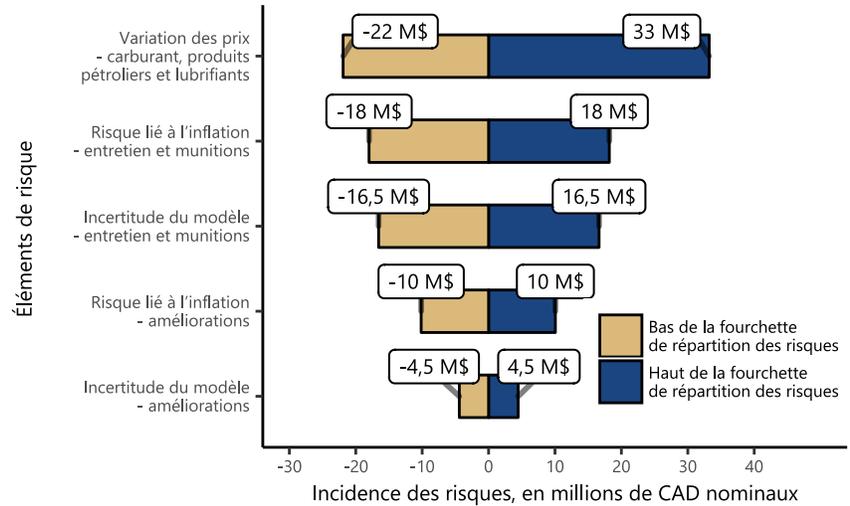
Analyse des risques de l'étape Exploitation et maintien en service

La figure 3-4 illustre l'incidence potentielle associée aux éléments de risque et modélise les incertitudes dans l'estimation des coûts de l'étape *Exploitation et maintien en service*. Les fluctuations des prix du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants constituent le risque le plus grand, avec des économies potentielles (au 25^e centile) de 22 millions de dollars, et des frais supplémentaires éventuels (au 75^e centile) de 33 millions de dollars. Toute variation du taux d'inflation prévu peut faire gonfler ou baisser les coûts d'entretien et de munitions de 18 millions de dollars, et les coûts d'amélioration, de 10 millions de dollars.

L'incertitude associée au modèle utilisé pour estimer les coûts d'entretien et de munitions se traduit par une imprécision d'environ 16,5 millions de dollars

dans l'une ou l'autre des directions aux 25^e et 75^e centiles, tandis que l'incertitude associée au modèle utilisé pour estimer les coûts d'amélioration peut se traduire par une variation positive ou négative de 4,5 millions de dollars.

Figure 3-4 Incidence éventuelle des risques et des incertitudes des modèles sur l'estimation des coûts de l'étape Exploitation et maintien en service



Source : directeur parlementaire du budget.

Coûts de l'étape Aliénation

Les coûts de l'étape *Aliénation* sont ceux associés au démantèlement et à la démilitarisation des appareils ainsi qu'à l'élimination de leurs composantes. Le DPB estime que les coûts de cette étape s'élèveront à 11 millions de dollars.

Tableau 3-5 Éléments de coût de l'étape Aliénation

Élément de coût de l'étape <i>Aliénation</i>	Coût (arrondi, non rajusté en fonction du risque)
Démantèlement, démilitarisation, élimination	11 M\$

4. Analyse des facteurs de sensibilité

Nous avons évalué deux scénarios possibles et examiné l'incidence sur les coûts du cycle de vie : retard de un an de l'étape *Acquisition*, auquel s'ajoute la prolongation de l'étape *Aliénation*; incidence sur les coûts du cycle de vie d'une variation des heures de vol à l'échelle de la flotte.

4.1. Retard de un an de l'étape Acquisition

Tout d'abord, nous avons évalué l'incidence d'un retard de un an de l'étape *Acquisition*. Nous avons calculé le coût en changeant les années de livraison des chasseurs pour refléter le report de la livraison de six appareils à l'exercice 2022-2023 et en observer l'incidence sur les coûts du cycle de vie.

Tableau 4-1

Échéancier actuel de livraison et échéancier comportant une année de retard (nombre de chasseurs livrés chaque exercice)

	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
Échéancier actuel	2	2	8	6	0
1 an de retard	2	1	5	4	6

Source : Hypothèse du directeur parlementaire du budget .

Il y a deux incidences sur les coûts, la première touchant les coûts de l'étape *Acquisition* en raison de l'augmentation des taux d'inflation et du risque lié au taux d'inflation ainsi que du risque des taux de change qui y sont associés. La seconde incidence touche les coûts de l'étape *Exploitation et maintien en service* en raison du profil de vol plus long et de l'inflation touchant les prix du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants. Si on ajoute à cela un retard de un an à l'étape *Acquisition*, les coûts du cycle de vie du projet rajustés en fonction du risque augmentent de 12,5 millions de dollars.

Tableau 4-2

Coût découlant d'un retard de un an

Étape Acquisition	4 M\$
Étape Exploitation et maintien en service	8,5 M\$
Total	12,5 M\$

Note : Ces montants sont rajustés en fonction du risque.

4.2. Variations des contingents annuels d'heures de vol

L'expérience récente de la flotte de CF-18 a démontré la variabilité du nombre moyen d'heures de vol par appareil par année; en effet, en 2004, ce nombre pouvait varier entre 130 heures et 190 heures. Pour calculer l'incidence des variations du nombre d'heures de vol sur les coûts du cycle de vie des chasseurs, nous avons rajusté les hypothèses sur le nombre d'heures de vol par année dans notre modèle et déterminé les coûts associés à un nombre inférieur d'heures de vol (-25 %) et à un nombre supérieur d'heures de vol (+25 %). Les résultats de cette analyse de facteurs de sensibilité se trouvent au tableau 4-3.

Tableau 4-3

Incidence de la variation du nombre d'heures de vol sur les coûts du cycle de vie

Nombre inférieur d'heures de vol	Nombre supérieur d'heures de vol
-55,5 M\$	55,5 M\$

Note : Ces montants sont rajustés en fonction du risque.

5. Comparaison avec les estimations du MDN

En novembre 2018, le ministère de la Défense nationale a déclaré que l'achat des chasseurs F/A-18 australiens coûterait en tout 471 millions de dollars, et que les coûts du soutien pendant l'aliénation graduelle de la flotte de chasseurs seraient de 558 millions de dollars¹⁸. Le MDN inclut les coûts de l'étape *Développement* dans le coût total de l'étape *Acquisition*, tandis que les coûts de l'étape *Aliénation* sont inclus dans les coûts du soutien.

Pour effectuer une comparaison équitable, nous avons transféré 110 millions de dollars des coûts de l'étape *Acquisition* (471 millions de dollars) à l'étape *Exploitation et maintien en service* étant donné que ce montant vise la mise à niveau et la prolongation de la durée de vie utile des 18 chasseurs. Cela laisse un solde de 361 millions de dollars à l'étape *Acquisition*, montant qui inclut également une réserve pour éventualités de 50 millions de dollars et environ 12,5 millions de dollars associés aux coûts de l'étape *Développement*. Si on transfère ces 12,5 millions de dollars à l'étape *Développement* et qu'on élimine la réserve pour éventualités, on obtient 298,5 millions, ce qui est relativement près de l'estimation du DPB de 311,5 millions de dollars. Cette similitude est attribuable à l'utilisation des données du MDN pour l'étape *Acquisition*, données que nous avons jugées comme étant de bonne qualité et relativement exemptes d'incertitude.

Les coûts calculés par le MDN pour l'étape *Exploitation*, qui incluent les coûts des activités d'aliénation, s'élèvent à 558 millions de dollars. Ce montant comporte une réserve pour éventualités de 15 % (environ 83,5 millions de dollars). Le total sans la réserve pour éventualités est de 474,5 millions de dollars. Si on ajoute à cela les 110 millions de dollars prévus pour les mises à niveau et la prolongation de la durée de vie utile des chasseurs, les coûts pour cette étape atteignent 584,5 millions de dollars. L'estimation du DPB pour l'étape *Exploitation et maintien en service*, qui exclut les coûts liés à l'aliénation des chasseurs, est 756,5 millions de dollars (sans réserve pour éventualités). Nous avons calculé séparément les coûts de l'étape *Aliénation*, qui s'élèveraient à 11 millions de dollars.

Tableau 5-1 Comparaison des estimations du MDN aux estimations du DPB

Source	Développement	Acquisition	Exploitation et maintien en service	Aliénation	Total
Estimations du MDN	12,5 M\$	298,5 M\$ ^a	584,5 M\$ ^b , y compris les coûts d'aliénation	-	895,5 M\$
Estimations du DPB	12,5 M\$	311,5 M\$	756,5 M\$	11 M\$	1 091,5 M\$

a. Le total de 298,5 millions de dollars calculé par le MDN pour l'étape *Acquisition* exclut une réserve pour éventualités de 50 millions de dollars.

b. Le total des 584,5 millions de dollars calculé par le MDN pour l'étape *Exploitation et maintien en service* exclut une réserve pour éventualités de 83,5 millions de dollars.

Les montants ont été arrondis au 0,5 million de dollars près.

Sources : ministère de la Défense nationale, directeur parlementaire du budget.

Par conséquent, le DPB estime que les coûts du cycle de vie utile des chasseurs s'élèvent à 1,09 milliard de dollars. L'estimation du DPB est environ 22 % plus élevée que l'estimation du MDN, qui s'élevait à 895,5 millions de dollars. Insert new sentence

Enfin, l'analyse des facteurs de sensibilité effectuée par le DPB montre que les coûts pourraient changer davantage si l'échéancier du projet et le nombre d'heures de vol étaient modifiés. Si on évalue ces facteurs de sensibilité selon des hypothèses relativement conservatrices, les coûts du cycle de vie utile des chasseurs pourraient diminuer de 55,5 millions de dollars ou augmenter de 68 millions de dollars.

Annexe A : Comparaison des flottes australienne et canadienne

Entrée en service au cours d'une période de cinq ans allant de 1985 à 1990, la flotte australienne de chasseurs F-18A/B a été exploitée de façon continue depuis. La flotte australienne a déjà fait l'objet de mises à niveau importantes de ses systèmes et de ses armements et sa structure a déjà été remise en état. L'Australian National Audit Office (ANAO) [bureau du vérificateur général de l'Australie] a estimé, dans un rapport produit en 2012, que le gouvernement australien aurait consacré 3,7 milliards de dollars (valeur du dollar AUS à l'époque) jusqu'en 2015 pour les deux décennies précédentes¹⁹.

En 2012, la flotte australienne de 71 chasseurs avait accumulé 306 000 heures de vol. L'ANAO a prédit que la flotte atteindrait la fin de sa durée de vie utile (6 000 heures de vol par chasseur²⁰) après 2020, année prévue de l'aliénation des chasseurs. Les forces aériennes australiennes ont commencé à réduire leur flotte de chasseurs F/A-18 et visent à terminer la transition vers les chasseurs d'attaque interarmées F-35 d'ici 2023.

Le Canada a commencé à acquérir des chasseurs CF-18 en 1982; il a reçu sa dernière livraison en 1989, portant à 138 le nombre de chasseurs achetés. La flotte canadienne a aussi subi des mises à niveau et des améliorations importantes au fil des ans, dont deux phases d'améliorations progressives d'une valeur de 2,6 milliards de dollars (en dollars de l'époque), la dernière phase s'étant terminée en 2010.

Selon les calculs du DPB, la flotte canadienne est légèrement plus vieille et a accumulé plus d'heures de vol que la flotte australienne. Le chasseur F-18 moyen du Canada avait accumulé plus de 6 000 heures de vol à la fin de l'exercice 2017-2018. Ces calculs sont appuyés par des reportages des médias selon lesquels, à la fin de 2014, les chasseurs CF-18 avaient accumulé en moyenne plus de 5 700 heures de vol, et qu'un tiers des appareils avaient déjà dépassé 6 000 heures de vol²¹.

Le ministère de la Défense nationale du Canada a déclaré que les appareils qu'il achetait de la flotte australienne étaient des chasseurs F-18 très semblables à ceux qu'utilisait actuellement l'ARC, affirmant : « Les avions de chasse australiens ont une configuration semblable à celle des CF-18 du Canada; ils nécessiteront donc peu de modifications pour que les membres de l'Aviation royale canadienne puissent s'en servir pour mener à bien leurs missions, notamment les engagements du Canada au sein du NORAD et de l'OTAN²² ». Il ne devrait pas prendre plus que six mois par appareil pour modifier les chasseurs australiens pour qu'ils soient conformes aux chasseurs canadiens²³.

Annexe B : Détails sur la méthodologie

La présente annexe fournit des détails sur les méthodes employées pour estimer les coûts tout en tenant compte des risques, de l'incertitude et des facteurs de sensibilité associés à chaque étape du projet.

B.1 Étape Développement

Tableau B-1 Éléments de coût et risques de l'étape Développement

Éléments de coût :	Gestion du projet
Risques :	Aucun

L'étape *Développement* sera bientôt terminée et le projet passera prochainement à l'étape *Acquisition*. Les données fournies par le MDN ont été évaluées par le DPB et ont été jugées adéquates; elles ont donc été utilisées telles quelles dans l'estimation des coûts du cycle de vie.

B.2 Étape Acquisition

Tableau B-2 Éléments de coût, risques, possibilités et facteurs de sensibilité de l'étape Acquisition

Éléments de coût :	Gestion du projet, infrastructure, coût total de l'achat, réparation et révision des moteurs, pièces de rechange, modifications et « canadianisation », systèmes de soutien, génie des systèmes et test, essais et évaluation, préparation du soutien, déploiement
Risques :	Risque lié à l'inflation, risque des taux de change, réparation et révision des moteurs, nombre de chasseurs de rechange
Possibilité :	Incitatifs fiscaux australiens
Facteur de sensibilité :	Retards dans l'échéancier de livraison

L'étape *Acquisition* est déjà commencée; les premiers chasseurs ont été livrés en février 2019. Une partie des coûts d'achat est fixe grâce à des contrats fermes; pour cette raison, ces coûts sont réputés être certains. Les données fournies par le MDN ont été utilisées pour l'estimation des coûts.

Risque : inflation

L'incidence du risque liée à l'inflation sur l'estimation des coûts à l'étape *Acquisition* est déterminée en modélisant des écarts par rapport au taux d'inflation prévu par le DPB et en observant les conséquences sur les coûts.

La pratique établie au MDN pour les anciens projets d'approvisionnement de matériel de défense consiste à appliquer une variation négative ou positive de un pour cent pour modéliser le risque lié à l'inflation²⁴. Nous sommes allés un peu plus loin avec notre analyse. Comme le MDN, nous utilisons une fourchette de taux d'inflation qui soustrait ou ajoute un point de pourcentage au taux repère du DPB. Cependant, nous utilisons ensuite ces taux repères pour les 10^e et 90^e centiles d'une répartition normale des résultats attribuables à l'inflation pour l'année et modélisons l'incidence sur les coûts au moyen de la simulation de Monte-Carlo. Nous pouvons ainsi calculer ce qui se passerait si l'écart du taux d'inflation était supérieur à un pour cent, sans toutefois donner trop de poids à ces écarts majeurs.

Tableau B-3

Exemple de la modélisation du risque lié à l'inflation par le DPB

	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Haut de la fourchette	3,09 %	3,07 %	3,05 %	3,02 %
Taux repère du DPB	2,09 %	2,07 %	2,05 %	2,02 %
Bas de la fourchette	1,09 %	1,07 %	1,05 %	1,02 %

Risque : incidence des fluctuations des taux de change

Le risque des taux de change est également présent au cours de l'étape *Acquisition*. Le gouvernement du Canada paie les chasseurs en dollars australiens et le versement des paiements suit l'échéancier des livraisons. Il y a aussi un petit risque des taux de change lié à l'achat de composantes venant des États-Unis. Pour déterminer l'incidence possible de ces risques sur les coûts de l'étape *Acquisition*, nous avons modélisé les changements éventuels au taux de change AUD-CAD (valeur du dollar australien en dollar canadien) et USD-CAD (valeur du dollar américain en dollar canadien) en utilisant les estimations historiques de la volatilité et la méthode de la racine carrée du temps. Les expositions potentielles sont par conséquent déterminées par le temps qui s'écoule avant le paiement et la volatilité historique des taux de change.

Risque : coûts liés aux changements techniques

Il y a aussi une incertitude quant au coût des changements techniques, notamment pour ce qui est de la quantité de travail et du matériel nécessaire pour réparer et réviser les moteurs des 18 chasseurs en état de vol. Pour cette catégorie de risque, nous avons simulé une répartition des coûts s'appuyant sur les évaluations faites par des experts en la matière au MDN.

Possibilité : incitatifs fiscaux australiens

L'entente d'achat conclue avec l'Australie prévoit aussi des incitatifs fiscaux qui pourraient se traduire par des économies si les échéanciers sont respectés. Nous avons modélisé les économies potentielles au moyen de données provenant de l'analyse du risque faite par le MDN. Les économies pourraient atteindre 6 millions de dollars.

B.3 Étape Exploitation et maintien en service

Tableau B-4 Éléments de coût, risques et facteurs de sensibilité de l'étape Exploitation et maintien en service

Éléments de coût :	Entretien et munitions, amélioration, carburant, produits pétroliers et lubrifiants
Risques :	Risque lié à l'inflation, risque des prix du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants
Facteur de sensibilité :	Variations des heures de vol annuelles

L'étape *Exploitation et maintien en service* n'est pas encore commencée; elle devrait durer plus de 12 ans et prendre fin à l'aliénation prévue de la flotte de chasseurs CF-18, en 2032-2033. Plusieurs catégories de risque s'appliquent à l'étape *Exploitation et maintien en service* : risque lié à l'inflation, c'est-à-dire le risque que le rythme d'augmentation de l'indice des prix excède les prévisions du DPB ou soit plus bas que celles-ci; le risque des prix du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants, qui survient lorsque les prix du carburant et des autres produits pétroliers fluctuent au fil des ans.

Estimation des coûts d'entretien et de munitions et des coûts d'amélioration

Pour calculer les éléments de coût de l'entretien et des munitions ainsi que les coûts d'amélioration au cours du cycle de vie restant des chasseurs F-18

supplémentaires, le DPB a adopté un modèle qui fait appel au concept de rapports entre les coûts et les estimations (RCE). Ce modèle consiste à estimer un coût en s'appuyant sur les rapports existants entre les coûts et un ou plusieurs « facteurs de coût » (facteurs qui ont une incidence sur ces coûts ou les expliquent). Ces rapports peuvent être identifiés et quantifiés au moyen d'une analyse de régressions multiples. Une fois qu'ils sont établis, les rapports modélisés sont utilisés pour produire des estimations de coûts hors échantillon calculées sur le nombre d'heures de vol connu.

Nous avons bâti des modèles distincts de régression pour, d'une part, les coûts d'entretien et de munitions et, d'autre part, les coûts d'amélioration étant donné qu'il est plausible que ces phénomènes soient expliqués par des facteurs différents. Nous avons utilisé les spécifications de modèle suivantes :

$$\begin{aligned} \text{Coûts d'entretien et de munitions de la flotte} \\ = f(\text{heures de vol, nombre d'appareils}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coûts d'amélioration par appareil} \\ = f(\text{nombre cumulatif d'heures de vol}) \end{aligned}$$

Le modèle de coûts d'entretien et de munitions établit un rapport entre les coûts et le nombre d'heures de vol par année et le nombre total de chasseurs dans la flotte. Les coûts d'amélioration sont estimés sous forme de fonctions du nombre cumulatif d'heures de vol d'un appareil donné au cours de son cycle de vie.

Le modèle de l'entretien et de munitions tient aussi compte des coûts fixes applicables à toute la flotte. Ces coûts sont déduits du calcul des coûts d'entretien et de munitions, puisqu'il ne s'agit pas de coûts progressifs et qu'ils seraient engagés peu importe l'ajout de 18 chasseurs.

Résultats des analyses de régression

Modèle des coûts d'entretien et de munitions

Tableau B-5

Résultats du modèle des coûts d'entretien et de munitions

Variable	Coefficient
Point d'interception	24 013 169
Heures de vol de la flotte entière, par année	2 480**
Nombre total d'appareils dans la flotte	1 586 542***
Signification combinée (valeur p)	0,0000000003809
R au carré ajusté	0,7261

Notes :

* indique un niveau de signification inférieur à 0,1, ** indique un niveau de signification inférieur à 0,05, et *** indique un niveau de signification inférieur à 0,01.

La variable dépendante représente les coûts annuels d'entretien et d'acquisition de la flotte entière.

Source : directeur parlementaire du budget.

Le modèle des coûts d'entretien et de munitions parvient donc à un coût fixe applicable à la flotte entière de 24 millions de dollars par année; les heures de vol annuelles de la flotte entière augmentent les coûts de 2 480 \$ par heure de vol; chaque chasseur a des coûts d'entretien et de munitions de base d'environ 1,6 million de dollars. Ces sommes sont amplifiées à l'exercice 2017-2018 et ne sont pas rajustées pour le risque.

Modèle des coûts d'amélioration

Tableau B-6 Résultats du modèle des coûts d'amélioration

Variable	Coefficient
Point d'interception	-254 017,39 **
Heures de vol cumulatives pour le cycle de vie	154,28 ***
Signification combinée (valeur p)	0,0000008194
R au carré ajusté	0,6971

Notes :

* indique un niveau de signification inférieur à 0,1, ** indique un niveau de signification inférieur à 0,05, et *** indique un niveau de signification inférieur à 0,01.

La variable dépendante représente les coûts annuels d'amélioration par appareil.

Source : directeur parlementaire du budget.

Le modèle des coûts d'amélioration prévoit des coûts par appareil plutôt que des coûts pour la flotte entière étant donné que le processus de modélisation ne permet pas de déterminer s'il existe en effet des coûts d'amélioration fixes applicables à toute la flotte. Un modèle qui établit un rapport entre les heures de vol cumulatives et les coûts d'amélioration moyens par appareil permet d'établir un rapport statistique précis.

Le modèle détermine que les coûts d'amélioration commencent à augmenter une fois qu'un chasseur a accumulé environ 1 650 heures de vol au cours de son cycle de vie; avant ce point, il y a des économies. Après 1 650 heures de vol, les coûts d'amélioration augmentent de 154,28 \$ par année par heure de vol cumulé. On présume que les chasseurs australiens ont déjà accumulé en moyenne 6 000 heures de vol et qu'ils engagent par conséquent des coûts d'amélioration. Ces sommes sont amplifiées à l'exercice 2017-2018 et ne sont pas rajustées pour le risque.

Incertitude du modèle

L'utilisation d'un modèle à régression pour calculer les coûts instille une incertitude dans les estimations (c'est-à-dire la probabilité que les estimations de coûts produites par les modèles s'écartent de la réalité). Nous avons donc explicitement inclus cette incertitude dans les estimations finales des coûts de l'étape *Exploitation et maintien en service* fournies à la section 3.

Estimation des coûts de carburant, de produits pétroliers et de lubrifiants

Le MDN a fourni des données historiques sur l'utilisation et les coûts de carburant, de produits pétroliers et de lubrifiants. Pour estimer les coûts, nous avons présumé que la consommation moyenne de carburant par heure de vol était relativement constante au fil des ans. Nous avons établi un profil d'usage annuel au moyen du nombre prévu d'heures de vol (160 heures par chasseur par année). Nous avons ensuite multiplié la consommation annuelle de carburant par le plus récent prix moyen annuel par litre afin de parvenir à une estimation des coûts de carburant, de produits pétroliers et de lubrifiants.

Risque : volatilité des prix du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants

Les prix du carburant sont assez volatils. Le risque associé aux coûts du carburant, des produits pétroliers et des lubrifiants représente la plus grande catégorie de risque de l'étape *Exploitation et maintien en service*. Pour saisir cette catégorie de risque, nous avons modélisé les variations potentielles des prix au fil des ans en nous appuyant sur les taux historiques de volatilité. Nous avons ainsi obtenu une répartition des coûts potentiels.

Risque : inflation

Le risque lié à l'inflation pour les coûts d'entretien et de munitions et les coûts d'amélioration est modélisé exactement comme à l'étape *Acquisition* (voir la section B.2).

Facteur de sensibilité : variations du nombre d'heures de vol

Des données historiques récentes laissent entendre que la flotte de chasseurs CF-18 a un nombre moyen d'heures de vol par appareil d'environ 160 heures par année. Toutefois, ce nombre n'est pas fixe : en effet, certains chasseurs n'ont accumulé que 130 heures de vol pendant une année tandis que d'autres ont atteint 190 heures de vol, et ce, au cours des 15 dernières années. Le nombre d'heures de vol est souvent influencé par l'entretien de la flotte et les activités de mise à niveau, activités qui devraient se poursuivre au cours du cycle de vie restant de la flotte de chasseurs CF-18. Pour cette raison, nous avons inclus le calcul des écarts de coûts associés avec un nombre faible (-25 %) ou élevé (+25 %) d'heures de vol par appareil.

B.4 Étape Aliénation

Tableau B-7 Éléments de coût et risques de l'étape Aliénation

Éléments de coût :	Aliénation, démilitarisation, divers
Risques :	Aucun

L'étape *Aliénation* survient à la fin du cycle de vie des 18 chasseurs supplémentaires. La mise hors service de ces chasseurs se fera progressivement, probablement à compter de 2029-2030, pour se terminer en 2032-2033. Nous avons présumé que les chasseurs seront mis hors service dans l'ordre de leur livraison, c'est-à-dire que deux appareils seront retirés de la flotte en 2029-2030; six en 2030-2031; huit en 2031-2032; deux en 2032-2033. Pour calculer le total des coûts associés à cette étape, nous avons utilisé les données et les prévisions du MDN sur le coût de l'aliénation de la flotte entière de chasseurs CF-18 et nous avons réparti proportionnellement les coûts au sous-ensemble de 18 chasseurs. Étant donné l'expérience du MDN en matière d'aliénation de chasseurs CF-18, nous avons jugé que ces coûts sont certains et qu'aucun élément de risque supplémentaire n'est inclus.

L'estimation des coûts de l'étape *Aliénation* ne tient pas compte de la possibilité que les chasseurs ou leurs pièces soient revendus.

Notes

1. Tous les montants sont en dollars nominaux. Les coûts du cycle de vie sont arrondis aux 10 millions de dollars près.
2. Pour permettre la comparaison, la somme de 110 millions de dollars que le MDN a déclarée pour la mise à niveau et la prolongation du cycle de vie des chasseurs est transférée de l'étape *Acquisition* à l'étape *Exploitation et maintien en service*. La section 5 renferme plus de détails sur cette comparaison.
3. L'estimation des coûts rajustés en fonction du risque tient compte des risques financiers et des risques du projet qui souvent ne peuvent pas être atténués ou gérés à l'interne.
4. En janvier 2019, la flotte de chasseurs CF-18 comptait 76 appareils.
5. Les médias canadiens ont fait état d'un montant de 90 millions CAD qui serait versé à l'Australie; voir par exemple <https://www.cbc.ca/news/politics/australia-f-18-jets-deal-1.4966564> [EN ANGLAIS SEULEMENT].
6. Bureau du vérificateur général du Canada, *Automne 2018 – Rapports du vérificateur général du Canada*, Rapport 3, « La Force aérienne de combat du Canada », 2018.
7. Cela respecte la pratique en vigueur au ministère de la Défense nationale; voir par exemple le rapport d'examen indépendant de KPMG sur les coûts du cycle de vie de la prochaine génération de chasseurs canadiens : <https://www.canada.ca/fr/secretariat-conseil-tresor/services/etablissement-rapports-depenses/ce-que-nous-faisons/chasseurs-nouvelle-generation-cadre-cout-cycle-vie.html>.
8. Renseignement obtenu lors de discussions avec des fonctionnaires du MDN.
9. Les données historiques sur les coûts d'amélioration et les approvisionnements nationaux ont été obtenues auprès de : Desmier, P.E., « Forecasting the Operating and Maintenance Costs of Aircraft » dans *The Art and Science of Resource Management in the Royal Canadian Air Force*. Éditions E.R. Fetterly and B. Solomon, Ottawa, Centre de guerre de l'Aviation royale canadienne (à venir en 2019).
10. Les coûts d'amélioration ne sont disponibles que jusqu'à l'exercice 2012-2013.
11. L'entretien intermédiaire est l'entretien effectué à un centre d'entretien sur une base militaire; les coûts de matériel associés à ces activités sont inclus dans le budget des approvisionnements nationaux, mais les coûts de main-d'œuvre sont exclus, car ils sont inclus dans les budgets d'exploitation des bases.
12. Ministère de la Défense nationale, *Manuel d'administration financière (MAF)*, chapitre 1020-4, « Immobilisations corporelles », 2018.

13. Les coûts sont arrondis aux 10 millions près.
14. Le choix de ces centiles (40^e centile étant l'estimation la plus basse; 50^e centile étant l'estimation la plus probable; 80^e centile étant l'estimation la plus élevée) tient compte de la tendance pour les dépassements de coûts au cours du cycle de vie des systèmes militaires.
15. En Australie, la vente de biens d'occasion est assujettie à la taxe de vente; cependant, cette taxe peut être remboursée si les biens sont exportés au plus tard 60 jours après le transfert de la propriété.
16. Les coûts d'entretien et de munitions ont été modélisés au moyen des données historiques des budgets d'approvisionnements nationaux, données qui incluent le coût des pièces de rechange, du matériel d'entretien, de la mise à niveau de l'équipement, des munitions, et des contrats conclus avec des gouvernements étrangers et des entreprises privées pour l'entretien. Les coûts n'incluent pas la main-d'œuvre associée à l'entretien intermédiaire; pour cette raison, ce montant pourrait être sous-estimé.
17. Les coûts d'amélioration sont modélisés au moyen de données historiques. « Une amélioration augmente, améliore ou prolonge considérablement le potentiel de service d'une IC [immobilisation corporelle] en répondant à au moins un des critères suivants : a) Accroître le rendement de production ou la capacité de service de l'immobilisation évalué antérieurement. b) Améliorer le rendement de l'immobilisation et la qualité de la production. c) Réduire les coûts d'exploitation de l'immobilisation. d) Augmenter de un an ou plus la durée de vie utile de l'immobilisation dans son entièreté. » (*Manuel d'administration financière* du MDN) Les coûts d'amélioration tiennent compte des améliorations continues et des programmes de prolongation du cycle de vie utile.
18. Bureau du vérificateur général du Canada, *Automne 2018 – Rapports du vérificateur général du Canada*, Rapport 3, « La Force aérienne de combat du Canada », 2018.
19. Australian National Audit Office, rapport d'audit n° 5 (2012-13), *Management of Australia's Air Combat Capability—F/A-18 Hornet and Super Hornet Upgrades and Sustainment*, 2012.
20. Les renseignements sur la spécification de durée de vie originale des chasseurs CF 18 se trouvent dans : Travaux publics et Approvisionnement Canada, Rapport sommaire - Évaluation des options de remplacement de la flotte de CF-18, décembre 2014, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/documents/cf18-eval-fra.pdf>
21. *The Globe and Mail*, « Aging fighter jets a concern for Canada's national defence department », 27 mai 2014, <https://www.theglobeandmail.com/news/politics/aging-fighter-jets-a-concern-for-canadas-national-defence-department/article18860555/>. [DISPONIBLE EN ANGLAIS SEULEMENT].
22. Ministère de la Défense nationale, réponse officielle à la demande d'information IR0385 du DPB, 16 octobre 2018.
23. Renseignements obtenus lors de discussions avec des fonctionnaires du MDN.

24. Voir, par exemple, « Capacité de la prochaine génération de chasseurs – Mise à jour annuelle – 2014 », <http://www.forces.gc.ca/fr/a-propos-rapports-pubs/prochaine-generation-chasseurs-maj-annuelle-2014.page><http://www.forces.gc.ca/fr/a-propos-rapports-pubs/prochaine-generation-chasseurs-maj-annuelle-2014.page>.