



Le coût des navires de combat canadiens : Mise à jour de 2019



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

Ottawa, Canada
21 juin 2019
www.dpb-pbo.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 une plus grande transparence et responsabilité en matière budgétaire.

Le présent rapport est une mise à jour de l'estimation du coût de l'acquisition par le gouvernement du Canada de 15 nouveaux navires de guerre produite par le DPB en 2017.

Analystes principaux :

Sarah MacPhee, analyste financière

Christopher E. Penney, analyste financier

Ce rapport a été préparé sous la supervision de :

Jason Jacques, directeur principal

Nancy Beauchamp, Jocelyne Scrim et Rémy Vanherweghem ont contribué à la préparation du rapport pour publication.

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

Yves Giroux

Directeur parlementaire du budget

Table des matières

Résumé	1
1. Introduction	3
1.1. Contexte	4
1.2. Spécifications du projet	4
1.3. Hypothèses du DPB	5
2. Méthodes	6
2.1. Méthode paramétrique	6
3. Méthodes heuristiques	10
3.1. Première méthode heuristique	10
3.2. Deuxième méthode heuristique	11
4. Résultats	13
4.1. Méthode paramétrique	13
4.2. Méthodes heuristiques	13
5. Analyse de sensibilité	15
6. Comparaison avec les estimations précédentes	16
Annexe A : Comparaison avec les estimations antérieures selon les méthodes heuristiques	
Notes	20

Résumé

Ce rapport est une mise à jour de l'estimation du coût du programme des navires de combat canadiens (NCC) figurant dans le rapport de 2017 du DPB intitulé *Le coût des navires de combat canadiens*¹. Au moment de l'analyse des coûts précédente, le gouvernement n'avait pas encore choisi de modèle pour la prochaine génération de navires de guerre. Cette mise à jour tient compte des caractéristiques propres au Type 26 choisi par le gouvernement, de même que de renseignements actualisés sur l'échéancier du projet.

Ces estimations actualisées comprennent le coût du développement, de la production, de deux ans de pièces de rechange et de munitions, de la formation, de la gestion du programme du gouvernement, de la modernisation des installations existantes, ainsi que les taxes applicables.

Le tableau 1 du résumé présente le détail des résultats du rapport. Nous estimons que le coût total du programme des NCC sera de 69,8 milliards de dollars sur 26 ans, répartis comme suit : 5,3 milliards en coûts de préproduction, 53,2 milliards en coûts de production, et 11,4 milliards pour l'ensemble du projet (le tout en dollars non indexés).

À titre de comparaison, dans son rapport de 2017, le DPB estimait le coût total du programme à 61,8 milliards de dollars, soit 8 milliards de moins que les nouvelles estimations. La différence s'explique par les nouveaux renseignements sur les spécifications du projet fournis par le ministère de la Défense nationale (MDN); plus particulièrement, la construction des navires commencera plus tard que prévu (ce qui fait augmenter le coût de l'inflation) et les navires seront plus gros que ce qui avait été supposé dans le rapport précédent (d'où une augmentation des coûts de construction réels). Aussi, nous excluons le coût des pièces de rechange et des munitions après les deux premières années (réduisant donc les coûts de programmes réels).

En 2017, le gouvernement du Canada a révisé son estimation du coût de ce programme datant de 2008, la faisant passer de 26,2 milliards de dollars² à entre 56 et 60 milliards de dollars. Les coûts seront revus lorsque la phase de développement sera terminée³. Il y a une différence de 9,8 à 13,8 milliards de dollars entre les données du MDN et les nouvelles estimations du DPB.

Tableau 1 du résumé

Estimation du coût du programme des NCC

<i>En milliards de dollars</i>	DPB, 2019	DPB, 2017	MDN
Préproduction	5,3	5,0	
Production	53,2	38,4	
Ensemble du projet	11,4	17,9	
Total	69,8	61,8	56-60*

Sources : Calculs du DPB. Ministère de la Défense nationale.

Notes : Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. Les coûts sont présentés en dollars courants (non indexés).

*Les chiffres du MDN n'incluent pas les taxes.

Une analyse de sensibilité indique qu'un retard d'une année du début de la production, qui ferait que la construction du premier navire commencerait en 2025, ferait augmenter le coût total du projet de près de 2,2 milliards de dollars.

1. Introduction

Ce rapport fournit une estimation actualisée du coût du programme des navires de combat canadiens. En février 2019, le gouvernement du Canada a confirmé que l'offre de Lockheed Martin Canada, basée sur le Type 26 de BAE Systems, était retenue pour le programme des navires de combat canadiens⁴. L'analyse de coût précédente du DPB (2017) reposait sur un modèle générique et ne tenait pas compte des caractéristiques propres au Type 26, en particulier de la taille du navire⁵.

Conformément au rapport de 2017 du DPB, cette estimation actualisée tient compte du coût du développement, de la production, des pièces de rechange, des munitions, de la formation, de la gestion du programme du gouvernement et de modernisation des installations existantes. Dans cette mise-à-jour, nous avons cependant exclu le coût des pièces de rechange au-delà des deux premières années.

La méthodologie employée pour produire cette estimation est presque en tous points semblable à celle présentée dans le rapport de 2017 du DPB. La méthode d'estimation principale est une méthode paramétrique; l'estimation est calculée à l'aide de la relation entre coûts et estimations qui est définie au moyen du logiciel de détermination des coûts TruePlanning. Il a été prouvé que les estimations produites avec ce logiciel, lorsque comparées avec les coûts réels de programme, se situent à plus ou moins 20 pour cent de ceux-ci.

Ces résultats sont ensuite comparés aux estimations de deux méthodes heuristiques. La première méthode heuristique mesure les facteurs d'augmentation des coûts liés aux navires de combat pour un navire comparable et applique la différence aux facteurs relatifs au Type 26. La deuxième méthode heuristique évalue le coût du neuvième navire d'une série de navires similaires par rapport à ceux du Type 26 (généralement, c'est à partir du neuvième navire que la majorité des gains d'efficacité sont intégrés au processus de production; ensuite, les améliorations de coût sont nettement moindres).

Nous avons également effectué une analyse de sensibilité pour déterminer l'effet de retards du début de la construction.

Enfin, les conclusions de ce rapport sont comparées avec celles du rapport du DPB de 2017 sur l'estimation du coût du programme des navires de combat canadiens, ainsi qu'avec l'estimation des coûts la plus récente fournie par le ministère de la Défense nationale (MDN).

1.1. Contexte

Le programme des navires de combat canadiens (NCC) vise à remplacer les 12 frégates de la classe Halifax (également appelées « frégates canadiennes de patrouille » ou « FCP ») ainsi que les trois destroyers de la classe Iroquois qui ont été mis hors service par une nouvelle flotte de 15 navires de guerre⁶.

Le 8 février 2019, le gouvernement a officiellement annoncé le modèle choisi, en l'occurrence le Type 26 de BAE Systems. Lockheed Martin Canada fournit l'équipe chargée de la conception et Irving Shipbuilding Inc., d'Halifax, est le principal entrepreneur du projet⁷.

Le programme des NCC en est en ce moment à l'étape du développement. Le gouvernement prévoit que l'étape de l'acquisition commencera au début des années 2020, avec les premières livraisons au milieu des années 2020. La livraison du quinzième navire, prévue à la fin des années 2040, conclura le programme d'acquisition⁸.

En 2008, le budget initial du programme des NCC a été fixé à 26,2 milliards de dollars (en dollars courants ou non indexés)⁹. En 2017, le DPB estimait le coût du programme des NCC à près de 62 milliards de dollars (en dollars non indexés)¹⁰. Le gouvernement du Canada a par la suite révisé son estimation du coût du programme d'acquisition pour le porter à un total se situant entre 56 et 60 milliards de dollars, les coûts devant être réévalués lorsque l'étape du développement sera terminée¹¹.

1.2. Spécifications du projet

Les spécifications suivantes ont été établies pour le projet d'acquisition des navires de combat canadiens :

- le projet repose sur le Type 26 de BAE Systems¹²;
- les navires seront construits à Halifax, en Nouvelle-Écosse, dans le chantier naval d'Irving Shipbuilding Inc.;¹³
- au total, 15 navires remplaceront les 12 frégates de la classe Halifax ainsi que les trois destroyers de la classe Iroquois mis hors service¹⁴;
- le poids lège est de 6 900 tonnes métriques^{15,16};
- la construction du premier NCC commencera au début des années 2020¹⁷.

1.3. Hypothèses du DPB

Voici les hypothèses retenues par le DPB :

- Ce chiffrage vise seulement les étapes du développement et de l'acquisition. Nous ne tenons pas compte du coût du fonctionnement et de soutien autre que celui des pièces de rechange et des munitions pour une période de deux ans.
- Les activités de préproduction durent environ six ans et se terminent lorsque commence la construction du premier navire.
- La construction commence au cours de l'exercice 2023-2024.
- La production continue jusqu'à ce que le quinzième navire soit terminé, en 2043-2044.
- Les coûts de production sont liés à une courbe d'apprentissage; plus précisément, les navires ensuite produits dans le cadre d'un même cycle de production deviennent de moins en moins chers à mesure des gains d'efficacité.
- Les taxes sont incluses dans les estimations de coûts.
- Nous avons adopté les chiffres de l'inflation des prévisions relatives à l'indice des prix à la consommation figurant dans les *Perspectives économiques et financières d'avril 2019* du DPB¹⁸.

2. Méthodes

Ce rapport repose en grande partie sur la méthodologie décrite dans le rapport de 2017 du DPB sur le coût du programme des navires de combat canadiens. Cette section expose brièvement les méthodes de modélisation adoptées. Elles sont au nombre de trois : une méthode de modélisation paramétrique, qui produit les principales estimations du rapport, et deux méthodes heuristiques, qui servent à confirmer les résultats de l'estimation principale.

2.1. Méthode paramétrique

L'estimation principale présentée dans ce rapport est calculée en utilisant la relation entre coûts et estimations établis dans le rapport du DPB de 2017. Cette relation a été définie au moyen du logiciel d'estimation des coûts TruePlanning.

Qu'est-ce que TruePlanning® et comment fonctionne-t-il?

TruePlanning est un outil exclusif d'estimation paramétrique des coûts. Créé par PRICE Systems LLC, il est utilisé pour des projets militaires et non militaires. Le département américain de la Défense s'en sert pour établir le coût de projets d'achats militaires. L'outil est aussi utilisé par de grandes sociétés, comme BAE et Boeing.

Pour connaître le coût estimatif d'un programme, il faut d'abord calibrer le logiciel en fonction des coûts du programme et de la relation entre coûts et estimations d'un programme antérieur comparable; dans le cas présent, il s'agit du programme des frégates canadiennes de patrouille qui, dans les années 1990, a produit les frégates de la classe Halifax utilisées aujourd'hui. La relation entre coûts et estimations générée par le logiciel est ensuite modifiée selon les paramètres propres au nouveau programme dont on veut connaître le coût.

Il importe de souligner que nous avons évalué les hypothèses utilisées par le DPB dans son modèle d'estimation de 2017 concernant la complexité du système, et d'autres facteurs relatifs aux coûts, et conclu qu'elles pouvaient être utilisées dans cette analyse. L'annexe B du rapport de 2017 renferme plus de détails sur ces hypothèses et sur le calibrage du modèle de TruePlanning adapté à partir de ce rapport¹⁹.

2.1.1. Estimation d'un coût total de référence du projet

La relation principale utilisée pour l'estimation de coût dans le rapport du DPB de 2017 est la relation entre le poids lège et le coût de production. Nous utilisons cette relation pour obtenir le coût réel total du projet à partir des hypothèses énoncées aux sections 1.2 et 1.3, en particulier le poids lège du navire de combat de Type 26 estimé à 6 790 tonnes et la date de début de construction fixée à l'exercice 2023-2024.

2.1.2. Catégories de coûts du projet

Une fois que le coût réel de base est estimé, les coûts sont répartis entre trois phases de projet : la préproduction, la production et une catégorie relative à l'ensemble du projet. Ces catégories représentent une simplification du cadre normalisé d'établissement des coûts pour tout le cycle de vie utilisé dans les projets de la Défense nationale. En principe, la phase *Préproduction* consiste essentiellement en une phase de *développement*, tandis que la phase *Production* constitue la phase d'*acquisition*²⁰. La phase *Ensemble du projet*, quant à elle, couvre les phases *Préproduction* et *Production*. Ces catégories simplifiées permettent de répartir correctement dans le temps les coûts du projet et de s'assurer qu'ils sont bien assujettis à l'inflation.

Les trois phases du projet comprennent les éléments suivants :

Préproduction

- Coûts d'élaboration du projet, y compris l'achat d'un modèle et les modifications exigées pour s'adapter aux spécifications de la Marine royale canadienne
- Coûts de modernisation des installations

Production

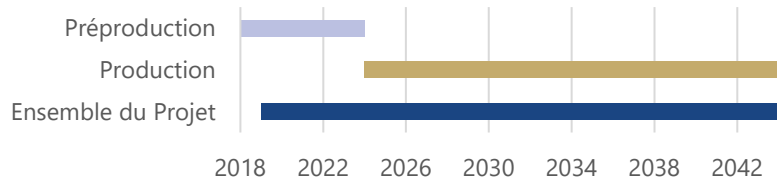
- Coût de production total

Ensemble du projet

- Frais généraux
- Gestion du programme
- Pièces de rechange et munitions
- Formation
- Documentation

Nous répartissons ensuite les catégories de coût du projet sur toute la durée du projet. Comme le montre la figure 2-1, la phase *Préproduction*, qu'on suppose avoir commencé durant l'exercice 2018, durera jusqu'au début de la phase *Production* à l'exercice 2024. Celle-ci durera 20 ans et se terminera à la livraison du dernier navire, à l'exercice 2044. La phase *Ensemble du projet* durera 25 ans et prendra fin à l'exercice 2044. Elle s'échelonne sur toute la phase *Production* et la majeure partie de la phase *Préproduction*.

Figure 2-1 Échéancier des catégories de coûts du projet



Source : DPB.

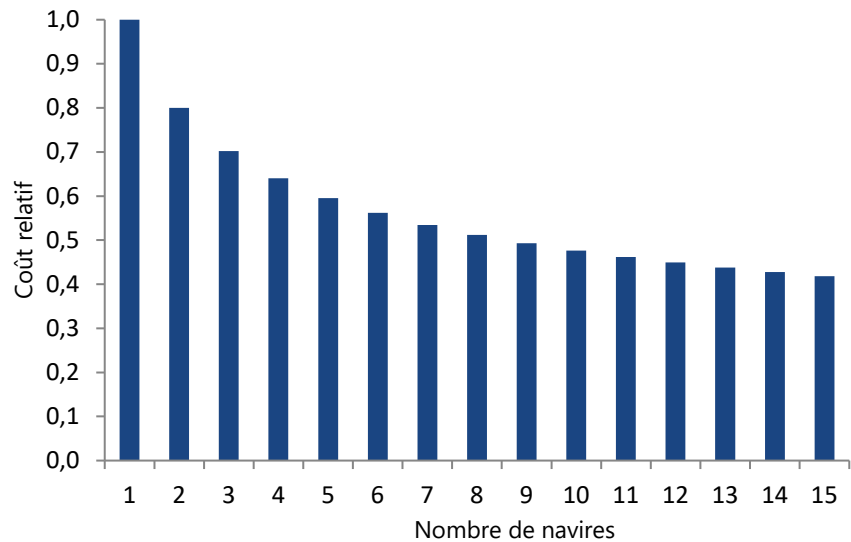
2.1.3. Répartition des coûts de chaque catégorie dans le temps

Pour les besoins de cette analyse, nous supposons que les coûts des catégories *Préproduction* et *Ensemble du projet* se répartissent également sur la totalité de leur échéancier respectif. Par exemple, si nous estimons que le coût total (réel) de la phase *Préproduction* s'élève à 6 milliards de dollars sur six ans, notre modèle suppose que les activités associées au projet coûtent 1 milliard de dollars par année.

Il est tenu compte d'une courbe d'apprentissage pour répartir les coûts de la catégorie *Production* tout au long du cycle de production. En effet, lors de la construction de navires de la même classe, les chantiers navals gagnent généralement en efficacité sur le cycle de production. Le deuxième navire coûte moins cher que le premier, le troisième que le deuxième, et ainsi de suite. Les études sur les courbes d'apprentissage dans le secteur de la construction navale montrent que c'est avant la construction du neuvième navire qu'interviennent la plupart des gains d'efficacité, les gains étant ensuite marginaux²¹.

La figure 2-2 donne un exemple de répartition des coûts de construction d'un navire tout au long du cycle de production, compte tenu d'une courbe d'apprentissage de 80 %. On entend par courbe d'apprentissage de 80 % le fait que chaque fois que le nombre d'unités produites double, les coûts baissent à 80 %; le deuxième navire produit coûte 80 % du premier, le quatrième coûte 80 % du deuxième, et ainsi de suite. C'est ce qui explique que les coûts de la catégorie *Production* sont plus importants en début de production.

Figure 2-2 Illustration d'une courbe d'apprentissage de 80 %



Source : DPB

Dans son rapport de 2017, le DPB supposait, à la lumière des données historiques de la construction navale au Canada, que la courbe d'apprentissage était d'environ 77,5 %. Nous maintenons cette supposition dans la présente analyse.

2.1.4. Établissement d'une estimation finale

Les coûts de chaque catégorie sont additionnés pour chaque année du programme et majorés en fonction (1) de l'indice des prix à la consommation projeté par le DPB²² et (2) d'une prime d'inflation propre à la défense. Ce dernier facteur correspond à l'écart constaté entre l'inflation économique historique et l'inflation observée dans l'industrie de la construction navale. Des études du Service d'études budgétaires du Congrès américain montrent que, dans cette industrie, les prix augmentent en moyenne de 1,2 % de plus par année que dans le reste de l'économie²³.

Une fois les facteurs d'inflation pris en compte, nous calculons le coût total (en dollars courants) en additionnant toutes les années du programme.

3. Méthodes heuristiques

Deux méthodes heuristiques sont utilisées pour valider l'estimation obtenue avec la méthode paramétrique principale. Le DPB les employait déjà dans son rapport de 2017²⁴. Ces méthodes reposent sur les démarches heuristiques utilisées dans d'autres recherches, à savoir des rapports publiés par la RAND Corporation en 2006 (*Why Has the Cost of Navy Ships Risen?*) et en 2015 (*Australia's Naval Shipbuilding Enterprise*^{25, 26}).

3.1. Première méthode heuristique

La première méthode heuristique permet de mesurer les facteurs qui font augmenter le coût des navires de combat dans le cas de la frégate canadienne de patrouille (FCP) et d'appliquer ces différences au Type 26. Cette méthode repose sur l'approche heuristique décrite dans le rapport *Why Has the Cost of Navy Ships Risen?*, produit par la RAND Corporation en 2006²⁷.

La méthode d'estimation heuristique comprend les étapes suivantes :

1. Nous prenons le coût de construction du neuvième navire du programme des FCP et nous le réduisons par 1,2 % de plus que le taux d'inflation par année²⁸, à partir de la date de livraison à l'exercice 1994 jusqu'au début des livraisons à l'exercice 1991.
2. Nous majorons ensuite le coût de 2 %, jusqu'à l'exercice 2004, pour tenir compte des améliorations aux capacités non manifestes, comme l'amélioration de l'équipement et les progrès technologiques dans l'électronique. Cette augmentation a lieu dans la période de livraison des premiers navires dans les classes de comparaison. Les données de la RAND Corporation ne couvrent qu'une période de 40 ans se terminant en 2004 et il est difficile de dire si la hausse s'est poursuivie après 2004. Par prudence, nous appliquons l'inflation de 2 % uniquement jusqu'à la fin de la période visée par le rapport de la RAND Corporation plutôt que jusqu'à la première date de livraison prévue d'un navire de Type 26.
3. Nous tenons ensuite compte de l'inflation et de la prime d'inflation propre à la défense observées dans les programmes. Nous majorons le coût de 1,5 % de plus que le taux d'inflation de l'exercice 1991 à l'exercice 2017. Sur ce 1,5 point de pourcentage, 0,4 point de pourcentage représente l'inflation imputable à des facteurs économiques entre générations, et 1,1 point de pourcentage représente l'inflation liée à la densité de puissance, qui reflète les changements dans la complexité du système^{29, 30}.

Pourquoi utiliser le coût du neuvième navire?

L'utilisation du coût du neuvième navire permet des comparaisons de coût plus justes. En général, à la construction du neuvième navire, le chantier naval a déjà franchi la partie la plus difficile de la courbe d'apprentissage et les gains d'efficacité sont ensuite bien moindres. La comparaison entre neuvièmes navires est donc plus juste, car le coût presque minimal a été atteint.

4. Le coût est ensuite rajusté en fonction des différences de poids entre la FCP et le Type 26. Ce dernier affiche un poids lège de 6 790 tonnes, ce qui est 81 % de plus que le poids lège de la FCP, qui est de 3 748 tonnes³¹. Le coût est donc multiplié par un facteur approximatif de 1,81.
5. À la dernière étape, nous prenons en considération les différences fiscales qui découlent du lieu de construction de la FCP et du Type 26. Pour la FCP, le taux effectif était de 6,1 %³². Le Type 26 sera construit en Nouvelle-Écosse, où la TVH actuelle est de 15 %³³. Nous tenons compte dans le coût du navire de la différence fiscale de 8,9 %.

3.2. Deuxième méthode heuristique

La deuxième méthode heuristique repose sur une approche comparative suggérée dans le rapport *Australia's Naval Shipbuilding Enterprise*, publié par la RAND Corporation en 2015³⁴. Cette méthode consiste à fonder l'estimation du coût d'un nouveau navire sur celui de navires comparables de la même classe et de la même génération, en tenant compte des différences dans le poids lège et les taux salariaux.

Pour les besoins de cette approche comparative, nous sélectionnons trois programmes de navires de combat comparables : la frégate multi-mission (FREMM) de la France, la frégate Fridtjof Nansen de la Norvège et le destroyer américain de la classe Arleigh Burke. Le coût du neuvième navire dans le programme de la FREMM et celui de la Fridtjof Nansen est estimé selon le coût moyen des navires dans ces programmes; pour le destroyer de la classe Arleigh Burke, le coût du neuvième navire provient des prévisions budgétaires de la Marine américaine³⁵.

1. D'abord, le coût unitaire de chaque classe de navire est majoré jusqu'à l'exercice 2017 en utilisant le taux d'inflation économique et le taux d'inflation propre à la défense³⁶. Le coût est converti de la devise originale en dollars canadiens et rajusté de manière à tenir compte de la différence de poids lège des navires.
2. Comme les navires de référence ont été construits en dehors du Canada, nous rajustons les coûts afin de prendre en considération les différences dans les taux de rémunération; à cette fin, nous prenons les taux horaires moyens des professions liées à la construction navale dans chacun des trois pays et les convertissons en dollars canadiens³⁷. Puis nous rajustons en conséquence la composante de la main-d'œuvre, qui correspond à environ 31,4 % du coût total du neuvième navire.

3. Enfin, le coût moyen de la construction d'une FREMM et d'une frégate Fridtjof Nansen doit être rajusté en fonction du coût du neuvième navire. Nous fondant sur les données relatives au coût de construction des navires provenant du rapport du DPB de 2017, nous estimons que le coût du neuvième navire est légèrement inférieur au coût moyen des navires d'un programme donné; le coût du neuvième navire équivaut à environ 96 % du coût moyen des navires. Nous multiplions donc le coût unitaire moyen des navires par 96 % afin d'obtenir le coût du neuvième navire.

Sans prendre position en ce qui concerne la comparabilité du Type 26 avec chacune des trois classes de navires, nous utilisons la moyenne du coût des trois neuvièmes navires calculée à l'aide de cette deuxième méthode heuristique pour arriver à une estimation.

4. Résultats

Dans cette section, nous présentons les résultats des trois méthodes utilisées, soit la méthode paramétrique principale et les deux méthodes heuristiques.

4.1. Méthode paramétrique

Le tableau 4-1 illustre les résultats de la méthode d'estimation principale, la méthode paramétrique. L'estimation du coût de production total se situe à 69,8 milliards de dollars (en dollars courants ou non indexés). Les coûts de préproduction représentent un peu plus de 5,3 milliards de dollars, soit 8 % du coût total. Plus de 76 pour cent du coût total sont attribuables à la production, laquelle se chiffre à environ 53,2 milliards de dollars. Les coûts relatifs à l'ensemble du projet constituent 16 % du total, soit 11,4 milliards de dollars.

Tableau 4-1

Coût estimatif du programme des NCC

<i>en milliards de \$</i>	DPB 2019
Préproduction	5,3
Production	53,2
Ensemble du projet	11,4
Total	69,8

Source : Calculs du DPB.

Notes : Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. Les coûts sont présentés en dollars courants (non indexés).

4.2. Méthodes heuristiques

Le tableau 4-2 montre les résultats des deux méthodes d'évaluation heuristiques, de même que les comparaisons individuelles avec les trois navires utilisés dans la deuxième méthode heuristique.

Comme l'illustre le tableau 4-2, la première méthode heuristique donne un coût estimé à 2,1 milliards de dollars (exercice 2017) pour le neuvième navire. Ce montant est supérieur d'environ 10 % à l'estimation principale de 1,9 milliard de dollars obtenue avec la méthode paramétrique.

La deuxième méthode heuristique donne un coût estimatif moyen de 1,8 milliard de dollars (exercice 2017) pour le neuvième navire. Ce montant est inférieur d'environ 8 % à l'estimation principale de 1,9 milliard de dollars.

La deuxième méthode heuristique utilise le coût moyen de trois navires : la frégate multi-mission (FREMM) de la France, la frégate Fridtjof Nansen de la Norvège et le destroyer américain de la classe Arleigh Burke. Une comparaison individuelle de ces trois navires avec le coût de production du neuvième NCC donne les résultats suivants : le coût estimatif de la FREMM est inférieur d'environ 19 %, celui de la frégate Fridtjof Nansen l'est de 7 % et celui du destroyer de la classe Arleigh Burke est supérieur d'environ 1 %.

Tableau 4-2 Coût estimatif du neuvième navire

<i>en milliards de \$</i>		Coût du neuvième navire	Différence
Paramétrique		1,9	
Heuristique 1		2,1	10,4 %
Heuristique 2	<i>FREMM</i>	1,6	-19,4 %
	<i>Nansen</i>	1,8	-6,9 %
	<i>Arleigh</i>	2,0	1,1 %
	Moyenne	1,8	-8,4 %

Source : Calculs du DPB.

Note : Chiffres de l'exercice 2017. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

5. Analyse de sensibilité

Nous procédons à une analyse de sensibilité de la méthode paramétrique principale afin de déterminer le coût supplémentaire qu'entraînerait le retard d'un an et de deux ans du début de la construction. Nous supposons que tout retard surviendra durant la phase de préproduction, qui sera alors prolongée, tandis que la phase de production sera repoussée d'une même durée. Notre modèle suppose que les coûts supplémentaires découlant d'un retard seraient dus à l'inflation.

Comme il est indiqué à la section 2.1, les phases de préproduction, de production et d'ensemble du projet durent respectivement 6, 20 et 25 ans. En cas de retard d'un an, la phase de préproduction sera allongée d'un an, pour durer sept ans en tout, et se terminera à l'exercice 2024. La phase de production et la phase relative à l'ensemble du projet garderont la même durée, mais commenceront un an plus tard. La phase de production débutera à l'exercice 2025 et finira à l'exercice 2045, tandis que la phase relative à l'ensemble du projet commencera à enregistrer des coûts à l'exercice 2020, et les coûts continueront jusqu'à l'exercice 2044. Le même raisonnement s'applique à un retard de deux ans.

Le tableau 5-1 présente les résultats de l'analyse de sensibilité. Un retard d'un an ferait augmenter le coût total du programme de près de 2,2 milliards de dollars, soit une hausse de 3 %, tandis qu'un retard de deux ans le ferait bondir de près de 4,5 milliards de dollars, soit une augmentation de 6 %.

Tableau 5-1 Coût estimatif du programme des NCC en cas de retard

<i>en milliards de \$</i>	Coût total du programme	Hausse en \$	Hausse en %
Sans retard	69,8		
Retard de 1 an	72,0	2,2	3,1 %
Retard de 2 ans	74,3	4,5	6,0 %

Source : Calculs du DPB.

Notes : En dollars non indexés. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

6. Comparaison avec les estimations précédentes

Dans cette section, nous comparons l'estimation actualisée du coût du programme des NCC avec les estimations et les hypothèses contenues dans le rapport du DPB de 2017. Les résultats sont aussi comparés avec la plus récente estimation que le ministère de la Défense nationale a produite du coût du programme des NCC.

Le tableau 6-1 présente la comparaison de ces estimations. Le coût total actualisé du programme, soit 69,8 milliards de dollars, est supérieur d'environ 8 milliards à l'estimation du DPB dans son rapport de 2017, qui était de 61,8 milliards de dollars.

Le poids du navire est un des principaux facteurs de coût. Le déplacement du navire constitue le principal facteur à prendre en considération dans la relation entre coûts et estimations du modèle. Dans son estimation de coût de 2017, le DPB se fonde sur un poids léger de 5 400 tonnes, qui était calculé à partir des modèles disponibles du projet de NCC à l'époque. Avec l'annonce du choix du Type 26, nous savons maintenant que le modèle choisi a un poids léger de 6 790 tonnes, soit beaucoup plus que prévu.

Le changement d'échéancier du projet des NCC est un autre facteur important qui fait augmenter l'estimation de coût du DPB. Nous supposons maintenant que la phase de construction du projet commencera trois ans plus tard que ce qui était prévu dans le rapport du DPB de 2017, ce qui se répercute sur le début et la durée de la phase de développement et repousse à plus tard le début de la phase de construction.

Par ailleurs, les retards dans l'acquisition du matériel entraîneront des coûts non indexés plus élevés, à cause de l'inflation. Et, comme indiqué précédemment, des études démontrent l'existence d'une prime d'inflation propre au secteur de la défense, facteur qui se traduira par une hausse des coûts non indexés.

Finalement, la présente estimation de coûts n'inclut pas le coût des pièces de remplacement au-delà des deux premières années. L'exclusion des pièces de rechange supplémentaires réduit l'augmentation du coût total estimé du progrès.

La première estimation des coûts du MDN, qui remonte au budget de 2008, établissait le coût du programme des NCC à 26,2 milliards de dollars³⁸. En 2017, le Ministère a révisé son estimation pour la situer entre 56 et 60 milliards de dollars³⁹, soit environ 9,8 à 13,8 milliards de moins que notre

estimation actuelle de 69,8 milliards de dollars. Le MDN n'ayant toujours pas publié de ventilation de l'estimation des coûts du projet, nous ne pouvons pas présenter de comparaison détaillée.

Tableau 6-1

Coût estimatif du programme des NCC

<i>en milliards de \$</i>	DPB 2019	DPB 2017	MDN
Préproduction	5,3	5,0	
Production	53,2	38,4	
Ensemble du projet	11,4	17,9	
Total	69,8	61,8	56-60*

Sources : Calculs du DPB. Ministère de la Défense nationale.

Notes : Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué. Les coûts sont présentés en dollars courants (non indexés).

*Les chiffres du MDN n'incluent pas les taxes.

L'annexe A présente une comparaison des estimations heuristiques révisées et antérieures du DPB.

Annexe A : Comparaison avec les estimations antérieures selon les méthodes heuristiques

Dans cette section, nous comparons les résultats des deux méthodes heuristiques avec ceux publiés dans le rapport du DPB de 2017.

Changements méthodologiques

Les méthodes heuristiques utilisées ici sont en grande partie semblables à celles employées dans le rapport précédent, mais quelques changements ont été apportés pour améliorer la justesse des estimations :

- les méthodes heuristiques utilisées dans ce rapport reposent sur les données historiques de l'inflation plutôt que sur le chiffre supposé de 2 % par année;
- dans la première méthode heuristique, nous utilisons un taux d'inflation propre à la défense de 1,1 % afin de tenir compte des différences de densité de puissance entre les générations de navires⁴⁰, alors que le rapport de 2017 se fondait sur un écart entre générations de navires exprimé en kilowatts/tonne;
- dans la deuxième méthode heuristique, nous utilisons trois navires plutôt qu'un seul aux fins de comparaison.

Comparaison des résultats heuristiques

Le tableau A-1 donne une comparaison des résultats heuristiques dans ce rapport et dans le rapport du DPB de 2017.

Comme l'indique la section 4.2, les estimations résultant de l'utilisation de la première méthode heuristique sont supérieures de 10 % à celles obtenues à l'aide de la méthode paramétrique. Dans le rapport publié par le DPB en 2017, un constat semblable était dressé au sujet de la première méthode heuristique, qui produisait une estimation supérieure de 13 % à celle de la méthode paramétrique.

La deuxième méthode heuristique révèle une estimation moyenne inférieure d'environ 8 % à celle découlant de la méthode paramétrique. Dans son rapport de 2017, le DPB arrivait, au moyen de la deuxième méthode

heuristique, à une estimation supérieure de 3 % à celle de la méthode paramétrique. Cependant, cette estimation reposait uniquement sur les navires américains de la classe Arleigh Burke. Comme nous l'avons vu dans la section 4.2 et le tableau A-1, le coût estimatif de ce navire est supérieur d'environ 1 % à celui calculé avec la méthode paramétrique, résultat semblable à celui du rapport du DPB de 2017.

Tableau A-1 Comparaison des coûts estimatifs des neuvièmes navires

en milliards de \$

		Coût du neuvième navire	Différence	
DPB 2019	Paramétrique	1,9		
	Heuristique 1	2,1	10,4 %	
	Heuristique 2	<i>FREMM</i>	1,6	-19,4 %
		<i>Nansen</i>	1,8	-6,9 %
		<i>Arleigh</i>	2,0	1,1 %
		Moyenne	1,8	-8,4 %
DPB 2017	Paramétrique	1,6		
	Heuristique 1	1,8	13,2 %	
	Heuristique 2	<i>Arleigh</i>	1,6	3,1 %

Source : Calculs du DPB.

Notes : Chiffres de l'exercice 2017. Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre au total indiqué.

Notes

1. Directeur parlementaire du budget. *Le coût des navires de combat canadiens*, 2017.
2. Services publics et Approvisionnement Canada. *Projets de construction navale visant à équiper la Marine royale canadienne et la Garde côtière canadienne*, 2019, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/mer-sea/sncn-nss/projets-projects-fra.html>.
3. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
4. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
5. Directeur parlementaire du budget. *Le coût des navires de combat canadiens*, 2017.
6. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
7. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
8. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
9. Services publics et Approvisionnement Canada. *Projets de construction navale visant à équiper la Marine royale canadienne et la Garde côtière canadienne*, 2019, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/mer-sea/sncn-nss/projets-projects-fra.html>.
10. Directeur parlementaire du budget. *Le coût des navires de combat canadiens*, 2017.
11. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
12. Services publics et Approvisionnement Canada. *Projets de construction navale visant à équiper la Marine royale canadienne et la Garde côtière canadienne*, 2019, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/mer-sea/sncn-nss/projets-projects-fra.html>.
13. Services publics et Approvisionnement Canada. *Projets de construction navale visant à équiper la Marine royale canadienne et la Garde côtière canadienne*, 2019, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/mer-sea/sncn-nss/projets-projects-fra.html>.

14. Services publics et Approvisionnement Canada. *Projets de construction navale visant à équiper la Marine royale canadienne et la Garde côtière canadienne*, 2019, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/mer-sea/sncn-nss/projets-projects-fra.html>.
15. BAE Systems. *Global Combat Ship*, 2019, <https://www.baesystems.com/en-uk/product/global-combat-ship> [EN ANGLAIS SEULEMENT].
16. Cela représente environ 6 790 tonnes longues, la tonne longue étant l'unité de mesure utilisée dans ce rapport.
17. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
18. Directeur parlementaire du budget. *Perspectives économiques et financières – Avril 2019*, 2019.
19. Directeur parlementaire du budget. *Le coût des navires de combat canadiens*, annexe B, 2017.
20. Le cycle de gestion du projet utilisé par le ministère de la Défense nationale comprend les phases de développement, d'acquisition, de soutien, de fonctionnement et d'élimination; voir, par exemple, la *Capacité de la prochaine génération de chasseurs – Mise à jour annuelle – 2014*, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/organisation/rapports-publications/equipement/capacite-de-la-prochaine-generation-de-chasseurs-mise-a-jour-annuelle-2014.html>.
21. Arena, M.V., Blickstein, I., Younossi, O. et Grammich, C. *Why Has The Cost of Navy Ships Risen?*, RAND Corporation, 2006 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
22. Directeur parlementaire du budget. *Perspectives économiques et financières – Avril 2019*, 2019.
23. Congressional Budget Office. *An Analysis of the Navy's Fiscal Year 2017 Shipbuilding Plans*, 2017, <https://www.cbo.gov/sites/default/files/115th-congress-2017-2018/reports/52324-shipbuildingreport.pdf> [EN ANGLAIS SEULEMENT].
24. Directeur parlementaire du budget. *Le coût des navires de combat canadiens*, 2017.
25. Arena, M.V., Blickstein, I., Younossi, O. et Grammich, C. *Why Has The Cost of Navy Ships Risen?*, RAND Corporation, 2006 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
26. Birkler, J., Schank, J. F., Arena, M. V., Keating, E. G., Predo, J. B., Black, J. et Younossi, O. *Australia's Naval Shipbuilding Enterprise*, Santa Monica (Californie), RAND Corporation, 2015 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
27. Arena, M.V., Blickstein, I., Younossi, O. et Grammich, C. *Why Has The Cost of Navy Ships Risen?*, RAND Corporation, 2006 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
28. Le Service d'études budgétaires du Congrès américain (CBO) a constaté que le coût de la construction navale augmente de 1,2 % de plus que le taux d'inflation du PIB. CBO, 2017.
29. Arena, M.V., Blickstein, I., Younossi, O. et Grammich, C. *Why Has The Cost of Navy Ships Risen?*, RAND Corporation, 2006 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
30. L'inflation propre à la défense repose sur deux types de facteurs à cette étape : les facteurs économiques et la densité de puissance. L'inflation

attribuable aux facteurs économiques est le taux auquel les coûts de la construction navale augmentent plus vite que l'IPC, compte tenu des différences relatives à la main-d'œuvre, à l'équipement et aux matériaux. L'inflation liée à la densité de puissance représente les différences dans la complexité technologique.

31. Directeur parlementaire du budget. *Le coût des navires de combat canadiens*, 2017.
32. Au début du projet des FCP, le Canada avait une taxe sur les ventes des fabricants (TVF), qui a été remplacée par la taxe sur les produits et services (TPS) en 1991, avant la fin du projet. Comme le taux de taxe applicable n'a pas été le même tout au long du programme des FCP, le taux réel de la taxe a été calculé à l'aide du rapport d'achèvement du projet des FCP. Dans ce rapport figure un montant d'environ 323 millions de dollars en taxe de vente fédérale, un autre nom utilisé pour TVH ou la TPS. Le taux réel de la taxe a été évalué à 6,1 %, chiffre calculé en fonction du montant total du prix plafond de l'entrepreneur, soit 5 299 millions de dollars. Défense nationale, *Canadian Patrol Frigate Project Completion Report*, 2005.
33. Agence du revenu du Canada. « Tableau des taux provinciaux de la TPS/TVH », *Calculatrice de la TPS/TVH (et tableau des taux)*, 28 septembre 2016, <http://www.cra-arc.gc.ca/tx/bsnss/tpcs/gst-tps/rts-fra.html>.
34. Birkler, J., Schank, J. F., Arena, M. V., Keating, E. G., Predo, J. B., Black, J. et Younossi, O. *Australia's Naval Shipbuilding Enterprise*, Santa Monica (Californie), RAND Corporation, 2015, p. 294 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
35. Coût estimatif du neuvième navire de la classe Arleigh Burke construit dans chaque chantier naval américain calculé par le DPB en utilisant les données du département américain de la Marine (2016). Département de la Marine, *Shipbuilding and Conversion, Navy Department of Defense Fiscal Year (FY) 2017 President's Budget Submission*, 2016.
36. Le CBO des États-Unis constate que le coût de la construction navale augmente de 1,2 % de plus que le taux d'inflation du PIB. CBO, *An Analysis of the Navy's Fiscal Year 2017 Shipbuilding Plans: Congressional Budget Office*, 2017 [EN ANGLAIS SEULEMENT].
37. Economic Research Institute, 2019.
38. Services publics et Approvisionnement Canada. *Projets de construction navale visant à équiper la Marine royale canadienne et la Garde côtière canadienne*, 2019, <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/amd-dp/mer-sea/sncn-nss/projets-projects-fra.html>.
39. Ministère de la Défense nationale. *Navire de combat canadien*, 18 avril 2019, <https://www.canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/services/approvisionnement/navire-combat-canadien.html>.
40. Arena, M.V., Blickstein, I., Younossi, O. et Grammich, C. *Why Has The Cost of Navy Ships Risen?*, RAND Corporation, 2006 [EN ANGLAIS SEULEMENT].