



Modèle stratégique de production de personnel (MSPP) Version 1.0



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

Ottawa, Canada
6 novembre 2018
www.pbo-dpb.gc.ca

Le directeur parlementaire du budget (DPB) fournit au Parlement des analyses économiques et financières afin d'améliorer la qualité des débats parlementaires et de promouvoir une transparence et une responsabilité accrues en matière de finances.

Analyste principal :
Binyam Solomon

Ce rapport a été préparé sous la direction de :
Mostafa Askari et Jason Jacques

Nancy Beauchamp et Jocelyne Scrim ont contribué à la préparation du rapport en vue de sa publication. Merci à Mme Straver, M. Okazawa, et à M. Penney pour leurs commentaires utiles. Un remerciement spécial à M. Beck pour l'aide apportée par rapport aux données de la Réserve de l'Armée.

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

Yves Giroux
Directeur parlementaire du budget

Table des matières

Résumé	1
1. Introduction	4
2. Portée	6
2.1. Recrue spécialisée	7
3. Modèle	9
3.1. Hypothèses	9
3.2. Production de personnel : Formation	10
3.3. Production de personnel : Solde, traitements et avantages sociaux	13
3.4. Fonctionnement et entretien	13
3.5. Autres coûts marginaux	14
3.6. Extrants du modèle	15
4. Données et sources	17
4.1. Estimation des dépenses du MDN par circonscription électorale et province (SIDE)	18
4.2. Modèle stratégique des coûts	19
5. Validation des modèles	21
5.1. Salaires et avantages sociaux	21
5.2. Attrition	24
5.3. Instruction, éléments de la base et coûts en capital	29
6. Modifications futures	32
6.1. Évaluation de la politique	32
Conclusions	34

Annexe A :	Sigles	35
Annexe B :	Résultats de régression	37
Annexe C :	Données sur la Première réserve	39
	Références	42
	Notes	44

Résumé

Depuis le 21 septembre 2017, le mandat du directeur parlementaire du budget (DPB) comprend l'estimation, sur demande, du coût de toute proposition financière visant une campagne électorale. Par conséquent, le DPB accroît ses capacités, notamment en élaborant des modèles précis pour certains secteurs clés de l'économie et programmes fédéraux. Un de ces secteurs clés est la Défense nationale, qui représente environ 20 p. 100 des dépenses discrétionnaires fédérales.

La présente note comprend la description technique d'un modèle de « génération de personnel » pour l'estimation et la prévision des coûts associés à l'accroissement du personnel militaire. La production de personnel est essentielle aux organisations militaires; le modèle présenté constitue le premier de la série d'outils du DPB ayant pour objectif l'évaluation de l'ensemble du portefeuille de la Défense.

Le modèle permet d'estimer les coûts associés aux membres de la Force régulière et de la Première réserve (temps partiel) et met l'accent sur les nouvelles recrues de sources externes. Par contre, il ne tient pas compte des mouvements de personnel au sein des différentes catégories d'emploi militaire (de l'infanterie à la logistique, etc.). La passation en charges de ces mouvements internes est habituellement effectuée à même les budgets ministériels existants.

La principale variable du modèle constitue le temps de formation de la recrue. Plus précisément, le modèle fait le suivi du mode d'entrée de la recrue (c'est-à-dire formation d'officier, officier ayant fait des études supérieures et recrues directes) et de la durée de la formation suivie avant d'atteindre la fonctionnalité opérationnelle. Pour cette période de formation, le modèle calcule les coûts associés à la solde, au fonctionnement et à l'entretien, à l'appui de la base et à l'amélioration des systèmes de formation.

Selon les particularités de la plateforme électorale, le modèle active des routines supplémentaires. La version actuelle du modèle prévoit des routines spéciales pour les recrues spécialisées, comme les médecins ou les avocats, et les périodes de pointe (si la plateforme exige un nombre de recrues supérieur aux capacités actuelles des Forces armées canadiennes).

Pour faciliter la reproductivité des résultats et la transparence, le modèle utilise des données accessibles au public lorsqu'elles sont disponibles. Toutefois, ces données ont tendance à être très agrégées pour des raisons de protection des renseignements personnels et de sécurité nationale. Le modèle comprend plusieurs tests de sensibilité et de robustesse permettant

de valider les résultats et de délimiter les coûts estimatifs (fournir une limite supérieure et inférieure).

Le tableau récapitulatif suivant présente un résultat typique du modèle. Plus précisément, il décrit en détail les coûts associés à une plateforme électorale hypothétique prévoyant une augmentation de 1 000 membres de la Force régulière.

Tableau 1 du résumé

Tableau sommaire des coûts estimatifs d'une augmentation de 1 000 membres de la Force régulière

	Dollars EF 2018	Par année – Dollars de l'année budgétaire
	<i>M\$</i>	<i>M\$</i>
Coûts initiaux – Coûts de recrutement et de formation		
Solde des recrues (en formation)	161 \$	186 \$
Solde après l'obtention du diplôme	1 024 \$	1 294 \$
Immobilisations (formation)	469 \$	528 \$
Fonctionnement et entretien (F et E) (formation)	108 \$	125 \$
Fonctionnement et entretien (frais de déménagement, base, etc.)	338 \$	509 \$
Total des coûts initiaux	2 100 \$	2 624 \$
État stable, coûts récurrents : solde, fonctionnement et entretien (1 000 nouveaux membres)		
Solde	112 \$	159 \$
F et E – à l'appui de la formation seulement	58 \$	67 \$
Total des coûts récurrents	170 \$	226 \$

Comme le montre le tableau, le modèle sépare les coûts de démarrage et les coûts récurrents afin de faire la distinction entre les étapes clés du cycle de production de personnel. Le modèle fournit également des estimations en dollars pour l'exercice 2018 et en dollars de l'époque pour l'année budgétaire (données comprenant l'inflation projetée).

Le modèle montre que le recrutement et la formation de 1 000 membres de la Force régulière coûteraient un peu plus de 2 milliards de dollars (en dollars de l'exercice 2018). Environ 60 % des coûts totaux de démarrage ou engagés pendant la formation seraient attribuables à la solde et aux indemnités. Une fois que la formation sera terminée et que les nouveaux membres auront atteint la fonctionnalité opérationnelle, les coûts stabilisés s'établiront à environ 170 millions de dollars, en dollars de l'exercice 2018.

Plusieurs améliorations sont prévues d'ici le début de 2019 pour tenir compte des nouvelles sources de données du ministère de la Défense

nationale et d'autres instances. Une de ces améliorations importantes est l'ajout de l'estimation d'une année de service militaire qui comprend les prestations futures, comme les pensions et les prestations d'invalidité.

En plus de refléter l'ensemble des coûts financiers associés au personnel militaire, le modèle doit tenir compte de la variable importante que constituent les coûts militaires totaux lorsqu'ils comparent diverses options d'amélioration du ratio militaire-civil ou le ratio troupes combattantes (dents)-personnel de soutien (queue).

1. Introduction

Depuis le 21 septembre 2017, le mandat du directeur parlementaire du budget (DPB) comprend l'estimation, sur demande, du coût de toute proposition financière visant une campagne électorale. En prévision de ce mandat élargi, le DPB accroît ses capacités, notamment au moyen d'outils et de modèles.

La présente note comprend la description technique d'un modèle de l'un des modèles, qui a été conçu pour l'estimation et la prévision des coûts associés à l'accroissement du personnel militaire. Le public cible de cette note technique comprend les analystes du BPD et d'autres chercheurs qui s'intéressent aux aspects techniques du modèle de calcul des coûts de « production de personnel ».

Le gouvernement du Canada a récemment publié une politique de défense (MDN, 2017) contenant un engagement à long terme de financer les Forces armées canadiennes (FAC) et le ministère de la Défense nationale (MDN). Cependant, il est possible que les partis politiques veuillent toujours ajouter, soustraire ou reporter des projets ou des engagements pris dans le cadre de cette politique.

Par exemple, dans son programme de 2006, le Parti conservateur promettait de recruter 13 000 membres supplémentaires de la Force régulière et 10 000 membres supplémentaires de la Force de réserve. Veuillez noter que cette augmentation est supérieure à l'énoncé de politique de 2005 du gouvernement libéral qui proposait une augmentation de 5 000 membres de la Force régulière et de 3 000 membres de la Force de réserve.¹

Certaines des plateformes des partis politiques peuvent comprendre une combinaison d'augmentations de capital et de personnel. Par exemple, un parti politique peut adopter une partie ou la totalité des recommandations du rapport de 2017 du Comité permanent de la sécurité nationale et de la défense du Sénat (Sénat du Canada, 2017). Ce rapport du Sénat comprend des recommandations comme :

- a. Recommandation 5 : Remplacement de 55 Griffon par des hélicoptères de transport moyen à lourd
 - i. Ajout de 24 hélicoptères d'attaque (pouvant entraîner une nouvelle capacité)
 - ii. Utilisation des VH-71 à des fins autres que la cannibalisation en pièces de rechange
- b. Recommandation 13 : Ajout de 12 nouveaux sous-marins

- c. Recommandations 10, 11 et 27 : Adoption d'un nouveau modèle de solde pour attirer et retenir la main-d'œuvre qualifiée; adoption d'un plan stratégique pour accroître le nombre de femmes au sein de l'ARC et augmentation du nombre de Rangers de 2 000 à 7 000.

L'établissement des coûts des plateformes des partis implique l'évaluation de l'impact de ces dernières sur la situation financière du pays. Par contre, l'évaluation de la pertinence des politiques ne constitue pas une exigence explicite. Par exemple, nous pouvons établir les coûts du montant supplémentaire versé pour faire construire de l'équipement militaire au Canada, mais pas nécessairement les répercussions économiques d'une politique d'achat au Canada.

Le modèle se trouve dans une feuille de calcul **Microsoft Excel**. Toutes les analyses de sensibilité et tous les modèles statistiques sont réalisés à l'externe au moyen de **R**. R est un environnement logiciel gratuit (public) de calcul statistique et de conception de graphiques².

La présente note comprend une brève description de la portée du modèle, suivi de la section 3 qui décrit la mécanique du modèle de calcul des coûts de production de personnel. La section suivante traite des sources de données et des avantages et limites connexes. La section 5 consiste en une présentation des analyses de validité et de sensibilité du modèle. Enfin, la dernière section porte sur les améliorations éventuelles possibles.

2. Portée

Le modèle stratégique de production de personnel (MSPP) est conçu pour l'évaluation de l'incidence au plan stratégique. Plus précisément, il estime le financement supplémentaire requis ou l'incidence financière nécessaire pour pouvoir procéder à une augmentation du personnel proposée.

Le présent rapport met l'accent sur les nouvelles recrues provenant de sources externes plutôt que sur les membres du personnel qui passent de catégorie d'emploi militaire à une autre ou du grade de militaire du rang à officier. Les coûts associés à la formation d'un groupe professionnel militaire particulier sont établis une fois que la recrue a atteint le niveau opérationnel de compétence³.

Les sources externes comprennent les cas d'enrôlement direct en qualité d'officier⁴ et d'inscription au Programme de la formation universitaire pour officiers de la Force régulière (PFOR). Ces sources visent les officiers. Pour les MR, la principale source de production de personnel constitue le recrutement direct (*ab initio*).

Les recrues admises dans le cadre du PFOR sont souvent acceptées au Collège militaire royal du Canada (CMRC) ou dans une autre université canadienne et sont désignées comme élèves-officiers (MDN, 2018)⁵. Elles ont la possibilité d'obtenir un baccalauréat et une commission d'officier dans les Forces armées canadiennes (FAC).

En tant qu'officiers recrutés, les recrues peuvent présenter une demande d'enrôlement dans les FAC après avoir obtenu un diplôme dans une discipline « appropriée » d'une université ou d'un établissement canadien ou étranger reconnu (MDN, 2018). Les deux formes d'enrôlement exigent une formation élémentaire des officiers, une formation en langue seconde et une formation professionnelle militaire.

Nous nous attendons à ce que la prochaine version du modèle comprenne le coût total d'une année-personne militaire. Plus précisément, la prochaine version du modèle met à jour les coûts associés à la solde afin d'inclure les pensions, les prestations d'invalidité et d'autres avantages futurs.

En plus de donner une image plus complète des coûts financiers, le coût total d'une année-personne militaire facilite les comparaisons avec d'autres coûts de main-d'œuvre, comme la Première réserve, les civils et les entrepreneurs.

2.1. Recrue spécialisée

Selon Straver et Christopher (2015), le recrutement spécialisé s'adressant aux officiers et aux MR constitue une autre source externe de production de personnel, mais il ne représente que 5 % du total. Les FAC ont un programme appelé Programme de formation universitaire pour les MR (PFUMR), qui permet aux MR d'acquérir des compétences spécialisées dans différents métiers⁶.

Encore une fois, ce n'est pas l'un des principaux moyens de recrutement. Bien que nous ayons un onglet distinct (ou une routine) pour l'entrée axée sur les compétences, nous ne modélisons pas ces coûts explicitement. S'il y a un besoin particulier, les modèles de la Réserve ou de la Force régulière peuvent être modifiés en augmentant la durée ou les étapes de l'obtention du diplôme (voir la section suivante pour plus de détails).

Le modèle MSPP tient également compte des coûts du recrutement des réservistes. Il n'y a pas d'études à l'échelle des FAC sur le recrutement et le maintien en poste des réservistes. Doran (2016) cite des statistiques d'une grande unité de la Réserve de l'Armée (34 Régiment du génie de combat) et place le taux d'attrition à environ 10 %. Environ 80 % de la population de la réserve se compose d'étudiants qui utilisent la réserve pour obtenir un supplément de revenu et qui quittent la réserve après quatre à cinq ans (Doran, 2016).

Étant donné le manque de données détaillées sur les réservistes, nous utilisons l'étape de l'instruction des MR comme approximation. Les itérations subséquentes du modèle incluront des sous-routines fondées sur l'attrition propre à la Force de réserve et les modèles de PFA.

Les divers services ou environnements (Marine, Armée de terre, Force aérienne) ont leur propre réserve. Les réservistes ont des tendances d'emploi distinctes. Les réservistes de la Force aérienne ont tendance à être des membres de la Force régulière à la retraite ayant des compétences spécialisées en réparation d'aéronefs ou dans un métier semblable.

L'Armée de terre, qui exige beaucoup de main-d'œuvre, a tendance à utiliser les réservistes comme main-d'œuvre supplémentaire et à embaucher des recrues et des étudiants relativement peu qualifiés. Il est relativement plus facile de recruter, car le type d'emploi, par exemple l'infanterie, est attrayant pour les jeunes étudiants. Les unités de la Réserve de l'Armée de terre représentent également 70 p. 100 de la population totale de la réserve.

La Marine dépend de la plateforme. En raison de la disponibilité réduite des plateformes, les activités de la réserve passent de plus en plus à la Force régulière. Certaines données de base sur la Première réserve sont présentées dans l'annexe⁷.

Aux fins de la modélisation de la production de personnel, nous utilisons le modèle de la Réserve de l'Armée de terre comme approximation, compte tenu de sa taille relative et de sa présence à l'échelle nationale. À noter que le recrutement civil n'est pas modélisé, puisque l'employé acquiert l'éducation et la formation nécessaires avant l'embauche.

De plus, les coûts associés au perfectionnement professionnel des employés civils sont souvent absorbés dans les enveloppes budgétaires existantes.

3. Modèle

3.1. Hypothèses

Nous utilisons les hypothèses suivantes pour construire le modèle.

1. Les programmes des partis seront disponibles au moins deux ans après l'introduction de la politique de défense. Nous supposons que certains coûts supplémentaires associés à la croissance des forces (71 500 membres de la Force régulière et 1 500 membres de la Première réserve) sont déjà intégrés.
 - a. Toute augmentation supplémentaire proposée par les plateformes des partis entraînera une augmentation subite⁸ si elle dépasse 2 000 recrues supplémentaires. (Les 3 500 plus 2 000 prévus par la plateforme dépasseront la capacité de 5 000 recrues).
2. Il y a des coûts associés à l'augmentation soudaine, surtout si la plateforme d'un parti exige une croissance des forces armées de plus de 5 000 membres et réduit le temps de formation nécessaire à moins de cinq ans.
3. Le temps de formation nécessaire et le niveau de compétence opérationnel varient selon le type de recrutement externe. Le modèle tient compte de la plupart de ces stratégies de recrutement externe.
 - a. Si une recrue utilise la stratégie du PFOR, la durée maximale de la formation est de six à sept ans.
 - b. Si la recrue est un officier recruté, le maximum est d'environ deux ans. Si la plateforme d'un parti exige explicitement le recrutement de spécialistes, comme des médecins, le modèle les calcule séparément à l'aide d'un profil de formation différent.
 - c. Le modèle prévoit une période de recrutement maximale de 10 ans. Cela signifie que la dernière recrue obtiendra son diplôme dans 17 ans, compte tenu des six à sept années de formation attendues des officiers.
4. Pour l'augmentation des dépenses en immobilisations, les principaux éléments à prendre en considération sont les coûts d'entretien des camions, des armes légères et des systèmes de formation.
 - a. Si l'on suppose une augmentation soudaine, alors le modèle comprend les coûts d'infrastructure à court (bail) et à long terme.

Les déclarations générales sur l'augmentation du personnel militaire entraînent habituellement une augmentation des coûts de fonctionnement et d'entretien et une augmentation des salaires de base une fois que l'état de stabilité est atteint. Toutefois, avant d'atteindre l'état de stabilité, il faut intégrer les taux d'attrition pendant la formation initiale et après l'emploi à

temps plein pour estimer la durée du recrutement jusqu'au plein emploi, ou le point fonctionnel opérationnel.

3.2. Production de personnel : Formation

La demande d'accroissement de la force générale peut être formulée comme une augmentation par rapport à la population totale actuelle des FAC. Par exemple, la politique de défense de 2017, « Protection, Sécurité, Engagement », stipule que :⁹

« Afin d'atteindre les objectifs ambitieux fixés dans la présente politique, les Forces armées canadiennes augmenteront l'effectif de la Force régulière de 3 500 personnes (pour un total de 71 500 militaires) et celui de la Force de réserve de 1 500 personnes (pour un total de 30 000 militaires) [...] »

Ce montant supplémentaire déclaré est l'une des variables clés du processus de calcul des coûts de la production de personnel. De plus, si la politique ou le programme du parti énonce explicitement le rythme de recrutement (par exemple, 500 membres de la Force régulière dans les trois ans), le nombre de recrues prises dans les années à venir sera réduit.

Ainsi, compte tenu de la population actuelle des FAC au moment t et du niveau de force souhaité au moment $t+n$, la différence entre les deux représente l'objectif stratégique. Le recrutement annuel de recrues (IA) à un moment ultérieur $t+n$ est obtenu en divisant le recrutement supplémentaire par la durée ou le rythme implicite de l'énoncé de politique. L'apport annuel est augmenté par un « facteur de rétention » pour tenir compte de l'attrition (taux d'échec)¹⁰.

Symboliquement :

$$IA_{t+i} = \frac{FAC_{t+n} - FAC_t}{n} \quad (1)$$

Une fois l'apport de recrues annuel calculé, le modèle attribue les recrues aux catégories d'officiers ou de MR en fonction des proportions historiques. Historiquement, le ratio de MR par officier est d'environ un officier pour cinq MR. Ainsi, au cours de chaque année de recrutement et de formation, le recrutement annuel de MR est :

$$IA_n = IA * MR$$

Et pour les officiers,

$$IA_o = IA * Offr$$

où l'officier et le MR représentent la proportion de nouvelles recrues qui sont des officiers et des MR.

Comme il a été mentionné plus tôt, l'échelonnement des recrues par le système de calcul des coûts de production de personnel suppose la connaissance des taux d'attrition typiques pendant la formation (années de service - AS = 0) et du taux d'attrition global pour les FAC (AS > 1). Nous calculons la proportion des recrues qui atteignent la fonctionnalité opérationnelle chaque année, compte tenu du rythme précisé par une plateforme politique, en utilisant l'information sur la proportion par type d'entrée (PFOR, officier recruté, etc.).

Selon les données historiques et Straver et Christopher (2015), les officiers recrutés représentent environ 49 % de la population des recrues, tandis que les recrues du PFPR en représentent 51 %¹¹.

Le temps nécessaire à l'atteinte de la fonctionnalité opérationnelle est également dérivé des données historiques. Pour les militaires recrutés au moyen du système d'atteinte de la fonctionnalité opérationnelle, la durée de formation est d'environ 3 ans, ou environ 6,5 ans dans le cas du PFOR. Plus précisément, environ 39 % des recrues atteindront la fonctionnalité opérationnelle au bout de la deuxième année; 50 p. cent l'auront fait après cinq ans par la voie du PFOR.

Notez que nous modélisons le nombre de recrues en formation pendant la période d'admission décrite dans une plateforme de politique. À ce titre, nous nous intéressons au nombre de recrues en formation au cours d'une année donnée et au total à la fin du cycle de recrutement (Les équations 3 et 4 décrivent les totaux sous une forme compacte). De même, nous calculons le nombre de diplômés (et le total) au cours d'une année donnée et à la fin du cycle de recrutement (les équations 4 et 5 représentent les totaux).

$$MR_g = \alpha \left[\sum_{k=0}^m b_k \left(\sum_{t=k+1}^n IA_n t \right) \right] \quad (2)$$

lorsque α est la proportion de recrues qui terminent avec succès la formation de base (un moins le taux d'attrition d'AS=0), b est la durée de l'instruction et IA représente l'apport annuel.

Par exemple, le nombre de MR qui obtiennent leur diplôme au cours de la première année ($t=1$) comprend ceux qui devraient terminer l'instruction de base en moins d'un an ($k=0$) moins le taux d'attrition.

Pour les MR, le nombre maximal d'années de service requis pour atteindre la fonctionnalité opérationnelle est de quatre. La période de formation b est fondée sur le taux d'atteint de la fonctionnalité opérationnelle (Straver et Christopher, 2015). Le nombre de périodes d'instruction (k , dans l'équation 2) commence de zéro à quatre et correspond aux pourcentages de recrues qui terminent leur formation entre zéro et quatre ans et qui atteignent le PFA.¹²

Comme il a été mentionné plus tôt, les officiers sont recrutés à l'externe, soit par l'entremise des volets de recrutement à titre d'officier ou du PFOR. D'après les données de la dernière décennie, environ 49 % sont recrutés par l'intermédiaire du programme de recrutement des officiers.

$$Ofr_g = \alpha_o \left[\sum_{k=1}^m bc_k \left(\sum_{t=k+1}^n IA_{O_t} \right) \right] \quad (3)$$

La période d'instruction pour les officiers est indiquée par bc et comprend la proportion qui utilise l'un ou l'autre des volets, plus la durée de la formation ou de l'atteinte de la fonctionnalité opérationnelle de chacun. α_o représente la proportion de réussite du programme de formation.

À noter que pour les officiers qui terminent leurs études (Ofr_g), la durée minimale nécessaire à l'atteinte de la fonctionnalité opérationnelle est de deux ans (par conséquent, l'étape k commence à 1, ce qui donne une durée de $t+k=2$). Le reste de l'équation est identique à celui qui s'applique aux MR.

Dans les équations (2) et (3), la durée maximale (n) est fondée sur la durée déterminée par une plateforme stratégique donnée, tandis que la durée maximale de la formation (m) est déterminée par les tendances historiques des systèmes de formation des FAC.

Le nombre de stagiaires dans le système est l'autre facteur de coût important lié à la production de personnel. Ces stagiaires sont rémunérés et d'autres coûts indirects sont associés à leur embauche, notamment pour l'allocation vestimentaire. Encore une fois, nous calculons le nombre de stagiaires dans le système en utilisant les taux d'attrition et de durée par rapport aux taux d'atteinte de la fonctionnalité opérationnelle.

Étant donné le taux annuel d'admission, le taux d'attrition et le cycle de formation, le nombre de stagiaires dans le système devient constant une fois que nous atteignons le stade des premiers diplômés, à un moment t . Notez qu'il y aura des stagiaires dans le système deux ans au-delà de la durée spécifiée par une plateforme politique pour tenir compte du décalage dû au temps requis pour atteindre la fonctionnalité opérationnelle.

le nombre total de recrues (NCM_r) dans le système de formation est indiqué comme suit:

$$NCM_r = \left[\sum_{t=k+1}^{n+2} \sum_{k=1}^m b_k (\alpha * IA_n) \right] \quad (4)$$

De même, le nombre total d'officiers (Ofr_r) dans le système de formation est indiqué comme suit :

$$Ofr_r = \left[\sum_{t=1}^n (\alpha * IA_o) \sum_{k=1}^m bc_k \right] (5)$$

Comme il y a deux sources externes d'apport en officiers et que le temps de formation varie de deux à six ans, la cohorte d'officiers demeure dans le système plus longtemps ($n+6$).

3.3. Production de personnel : Solde, traitements et avantages sociaux

Nous calculons la solde, les traitements et les avantages sociaux des élèves-officiers et des stagiaires qui passent par leur système d'instruction respectif. Le coût de la rémunération varie selon le stade de formation du stagiaire ou de l'élève-officier. Nous utilisons le taux de solde de l'élève-officier ou du stagiaire pendant l'instruction et le taux de solde moyen des FAC une fois la fonctionnalité opérationnelle atteinte.

3.4. Fonctionnement et entretien

Pendant la période d'instruction, les FAC consacrent des ressources par recrue au titre du fonctionnement et de l'entretien. Ces coûts comprennent les coûts de fonctionnement et d'entretien de la base, les coûts des examens médicaux et d'autres coûts indirects liés au personnel. Le principal facteur de coût de l'instruction militaire est la durée de l'instruction et le taux d'admission. Cette durée peut être modifiée à la suite d'une directive du gouvernement ou en réponse à des besoins urgents.

Par exemple, le gouvernement peut ordonner aux FAC d'augmenter l'effectif de 5 000 militaires en trois ans. Une telle concentration des demandes augmentera les coûts indirects associés aux recruteurs, au personnel de soutien et à l'utilisation accélérée des installations et de l'équipement (amortissement).

Il y a deux types de coûts de F et E. Le premier est le coût de la formation et le deuxième est lié au fonctionnement de l'infrastructure militaire ou de base. Les coûts de F et E liés à la formation sont calculés de la même façon que dans tout établissement d'enseignement. Nous identifions les principales bases et nous calculons le coût total de ces installations pour obtenir le coût par étudiant.

Ce coût peut être considéré comme le montant moyen dépensé chaque année pour fournir des services d'éducation et des services connexes à une recrue ou à un stagiaire. Toutefois, les bases peuvent avoir des responsabilités et des objectifs supplémentaires même si leur activité principale est l'instruction. À des fins de validation, nous incluons le coût de

l'éducation dans les universités ontariennes de taille semblable pour comparer le coût par étudiant.

Les coûts d'installation de base ou militaire comprennent tous les coûts directs et indirects liés au soutien administratif dans une région géographique d'une installation donnée. Ce coût est ensuite attribué par personne.

Les principaux types de coûts comprennent le soutien des installations et de la technologie de l'information, l'approvisionnement, le génie construction (GC) et les communications. Ces types de coûts sont normalement regroupés sous forme de coûts de F et E de base. Il y a aussi des coûts visant beaucoup de personnel, comme l'administration, la paie, les services médicaux, etc.

3.5. Autres coûts marginaux

Toutes les recrues figurant en tant qu'Effectifs en formation élémentaire (EFE) ont droit à un déménagement payé (« déménagement qui entraîne des frais » selon la terminologie des FAC) conformément à la directive sur la réinstallation (MDN, 2018). Une fois passé le NOC, il faudra environ 300 déménagements qui entraînent des frais par année dans le cadre du cycle des déménagements pour que soit maintenu le soutien du personnel et le mandat du programme¹³. Nous appliquons un coût supplémentaire à la fin du cycle de recrutement pour tenir compte de ces déménagements prévus.

Le MDN fournit des services de santé à la Force régulière et à la Force de réserve. Le coût attribué aux unités de soins de santé et de soins dentaires dans l'ensemble de l'organisation est réparti en fonction de l'augmentation prévue du niveau de la Force. Les coûts médicaux et dentaires supplémentaires associés au dépistage des nouvelles recrues sont inclus s'il y a une augmentation au-delà des capacités en place dans les bases d'instruction (Borden et St. Jean).

À noter que le modèle est conçu de façon à ce que les augmentations de coûts en vigueur soient génériques. Il est possible que les installations et les systèmes d'instruction existants ne soient pas en mesure de gérer une augmentation de la Force au-delà d'un seuil donné.

Le MDN met actuellement en œuvre la politique de défense de 2017 (Protection, Sécurité, Engagement - PSE). Lorsque nous modélisons les demandes d'augmentation de la Force à partir du programme électoral d'un parti politique donné, nous devons déterminer si l'augmentation proposée est supérieure à la politique de 2017.

Selon la PSE, on s'attend à une augmentation de 3 500 membres de la Force régulière, de 1 500 membres de la Première réserve et de 1 150 civils (MDN,

2017). Si le besoin est supérieur à 5 000 effectifs, compte tenu de ce qui est prévu par la PSE, il peut y avoir des coûts supplémentaires liés au personnel de recrutement et de soutien, ainsi que des coûts d'immobilisations liés aux installations, aux systèmes d'instruction et à l'équipement, notamment les armes et les camions. Le modèle utilise une routine spéciale pour calculer ces coûts supplémentaires une fois que le seuil est dépassé.

La routine d'intensification elle-même est progressive, en fonction des décisions des FAC et du MDN sur la façon de faire face à la demande accrue de leurs capacités de production de personnel. À la première étape de la routine d'intensification, le modèle estime les coûts associés à l'augmentation des besoins de soutien administratif et des coûts d'exploitation et d'entretien en raison de l'utilisation accrue, ainsi que certains services spécialisés supplémentaires pour le dépistage médical.

La deuxième étape de l'intensification s'appuie sur le soutien des entrepreneurs, l'augmentation des dépenses en capital pour les systèmes d'instruction, l'équipement et ainsi de suite. La dernière étape comprend des éléments comme les coûts d'infrastructure associés aux nouvelles installations d'instruction, à l'hébergement des étudiants et aux centres de recrutement dans les principaux centres urbains.

Le choix de la routine d'intensification dépend du moment et du nombre de recrues indiqués dans le programme électoral et des données les plus récentes sur les capacités du MDN

3.6. Extrants du modèle

Le modèle génère le coût total du processus de production du personnel par composante budgétaire de la solde militaire, ainsi que les dépenses en immobilisations, en exploitation et en entretien. Le coût estimatif vise la période allant du recrutement à l'emploi stable.

À titre d'exemple, nous modélisons le coût de production de 1 000 militaires de la Force régulière sur une période de 10 ans. La version actuelle du modèle prévoit un maximum de 10 ans entre le moment du recrutement et le NOC. Le tableau 1 présente la production standard du modèle pour une augmentation de 1 000 membres.

Les coûts de rémunération, d'immobilisations, d'exploitation et d'entretien pour l'instruction des recrues sont décrits au point (A). Ces coûts comprennent les salaires pendant la formation, tout dépassement au niveau du système d'instruction (immobilisations), les coûts associés à l'instruction et les réinstallations (« déménagements »). Ces coûts s'élèvent à 738 millions de dollars en dollars de 2018.

Au moment où les recrues terminent leur instruction, mais avant leur première affectation, les salaires et les avantages sociaux sont additionnés pendant la phase d’instruction (point B). Ce montant est d’environ 1,0 milliard de dollars en dollars de 2018. Veuillez noter que la durée ou la phase de l’instruction est d’environ 17 ans dans le cadre de cet exercice (pour tenir compte d’un recrutement de 10 ans et d’une formation de six à sept ans dans le cadre du PFOR).¹⁴

Le modèle résume ensuite les points A et B afin de fournir le coût total depuis le début jusqu’à l’année d’obtention du diplôme (17 ans dans le cadre de cet exercice). Ce montant est estimé à 2,1 milliards de dollars (dollars de 2018). Les coûts estimatifs de l’état stable sont de 170 millions de dollars (2018) pour tenir compte des coûts totaux permanents des nouveaux membres.

Bien que les coûts soient en dollars de 2018, le modèle fournit également des dollars de l’année budgétaire en gonflant les coûts en fonction des taux d’inflation projetés du modèle financier et économique du DPB.

Tableau 3-1 Extrait du modèle pour générer 1 000 membres

Coûts initiaux – Coûts de recrutement et de formation EF 2017	<i>EF 2018 M\$</i>
Solde militaire	161 \$
Immobilisations	469 \$
F et E	108 \$
Total (cumulatif sur 10 ans et plus) des coûts de recrutement et de formation	738 \$
Coûts initiaux – Coûts cumulatifs de la solde militaire pour le personnel employé EF 2017 (p. ex. après la fin de la formation)	
Solde militaire	1,024 \$
Total des coûts initiaux (A+B)	
Solde militaire	1,185 \$
Immobilisations	469 \$
F et E	446 \$
Total des coûts initiaux	2,100 \$
État stable EF 2034/2035 – Coûts récurrents : solde, F et E	<i>(1 000 nouveaux membres)</i>
Solde militaire	112 \$
F et E – à l’appui de la formation seulement	58 \$
Total des coûts récurrents	170 \$

4. Données et sources

L'idéal serait que les sources de données accessibles au public soient les plus opportunes pour faciliter la recherche; elles constituent le principal moyen de reproduction et de validation des résultats du modèle. Malheureusement, les données militaires non regroupées ne sont pas facilement accessibles. Certaines restrictions comprennent des règles de protection de la vie privée, tandis que d'autres sont liées à la sécurité nationale. Pour le modèle de génération du personnel, nous utilisons une combinaison de recherches publiées, de données publiques et de données fournies par le MDN.

Plus précisément, nous utilisons un récent Manuel des coûts standard du MDN (2017-2018) pour les données sur les salaires et les avantages sociaux selon le grade. Cette information, bien que sans classification, n'est pas accessible au public. Aux fins de reproduction, nous consultons également une version publique du site Web du MDN sur les taux de rémunération (<http://www.forces.gc.ca/fr/caf-community-pay/pay-rates.pag>)

Les données générées par cette version publique sont très semblables à celles du manuel et peuvent être utilisées pour des itérations futures. Des comparaisons détaillées des données sont présentées dans la section suivante.

Pour le coût de l'instruction ou du recrutement, nous utilisons la publication du MDN intitulée *Estimation des dépenses du MDN par circonscription électorale et par province* (SIDE) ainsi que les Données universitaires communes de l'Ontario (DUCO)¹⁵. Ces dernières sont utilisées comme validation de l'estimation dérivée de la publication du SIDE du MDN.

Les universités ontariennes auxquelles on s'est référé pour la validation des coûts sont l'Université Laurentienne, l'Université de Nipissing et l'Institut universitaire de technologie de l'Ontario. Ces établissements sont de taille semblable et sont souvent considérés comme des établissements de premier cycle, tout comme le Collège militaire royal du Canada.

Nous utilisons également des données tirées de la publication du SIDE du MDN pour estimer le coût d'exploitation par habitant de la base d'instruction, ainsi que des méthodes de régression simples. De plus, nous utilisons d'autres travaux publiés comme ceux de Kerzner (2011) pour produire des estimations de coûts pour l'exploitation des bases d'instruction et valider les résultats.

Bien que le Manuel des coûts standard (un produit du MDN) puisse être utilisé pour générer les coûts d'exploitation de la base d'instruction, les derniers travaux publiés datent d'au moins cinq ans. La publication du SIDE

fait actuellement l'objet d'une révision majeure pour tenir compte des nouveaux établissements, des nouvelles capacités et des nouvelles techniques d'estimation des coûts.

Il convient de noter que le manuel sert principalement d'outil de recouvrement des coûts. Bien que les outils de recouvrement des coûts soient relativement utiles pour les coûts liés au personnel, ils sont mal définis pour estimer les coûts de l'équipement ou des activités.

Pour fournir un coût standard pour le recouvrement des coûts, les données ont tendance à être lissées de façon à atténuer les hausses des taux d'activité chaque fois que les FAC participent à des opérations nationales ou internationales. La technique de la moyenne mobile (pour lisser les données) peut parfois éliminer des facteurs clés qui expliquent les changements importants dans les structures et les coûts d'activité.

L'interprétation des coûts de soutien des bases exige de la prudence. Une grande partie de la variation des coûts est le résultat direct de l'échelle. Les grandes bases qui soutiennent une grande population bénéficient d'importantes économies d'échelle. L'inverse serait vrai pour les bases plus petites.

Les autres facteurs qui jouent un rôle important sont la taille géographique de la base, la quantité de responsabilités hors base, les types d'unités appuyées par la base et le développement historique de la base.

4.1. Estimation des dépenses du MDN par circonscription électorale et province (SIDE)

Cette publication du MDN (SIDE) vise à fournir des renseignements sur les activités financières directes des provinces et des circonscriptions électorales. Bien que la publication du SIDE présente des avantages évidents sur le plan des relations publiques pour annoncer la présence du MDN au niveau local et national, elle est plutôt limitée en ce qui a trait à une évaluation économique approfondie (MDN, 2016).

Par exemple, les coûts d'immobilisations, d'exploitation et d'entretien attribués aux circonscriptions sont fondés sur le code postal ou l'adresse du fournisseur. Si le fournisseur a fourni l'adresse de sa direction plutôt que de l'endroit où l'activité a eu lieu, nous pourrions surestimer l'activité économique dans cette circonscription.

De même, les particuliers peuvent dépenser leur revenu disponible à un endroit différent de celui où leurs chèques de solde leurs sont remis. Aux fins du modèle de génération du personnel, nous utilisons cette source de données pour les deux principales raisons suivantes.

Premièrement, les principales bases d'instruction, Borden et Saint-Jean, se trouvent dans des endroits relativement éloignés. Ainsi, les dépenses d'F&E et les dépenses en capital attribuées à leurs circonscriptions respectives sont probablement liées aux dépenses des bases. Il est à noter que l'on risque de sous-estimer les dépenses effectives d'F&E et les dépenses en capital dans ces bases, puisque certaines dépenses en capital liées aux bases ont peut-être été versées à des entreprises dont la direction se trouve à l'extérieur des circonscriptions. Pour cette raison, nous utilisons également d'autres données publiques sur les coûts des installations militaires.

Comme nous l'avons souligné dans la section sur la description du modèle, nous avons consulté Straver et Christopher (2015) pour les variables clés, comme le taux d'attrition pendant le recrutement et après l'atteinte du NOC. En raison de l'importance de ces variables d'attrition, nous effectuons également des analyses de sensibilité des taux d'attrition à l'aide de modèles de séries chronologiques univariés.

Les prévisions des modèles de séries chronologiques servent à établir les limites de l'analyse de sensibilité et à évaluer les répercussions financières des changements aux taux d'attrition. Nous discutons davantage des modèles univariés dans la section portant sur la validation des modèles.

4.2. Modèle stratégique des coûts

Le modèle stratégique des coûts (Kerzner, 2011) constitue une ressource supplémentaire pour les données, en particulier pour l'attribution de l'instruction, du soutien à la base et des coûts d'immobilisations communs et propres à l'environnement (air, terre et mer). Le modèle fournit des renseignements intéressants sur les éléments des Forces du MDN.

La version 2008 du modèle, par exemple, indiquait que l'instruction militaire représentait 1,7 milliard de dollars (en dollars de 2005)¹⁶ Les données les plus récentes sont celles de 2012; l'instruction à l'échelle des FAC représente 16 % du financement du MDN (3,4 milliards de dollars en 2011-2012).

La justification de l'utilisation d'une ancienne version du modèle découle de l'hypothèse clé selon laquelle l'attribution des coûts et les interrelations entre les éléments de la Force et les capacités militaires ressemblent aux relations industrielles décrites dans les modèles d'intrants-extrants. Les principales hypothèses des modèles d'intrants-extrants sont les proportions intrants fixes-extrants, les ressources libres et les parts de marché fixes¹⁷.

Si la Défense, comme les entreprises privées, ajuste continuellement ses besoins en intrants et en approvisionnements, la première hypothèse ne s'applique plus. Toutefois, il faut noter que le recrutement et l'approvisionnement prennent du temps dans les organisations militaires. Les organisations militaires peuvent combiner la main-d'œuvre de la Force

régulière à celle de la Force de réserve, mais l'impartition de certaines activités militaires demeure un défi en raison des contraintes juridiques et réglementaires (Hartley, 2003).

De même, la troisième hypothèse de part de marché fixe peut être remise en question si la Défense autorise de nouveaux entrants dans la défense nationale ou des fusions entre les services armés. Mais les diverses branches des Forces armées sont des « monopoles de franchises ».

Par exemple, toutes les activités spatiales et aériennes relèvent exclusivement de l'Aviation royale canadienne (ARC). Même la patrouille maritime et les ressources aériennes connexes appartiennent à l'ARC. On ne peut pas exploiter les avantages de la concurrence en faisant en sorte que chaque organisation de services armés produise des combats air-air. Comme dans le cas d'un modèle d'intrants-extrants, le modèle suppose que la part de marché des éléments d'actifs aériens demeure constante au moins à moyen terme.

L'ancienne version du modèle (2011-2012) est toujours valide pour d'autres raisons également. Premièrement, le MDN a subi des réductions budgétaires au cours de l'exercice 2011-2012, ce qui a limité l'introduction de nouvelles capacités et technologies militaires. De plus, les services les plus exigeants en capital, c'est-à-dire la force aérienne et la marine, n'ont pas encore mis en place de grandes plateformes; cela limite la capacité d'exploiter de nouveaux processus et moyens pour générer des capacités militaires.

Deuxièmement, les attributions de coûts utilisées pour le modèle de production du personnel reposent sur des frais généraux qui ont tendance à demeurer relativement stables jusqu'à un changement majeur des budgets ou des politiques. Toutefois, nous nous attendons à ce que les technologies changent avec la mise en œuvre réussie de la nouvelle politique de défense (compte tenu des grands projets d'immobilisations et des nouvelles capacités en matière de cyberdéfense, de cybersurveillance et de surveillance et de défense spatiale et sans personnel).

5. Validation des modèles

5.1. Salaires et avantages sociaux

Le personnel et l'exploitation et l'entretien sont les principaux éléments de coût pendant la phase de recrutement et de plein emploi. Ces coûts peuvent être calculés par habitant à l'aide du Manuel des coûts standard ou de données ou d'analyses semblables.

À partir des sites Web officiels du MDN, on peut extraire des données mensuelles sur les salaires selon le grade. Bien que la moyenne pondérée « effective » d'un membre typique des FAC puisse ne pas être évaluée à partir des données, il est possible d'obtenir des moyennes simples à partir des données disponibles¹⁸.

Les tableaux 5-1 et 5-2 présentent les données et les moyennes connexes de l'ensemble de données publiques. Le tableau 5-1 présente l'échelle de rémunération mensuelle des officiers, tandis que le tableau 5-2 montre la rémunération mensuelle des militaires du rang (MR). Le Manuel des coûts standard le plus récent estime à environ 107 000 \$ le coût type de la rémunération d'un membre des FAC (rémunération, indemnités et avantages sociaux).

Tableau 5-1 Renseignements sur la solde des officiers provenant du site Web du MDN

Grade	Éch. de solde de base	Éch. de solde 1	Éch. de solde 2	Éch. de solde 3	Éch. de solde 10	Moyen	Annualisé	RASE	Moyen Simple	Moyen 87/13
Élève-officier	1 667	1 700	1 739	1 772		1 720	20 634	24 761		
Élève-officier	3 011	3 135	3 626	3 767		3 385	40 617	48 740		
Sous-lieutenant A	4 774	4 843				4 809	57 702	69 242		
Sous-lieutenant E	5 274	5 431	5 594	5 761	7 082	6 139	73 669	88 403		
Lieutenant	5 202	5 555	5 909	6 260		5 732	68 778	82 534		
Lieutenant E	5 558	5 780	6 013	6 251	8 232	6 817	81 799	98 158		
Capitaine	6 596	6 846	7 097	7 347	8 718	7 763	93 152	111 782		
Major	8 919	9 077	9 231	9 385		9 462	113 541	136 249		
Lieutenant-colonel	10 337	10 505	10 666	10 835		10 669	128 026	153 631		
Colonel	11 289	11 734	12 178	12 625		11 957	143 478	172 174		
Brigadier-général	13 340	13 697	14 074	14 442		13 888	166 659	199 991		
Major-général	15 310	16 188	17 099	17 983		16 645	199 740	239 688		
Lieutenant-général	19 674	20 208	20 768	21 300		20 488	245 850	295 020		
Moyen FAC									105 488	103 068

Note : *87 % des membres des FAC sont des MR, tandis que 17 % d'entre eux sont des officiers. Données mensuelles; Régime d'avantages sociaux des employés (RASE)

Tableau 5-2 Renseignements sur la solde des MR provenant du site Web du MDN (Données mensuelles)

Grade	Échelon de solde	Groupe de spécialité Standard	Groupe de spécialité Spécialiste 1	Groupe de spécialité Spécialiste 2	Moyen	Annualisé	RASE
Soldat 1	1	2 985			2 985	35 820	42 984
Soldat	2	3 647			3 647	43 764	52 517
Soldat 3	3	4 382			4 382	52 584	63 101
Caporal	1	5 088	5 714	6 065	5 622	67 468	80 962
Caporal	4	5 302	6 009	6 419	5 910	70 920	85 104
Sergent	1	5 817	6 517	6 904	6 413	76 952	92 342
Sergent	4	5 995	6 705	7 091	6 597	79 164	94 997
Adjudant	1	6 476	7 052	7 319	6 949	83 388	100 066
Adjudant	4	6 660	7 233	7 503	7 132	85 584	102 701
Adjudant-maître	1	7 153	7 633	7 790	7 525	90 304	108 365
Adjudant-maître	4	7 370	7 860	8 009	7 746	92 956	111 547
Adjudant-chef	1	7 945	7 945	7 945	7 945	95 340	114 408
Adjudant-chef	4	8 190	8 190	8 190	8 190	98 280	117 936
Adjudant-chef	1	8 502	8 502	8 502	8 502	102 024	122 429
Adjudant-chef	4	8 765	8 765	8 765	8 765	105 180	126 216
Adjudant-chef	1	8 841	8 841	8 841	8 841	106 092	127 310
Adjudant-chef	4	9 113	9 113	9 113	9 113	109 356	131 227

La moyenne établie à partir des données mensuelles se situe entre 103 000 \$ et 105 000 \$, selon le calcul employé. Le montant de 103 000 \$ est calculé en pondérant la rémunération des MR à hauteur de 87 % et celle des officiers, à hauteur de 17 %, afin de tenir compte de la composition actuelle des FAC. Le montant de 105 000 \$, par contre, est une simple moyenne de toutes les données combinées pour les officiers et les MR.

À l'étape du recrutement, nous utilisons le salaire moyen d'un sous-lieutenant, qui est d'environ 87 400 \$, selon le Manuel des coûts standard, ou 88 400 \$, selon les données publiques. L'écart est important pour les MR ou les soldats.

Selon les données publiques, le taux d'indemnisation pour les soldats est de 63 100 \$, soit environ 6 000 \$ de moins que ce qu'indique le Manuel des coûts standard. Ces différences sont intégrées à l'analyse de sensibilité pour illustrer les trajectoires possibles des coûts.

5.2. Attrition

Le modèle de génération du personnel commence au moment où les candidats retenus commencent leur instruction de base. Par conséquent, les principales variables d'intérêt sont les taux d'attrition pendant la formation et à l'issue du NOC.

Il y a, bien sûr, des coûts engagés pendant le processus de sélection initiale ainsi que pour le temps associé aux recruteurs. Étant donné que ces mécanismes sont déjà en place, nous considérons qu'il s'agit d'un coût irrécupérable (à moins qu'il y ait une demande pour plus de recrues au-delà des capacités actuelles).

La maximisation de l'afflux de recrues est d'une importance cruciale pour le MDN, compte tenu de l'exigence de PSE visant à porter à plus de 70 000 les effectifs de la Force régulière et à 30 000 ceux de la Première réserve. Au moment d'établir le coût du programme électoral d'un parti, il faut noter que le MDN pourrait ne pas être en mesure de répondre aux besoins si le nombre de recrues ne correspond pas aux augmentations des effectifs de la Force requises.

Comme Fetterly l'a souligné (2018a), la réduction récente de l'empreinte de recrutement constitue l'un des principaux facteurs pouvant limiter le nombre de nouvelles recrues. De plus, le MDN a réduit les fonds affectés à l'instruction en raison du plan d'action fédéral pour la réduction du déficit (PARF) de 2011.

Le taux d'attrition devrait augmenter au cours des prochaines années en raison du départ à la retraite de la majorité des baby-boomers. L'effectif actuel des FAC est inférieur au niveau autorisé de 68 000 (Fetterly, 2018b).

Étant donné que le modèle utilise les taux d'attrition de Straver et Christopher (2015) pour générer les coûts d'F&E et les coûts connexes, nous utilisons nos propres prévisions simplifiées d'attrition à titre d'exercice de validation de modèle et d'analyse de sensibilité. Plus précisément, nous utilisons un modèle de série chronologique unique (ARIMA à une variable) pour prévoir les taux d'attrition.

Prévisions de l'ARIMA

Nous utilisons le logiciel statistique accessible au public R pour construire le modèle autorégressif à moyenne mobile intégré (ARIMA) univarié. C'est la méthode Box et Jenkins (1970) qui fait autorité en la matière; on peut aussi consulter Kennedy (2008) pour une discussion plus pratique sur l'application et les limites.

Les modèles ARIMA sont libres de théorie et utilisent le processus de génération de données pour prévoir les valeurs futures. La variable d'intérêt

est modélisée en calculant sa régression selon ses propres valeurs passées. L'erreur de régression est modélisée en tant que combinaison linéaire des réalisations actuelles et passées.

La plupart des ensembles de données socioéconomiques ont tendance à ne pas être de nature fixe. Cela signifie que la moyenne et la variance des variables changent au fil du temps. Le I dans ARIMA signifie donc « intégré », ce qui indique un processus pour rendre fixe la variable d'intérêt. Pour ce faire, on soustrait de la variable sa version décalée. Symboliquement (selon Kennedy, 2008),

$$Y'_t = \alpha_1 Y'_t + \alpha_2 Y'_{t-1} + \dots + \alpha_p Y'_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

où α et θ sont des paramètres inconnus et le terme d'erreur est indiqué par ε . La série chronologique d'intérêt Y est exprimée en termes de ses valeurs décalées (passées) et le terme d'erreur de régression est exprimé en termes de valeurs actuelles et passées.

Le processus de modélisation selon Box et Jenkins (1976) comprend un processus itératif en trois étapes qui commence par l'identification du nombre de valeurs décalées pour les processus autorégressifs (p) et la moyenne mobile (q). Le modèle est estimé au deuxième stade en utilisant l'estimateur de la probabilité maximale. La dernière étape est conçue pour effectuer des diagnostics et déterminer la pertinence du modèle en termes de parcimonie, d'erreurs de bruit blanc, etc.

Pour la modélisation du taux d'attrition, nous utilisons les données du rapport annuel du Directeur général – Recherche et analyse (Personnel militaire) (DGRAPM) sur l'attrition des forces régulières. L'ensemble de données comprend les taux d'attrition pour ADS=0 (attrition de l'instruction de base) de 1996 à 2017 et ADS>0 pour les années 1985 à 2017.

Étant donné que nous travaillons avec des données annuelles, une série chronologique plus longue aurait été souhaitable. Nous espérons recueillir davantage de données historiques sur les taux d'attrition dans les itérations subséquentes du modèle.

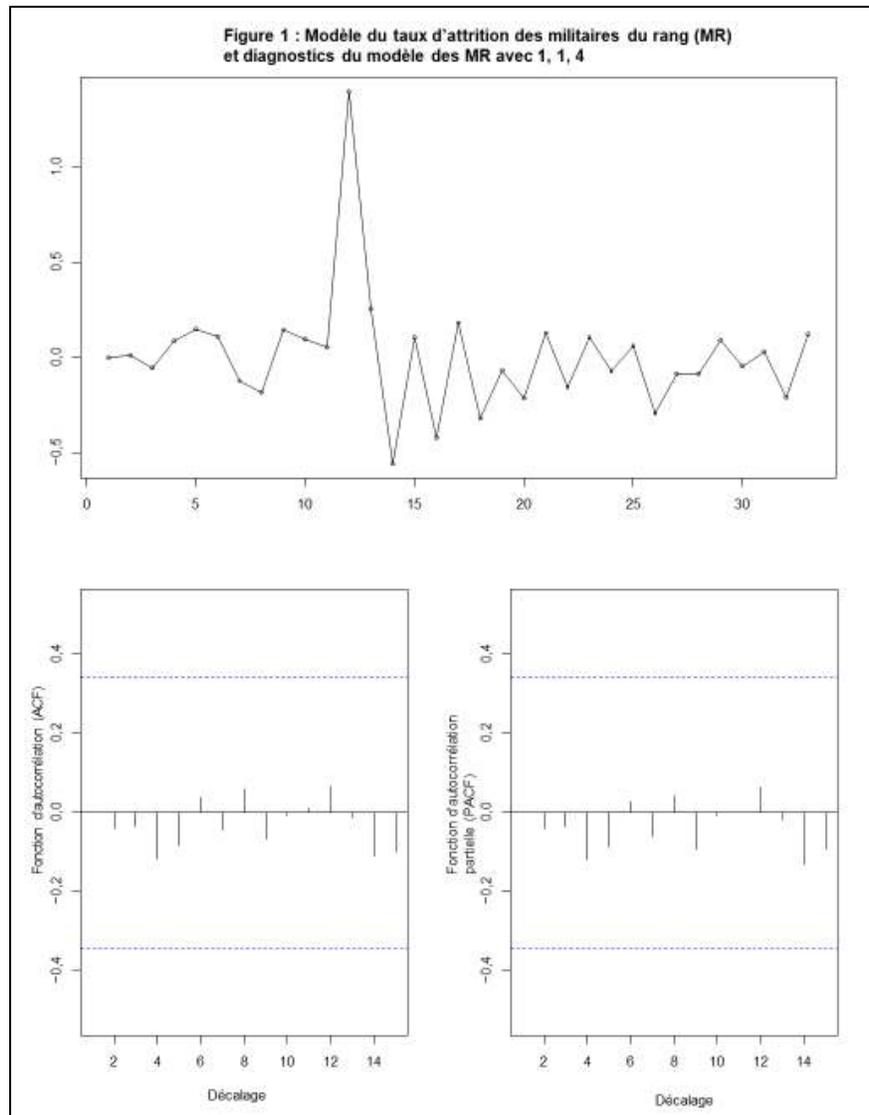
Nous commençons le processus de modélisation en examinant les propriétés de fixité des taux d'attrition des variables visant les officiers et les MR. Une fois que le niveau approprié de différenciation est déterminé, nous passons à l'étape de l'estimation. Il convient de noter que la plupart des séries chronologiques socioéconomiques n'exigent que la différenciation de premier niveau (ou dans le jargon chronologique, la différenciation intégrée de l'ordre 1).

La figure 5-1 ci-dessous montre les taux d'attrition et les résidus du modèle pour la série des MR. À noter que la série est étiquetée (1, 1, 4) pour indiquer qu'elle exigeait une différenciation de premier ordre et qu'elle contient un terme autorégressif et un processus à moyenne mobile jusqu'à décalage de

4. Nous effectuons une identification semblable pour les données sur l'attrition des officiers et l'attrition totale (officiers et MR).

Notez également dans le deuxième volet de la figure 1 que les fonctions d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle ne montrent aucune autocorrélation significative. Cela confirme que le modèle est adéquat aux fins des prévisions. Les données originales afférentes aux MR sont transformées pour rendre fixe l'écart de la série chronologique.

Figure 5-1 Modèle de taux d'attrition et de diagnostic des MR



Le site Web du Bureau du directeur parlementaire du budget contient les codes R pour générer de modèles ARIMA. Nous utilisons un test d'exactitude des prévisions comme on l'indique dans Hyndman et Koehler (2006). Ces auteurs proposent d'échelonner l'erreur de prévision en utilisant l'erreur absolue moyenne de l'échantillon. La méthode de prévision naïve sert de

comparateur (les données effectives de la dernière période sont utilisées à titre de prévisions de celle-ci, sans ajustement).

Cette mesure à l'échelle est connue sous le nom d'erreur absolue moyenne échelonnée (EAME). Une mesure supérieure à 1 signifie que les prévisions sont pires que les prévisions en une étape de l'échantillon du modèle naïf (Hyndman et Koehler, 2006).

Le tableau 5-3 présente les résultats de la vérification de l'exactitude des données sur l'attrition. Veuillez noter que le taux d'attrition se rapporte à l'état stable (ou après la réussite de l'instruction). Les taux généraux d'attrition des FAC et des MR ont une EAME inférieure à 1 lorsque nous tenons compte des valeurs aberrantes.

Toutefois, les prévisions pour les officiers donnent de mauvais résultats. L'EAME de cette série est supérieure à un (pire que le modèle naïf).

Tableau 5-3 Comparaisons des erreurs d'attrition prévues

ADS>1	EM	EQM	EMA	PME	PEAM	EAME	FAC1
Officiers	0,00	0,27	0,16	-1,68	7,88	1,02	0,03
MR	0,01	0,30	0,18	-0,73	7,96	0,95	0,00
FAC	0,00	0,27	0,16	-1,12	7,27	0,92	0,04

Note : EM : Erreur moyenne; EQM : Erreur quadratique moyenne; EMA : Erreur absolue moyenne; PME : Pourcentage moyen d'erreur; PEAM : Pourcentage d'erreur absolue moyen; EAME : Erreur absolue moyenne échelonnée, FAC1 : Autocorrélation des erreurs au décalage 1

Le tableau 5-4 présente les erreurs de prévision pour l'année zéro d'attrition ou l'attrition pendant l'instruction. Pour toutes les séries chronologiques pertinentes, l'EAME est inférieure à un, ce qui indique que les prévisions sont au moins supérieures au modèle naïf.

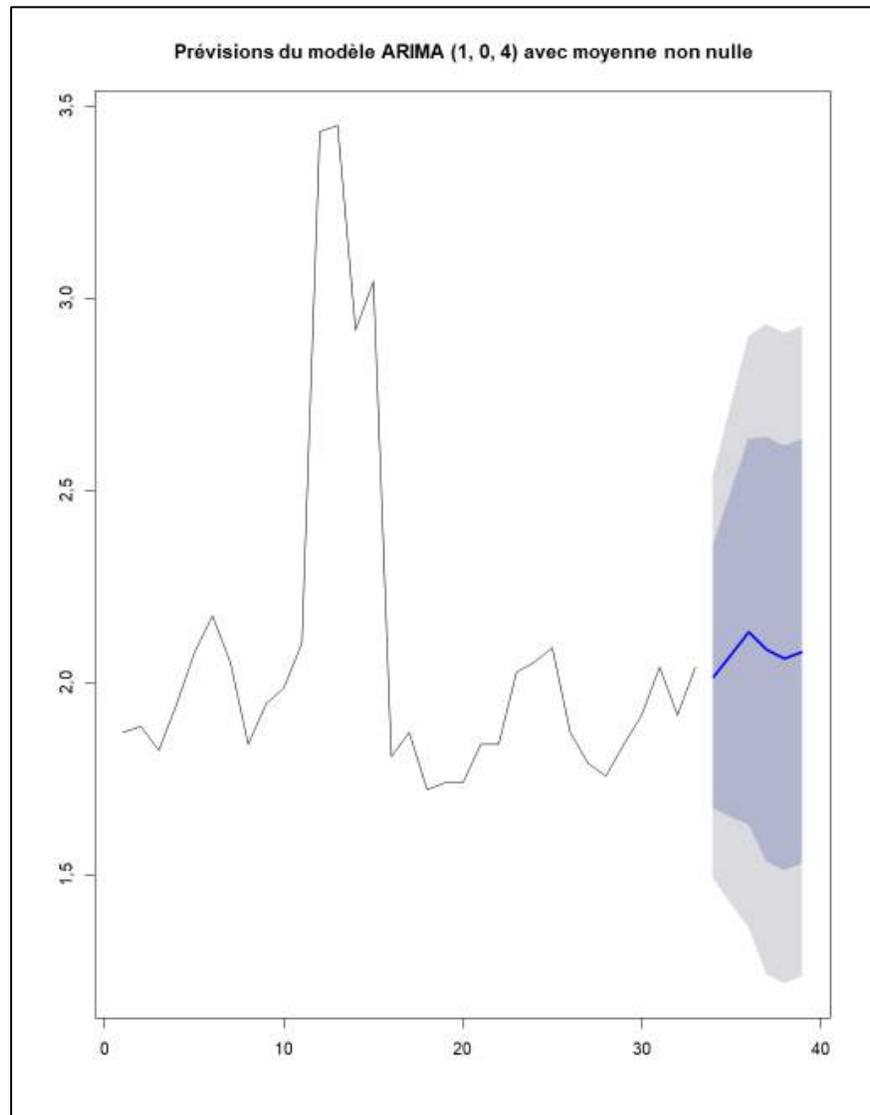
Une fois que nous convenons du caractère adéquat et du rendement du modèle prévisionnel, nous produisons des prévisions hors échantillon pour les taux d'attrition de diverses composantes des FAC. La figure 5-2 montre les prévisions et les intervalles de prévision de 80 à 90 % pour la série des MR qui sont ajustés en fonction des valeurs aberrantes.

Tableau 5-4 Comparaison des erreurs de prévision des taux d'attrition de l'instruction*

ADS>1	EM	EQM	EMA	PME	PEAM	EAME	FAC1
Officiers	0,00	0,23	0,17	-0,77	5,90	0,75	0,02
MR	0,01	0,25	0,18	-0,40	6,18	0,71	-0,07
FAC	0,00	0,40	0,32	-2,51	12,74	0,87	-0,01

Note : Voir le tableau 3 pour une explication des sigles des colonnes

Figure 5-2 Prévision d'attrition des MR (valeurs aberrantes compensées)



Les prévisions ponctuelles pour la série des MR commencent à environ 2,05 (formule de journal) ou 7,8 % d'attrition. Elles passent ensuite à environ 2,15 ou 8,6 % avant de s'établir à environ 8,2 %. Ce pourcentage est plus élevé que les prévisions du DGRAPM, mais il correspond au taux d'attrition prévu découlant du départ à la retraite de la cohorte des baby-boomers.

Bien que la prévision de l'attrition ne soit pas le rôle principal du modèle de génération du personnel, il s'agit d'un élément important de la réalisation d'une analyse de sensibilité. Il est possible d'utiliser, en tant qu'autre vérification de validation, la répartition triangulaire pour les valeurs d'attrition prévues, élevées et faibles à l'égard des données historiques. Le choix de la validation du modèle n'est limité que par la disponibilité des données.

5.3. Instruction, éléments de la base et coûts en capital

Comme l'indique la section des données, les coûts afférents au soutien des bases d'instruction militaire sont tirés principalement du SIDE et des anciennes versions du Manuel des coûts standard. Ces sources de données accusent de sérieuses limites et une autre source est nécessaire pour valider les coûts produits. Nous utilisons le modèle stratégique de prévision des coûts (MSPC) comme système candidat, puisqu'il attribue les dépenses ministérielles aux diverses capacités militaires et aux différents éléments des Forces¹⁹.

Une version à jour du MSPC est aussi ce qui peut permettre au directeur parlementaire du budget (DPB) d'établir les coûts de la structure des Forces. Aux fins du modèle de génération du personnel, l'ancienne version (2011-2012) peut servir à vérifier les parties attribuables des coûts en ce qui concerne le soutien et les coûts en capital des bases d'instruction²⁰.

La méthode type d'évaluation des coûts de l'instruction consiste à calculer les dépenses totales de l'établissement et à les diviser par le nombre total d'étudiants en équivalence plein temps. Pour les comparaisons nationales, nous utilisons Statistique Canada (2017) et, comme nous l'avons déjà mentionné, Données universitaires communes de l'Ontario (DUCO).

Tableau 5-5 Coût de l’instruction par étudiant par année

Établissement/région	Source	Coût par étudiant en milliers de dollars
Canada	Statistique Canada (2017:54)	31,65
Ontario	Statistique Canada (2017:54)	29,36
Québec	Statistique Canada (2017:54)	28,17
Université Laurentienne	DUCO*	21,73
Université de Nipissing	DUCO*	15,48
Institut universitaire de technologie de l’Ontario	DUCO*	18,13
Moyenne MDN-FAC	SIDE	26,91
Instruction d’ensemble + MDN-FAC	MSPC	62,74

Note : * Données universitaires communes de l’Ontario + selon la population des FAC

Le tableau 5-5 présente les coûts d’instruction calculés par étudiant selon les sources de données déjà mentionnées et par le MSPC. À noter que l’estimation SIDE pour le MDN à 27 000 \$ se compare favorablement aux données des bases d’information de l’Ontario et de Statistique Canada. Les coûts d’instruction attribuables au MSPC sont ceux de tous les militaires des FAC, puisque chaque militaire reçoit de la formation à certains intervalles d’avancement en grade tout au long de sa carrière.

Nous jugeons que l’estimation par le MSPC représente, bien que considérablement supérieure aux autres moyennes au tableau 5-5, une borne supérieure raisonnable dans une analyse de sensibilité, car l’instruction donnée au MDN comporte un matériel spécialisé, des contrôles de conditions ambiantes et des programmes de perfectionnement professionnel.

Le MSPC est aussi une source possible d’attribution des coûts des bases ou des installations militaires par recrue ou membre de la Force régulière. Le Manuel des coûts standard prévoit environ 30 000 \$ par personne pour les installations d’instruction élémentaire et commune.

Une installation militaire type comporte les quatre éléments suivants : logements pour militaires célibataires ou mariés, soutien au personnel (ressources humaines, solde, etc.), communications (technologie et gestion de l’information) et services de santé.

Le coût total de ces éléments à l’échelle du Canada est estimé à quelque 970 millions (en dollars de 2011). Par personne, cela représente environ

17 000 \$ (si on tient compte de l'ensemble des FAC) ou 46 000 \$ par recrue ou stagiaire.

Les coûts en capital de génération de personnel visent les systèmes d'instruction, les camions et les armes légères. En cas de flambée du recrutement, le modèle tiendra compte des coûts marginaux d'augmentation de l'infrastructure. Le scénario de référence fait intervenir les coûts attribués d'immobilisation et de maintien en service dans le cas des camions militaires. On suppose que les systèmes d'instruction, les munitions et les armes de petit calibre sont disponibles en stock²¹.

Nous présentons les résultats des analyses de sensibilité au tableau 5-6 pour une tranche d'augmentation de 1 000 militaires en guise d'illustration.

Tableau 5-6 Résultats choisis des analyses de sensibilité (\$millions)

Coûts de recrutement et d'instruction sur 17 ans (A) (dollars de 2018) – au démarrage	Total (cumulatif sur 10 ans et plus) – Coûts de recrutement et d'instruction	Coûts totaux au démarrage	Total – Coûts récurrents
Rémunération élevée	11,9 \$	139,5 \$	13,7 \$
Rémunération faible		-14,6 \$	-117,2 \$
F-E faible		-71,1 \$	-7,4 \$
F-E élevé		526,9 \$	54,9 \$
Attrition élevée	11,8 \$	11,8 \$	
Attrition faible	-13,3 \$	-13,3 \$	
Réduction du recrutement annuel*	-194,8 \$	-380,8 \$	

Note : * signifie qu'on exclut les coûts progressifs de dépréciation du matériel et les coûts de F E afférents.

Il convient de noter que les charges de fonctionnement des bases, d'après des sources comme le Manuel des coûts standard, ont tendance à demeurer bas. Si on se reporte, par exemple, au MSPC comme source de données sur les dépenses des bases d'instruction, on majore les coûts de F-E d'environ 500 millions de dollars. Les variations du taux d'attrition n'ont que des effets modestes (11 à 13 millions environ).

Fait significatif, si on réduit la période de recrutement de cinq ans, on abaisse les coûts de jusqu'à 380 millions, mais l'expérience nous enseigne que les FAC sont incapables de recruter à un tel rythme à cause de la rivalité entre les secteurs de l'économie en matière de recrutement.

6. Modifications futures

Il y a deux voies essentielles pour la recherche future. La première vise les aspects à améliorer pour rendre le modèle plus robuste et la seconde, une extension possible de mandat de l'établissement des coûts à l'examen des conséquences en matière de politiques et de la faisabilité des modifications législatives dans le domaine de la sécurité nationale et de la défense.

Dans le premier cas, nous évoquerons deux thèmes : modèles de prévision d'attrition au-delà des séries chronologiques unidimensionnelles et modèles en composantes principales ou apparentés de prévision des coûts de fonctionnement et d'entretien.

Dans la mesure où nous pouvons acquérir des données longitudinales sur l'avancement des membres des FAC tout au long de la carrière militaire, nous pouvons reproduire ou modifier la durée à prévoir jusqu'au niveau opérationnel de compétence (NOC) et les taux d'attrition selon Straver et Christopher (2015). Nous pourrions continuer à employer le modèle des séries temporelles unidimensionnelles à des fins d'analyse de sensibilité.

Comme nous l'avons mentionné, le SIDE remplace mal des données chronologiques détaillées sur les dépenses en installations militaires et la taille du personnel. La nature de l'installation (Armée de terre, Force aérienne, etc.) et la taille influent également sur les tendances des dépenses. De tels renseignements ne sont pas disponibles dans le SIDE.

Au MDN, le système de gestion de l'information peut produire des données chronologiques au moins jusqu'aux dernières années 1990. Avec cet ensemble de données, nous pouvons utiliser des régressions de données longitudinales ou des projections linéaires orthogonales (analyse factorielle) pour dégager les facteurs de prévision des dépenses des bases militaires.

6.1. Évaluation de la politique

Dans un rapport de 2016, le vérificateur général du Canada (VGC, 2016) a fait remarquer que les FAC étaient incapables de se doter du nombre nécessaire d'employés formés. Ce rapport faisait état de l'impossibilité d'atteindre le nombre souhaité de militaires d'ici 2018-2019.

Ajoutons que certaines réalités démographiques risquent de compliquer l'offre de main-d'œuvre. Ainsi, la rivalité qui s'attache aux jeunes recrues s'avivera dans un contexte de vieillissement de la population active canadienne.

On peut concevoir que les parlementaires commenceraient à poser des questions qui vont au-delà de l'analyse du coût des propositions. Outre des évaluations comme celles du VGC, ils pourraient demander des études sur le processus de recrutement et les améliorations susceptibles d'y être apportées. De même, ils pourraient s'enquérir de stratégies bonifiées de rémunération pouvant permettre d'optimiser le recrutement et le maintien en poste. Pour répondre à de telles questions, il faudra disposer d'un nouvel ensemble d'outils et de modèles.

Selon une hypothèse où chaque sujet est rationnel et se tourne vers l'avenir, la décision de chaque militaire de conserver ou de quitter son poste lui est propre par la préférence qu'elle manifeste pour la carrière militaire par rapport au secteur civil (Asch et coll., 2007). Pour l'exprimer symboliquement,

$$U_M = W_M + \tau_M > U_C = W_C + \tau_C.$$

Dans le cas qui précède, une préférence pour la carrière militaire (ce que décrit le M en indice) implique que la solde et les avantages non pécuniaires de la carrière militaire l'emportent sur tout équivalent civil. Ainsi, quelqu'un optera pour la carrière militaire si

$$W_M - W_C > \tau_C - \tau_M.$$

Autre façon de considérer la chose, il pourrait décider de s'enrôler si l'écart salarial relègue dans l'ombre sa nette préférence pour la vie civile. La distribution de τ sur la population en cause détermine la courbe de l'offre et l'élasticité en ce qui concerne la rémunération. Un moyen fort utile de modéliser cette relation d'ordre comportemental est un modèle de programmation dynamique et une base de données militaires longitudinales et détaillées.

On pourrait également modéliser le processus de recrutement pour dégager les aspects susceptibles d'être améliorés en appliquant un cadre temporel discontinu ou continu de Markov. L'avantage avec les modèles de Markov est la transposition possible de processus comme le recrutement par la détermination des états d'absorption et de transition, l'association entre les probabilités et les événements et l'évaluation de la durée optimale jusqu'à l'obtention d'un emploi²².

Conclusions

Le modèle de « génération de personnel » permet une représentation raisonnable du séjour type de la recrue dans le système d’instruction une fois admis à l’instruction élémentaire. On se trouve ensuite à suivre les coûts de fonctionnement et d’entretien et de soutien des bases et les charges salariales tout au long de la période que passe la recrue en formation.

D’autres sous-programmes de ce modèle peuvent être activés en cas de besoin exprès dans la plateforme d’un parti. Ces routines qui s’ajoutent visent les recrues qualifiées et la flambée des coûts en cas de dépassement des capacités.

Si le modèle se présente pour l’essentiel sur tableur Excel, la plupart des analyses statistiques et des validations de modélisation se font dans le langage R qui s’offre au public avec une architecture ouverte et qui s’enrichit constamment de méthodes statistiques et d’algorithmes nouveaux. Les méthodes et les tests statistiques de R sont également disponibles dans E-Views^{MD} ou STATA^{MD}.

Annexe A : Sigles

ADS	Année(s) de service
DGRAPM	Directeur général – Recherche et analyse (Personnel militaire)
EFA	Effectifs en formation avancée
EFE	Effectifs en formation élémentaire
ENA	Effectifs en non-activité
EQA	Effectifs qualifiés en activité
EQR	Effectif qualifié requis
ER	Effectif en retraite
ESUS	Effectifs en stage universitaire subventionné
FAC	Forces armées canadiennes
F E	Fonctionnement et entretien
ID SGPM	Identification de la structure des groupes professionnels militaires
LEPND	Liste des effectifs du personnel non disponible
MAR SS	Officier des opérations maritimes de surface et sous-marines
MR	Militaire du rang
MSPC	Modèle stratégique de prévision des coûts
NOC	Niveau opérationnel de compétence
OED	Officier enrôlé directement
OSG	Officier du service général
OSR	Officier sorti du rang
PF&DO	Posture de la force et disponibilité opérationnelle
PFC	Planification fondée sur les capacités
PFOR	Programme de formation des officiers de la Force régulière
PFUMR	Programme de formation universitaire – Militaires du rang
PRS	Plan de recrutement stratégique

SGRH	Systeme de gestion des ressources humaines
SI	Soutien aux installations
SS	Services de santé

Annexe B : Résultats de régression

Nous exécutons un simple modèle de régression à l'aide des données du SIDE. Plus précisément, nous nous reportons aux dépenses F-E à Saint-Jean et/ou à Borden (principales bases d'instruction) comme variable dépendante. Les variables indépendantes sont le dénombrement des membres de la Force régulière, la variable dépendante décalée et la tendance temporelle.

La figure B-1 livre les résultats de la régression et la figure B-2, les résultats des tests de diagnostic. Nous pouvons expliquer environ 76 p. 100 de la variation des dépenses de la base de Saint-Jean en utilisant les trois variables susmentionnées.

Le modèle franchit avec succès tous les tests de diagnostic applicables. Fait intéressant, la variable temporelle décalée explique environ 13 % de la variation, alors que la tendance temporelle et le dénombrement des membres rendent compte individuellement d'une proportion approximative de 30 %.

Si le modèle estimé indique qu'un nouveau membre du personnel à la base cause une hausse de 46 400 \$ (dollars de 2007) des dépenses de cette base, nous n'utilisons pas cette indication pour calculer les coûts d'instruction par recrue.

Il s'agit cependant là d'une première indication selon laquelle il est possible d'élaborer un modèle de prévision (plutôt qu'un modèle prédictif-explicatif) au moyen des données sur les dépenses de la base, les effectifs et les éléments liés.

Figure B-1 Résultats de régression pour le CMR (St-Jean) (Disponible en anglais seulement)

OLS Estimation CMR (St. Jean)			
Dependent variable is NXCMR (CMR Base Expenditures)			
21 observations used for estimation from 1997 to 2017			
Regressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio[Prob]
B0	-20657.2	20904.9	-.98816[.337]
TND	3915.1	1659.8	2.3588[.031]
RFCMR	46.4557	13.6816	3.3955[.003]
NXCMR(-1)	.45612	.15124	3.0159[.008]
R-Squared	.79830	R-Bar-Squared	.76271
S.E. of Regression	34572.5	F-Stat. F(3,17)	22.4280[.000]
Mean of Dependent Variable	134482.1	S.D. of Dependent Variable	70972.2
Residual Sum of Squares	2.02E+10	Equation Log-likelihood	-247.0461
Akaike Info. Criterion	-251.0461	Schwarz Bayesian Criterion	-253.1351
DW-statistic	2.3392	Durbin's h-statistic	-1.0782[.281]

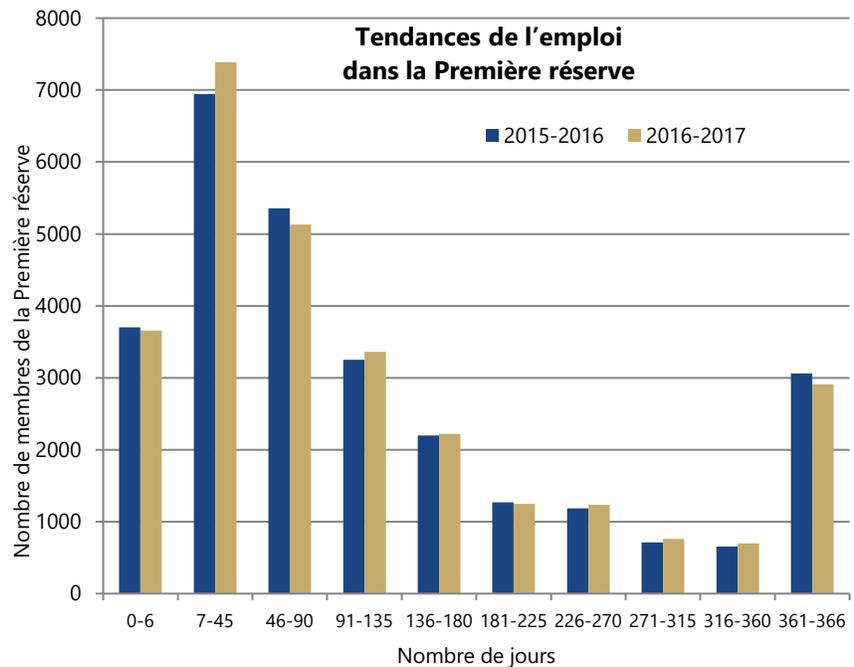
Figure B-2 Tests de diagnostic pour la régression à la figure 3 (Disponible en anglais seulement)

Diagnostic Tests			
* Test Statistics *	LM Version		F Version *
* A:Serial Correlation*CHSQ(1)	= 1.0556[.304]*F(1,16)	=	.84680[.371]*
* B:Functional Form *CHSQ(1)	= 1.1675[.280]*F(1,16)	=	.94189[.346]*
* C:Normality *CHSQ(2)	= .52843[.768]*	Not applicable	*
* D:Heteroscedasticity*CHSQ(1)	= 2.7398[.098]*F(1,19)	=	2.8508[.108]*
A:Lagrange multiplier test of residual serial correlation			
B:Ramsey's RESET test using the square of the fitted values			
C:Based on a test of skewness and kurtosis of residuals			
D:Based on the regression of squared residuals on squared fitted values			

Annexe C : Données sur la Première réserve

Bien que nous manquions de données détaillées sur le régime de recrutement externe dans la Première réserve, nous disposons de certaines données de base sur la population. Les graphiques et tableaux qui suivent illustrent en partie l'information d'intérêt sur les membres de la Première réserve et les réservistes de l'Armée de terre.

Figure C-1 Tendances de l'emploi dans la Première réserve



Selon les données des deux derniers exercices (figure C-1), environ le quart des membres de la Première réserve servent de 7 à 45 jours dans l'année. Suivent les réservistes servant de 46 à 90 jours (19 %). En règle générale, le réserviste moyen est en service 117 jours par an. Ce dernier chiffre permet d'annualiser et d'attribuer les charges salariales, les coûts de fonctionnement et d'entretien et les coûts connexes.

Les réservistes de l'Armée de terre représentent 70 % de la Première réserve. Certaines données démographiques sur ces réservistes figurent au tableau C-1 ci-dessous; ce sont des données instantanées pour juin 2018.

Tableau C-1 Données de juin 2018 sur les réservistes de l'Armée de terre

Dénombrement total	17 997	Proportion
Membres actifs	17 730	99 %
Militaires du rang	15 428	86 %
Femmes	2 140	12 %
Membres nés à l'étranger	2 362	13 %
Membres vivant seuls	13 465	75 %
Célibataires	11 426	63 %

Les proportions respectives d'officiers et de militaires du rang ressemblent à celles de la Force régulière où les MR forment 86 % des effectifs. Les femmes figurent pour 12 % chez les réservistes de l'Armée de terre et les membres nés à l'étranger, pour 13 %.

La plupart des réservistes de l'Armée de terre sont célibataires (63 %) ou vivent seuls (75 %), étant divorcés, séparés, veufs, etc. Les proportions en question sont bien supérieures à celles de la population canadienne (39 % contre 52 %). Les données canadiennes viennent du profil démographique de 2017 de Statistique Canada

(<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710006001>).

Tableau C-2 Structure par âge des réservistes de l'Armée de terre

Groupe d'âge	Dénombrement	Réserve de l'Armée de terre	Canada
16-20	2 905	16,1 %	5,6 %
21-30	8 005	44,5 %	13,8 %
31-40	3 675	20,4 %	13,8 %
41-50	2 111	11,7 %	13,0 %
51-69	1 301	7,2 %	26,4 %
Total	17 997		36 708 083

Note : Les données canadiennes émanent de Statistique Canada (<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000501>).

Les réservistes de l'Armée sont généralement plus jeunes que les membres de la population canadienne en général (tableau C-2). Précisons que 45 % de ces réservistes sont âgés de 21 à 30 ans et que le même groupe d'âge est de 14 % seulement dans la population canadienne. De même, les gens de 31 à 40 ans constituent une proportion de 20 % chez les réservistes de l'Armée de terre et de 14 % au sein de la population canadienne.

Chez les femmes réservistes de l'Armée de terre, le rapport entre officiers et militaires du rang obéit à la même tendance (87 %, tableau C-3), mais la proportion de célibataires est moins élevée dans la cohorte féminine. Il

n'existe aucune différence discernable pour certaines caractéristiques démographiques entre la cohorte née à l'étranger et l'ensemble de la population de réservistes de l'Armée (tableau C-4).

Tableau C-3 Profil des réservistes de l'Armée de terre : femmes

Femmes		Proportion
	Militaires du rang	1 866 87 %
	Célibataires	1 234 58 %
	Femmes seules	1 539 72 %
	Femmes non actives	56 3 %
	Femmes nées à l'étranger	233 11 %

Tableau C-4 Profil des réservistes de l'Armée de terre : membres nés à l'étranger

Membres nés à l'étranger		Proportion
	Militaires du rang	2 068 88 %
	Célibataires	1 485 63 %
	Membres vivant seuls	1 836 78 %
	Militaires non actifs	32 1 %

Références

- Asch, B.J., J.R. Hosek et J. Warner (2007) New Economics of Manpower in the Post-Cold War Era T. Sandler et Hartley (dir.), Handbook of Defense Economics, vol. 2, p. 1075-1138, Amsterdam: Elsevier
- Box, G. E. P., et Jenkins, G.M., (1976). "Time series analysis: Forecasting and control," Holden-Day, San Francisco.
- DGRAPM-Directeur général – Recherche et analyse (Personnel militaire) (diverses années), Rapport annuel sur l'attrition dans la Force régulière – Ottawa : MDN.
- Doran, D.A. (2016) L'attrition et la conservation de l'effectif dans la Réserve (2016). Revue militaire canadienne 16(2) 59-63.
- MDN (2018) Directive du Programme de réinstallation intégrée des Forces canadiennes, directeur général – Rémunération et avantages sociaux, Ottawa : MDN. <http://www.forces.gc.ca/fr/a-propos-politiques-normes-avantages-reinstallation/tm-par-annee.page>
- MDN (2017) Protection, Sécurité, Engagement : La politique de défense du Canada, Ottawa : Ministre de la Défense nationale.
- MDN (2016) Estimation des dépenses du MDN par circonscription électorale et par province – Économiste en chef du MDN, Ottawa : dirigeant principal des Finances, ministère de la Défense nationale.
- Fetterly, E.R. (2018b) The Importance of People in Defence Policy Update, Institut canadien des affaires mondiales
https://www.cgai.ca/the_importance_of_people_in_defence.
- Fetterly, E.R. (2018a) Implementing Strong, Secure, Engaged: The challenges Ahead, Ottawa : Institut canadien des affaires mondiales.
https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/cdfai/pages/3169/attachments/original/1515629183/Implementing_Strong_Secure_Engaged_The_Challenges_Ahead.pdf?1515629183
- Fetterly, E.R. et B. Solomon (2015) Forecasting Budgets beyond the future year defense plan, dans F. Melese, A. Richter et B. Solomon (dir.), Military Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice, p. 161-193, New York: Routledge.
- Ghanem, Z. (2010). The Canadian and inter-provincial input-output models: The mathematical framework. Division des comptes des industries, Statistique Canada, Ottawa, Canada.
- Hartley, K (2003) Problems of Using Partnering and Similar Private Sector Practices in the Public Sector: The Example of PPPs/PFI", dans Arrowsmith S., et Trybus, M. (dir.), Public Procurement: The Continuing Revolution, Londres : Kluwer Law International: 187-195.
- Hyndman, R.J., et Koehler, A.B. (2006) Another look at measures of forecast accuracy, International Journal of Forecasting, 22(4), 679-688.
- Kennedy, P (2008) Guide to Econometrics, 6^e édition, New York: Wiley-Blackwell.
- Kerzner, L (2011) Application of the Strategic Cost Model to the Canada First Defence Strategy, RDDC CARO TM2011-160.

Bureau du vérificateur général du Canada (BVG) Rapports de l'automne 2016 du vérificateur général du Canada : rapport 5 – Recrutement et maintien de l'effectif dans les Forces armées canadiennes – Défense nationale. http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/francais/parl_oag_201611_05_f_41834.html.

Poole, E. (1995) A Concise Description of Statistics Canada's Input-Output Models, *Canadian Journal of Regional Science* 18(2), 255-270.

Réinvestir dans les Forces armées canadiennes : un plan pour l'avenir, rapport du Comité sénatorial permanent de la sécurité nationale et de la défense, Ottawa : Sénat du Canada.

Solomon, B., Chouinard, P., et L. Kerzner (2008) The Department of National Defence Strategic Cost Model Volume II- Theory and Empirics. Rapport technique RDDC CARO TR 2008-03 Ottawa : RDDC.

Statistique Canada (2017) Indicateurs de l'éducation au Canada : une perspective internationale, n° 81-604X au catalogue.

Stone, J.C. (2005) Planning defence budget allocation for Canada's Strategy 2020, *Defence and Peace Economics*, 16(3) : 223-246.

Straver, M., et Christopher, G. (2015), Estimation de l'effectif qualifié requis durable pour les Forces armées canadiennes, rapport scientifique du DGRAPM, RDDC-2015-R173.

Treddenick, J.M. (2000) Modelling defense budget allocations: an application to Canada, dans *The Economics of Regional Security: NATO, The Mediterranean, and Southern Africa*, J. Brauer et K. Hartley (dir.), Amsterdam *Harwood Academic* 43-70.

Weltman, P (2015) Viabilité financière du programme de défense nationale du Canada, Bureau du directeur parlementaire du budget.

Notes

1. Plateforme électorale « Changeons pour vrai » de 2006 du Parti conservateur, page 45, et *Fierté et influence notre rôle dans le monde – défense : énoncé de politique internationale du Canada*, 2005, page 3
2. Le logiciel économétrique Microfit® est également utilisé pour effectuer certaines régressions de base. Veuillez noter que les analyses peuvent être transférées dans d'autres logiciels. Les scripts se trouvent à l'annexe.
3. Le passage de militaire du rang à officier n'exigera pas de financement supplémentaire puisque la formation de base requise est déjà effectuée et que la rémunération totale se situe dans l'enveloppe des traitements et salaires applicable aux militaires. Sont inclus dans ce groupe non pris en compte dans les calculs, les cas de réenrôlement, de transfert de catégorie de service, de sortie des rangs et d'inscription au Programme de formation universitaire pour les MR (PFUMR).
4. Voir <http://www.forces.gc.ca/fr/about-policies-standards-defence-admin-orders-directives-5000/5002-2.page> Consulté le 2 mai 2018
5. Voir <https://www.rmc-cmr.ca/fr/registrars-office/regular-officer-training-plan-rotp>
Consulté le 3 mai 2018
6. <http://www.forces.gc.ca/fr/about-policies-standards-defence-admin-orders-directives-5000/5002-7.page> Consulté le 3 mai 2018
7. Données fournies par Jim Hampson, chef de programme, MDN.
8. Le modèle active la routine de pointe chaque fois qu'une plateforme de parti dépasse les capacités de recrutement des FAC.
9. MDN (2017:19) :
10. Le facteur de rétention est un facteur qui dépasse le taux de rétention ou la proportion qui termine la formation de base.
11. Excluant les recrues spécialisées et autres recrues embauchées à l'interne. À noter que l'embauche des travailleurs qualifiés est modélisée séparément à l'aide de sous-routines semblables.
12. Le taux d'attrition à l'année de service 0 correspond à l'attrition pendant la formation de base. L'attrition régulière est définie comme toute attrition après une année complète de service. Symboliquement, le nombre de recrues parmi les MR (NCMr) qui sont dans le système d'instruction à un moment donné t est représenté comme suit

$$\alpha \left[\sum_j^m b_j \sum_t^{n+1} IA_t + \bar{b}IA_{n+2} \right]$$

Pour $t > 2$ et $\bar{b} = (b_3 + b_4)$. De même, le nombre d'officiers dans le système de formation (Ofr_r) à un moment donné t est indiqué comme suit :

$$\alpha \left[bc_1 \sum_{t-1}^{n+1} IA_t + bc_2 \sum_{t-2}^{n+2} IA_t \dots bc_6 \sum_{t-6}^{n+6} IA_t \right]$$

Pour $t > 2$

13. D'après les discussions avec le personnel du bureau du contrôleur du Commandement du personnel militaire.
14. Il s'agit du maximum autorisé par le modèle pour ce qui est de l'échelonnement. La plupart des partis aimeraient, en vertu de leur programme électoral, que la période de recrutement soit plus courte afin qu'elle coïncide avec leur premier mandat.
15. <http://cou.on.ca/numbers/cudo/>. Consulté le 15 mai 2018.
16. Sauf indication contraire, toutes les sommes sont en dollars courants ou en dollars de l'année budgétaire.
17. Pour une discussion plus solide et technique des modèles d'intrants-extrants du point de vue de la comptabilité nationale du Canada, voir Ghanem (2010) ou Poole (1995).
18. Par moyenne pondérée réelle, nous entendons le salaire calculé pour chaque membre des FAC selon le grade et le niveau de prime. Aux fins du modèle, les moyennes calculées sont adéquates.
19. Ces éléments sont des catalyseurs des capacités militaires. Celles-ci font appel à une combinaison de personnes, de systèmes et de doctrines susceptibles de produire un effet militaire. Les transports stratégiques représentent une capacité évidente (l'aéronef C17 avec le personnel et le soutien qui y sont liés permet d'apporter de l'aide à une région d'intérêt).
20. Nous estimons un simple modèle de régression à l'aide des données du SIDE pour estimer les coûts de F-E des bases en fonction du personnel, des coûts antérieurs et de la tendance temporelle. Les résultats figurent en annexe.
21. À noter que, dans un récent article d'actualité, on a signalé qu'une partie de ce matériel en stock a été donnée à l'Ukraine.
<http://ottawacitizen.com/news/national/defence-watch/where-are-those-missing-canadian-military-sleeping-bags-try-ukraine>
22. Voir Ng et coll., 2014, pour une application en traitement du renseignement à .