



OFFICE OF THE
PARLIAMENTARY BUDGET OFFICER

BUREAU DU
DIRECTEUR PARLEMENTAIRE DU BUDGET

Estimation de l'impact financier du projet d'achat d'avions de combat interarmées F-35 Lightning II

Ottawa, Canada
Le 10 mars 2011
www.parl.gc.ca/pbo-dpb

Avis au lecteur

En vertu de la *Loi sur le Parlement du Canada*, le directeur parlementaire du budget (DPB) doit fournir au Parlement une analyse indépendante sur l'état des finances de la nation, des prévisions budgétaires du gouvernement ainsi que des tendances de l'économie nationale. Compte tenu de l'ampleur et de la portée de la dépense proposée, cette demande relève de la responsabilité du DPB qui consiste à appuyer les parlementaires en leur présentant une analyse indépendante de l'état des finances de la nation et en étudiant minutieusement les dépenses prévues.

Les prévisions de coûts et les observations formulées dans le présent rapport constituent des éléments de discussion préliminaires et sont appelées à être révisées, selon les données financières et non financières qui seront fournies par le ministère de la Défense nationale, divers organismes gouvernementaux américains et d'autres parties. Les prévisions et observations sont circonstancielles et ont été formulées à partir de renseignements généraux limités tirés de documents publics. Elles ne doivent pas être interprétées comme des conclusions sur le bien-fondé politique du projet d'achat d'équipement militaire.

Le DPB a engagé une firme indépendante afin d'obtenir une expertise spécialisée en matière de modélisation et d'estimation des coûts. La firme britannique Decision Analysis Services (DAS) Limited utilise un modèle exclusif fondé sur une base de données des coûts de programmes d'appareils militaires créée il y a 30 ans. Dans la mesure du possible, le DPB a fourni des facteurs d'intrant à DAS Limited et a reçu des résultats permettant d'éclairer son analyse. Cela étant, le DPB assume l'entière responsabilité quant aux résultats, analyses et conclusions qui concernent les coûts.

Les auteurs tiennent à remercier les membres du comité indépendant d'examen par les pairs et à exprimer leur reconnaissance aux nombreux fonctionnaires et anciens fonctionnaires – lesquels ont choisi de ne pas divulguer le nom de leur employeur actuel ou passé, selon le cas – pour leurs précieux conseils. Ils souhaitent remercier aussi Richard Aboulafia du Teal Group et Jeremiah Gertler du Congressional Research Service pour leurs conseils et leur aide durant l'étude. Les avis et conseils des membres du comité d'examen n'impliquent aucune responsabilité quant au produit final. Cette responsabilité incombe strictement au directeur parlementaire du budget.

Comité d'experts indépendants chargé de l'évaluation

Andrew Davies, Ph.D.

Directeur de programme, Australian Strategic Policy Institute (ASPI)

Chargé de cours invité, Strategic and Defence Studies Centre, Australian National University (ANU), Canberra AUSTRALIE

Douglas Bland, Ph. D.

Professeur et directeur, Defence Management Studies, Queen's University, Kingston CANADA

David A. Arthur, Ph. D.

Analyste principal, National Security Division, United States Congressional Budget Office (CBO), Washington DC E.U.

Tolga R Yalkin

BComm , LLB , CLB , MPhil (*Droit*)

Yalkit@Parl.gc.ca

Peter Weltman

MBA

Weltmp@Parl.gc.ca

Les auteurs souhaitent remercier Sahir Khan, Ashutosh Rajekar et Anil Dular de leurs contributions et Jocelyne Scrim et Pat Brown pour leur aide lors de la production du rapport. Les auteurs assument seuls la responsabilité de toute erreur ou omission.

Table des matières

<i>Abréviations</i>	5
<i>Résumé</i>	6
<i>Contexte général du programme du F-35</i>	11
<i>Retards</i>	13
<i>Retombées industrielles et régionales</i>	16
Contreparties classiques	17
Projets de participation industrielle	18
Analyse	19
<i>Analyse des coûts</i>	22
Hypothèses générales	25
Coût d'achat	26
Coût de maintien en puissance	30
Préparation logistique initiale	30
Exploitation et soutien	31
Révisions et mises à niveau	32
Coût total	33
<i>Conclusions</i>	35
Coûts ³⁶	
Incertitudes	36
<i>Annexe I : Contexte général</i>	40
<i>Annexe II : Modifications</i>	55
<i>Annexe III : Évaluation des risques et des possibilités de la participation industrielle</i>	57
<i>Annexe IV – Calendrier de livraison</i>	68

Abréviations

Abréviation	Libellé complet
ACI	Avion de combat interarmées
ADC	Avion de démonstration du concept
ADCAV	Avion à décollage court et atterrissage vertical
ADCAVA	Avion à décollage court et atterrissage vertical – avancé
CAPE	Cost Assessment & Program Evaluation
COI	Capacité opérationnelle initiale
COI&É	Capacité opérationnelle initiale et évaluation
CTOL	Conventional Take-off Landing
DARPA	Agence des projets de recherche avancée de la Défense
DAS	Decision Analysis Services
DD&É	Développement, d'essai et d'évaluation
DOD	U.S. Department of Defense
DPB	Directeur parlementaire du budget
FACO	Final Assembly and Check Out
FMS	Foreign Military Sales
GAO	United States Government Accountability Office
GE	General Electric Company
JSF	Joint Strike Fighter
LRU	Line Replaceable Units
MDA	MacDonald Dettwiler
MDN	Ministère de la Défense nationale
O&S	Operating and support
PDC	Phase de démonstration du concept
PDDS	Phase de démonstration et de développement des systèmes
PEOEI	Phase d'essais opérationnels et d'évaluation initiaux
PME	Petites et moyennes entreprises
PPI	Programme de participation industrielle
PPSDS	Phase de production, de soutien et de développement subséquent
RCE	Rapport entre les coûts et les estimations
RDE&É	Recherche, de développement, d'essai et d'évaluation
RIR	Retombées industrielles et régionales
SAR	Selected Acquisition Report
STSC	Soutien technique des systèmes de combat
TCA	Travailleurs canadiens de l'automobile
TCAI	Technologie de combat avancé interarmées

1

Résumé

Le 16 juillet 2010, le gouvernement a annoncé son intention de faire l'acquisition de 65 avions de combat interarmées (ACI) F-35 Lightning II au coût approximatif de 9 milliards de dollars canadiens. Selon les estimations, l'entretien et le soutien des appareils coûteraient de 250 à 300 millions de dollars canadiens par année¹. Ces chiffres ont permis d'établir que le coût de propriété total pourrait atteindre de 16 à 18 milliards de dollars².

Le présent rapport du DPB fait suite à une demande des députés de Vancouver-Sud³ et de Beauséjour, à propos du projet d'achat du gouvernement⁴.

La demande comportait deux questions. La première portait sur le surcoût que le Canada risque d'encourir en faisant appel à un fournisseur unique (contrat à fournisseur exclusif) plutôt qu'en lançant un appel d'offres. La seconde portait sur les coûts d'acquisition et d'entretien du F-35 évalués de façon indépendante.

¹ D. Ross, Parlement du Canada, Chambre des communes, Comité permanent de la défense nationale, *Témoignages*, réunion n° 14, 3^e session, 40^e législature, 19 octobre 2010, tiré du site Web du ministère de la Défense et des Forces canadiennes : <http://www.forces.gc.ca/site/news-nouvelles/news-nouvelles-fra.asp?cat=00&id=3619>.

Ministère de la Défense nationale (MDN), *Response to Parliamentary Budget Officer, Questions & Answers*, 3 mars 2011.

² M. Blanchfield, « Ottawa to spend \$16-billion on fighter jets », *The Globe and Mail*, 16 juillet 2010, tiré de : <http://m.theglobeandmail.com/news/politics/ottawa-to-spend-16-billion-on-fighter-jets/article1642399/?service=mobile&template=shareEmail>.

« Canada to spend \$9B on F-35 fighter jets », *CBC News*, 16 juillet 2010, tiré de : <http://www.cbc.ca/news/canada/story/2010/07/16/canada-jets.html>

³ U. Dosanjh, « Lettre ouverte au Directeur parlement du budget Kevin Page », tiré du site Web du Parti libéral du Canada : <http://www.liberal.ca/fr/salle-des-nouvelles/lettre-ouverte-a-directeur-parlementaire-du-budget-kevin-page/>

⁴ D. LeBlanc, Parlement du Canada, Chambre des communes, « Travaux des subsides », *Hansard révisé*, vol. 145,(3), 3^e session, 40^e législature, 17 février 2011, tiré du site Web du Parlement du Canada : <http://www2.parl.gc.ca/HousePublications/Publication.aspx?Mode=1&Parl=40&Ses=3&DocId=4976561&Language=F#Int-3757421>

Pour ce qui est de la première question, certaines données existantes indiquent que le coût d'un équipement acheté au moyen d'un contrat à fournisseur exclusif peut se révéler supérieur de plus de 20 % à celui d'un équipement acheté au moyen d'un appel d'offres concurrentiel⁵. Les données disponibles ne sont néanmoins pas suffisantes pour que le DPB puisse se prononcer de façon catégorique sur le F-35. En ce qui a trait à la seconde question, le DPB a jugé que l'on pouvait formuler des prévisions raisonnables en ce qui a trait aux coûts d'achat et d'entretien à long terme en se fondant sur l'important corpus de données historiques sur l'acquisition de chasseurs à réaction.

Remarque

Le présent rapport a pour objet d'estimer de façon globale l'incidence financière de l'achat et de l'entretien de F-35. Les prévisions et les observations globales présentées ne doivent pas être interprétées comme des conclusions sur le bien-fondé opérationnel du F-35.

Matière à réflexion pour les parlementaires

Trois importants facteurs orientent l'acquisition de matériel militaire.

Premièrement, l'achat envisagé doit être conforme à l'Énoncé des besoins du ministère de la Défense nationale⁶. Le DPB a obtenu l'Énoncé et l'a passé en revue. Le F-35 est le seul chasseur à réaction qui satisfait à tous les critères de l'Énoncé tel qu'il a été rédigé⁷.

Deuxièmement, les coûts d'achat et d'entretien à long terme doivent être établis.

Troisièmement, dans le cas des achats concurrentiels à grande échelle de matériel militaire, il faut établir un plan des retombées industrielles et régionales (RIR), dont la valeur doit être équivalente ou supérieure à celle du contrat. Ces retombées doivent être clairement définies et validées par Industrie Canada.

Dans un processus d'appel d'offres classique, il convient de soupeser les besoins, les coûts d'achat et d'entretien à long terme et les retombées industrielles et régionales de chaque proposition en vue de sélectionner un fournisseur. Il n'y a pas eu d'appel d'offres concurrentiel pour l'achat du F-35. L'Énoncé des besoins n'a pas été rendu public, les capacités de l'appareil demeurent incertaines compte tenu de son état de développement actuel, les retombées industrielles et régionales sont floues et les coûts d'achat et d'entretien à long terme n'ont pas été établis.

Le Canada n'a signé aucun contrat d'achat obligatoire et n'est nullement tenu - en vertu de lois nationales ou internationales - d'acheter l'appareil⁸. Les importants

⁵ J. Gertler, *F-35 Alternate Engine Program: Background and Issues for Congress*, U.S. Library of Congress, Congressional Research Service Washington, réf. R41131, 22 mars 2010.

⁶ L'Énoncé des besoins est un document de l'Armée qui définit les attentes par rapport au projet d'achat envisagé. On y trouve les caractéristiques obligatoires et facultatives de l'achat envisagé, le projet d'achat est mis en contexte par rapport au rôle et à la mission de l'Armée, et des données sont fournies à l'appui du volume demandé.

Ministère de la Défense nationale (MDN), *Response to Parliamentary Budget Officer, Questions & Answers*, 3 mars 2011.

⁷ A. Deschamps, « Meet the F-35 Lightning II: Canada's Next Fighter », *Canadian Military Journal*, vol. 11, n° 1, 2010, p. 49-52.

investissements consentis dans la phase de développement constituent des coûts irrécupérables⁹, de telle sorte que la décision de renoncer à l'achat n'entraînerait aucun coût financier additionnel pour le gouvernement du Canada.

Prévision des coûts

Le DPB a établi sa prévision des coûts d'acquisition et de soutien à long terme de l'ACI en adoptant un modèle « descendant » qui consiste à fonder les prévisions sur les tendances historiques des coûts associés aux avions de combat précédents, ainsi que sur les principaux facteurs de coûts. Le DPB a fait appel à un cabinet d'experts-conseils pour faire la modélisation de cette démarche (voir l'Avis au lecteur ci-dessus).

Il y a eu une progression exponentielle du coût de fabrication au kilogramme d'un avion de combat depuis une soixantaine d'années, coût qui est passé de moins de 1 000 \$ le kg en 1950 à environ 10 000 \$ le kg aujourd'hui (en dollars de 2009 dans les deux cas). Cela représente une progression annuelle d'environ 3,5 % en termes réels.¹⁰

Durant la même période, le poids moyen d'un avion de combat a crû d'environ 0,5 % par an, ce qui veut dire que le coût d'un avion de combat a augmenté de 4 % par an en termes réels depuis 1950—il a doublé à peu près tous les 18 ans.

Sur la base de ces tendances historiques et des facteurs de coût pertinents, le DPB estime à environ 29,3 milliards de dollars américains le coût de propriété total des 65 appareils sur 30 ans. Cela comprend le coût d'achat et les coûts de soutien à long terme, et ce, avec un intervalle de confiance de 75 %¹¹.

⁸ B. Rodgers, « Le Gouvernement du Canada investit dans les nanorevêtements pour le programme de l'avion d'attaque interarmées », 3 septembre 2008, tiré du site Web de l'Office des technologies industrielles : http://ito.ic.gc.ca/eic/site/ito-oti.nsf/fra/h_00618.html.

« En participant au programme de l'avion d'attaque interarmées, le gouvernement du Canada peut bénéficier de modalités avantageuses offertes aux partenaires du programme. Toutefois, cela n'oblige en rien le gouvernement à acheter des appareils. »

« Dutch Official Bemoans Impact of Potential Withdrawal from JSF Testing », *Inside the Navy*, 7 juillet 2010, Inside Washington Publishers, vol. 23, n° 22..

« Le Canada est un partenaire du programme, mais sa participation au développement de l'ACI " n'engage pas le ministère de la Défense nationale à faire l'acquisition d'appareils F-35 ", a déclaré Jocelyn Sweet, porte-parole du ministère canadien de la Défense. Les récents retards, et les coûts qui y sont associés, n'ont pas de répercussions sur sa participation au programme d'ACI, ni sur les engagements qu'il a pris en la matière, a-t-elle ajoutée. » [traduction]

⁹ Les coûts irrécupérables sont des coûts qui ont été payés définitivement; ils ne sont ni remboursables, ni récupérables par un autre moyen.

¹⁰ P.G. Pugh, *Source Book of Defence Equipment Costs*, G. Pugh, Bedford (R.-U.), 2007

¹¹ Voir l'Analyse des coûts ci-dessous

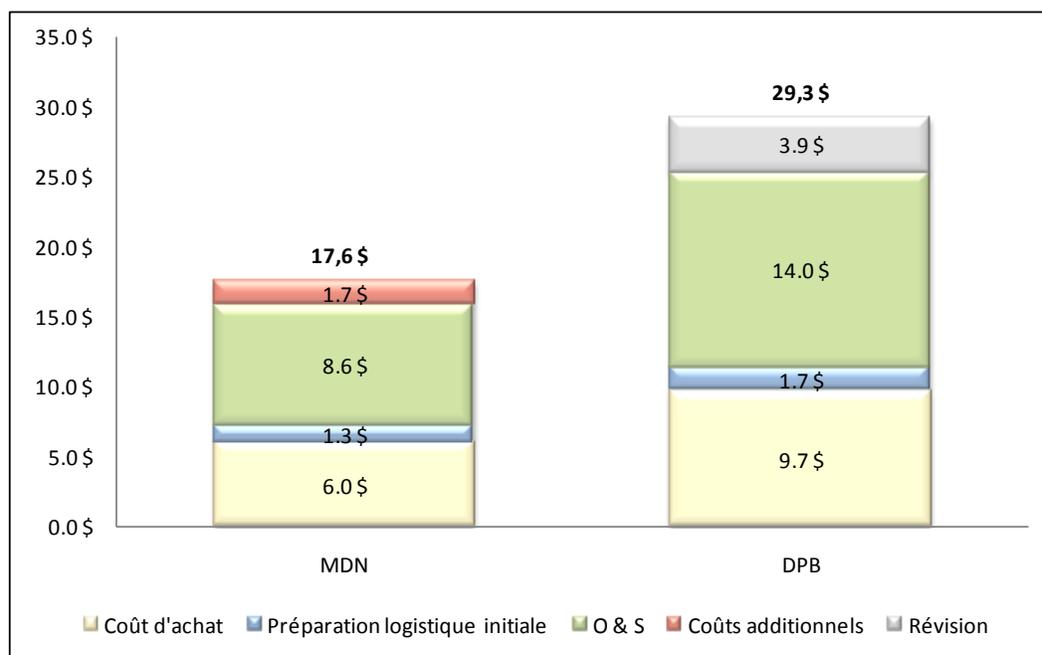
Coût de propriété total	
29,3 milliards de dollars américains	
Coût d'achat	Coût du maintien en puissance
9,7 milliards de \$US	19,6 milliards de \$US
Coût de fabrication 9,7 milliards de \$US	Coût de la préparation logistique initiale 1,7 milliard de \$US
	Coût d'O&S 14 milliards de \$US
	Coût total des révisions et mises à niveau 3,9 milliards de \$US

Toutes les estimations de coût, y compris celles du DPB, doivent être analysées dans le contexte de la méthodologie sur lesquelles elles reposent, des données disponibles et des intervalles de confiance souhaités. Le DPB a directement demandé au ministère de la Défense nationale, des précisions sur la méthodologie, les données et les intervalles de confiance qui sous-tendent les prévisions du gouvernement. Le ministère a confirmé qu'il n'a pas encore préparé une analyse de ce genre¹².

¹² Le Comité permanent des finances de la Chambre des communes a formulé des demandes de renseignements détaillés quant au coût du F-35 et à d'autres documents connexes. Voir <http://www2.parl.gc.ca/HousePublications/Publication.aspx?DocId=4792929&Mode=1&Parl=40&Ses=3&Language=F> et <http://www2.parl.gc.ca/HousePublications/Publication.aspx?DocId=4683392&Mode=1&Parl=40&Ses=3&Language=F>.

Ministère de la Défense nationale (MDN), *Response to Parliamentary Budget Officer, Questions & Answers*, 3 mars 2011.

Estimations du MDN et du DPB du coût total de 65 F-35A (en milliards de \$US)¹³



L'estimation est entachée de certains risques. Il y a un risque que les coûts augmentent du fait de la distribution des coûts de recherche, de développement, d'essai et d'évaluation (RDE&É), de l'élimination possible du choix de réacteur, de l'élimination possible du modèle ADCAV, de l'intégration possible des systèmes d'armes, de la réduction potentielle du carnet de commandes, des coûts d'exploitation et de soutien uniques associés à un avion de combat de cinquième génération et des circonstances qui prévaudront au moment des révisions et mises à niveau de mi-vie.

En outre, le programme a subi d'importants retards et dépassements de budget au stade de la conception et du développement. Selon certaines sources, le développement de l'ACI aurait cinq ans de retard sur le calendrier établi et pourrait coûter 21 milliards de dollars de plus que le budget initialement prévu¹⁴. Si ces dépassements devaient être répercutés sur le coût d'achat, le carnet de commandes pourrait rétrécir.

La solidité empirique que confère le fait de se baser sur les tendances se paie au prix d'une importante contrainte : l'analyse est historique. Cela veut dire qu'il est possible que le F-35A constitue une aberration dans la mesure où son prix pourrait être sensiblement différent de ce que l'on pourrait déduire des tendances historiques.

¹³ Les coûts additionnels du MDN comprennent les coûts afférents à la gestion de projet, aux infrastructures, aux armes et aux imprévus. Le DPB n'a pas pris ces coûts en compte dans son estimation. En outre, alors que les coûts d'O&S calculés par le DPB reposent sur une vie utile de 30 ans, ceux que le MDN a établis reposent sur une vie utile de 20 ans. Pour permettre les comparaisons, le DPB a donc augmenté proportionnellement les prévisions des coûts d'O&S du MDN pour qu'ils reflètent une vie utile de 30 ans.

¹⁴ J. Moran (membre de la Chambre des représentants), *Op-eds and columns keep funding the JSF Alternate Engine* (communiqué de presse), 21 février 2011. .

2

Contexte général du programme du F-35

L'ACI F-35 est un avion de combat polyvalent qui englobe trois variantes : le F-35A (décollage et atterrissage classiques), le F-35B (décollage court et atterrissage vertical) et le F-35C (pour porte-avions). Il s'agissait de développer une plateforme d'avion à combat à laquelle pourraient s'articuler la version à décollage et atterrissage classiques et la version avancée à décollage court et atterrissage vertical (ADCAV)¹⁵.

En permettant la production en série, la communauté offrait un moyen de réduire les coûts unitaires. Il y aurait production en série pour trois raisons. D'abord, on l'a dit, les trois composantes des forces armées américaines achèteraient les avions issus de la même conception générale. Ensuite, contrairement au F-22, le F-35 serait un avion de combat vraiment international; son achat par des pays comme l'Australie, la Belgique, la Corée du Sud, le Danemark, l'Espagne, la Finlande, la Grèce, Israël, l'Italie, le Japon, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, Singapour et la Turquie ferait baisser le prix en augmentant le volume de production. Enfin, le programme de l'ACI se débarrasserait du système des contreparties, source potentielle d'inefficiences du marché.

En mars 1996, deux sociétés — Lockheed Martin et Boeing — ont été appelées à se faire concurrence pour l'avion de démonstration du concept (ADC). Les deux sociétés devaient construire un prototype ayant les capacités des trois variantes précitées. Le réacteur devait cependant être conçu à part. Pour encourager la concurrence, Pratt & Whitney et General Electric Company (GE) devaient concevoir des réacteurs potentiels.

L'histoire du F-22 a montré que la furtivité — élément central du F-35 — comporte trois spécifications de conception. D'abord, l'avion doit pouvoir suivre une trajectoire de vol « faufileuse » pour éviter la détection par les radars hostiles. Ensuite, ses capteurs doivent être fusionnés pour maximiser le recours aux capteurs passifs ou externes et minimiser ainsi les transmissions radars. Enfin, le contrôle des émissions doit être géré pour réduire la détectabilité. À l'époque du F-22, la réalisation de ces spécifications requérait un superordinateur. Le seul moyen d'y parvenir était d'en faire des tâches partagées sur un même système de traitement intégré. La même approche a été choisie pour le F-35.

¹⁵ Voir Annexe 1 : Contexte général, ci-dessous.

Le programme du F-35 visait à réduire les coûts au moyen d'un certain nombre d'innovations d'avant-garde et inédites. Tous les systèmes d'alimentation électrique, qui sont généralement séparés pour des raisons de fonctionnalité et de sécurité, sont intégrés. Le circuit hydraulique est remplacé par des commandes électriques, ce qui permet de substituer aux conduites haute pression des câbles électriques.

Lockheed Martin et Boeing ont toutes deux rencontré des difficultés techniques à l'étape de l'ADC. Des problèmes de conception ont obligé Lockheed Martin à revoir sensiblement l'extérieur de l'avion. Néanmoins, elle a satisfait aux exigences d'un décollage court, d'une accélération supersonique et d'un atterrissage vertical. Boeing, en revanche, n'a pu démontrer qu'un atterrissage vertical au niveau de la mer après enlèvement de dispositifs importants.

Les deux concurrents ont soumis des propositions officielles pour la phase de démonstration et de développement des systèmes (PDDS). Lockheed Martin a été déclarée vainqueur le 26 octobre 2001. Son défi consistait cependant à développer les trois variantes dans des délais serrés. Ces défis de conception ont commencé à poser des difficultés quelques années plus tard. À la fin de 2003, on s'est aperçu que la variante ADCAV était beaucoup trop lourde pour pouvoir satisfaire aux principaux paramètres de décollage vertical sans faire l'objet d'une nouvelle conception.

À ce moment-là, le programme a subi son premier examen par l'équipe de réduction du poids de l'ADCAV. Les mesures prises pour réduire le poids ont retardé le programme d'environ deux ans et repoussé le premier vol au milieu de 2008. La volonté de réduire le poids a eu pour effet d'accroître la complexité structurelle, de réduire la charge de manœuvre maximale et de modifier les spécifications de conception du F-35A. Ces changements augmentaient la complexité et réduisaient la communauté — une des pierres angulaires de la plateforme commune.

L'étape suivante du programme de partenariat international relatif à l'ACI a été la signature du protocole d'entente sur la phase de production, de soutien et de développement subséquent (PPSDS). Bien que ce protocole n'indique pas combien d'appareils les différents partenaires internationaux s'engagent à acheter, ces derniers y indiquent combien d'appareils ils prévoient acheter et s'y entendent sur une méthode de répartition des coûts de développement.

Jusqu'à présent, aucun contrat de production en série n'a été signé par le Pentagone ou les acheteurs internationaux. En fait, il serait légalement impossible aux Forces armées américaines de le faire, le Pentagone ne pouvant pas passer de contrats de défense avant l'exercice où se fait l'affectation des crédits au projet¹⁶. En outre, aux États-Unis, la loi interdit d'exporter des matériels de défense à un prix inférieur à celui que paie le gouvernement américain.

Rien de cela n'empêcherait les partenaires internationaux de signer des contrats de production. Cependant, la tentative de Lockheed Martin pour décrocher des contrats internationaux a finalement échoué.

¹⁶ Voir Annexe 1 : Contexte général. La seule exception est le cas de figure où le Congrès accorde au département de la Défense l'autorisation spéciale de signer des contrats d'achats échelonnés sur plusieurs années lorsque les conditions de ces contrats sont favorables au gouvernement.

3

Retards

Le programme de l'ACI a été émaillé de problèmes et de retards. En 2004, trois ans après le lancement de la phase de développement, les paramètres de base du programme ont été redéfinis par suite de problèmes de poids de la cellule, ce qui a entraîné une infraction à la loi Nunn-McCurdy¹⁷. En 2007, les paramètres de base du programme ont été redéfinis¹⁸ et, en 2010, d'autres retards et dépassements de coûts ont entraîné à nouveau une infraction à la loi Nunn-McCurdy et la restructuration complète du programme, ce qui a eu pour effet de prolonger la phase de développement¹⁹. En janvier 2011, une autre restructuration a été annoncée²⁰.

¹⁷ U.S. Government Accountability Office, *Defense Acquisitions: Assessments of Selected Major Weapons Programs* (Publication n° GAO-05-301), mars 2005, tiré de la page des rapports du GAO au moyen de la base d'accès aux données du GPO : <http://www.gao.gov/new.items/d05301.pdf>.

Un programme est en contravention avec la loi Nunn-McCurdy si son coût d'acquisition par unité dépasse 15 % du coût initialement prévu. En cas de contravention, le programme doit être « recertifié », à savoir que le Pentagone doit confirmer que le programme est essentiel, que son coût est raisonnable et que la direction du programme assure un contrôle des dépenses. Le Pentagone doit également fournir au Congrès le coût d'une alternative au programme.

K. Sack et A. Miller, « THE NATION; North Carolina Crash Is Second in a Month for Marine Harrier Jet; The pilot ejects safely. The plane has long been plagued by mechanical and maintenance woes ». *Los Angeles Times*, 16 juillet 2005, p. A-12.

¹⁸ S. Trimble, « US DoD overrules government auditors' calls to delay F-35 orders », *Jane's Defence Industry*, 1^{er} avril 2007.

¹⁹ C. Harrington, « F-35 likely to face a Nunn-McCurdy breach, says USAF chief », *Jane's Defence Weekly*, 19 février 2010.

C. Harrington, « Pentagon keeps faith with F-35 programme despite soaring costs », *Jane's Defence Weekly*, 3 juin 2010.

K. Wagstaff, « US awards JSF contract modification », *Jane's Defence Weekly*, 25 novembre 2010.

G. Jennings, « Pentagon subjects JSF programme to further scrutiny », *Jane's Defence Weekly*, 22 novembre 2010.

U.S. Government Accountability Office, *Joint Strike Fighter: Additional Costs and Delay Risk Not Meeting Warfighter Requirements on Time* (Publication n° GAO-10-382), mars 2010, tiré de la page des rapports du GAO au moyen de la base d'accès aux données du GPO : <http://www.gao.gov/new.items/d10382.pdf>.

Le développement du F-35 accuse un retard de cinq ans par rapport au calendrier fixé à l'origine et les dépassements de coûts de l'ADC devraient totaliser plus de 21 milliards de dollars américains, soit 60 % de plus que prévu. L'étape d'intérêt pour le Canada est celle où la variante A atteindra la capacité opérationnelle initiale (COI). Le ministère de la Défense nationale a besoin de la COI pour déclasser sa flotte de CF-18. En outre, des dépassements significatifs des coûts de développement risquent d'avoir un impact sur la disponibilité des crédits de production. Même si le gouvernement américain paie une bonne part des coûts de l'ADC, des dépassements de coûts à cette étape risquent de réduire le nombre des avions achetés, d'où possibilité d'une augmentation sensible du coût par avion²¹.

²⁰ C. Harrington Lee, « US puts F-35 STOVL variant on two-year probation », *Jane's Defence Weekly*, 7 janvier 2011.

C. Harrington Lee, « F-35 progress review highlights programme issues », *Jane's Defence Weekly*, 21 janvier 2011.

C. Harrington Lee, « Lockheed Martin responds to DoD F-35 report », *Jane's Defence Weekly*, 27 janvier 2011.

U.S. Government Accountability Office, *Joint Strike Fighter: Additional Costs and Delay Risk Not Meeting Warfighter Requirements on Time* (Publication n° GAO-10-382), mars 2010, tiré de la page des rapports du GAO au moyen de la base d'accès aux données du GPO : <http://www.gao.gov/new.items/d10382.pdf>.

²¹ U.S. Government Accountability Office, *Defense Acquisitions: Assessments of Selected Weapons Programs* (Publication n° GAO-10-388SP), mars 2010, tiré de la page des rapports du GAO au moyen de la base d'accès aux données du GPO : <http://www.gao.gov/new.items/d10388sp.pdf>.

U.S. Government Accountability Office, *Joint Strike Fighter: Additional Costs and Delay Risk Not Meeting Warfighter Requirements on Time* (Publication n° GAO-10-382), mars 2010, tiré de la page des rapports du GAO au moyen de la base d'accès aux données du GPO : <http://www.gao.gov/new.items/d10382.pdf>.

Estimation de l'impact financier du projet d'achat d'avions de combat interarmées F-35 Lightning II

	Redéfinition des paramètres de base en 2007	Restructuration de 2010 (février 2010)	Restructuration de 2011 (janvier 2011)
Début du programme	Novembre 1996		
Début de l'ADC	Octobre 2001		
Revue de conception	Juin 2007		
Décision de faible cadence	Juin 2007		
Fin de développement, d'essai et d'évaluation (DE&É)	Octobre 2012	Mars 2015	Octobre 2016
Fin de la COI&E	Octobre 2013	Janvier 2016	
Achèvement de l'ADC	Octobre 2013	Avril 2016	
Décision de pleine cadence	Octobre 2013	Avril 2016	
COI – F-35A	Mars 2012		Programme en probation
COI – F-35A	Mars 2013	Juin 2016	Retard probable
COI – F-35C	Mars 2015	Juin 2016	

4

Retombées industrielles et régionales

Par « retombées industrielles et régionales » (RIR), on entend les retombées, pour l'industrie canadienne, de la participation du Canada à un programme d'acquisition de défense. L'usage veut que les entrepreneurs de défense internationaux acceptent d'investir dans l'industrie canadienne pour décrocher un contrat d'acquisition d'équipement militaire²². Ces retombées peuvent prendre plusieurs formes : augmentation du nombre des fournisseurs, dépenses en immobilisations, transferts de technologie et coentreprises, pour ne nommer que celles-là²³. Théoriquement, ces retombées « compensent » en quelque sorte le coût des approvisionnements de défense. Bien que ces retombées soient souvent exprimées en dollars, les sommes citées ne reflètent pas nécessairement les retombées industrielles et régionales réelles²⁴.

Les acquisitions de matériel militaire sont dictées par les besoins opérationnels du ministère de la Défense nationale²⁵. Elles dépendent cependant aussi de leur prix et de leurs retombées sur l'industrie canadienne. On peut donc dire que la décision de passer un contrat d'approvisionnement de défense doit tenir dûment compte de ces deux éléments. Si, comme l'affirment certains responsables de la défense, les retombées industrielles et régionales pour les sociétés canadiennes sont importantes, il pourrait être plus facile de justifier la

²² Industrie Canada, *Comment fonctionne la politique de retombées industrielles et régionales (RIR)?*, 2011, tiré de : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ad-ad.nsf/fra/ad03661.html>.

²³ Industrie Canada, *Trousse d'information pour les PME : Qui peut profiter des RIR?*, 2011, tiré de : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ad-ad.nsf/fra/ad03857.html>.

²⁴ Voir Annexe III : Évaluation des risques et des possibilités de la participation industrielle.

²⁵ L'Énoncé de besoins opérationnels est un document, préparé par le ministère de la Défense nationale, qui définit les attentes de ce dernier au regard d'un processus d'acquisition donné. Cet énoncé détaille tant les caractéristiques obligatoires que les caractéristiques souhaitables du matériel visé, ainsi que son rôle au regard du mandat des forces armées, et justifie la quantité de matériel demandée.

réalisation de l'achat prévu²⁶. La difficulté réside à prévoir les retombées dont bénéficiera l'industrie canadienne, et ce, pour un certain nombre de raisons. La première est que le programme de participation industrielle (PPI) de l'ACI ne garantit aucune retombée pour l'industrie canadienne. La seconde est que l'évaluation quantitative des retombées dépend d'un certain nombre de facteurs, et ne saurait se fonder sur la simple valeur des contrats attribués.

Contreparties classiques

Lorsque les marchés sont attribués par voie de concours, la politique d'Industrie Canada sur les RIR²⁷ exige des retombées au moins équivalentes au montant du marché. C'est donc dire que pour remporter l'appel d'offres, un soumissionnaire doit garantir au Canada des retombées industrielles d'une valeur supérieure ou égale à la valeur du contrat obtenu. Cette valeur est un minimum et la Direction générale des retombées industrielles et régionales étudie de près la valeur des retombées industrielles. Ces retombées peuvent être directes ou indirectes. Les retombées « directes » sont directement liées à l'article acheté. Les retombées « indirectes » représentent toutes les autres retombées que l'entrepreneur peut fournir, mais qui ne sont pas liées à la production du matériel militaire même.

Dans ce processus, les soumissionnaires présentent une proposition de RIR décrivant leurs activités commerciales au Canada et la manière dont ils entendent faire participer des entreprises canadiennes si leur proposition est retenue.

Les plans sont ensuite revus et approuvés par Industrie Canada. Les retombées annoncées dans la proposition sont jugées en fonction de leur « valeur en contenu canadien » — soit la mesure dans laquelle l'entrepreneur fera appel à de la main-d'œuvre canadienne et à des biens et services canadiens²⁸. On tient compte pour cela des salaires et avantages sociaux des travailleurs canadiens, des pièces et du matériel (d'origine canadienne) qui font partie de l'équipement des usines, des coûts de transport au Canada, du coût des installations au Canada, des dépenses au Canada au titre des services professionnels et de génie, des dépenses de voyage allant à des transporteurs canadiens et des bénéficiaires gagnés au Canada qui peuvent raisonnablement être attribués aux RIR²⁹. S'il est

²⁶ Suivant des déclarations de responsables militaires du monde entier, ces deux considérations sont importantes : G. O'Dwyer, « Focus Put on F-35 Cost in Norway Contest », *Defense News*, 20 octobre 2008

En témoignent l'usage et la position des syndicats : D. Pugliese, « Canadian Companies Press for JSF Workshare », *Defense News*, 6 décembre 2010, p. 6.

²⁷ Industrie Canada, *Fiche d'information -- Politique des retombées industrielles et régionales du Canada*, 2011, tiré de : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ic1.nsf/fra/05240.html>.

²⁸ On entend par « valeur en contenu canadien » « la partie du prix de vente d'un produit ou service qui est liée au travail accompli au Canada », Industrie Canada, *Trousse d'information pour les PME*, 2011, tiré de : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ad-ad.nsf/fra/ad03857.html>.

²⁹ Industrie Canada, *Trousse d'information pour les PME -- Qu'est-ce que la valeur en contenu canadien? Comment est-elle calculée?*, 2011, tiré de : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ad-ad.nsf/fra/ad03857.html>.

satisfait des RIR et de leur contenu, Industrie Canada approuve la proposition du soumissionnaire et, généralement parlant, le marché peut être conclu.

Projets de participation industrielle

Il n'existe pas de document officiel directement applicable au fonctionnement du programme de participation industrielle. Il est cependant possible de déduire certains critères applicables à ce dernier.

En théorie, le programme de participation industrielle de l'ACI fonctionnera différemment des contreparties classiques. L'un des principaux objectifs du programme d'ACI consiste à produire le chasseur de cinquième génération le plus abordable possible³⁰. On s'est vite rendu compte que les contreparties classiques n'étaient pas rentables. En conséquence, le bureau du programme a estimé qu'il serait plus efficace de choisir les entrepreneurs en fonction des meilleures offres et non en fonction de leur pays. Cependant, le processus d'appel d'offres serait limité aux sociétés des pays participants. Tous les entrepreneurs des pays participants auraient droit de soumettre des offres à l'égard des contrats de production pour la totalité du programme s'ils sont en mesure de respecter le cahier des charges de Lockheed Martin sur le plan de la qualité, du prix et des performances³¹. Ce processus est différent de la méthode habituelle³² en ceci que, dans la procédure normale, l'entrepreneur peut être forcé de choisir un sous-traitant canadien, tandis que le programme de participation industrielle de l'ACI permet à l'entrepreneur de choisir ses sous-traitants dans n'importe lequel des pays participants. En théorie, cela devrait permettre à un plus grand nombre d'entreprises de se mettre sur les rangs pour chaque contrat de sous-traitance et, en conséquence, d'améliorer la qualité et de réduire les coûts.

La décision du Canada de s'équiper de chasseurs F-35 permettrait aux sociétés canadiennes de faire des offres pour tous les contrats liés à l'appareil. On ne garantirait pas de contrats aux sociétés canadiennes, mais seulement le droit de soumissionner. Industrie Canada estime que le montant des contrats ainsi obtenus pourrait atteindre 12 milliards de dollars. La politique d'Industrie Canada exige des retombées industrielles d'une valeur égale ou supérieure à celle du contrat. Les parlementaires pourraient vouloir demander les

³⁰ Office of the Deputy Under Secretary of Defense, *International Industrial Participation: A Study of Country Approaches and Financial Impacts on Foreign Suppliers* (Industrial Policy), juin 2003, p. 10-12, tiré de : http://www.f-16.net/f-16_forum_download-id-11283.html. « La pierre angulaire du programme de l'ACI est son caractère abordable : on cherche à en réduire les coûts de développement, de production et de propriété. [traduction] »

³¹ B. Opall-Rome et D. Pugliese, « Israeli Clarification Calms Canada's Ire on Offsets », *DefenseNews*, 20 décembre 2010, p. 7.

³² Cette méthode a suscité beaucoup d'anxiété chez les pays partenaires : D. Barrie, « The Mouse That Roared: Oslo offers final opportunity for Washington to identify adequate JSF work before determining fate of its involvement », *Aviation Week & Space Technology*, vol. 164, n° 13, 27 mars 2006, p. 35.

explications qui justifient l'écart entre ce coût et le coût estimé par le DBP de 29,3 milliards de dollars³³.

Analyse

Le programme de participation industrielle de l'ACI présente quatre risques distincts, mais apparentés.

Le premier tient à un manque de clarté. Il n'existe aucun document de politique énonçant clairement le fonctionnement du programme, si bien qu'il est difficile de déterminer avec précision les retombées, pour l'industrie canadienne, du simple fait d'avoir accès au processus de soumission d'offres. De plus, on passe du « meilleur rapport qualité-prix » au « meilleur rapport qualité-prix sur le plan stratégique »³⁴, ce dernier terme donnant l'impression d'une sorte de distribution préférentielle des marchés. Le fonctionnement de ce type de démarche dépasse la portée du présent document.

Le second risque concerne les pressions qui vont probablement être exercées sur le programme même. Compte tenu des contreparties industrielles directes qui ont été accordées dans le programme d'achat du F-16 et, en fait, de nombreux programmes européens d'avions de combat à réaction³⁵, il est presque inévitable que les pays chercheront à obtenir des retombées industrielles garanties pour leurs entreprises³⁶. Les événements passés et récents l'illustrent bien³⁷. Le programme de l'ACI a déclaré publiquement que le partage des

³³ Industrie Canada, *Les ministres Clement et Lebel soulignent les réussites de l'industrie canadienne de l'aérospatiale et réitèrent l'engagement du gouvernement envers ce secteur*, Ottawa, 27 octobre 2010, tiré de : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ic1.nsf/fra/05997.html>.

³⁴ D. Barrie, « The Mouse That Roared: Oslo offers final opportunity for Washington to identify adequate JSF work before determining fate of its involvement », *Aviation Week & Space Technology*, vol. 164, n° 13, 27 mars 2006, p. 35.

³⁵ J. Janssen Lok, « New-age F-16 spans the fighter generations », *Jane's Defence Weekly*, vol. 33, n° 2, 1^{er} février 2000.

J. Grevatt, « South Korea and Indonesia join forced for 'F-16-like' aircraft », *Jane's Defence Industry*, 16 juillet 2010.

J. Janssen Lok, « 80% Offsets for F-16 MLU Nations », *Jane's Defence Weekly*, vol. 19, n° 21, p. 15, 22 mai 1993.

C. Harrington, « Thirty years and counting: F-16 fighter battles on against younger competitors », *International Defence Review*, 14 juin 2010.

H. Massy-Beresford, « Norway faces delay to fighter procurement », *Flight International*, 20 mars 2007, tiré de : <http://www.flightglobal.com/articles/2007/03/20/212642/norway-faces-delay-to-fighter-procurement.html>.

³⁶ G. Warwick, « JSF special: Going global », *Flightglobal*, 27 juin 2006, tiré de : <http://www.flightglobal.com/articles/2006/06/27/207394/jsf-special-going-global.html>.

³⁷ D. Barrie, « The Mouse That Roared: Oslo offers final opportunity for Washington to identify adequate JSF work before determining fate of its involvement », *Aviation Week et Space Technology*, vol. 164, n° 13, 27 mars 2006, p. 35. « Certains, à Oslo comme à Washington, doutent que la société américaine soit en mesure d'offrir au gouvernement travailliste norvégien de quoi le convaincre de rester dans le programme. " Je

marchés sera fonction des commandes³⁸. On ne voit cependant pas très bien comment cette démarche est compatible avec le modèle du meilleur rapport qualité-prix³⁹ dans lequel le choix des entrepreneurs et des sous-traitants repose sur le rapport qualité-prix. Si c'est vrai, cette démarche semble incompatible avec le fait de dire que les pays participants auront droit à une part donnée des marchés.

Il semble plus plausible et conforme aux sentiments exprimés par les responsables que les pays participants exigeront pour leurs propres sociétés une contrepartie au moins égale à la valeur de leurs achats. L'imposition d'une telle

crois qu'il est très peu probable que Lockheed Martin soit capable de faire une offre qui soit jugée acceptable », a déclaré un représentant du secteur aéronautique américain. » [traduction]

T. Kington, « Italy Threatens to Halt JSF Plant Work », *DefenseNews*, 1^{er} février 2010, tiré de : <http://www.defensenews.com/story.php?i=4478916>.

T. Kington, « Italy's JSF Assembly Line Takes Shape », *DefenseNews*, 1^{er} novembre 2010. « Nous avons pu grâce au bureau de l'approvisionnement du ministère de la Défense italien, établir des liens avec Lockheed Martin et de rencontrer ses fournisseurs, a déclaré [Carlo Festucci, président de l'association italienne des constructeurs du secteur de la défense et de l'aérospatiale]. Nous acceptons que l'attribution des contrats soit fondée sur le principe du meilleur rapport qualité/prix, mais Lockheed Martin convient que nous devons disposer de conditions dans lesquelles nous puissions efficacement assurer notre promotion. » [traduction]

T. Kington et B. Ege Bekdil, « Italy, Turkey Win JSF Work », *DefenseNews*, 20 mars 2006. « Le consortium international, dirigé par les États-Unis, qui doit assurer la construction de l'avion de combat interarmées (ACI) F-35 a promis des retombées de 3,5 milliards de dollars à la Turquie et la possibilité de 7,2 milliards en sous-traitance à l'Italie, ont affirmé des représentants de la société et du gouvernement. » [traduction]

B. Opall-Rome, « Skittish Israel Pares F-35I Extras - Lockheed CEO: More Workshare A Possibility », *DefenseNews*, 17 novembre 2008. « Le PDG de Lockheed Martin, entrepreneur principal du projet d'avion de combat interarmées (ACI) F-35, fait miroiter au gouvernement israélien de plus grosses retombées économiques pour les sociétés israéliennes s'il se décide rapidement à commander des appareils. » [traduction]

B. Opall-Rome et D. Pugliese, « Israeli Clarification Calms Canada's Ire on Offsets », *DefenseNews*, 20 décembre 2010.

D. Pugliese, « Aerospace union says guarantees are needed of \$16 billion worth of work before Canada buys the F-35 Joint Strike Fighter », *Ottawa Citizen*, 27 décembre 2010, tiré de : <http://communities.canada.com/ottawacitizen/print.aspx?postid=463474>.

D. Pugliese, « Canadian Companies Press for JSF Workshare », *DefenseNews*, 6 décembre 2010.

S. Trimble, « Israel pushes for bigger role in F-35 programme », *Flight International*, 1-7 décembre 2009, p. 19. « Après avoir remporté une victoire décisive en matière d'intégration de l'armement, les représentants du gouvernement israélien continuent d'exiger un rôle plus important dans le programme d'avion de combat interarmées F-35 de Lockheed Martin. » [traduction]

R. Wall, « Time After Time: Australia buys into JSF, with a sense of caution », *Aviation Week et Space Technology*, vol. 171, n° 20, 30 novembre 2009, p.33. « Le gouvernement fait clairement savoir que la décision qui sera prise en 2012 sera influencée par les retombées économiques que Lockheed Martin pourra offrir aux sociétés australiennes. » [traduction]

³⁸ B. Opall-Rome et D. Pugliese, « Israeli Clarification Calms Canada's Ire on Offsets », *DefenseNews*, 20 décembre 2010, p. 7.

³⁹ Ce modèle vient initialement de : Office of the Deputy Under Secretary of Defense, *International Industrial Participation: A Study of Country Approaches and Financial Impacts on Foreign Suppliers* (Industrial Policy), juin 2003, p. 10, tiré de : http://www.f-16.net/f-16_forum_download-id-11283.html.

exigence n'est pas compatible avec l'objectif sous-jacent du programme à moins que Lockheed Martin accorde aux sociétés des États participants un accès exclusif à des marchés sans rapport avec le F-35 ou des retombées indirectes⁴⁰. La mesure dans laquelle ces retombées pourraient être accordées et leurs répercussions sur l'industrie canadienne dépassent la portée du présent document. En l'absence de garanties ou de document décrivant précisément ce type de proposition, le DPB n'est pas en mesure de se prononcer sur l'efficacité du programme s'agissant de compenser le prix d'achat des appareils.

Le troisième risque, pour le programme de participation industrielle, concerne le nombre d'appareils achetés. Comme l'a dit le sous-secrétaire de la Défense des États-Unis chargé de la politique industrielle, l'ampleur et la portée mondiale du programme sont cruciales pour le secteur mondial des industries de défense⁴¹. Le nombre total d'appareils aura sans aucun doute des répercussions sur la valeur des retombées sur l'industrie canadienne. Ainsi, toute augmentation ou réduction des commandes entraînera une baisse proportionnelle des avantages possibles conférés aux entrepreneurs canadiens.

Le quatrième risque tient à la situation qui est celle de l'industrie canadienne quand il s'agit d'entrer efficacement en concurrence pour disputer des contrats, ou des contrats de sous-traitance, dans le cadre du programme. Là encore, s'il est très probable que l'industrie canadienne soit bien placée pour disputer des contrats de sous-traitance, un jugement en la matière dépasse la portée du présent document.

⁴⁰ En fait, cette éventualité a déjà été évoquée dans : G. O'Dwyer, « Norwegian Companies Hope for \$3.5B in F-35 Work », *DefenseNews*, 16 novembre 2009 : « Nous tiendrons compte des retombées offertes par le programme du F-35 même, ainsi que de ce que Lockheed Martin pourrait offrir en marge ou en sus de ce programme, a dit le ministre de l'Économie de la Norvège, Trong Giske. » [traduction]

⁴¹ Office of the Deputy Under Secretary of Defense, *International Industrial Participation: A Study of Country Approaches and Financial Impacts on Foreign Suppliers* (Industrial Policy), juin 2003, p. 13, tiré de : http://www.f-16.net/f-16_forum_download-id-11283.html.

5

Analyse des coûts

Le coût de propriété total d'un bien d'équipement militaire est composé des éléments suivants :

1. Coût d'achat
2. Coût de maintien en puissance

Le coût d'achat est le prix que paie le pays pour se procurer le bien militaire en question.

Le coût de maintien en puissance est le total des coûts encourus après l'achat du bien d'équipement militaire sur l'ensemble de la vie utile du bien.

Ces deux catégories peuvent être subdivisées.

Ainsi, le coût d'achat comprend généralement les coûts suivants :

- Coût de fabrication (coûts fixes et coût différentiel)
- Coûts associés aux activités de recherche, de développement, d'essai et d'évaluation (RDE&É)
- Modifications et améliorations à l'achat

Le coût de maintien en puissance comprend généralement les coûts associés aux éléments suivants :

- Préparation logistique initiale
- Exploitation et soutien (O&S)
- Révisions et mises à niveau
- Aliénation
- Infrastructure
- Frais indirects connexes

Les prévisions de coûts contenues dans le présent rapport excluent tous les coûts suivants.

Les coûts de la recherche, de développement, d'essai et d'évaluation (RDE&É) ne sont pas inclus dans l'analyse, pour deux raisons. Premièrement, les coûts de RDE&É prévus dans les divers protocoles d'entente sont considérés à juste titre comme des coûts irrécupérables et ne doivent donc pas entrer en ligne de compte dans la décision d'acheter ou non le bien. Deuxièmement, le Canada et les autres membres du consortium sont exemptés du prélèvement pour RDE&É qui serait normalement imposé aux termes du programme des Ventes militaires étrangères. Cela dit, le Canada n'est qu'un partenaire de niveau III⁴². Si les frais de RDE&É devaient considérablement augmenter, il pourrait devenir difficile de les répercuter entièrement sur les prix facturés aux acheteurs non membres du consortium, car cela pourrait faire diminuer les commandes, et risquerait donc de faire augmenter le coût d'achat unitaire moyen des appareils. Il est difficile de prévoir les conséquences que cela aurait sur le prix que devra acquitter le Canada. Le ministère de la Défense nationale (DND) prend en compte les coûts de RDE&É dans ses prévisions du coût d'achat du F-35A, ce qui donne à penser que ces coûts pourraient effectivement être incorporés au coût d'achat⁴³.

Remarque

Bien que le programme ait commencé officiellement à la fin de 1996, les dépenses de RDE&É ont débuté en 1994. La dernière estimation du coût de la phase de développement s'élève à 49,3 milliards de dollars américains en date de l'exercice 2009¹. Les activités de développement se poursuivant toujours, on a posé en hypothèse une dépense additionnelle de 5 milliards de dollars². Cela porte le coût total de la phase de développement à environ 55 milliards de dollars américains.

¹ U.S. Government Accountability Office, *Joint Strike Fighter: Additional Costs and Delay Risk Not Meeting Warfighter Requirements on Time* (Publication n° GAO-10-382), mars 2010, tiré de la page des rapports du GAO au moyen de la base d'accès aux données du GPO : <http://www.gao.gov/new.items/d10382.pdf>.

² Prévision du Centre of Defense Information (CDI).

Les modifications et améliorations ne sont pas prises en compte dans l'analyse. En effet, s'il est probable que le Canada demandera certaines modifications du F-35A⁴⁴ pour adapter celui-ci aux conditions d'utilisation au Canada, celles-ci n'entraîneront sans doute pas d'augmentations de coûts importantes⁴⁵.

⁴² Le développement de l'ACI F-35 est financé par les partenaires de niveau I, II et III. Le niveau correspond à la contribution au développement. Le Royaume-Uni est le seul partenaire de niveau I, on lui doit le gros de l'investissement international. L'Italie et les Pays-Bas sont des partenaires de niveau II. L'Australie, le Canada, le Danemark, la Norvège et la Turquie sont des partenaires de niveau III.

⁴³ Ministère de la Défense nationale (MDN), *Response to Parliamentary Budget Officer, Questions & Answers*, 3 mars 2011. Dans sa réponse au DPB sur les éléments qui entrent dans le calcul du coût d'achat de 9 milliards de dollars américains, le MDN indique qu'ils comprendront les coûts de RDE&É.

⁴⁴ Trois versions du F-35 seront produites (voir Contexte général ci-dessus). Le Canada prévoit acheter la version à décollage et atterrissage classique (CTOL), appelée la version A.

⁴⁵ Voir Annexe II : Modifications, ci-dessous.

Les coûts d'aliénation ne sont pas inclus dans l'analyse pour trois raisons. Premièrement, ils dépendront du nombre d'appareils en service dans trente ans. Deuxièmement, il est probable que l'aliénation comportera une bonne part de recyclage de pièces. Troisièmement, compte tenu de la date d'aliénation, l'importance du coût relatif de l'opération en dollars de 2009 s'en trouve réduite.

Les coûts d'infrastructure ne sont pas inclus dans l'analyse. Il est peu probable que le Canada construira de nouvelles bases militaires; on se contentera sans doute de modifier les bases existantes pour leur permettre d'accueillir le F-35A. L'expérience a montré que les modifications nécessaires pour accueillir un nouvel appareil peuvent coûter cher⁴⁶. Comme le Canada n'a encore jamais exploité d'appareil exigeant une restauration de furtivité, le réaménagement des bases en conséquence pourrait être coûteux. Cela dit, il est difficile de prévoir ces coûts faute de renseignements sur l'état des bases canadiennes et sur les mises à niveau qui seraient nécessaires.

Les coûts indirects connexes ne sont pas inclus dans l'analyse. Ils comprennent les frais généraux et les frais d'administration afférents à l'achat.

Le DPB a fourni une estimation prudente et de haut niveau du coût de propriété total que représente le projet d'achat de 65 F-35A.

Pour ce faire, il a adopté un modèle « descendant » pour calculer ses prévisions de coûts. Ce modèle met l'accent sur les tendances historiques de l'évolution du coût des avions de combat précédents pour prévoir le coût d'achat et le coût de maintien en puissance.

Les consultations et recherches ont confirmé que le coût d'achat d'un avion de combat tend à augmenter suivant une courbe exponentielle. L'illustration graphique du coût d'achat au kilogramme d'avions de combat précédents en fonction des dates de première livraison témoigne clairement de cette tendance à la hausse. C'est le cas même après déflation du coût au moyen des indices pertinents⁴⁷.

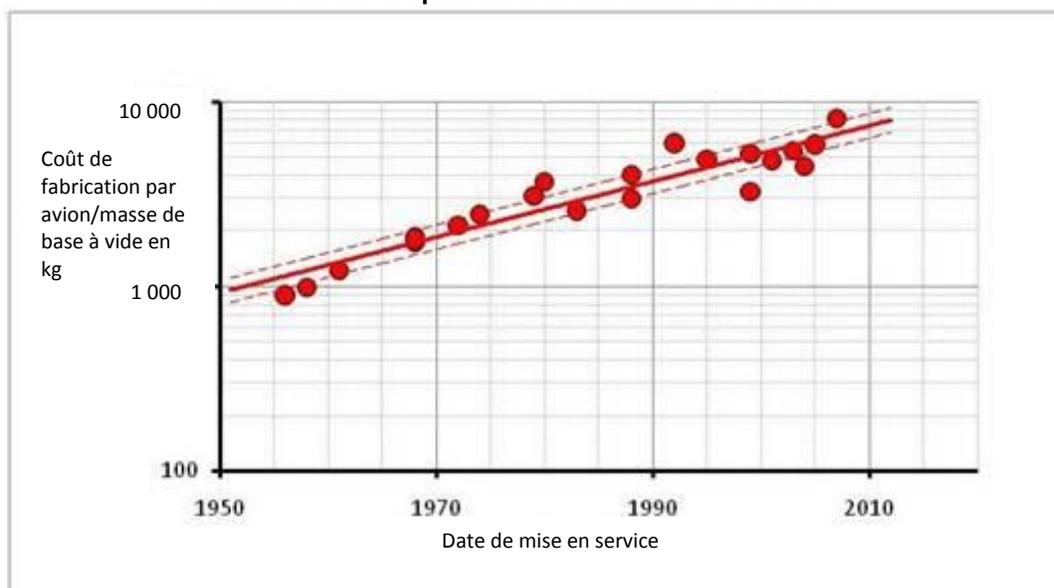
⁴⁶ Standing Committee on Public Works, Australia, Australian Super Hornet Facilities Project, RAAF Base Amberley, QLD [communiqué de presse], 18 août 2008, tiré de: <http://www.aph.gov.au/house/committee/pwc/superhornetamberley/media/media02.pdf>.

Parliamentary Standing Committee on Public Works, Australia, Australian Super Hornet Facilities Project: RAAF Base, Amberley, octobre 2008, tiré de: <http://www.aph.gov.au/house/committee/pwc/superhornetamberley/report/fullreport.pdf>.

Department of Defence, Australia, *Defence Annual Report 2009–2010*, Appendix 5, 19 novembre 2010, p. 323, tiré de : http://www.defence.gov.au/Budget/09-10/dar/dar_0910_v1_s4.pdf#nameddest=a5.

⁴⁷ U.S. Office of the Undersecretary of Defence (Comptroller), *National Defense Budget Estimates for FY 2011*, mars 2010, p. 5, tiré de : http://comptroller.defense.gov/defbudget/fy2011/FY11_Green_Book.pdf. Le tableau 5-4 contient les déflateurs du DOD. Les chiffres des colonnes Procurement et RDT&E ont servi à calculer le taux de changement entre 2000 et 2009.

Tendances historiques du coût des avions de combat⁴⁸



On constate que la taille de l'avion de combat progresse d'environ 0,5 % par an. Les coûts spécifiques témoignent d'une augmentation réelle de 3,5 % par an. Ainsi, le coût d'un avion de combat a augmenté de 4% par an en termes réels pour doubler à peu près tous les 18 ans. Cette période couvre plusieurs générations d'avions de combat. En outre, les techniques de fabrication ont passablement évolué durant celle-ci.

Les données historiques permettent aussi d'estimer le coût de maintien en puissance : préparation logistique initiale, exploitation et soutien (O&S) et révisions et mises à niveau. En étudiant le rapport de ces coûts au coût d'achat dans les programmes d'achat précédents, il a été possible de les extrapoler sur la base du coût d'achat probable du F-35A.

La solidité empirique que confère le fait de se baser sur les tendances se paie au prix d'une importante contrainte : l'analyse est historique. Cela veut dire qu'il est possible que le F-35A constitue une aberration dans la mesure où son prix pourrait être sensiblement différent de ce que l'on pourrait déduire des tendances historiques.

Hypothèses générales

La modélisation du DPB repose sur les hypothèses générales suivantes :

1. On se sert des déflateurs du DOD des États-Unis pour exprimer tous les coûts en dollars de 2009⁴⁹.

⁴⁸ Les données historiques sur les avions de combat présentent une tendance bien définie d'augmentation exponentielle des coûts de production spécifiques. Un graphique illustrant l'évolution des coûts de production d'un avion de combat figure dans P.G. Pugh, *Source Book of Defence Equipment Costs*, Bedford (Royaume-Uni), p. 46.

⁴⁹ U.S. Office of the Undersecretary of Defence (Comptroller), *National Defense Budget Estimates for FY 2011*, mars 2010, p. 45, tiré de : http://comptroller.defense.gov/defbudget/fy2011/FY11_Green_Book.pdf Le tableau 5-4 contient les déflateurs du DOD. Les chiffres des colonnes Procurement et RDT&E ont servi à calculer le taux de changement entre 2000 et 2009.

2. Il n'y aura pas de fluctuations dans le taux de change durant la période de livraison.

Coût d'achat

La prévision du coût d'achat unitaire moyen pour le Canada repose sur les hypothèses suivantes :

1. Il n'y aura pas de charge pour le recouvrement des frais de RDE&É.
2. La série des F-35A totalisera 2 478 appareils.
3. Les F-35A du Canada seront livrés au rythme suivant : 1, 3, 9, 13, 13, 13 et 13 appareils par an sur une période de sept ans à compter de 2016⁵⁰.
4. Le Canada payera les appareils à la livraison.
5. Le poids à vide de l'appareil est de 13 318 kg⁵¹.
6. Le taux associé à la courbe d'apprentissage est de 9,1 %⁵².
7. Au moment où le Canada prendra livraison du premier appareil en 2016, 330 F-35A auront été livrés⁵³.

⁵⁰ Ministère de la Défense nationale (MDN), *Response to Parliamentary Budget Officer, Questions & Answers*, 3 mars 2011.

⁵¹ F-35 Communications Team, « F-35 Lightning II Program Update and Fast Facts », janvier 2011, tiré de : <http://f-35.ca/wp-content/uploads/2011/01/F-35-Fast-Facts-Jan-10-2011.pdf>.

⁵² Le pourcentage exact est .091324; il repose sur le coût de production unitaire moyen figurant dans le SAR et sur les coûts des premières séries limitées (lot 2 – 17 appareils et lot 3 – 31 appareils).

⁵³ Voir Annexe IV : Calendrier de livraison.

Ces chiffres reposent sur le protocole d'entente visant la phase de production, de soutien et de développement subséquent modifié en fonction de l'évolution de la situation et de la révision des commandes prévues. Les changements sont les suivants :

L'Australie a modifié son calendrier de livraison. Elle prévoit maintenant prendre livraison de 2 F-35A en 2014, 4 en 2015, 8 en 2016, 15 en 2017, 15 en 2018, 15 en 2019, 13 en 2020, 15 en 2022 et 13 en 2023 (The Cost of Defence: ASPI Defence Budget Brief 2010-2011, The Australian Strategic Policy Institute, 27 mai 2010, p. 201–202, tiré de : http://www.aspi.org.au/publications/publication_details.aspx?ContentID=254&pubtype=3).

Les États-Unis ont modifié leur calendrier de livraison du F-35A. Ils prévoient maintenant prendre livraison de 19 appareils en 2012, 24 en 2013, 40 en 2014, 50 en 2015 et 70 en 2016. Voir : U.S. Undersecretary of Defense, Acquisition, Technology and Logistics, 6 janvier 2011, *JSF Fact Sheet* (document publié lors de l'annonce faite le 6 janvier 2011 par le secrétaire américain à la Défense, R. Gates).

En outre, les achats du F-35 par les autres pays restent à confirmer :

Les Pays-Bas remettent en question leur décision d'acheter le F-35: C. MacKenzie, « Dutch Vote to Cancel Order for F-35 JSF », *Aviation Week*, 21 mai 2010, tiré de : <http://www.aviationweek.com/aw/blogs/defense/index.jsp?plckController=Blog&plckBlogPage=BlogViewPost&newspaperUserId=27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7&plckPostId=Blog%3A27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7Post%3A126f6b53-45ed-4603-b333-56e5e9a80e20&plckScript=blogScript&plckElementId=blogDest>.

Le Danemark a reporté sa décision d'acheter les F-35: « Denmark F-35 Fighter Jet Decision Postponed » *defencetalk.com*, 29 avril 2009, tiré de : <http://www.defencetalk.com/denmark-f-35-fighter-jet-decision-18247/>

8. Au moment où le Canada prendra livraison du dernier appareil en 2022, 1 367 F-35A auront été livrés.

Comme on l'a dit, dans le présent rapport, le coût d'achat se compose des coûts de fabrication fixes et différentiels. L'estimation du coût d'achat unitaire moyen du programme de construction du F-35A a été effectuée au moyen d'un modèle reposant sur le rapport entre les coûts et les estimations (RCE)⁵⁴. L'estimation du coût d'achat unitaire moyen du programme du F-35A sur la totalité du programme a été établie en fonction d'une série totale de 2 478 appareils F-35A. Ce nombre repose sur les chiffres officiels du Bureau de programme concernant les achats prévus pour les trois composantes des Forces armées américaines et tous les partenaires internationaux⁵⁵.

On s'est servi dans le modèle d'un poids à vide de 13 318 kg, qui figure dans les documents officiels du programme⁵⁶. Les résultats de l'analyse aboutissent, pour le programme du F-35A, à un coût d'achat unitaire moyen de 128,8 millions de dollars américains sur l'ensemble du programme. Le graphique suivant illustre la distribution de l'estimation autour de la moyenne.

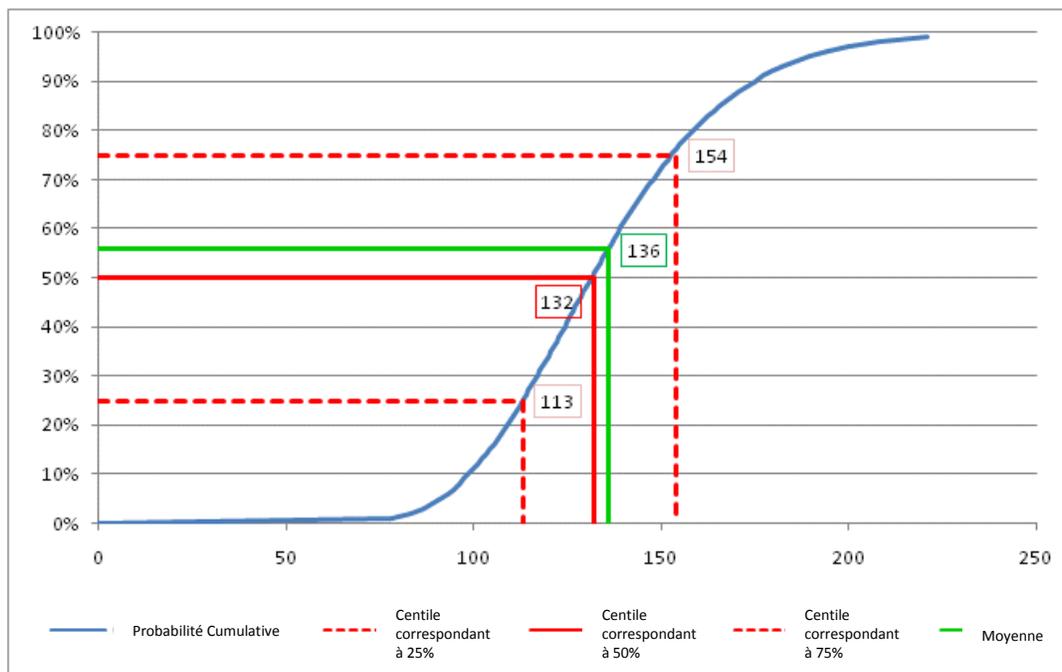
⁵⁴ Le RCE est obtenu par l'analyse statistique du coût final des avions de combat précédents. On emploie une démarche reposant à la fois sur la conception et la performance où l'information sur les exigences de performance et les caractéristiques techniques de la solution proposée servent à générer les coûts. Les intrants du modèle se présentent de telle manière que les valeurs des éléments de coût sont accompagnées d'une évaluation de l'incertitude qui entache les estimations. La prévision repose sur des renseignements publics et comporte un jeu d'hypothèses explicites sur les intrants de programme qui ont été soigneusement analysés.

⁵⁵ 1 763 appareils pour les États-Unis et 715 appareils pour les clients d'outre-mer.

⁵⁶ F-35 Communications Team, « F-35 Lightning II Program Update and Fast Facts », 10 janvier 2011, <http://f-35.ca/wp-content/uploads/2011/01/F-35-Fast-Facts-Jan-10-2011.pdf>.

Distribution de l'incertitude autour de la prévision du DPB

Le 50^e centile représente la moyenne historique de tous les avions de combat représentés dans le modèle. Le 25^e centile et le 75^e centile dénotent les limites de confiance autour de cette moyenne historique. La moyenne est l'estimation produite par le modèle au moyen des données d'entrée choisies, lesquelles sont en l'occurrence supérieures aux moyennes historiques. Autrement dit, les variables d'entrée relatives au F-35 sont supérieures à la moyenne historique relative aux avions de combat.



Le gouvernement a l'intention d'acheter 65 F-35 livrés au rythme de 1, 3, 9, 13, 13, 13 et 13 appareils par an sur sept ans à compter de 2016⁵⁷. D'après les prévisions du Bureau de programme, quand la livraison des appareils destinés au Canada commencera, au plus 330 appareils auront été construits et livrés; quand le Canada prendra livraison du dernier appareil, au plus 1 367 F-35A auront été construits et livrés aux États-Unis et aux acheteurs internationaux. Le point milieu se situe à 848 appareils⁵⁸.

Pour calculer le coût unitaire moyen potentiel au 848^e appareil, il a fallu calculer l'évolution du prix en fonction de l'évolution des quantités (suivant la courbe d'apprentissage)⁵⁹. Pour cela, on a identifié les coûts connus et on s'en est servi pour

⁵⁷ Ministère de la Défense nationale (MDN), *Response to Parliamentary Budget Officer, Questions & Answers*, 3 mars 2011.

⁵⁸ Ce chiffre est obtenu simplement en faisant la moyenne de 330 et 1 367.

⁵⁹ Les principes des courbes d'apprentissage ont été élaborés par T. P. Wright et publiés dans le *Journal of the Aeronautical Sciences* en 1936.

Pour de plus amples informations à ce sujet, voir P. F. Ostwald, *Engineering Cost Estimating*, Houston, 1991, ainsi que

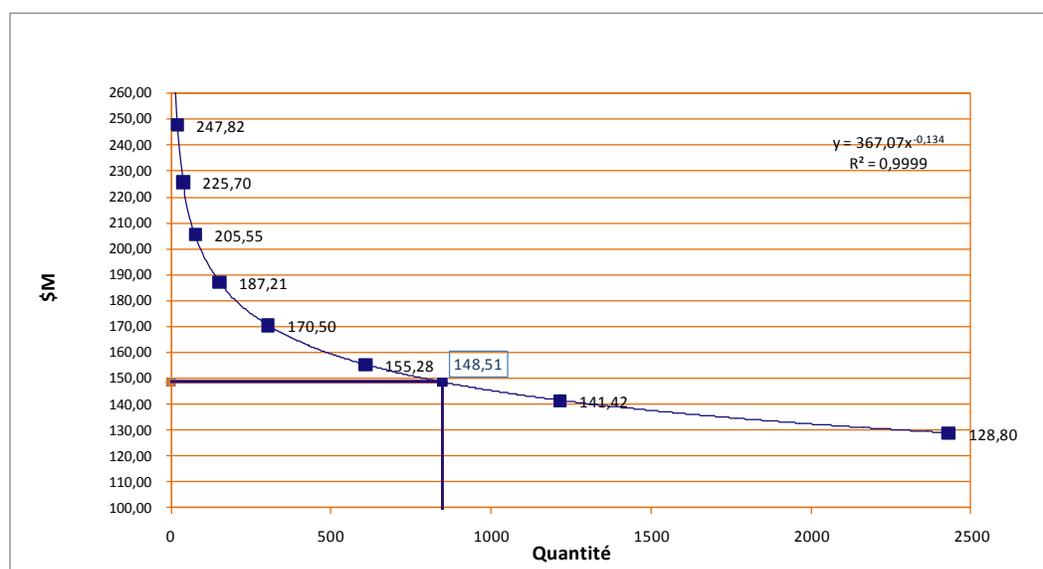
M.S. Goldberg et A. E. T. Touw, *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, MD: Hanover, 2003.

faire une extrapolation et dessiner une courbe mathématique représentant le mieux le taux de changement⁶⁰.

La courbe d'apprentissage reflète la baisse du coût d'achat unitaire à mesure que la production progresse. Ainsi, ceux qui achètent tôt dans la série paient leur bien relativement plus cher que ceux qui achètent plus tard, car ces derniers bénéficient des avantages que procurent notamment l'amélioration des procédés de fabrication, l'augmentation d'échelle et les autres améliorations technologiques.

Sur la base de la courbe d'apprentissage et du coût d'achat unitaire moyen du programme de 128,8 millions de dollars américains pour 2 478 appareils, le calcul du coût d'achat unitaire moyen pour le Canada au stade du 848^e appareil se situe à 148,5 millions de dollars américains⁶¹. Sur la base du calendrier de livraison prévu, en dollars de 2009, le coût d'achat total pour le Canada s'établit à 9,7 milliards de dollars américains.

Courbe d'apprentissage



⁶⁰ Les coûts connus utilisés proviennent des divers contrats de première série limitée et des SAR : coût de production unitaire suivant les SAR pour 2 478 appareils = 86,2 M\$, coût moyen des appareils de la deuxième série limitée (17 appareils) = 154 M\$ + 15 M\$ pour le réacteur = 169 M\$, coût moyen des appareils de la troisième série limitée (31 appareils) = 148 M\$ + 15 M\$ pour le réacteur = 163 M\$. Les chiffres sur les séries limitées viennent du département de la Défense des États-Unis et excluent le coût des réacteurs. Le DPB estime le coût des réacteurs à 15 M\$US chacun. Le graphique a été produit sur la base de ces trois points. Comme on l'a découvert quand on s'est servi de l'estimation de 86,2 M\$ du coût total unitaire moyen figurant dans les SAR, cette méthode donne des résultats raisonnablement exacts.

⁶¹ La courbe d'apprentissage a été calculée en fonction des plateformes sur la base du coût unitaire moyen pour le nombre total de plateformes et les troisième et quatrième séries limitées. Le pourcentage ainsi calculé représente le taux auquel les coûts de main-d'oeuvre et de matériel baissent à mesure que les plateformes de production sont achevées.

Coût de maintien en puissance

Comme on l'a vu précédemment, aux fins du présent rapport, le coût de maintien en puissance comprend les éléments suivants :

- la préparation logistique initiale
- les coûts d'exploitation et de soutien (O&S)
- les coûts des révisions et mises à niveau.

L'estimation ci-dessous combine les coûts tirés des SAR de DOD⁶² et des estimations reposant sur des données historiques et des modèles d'établissement des coûts.

Préparation logistique initiale

Le DPB pose en hypothèse que le coût de la préparation logistique initiale représente 18 % du coût d'achat unitaire moyen pour le Canada, les dépenses s'étalant de 2016 à 2022⁶³, soit 1,7 milliard de dollars américains.⁶⁴

La préparation logistique initiale comporte trois éléments.

Premièrement, elle couvre l'acquisition initiale de toutes les pièces de rechange requises pour assurer l'entretien de l'appareil et en garantir la capacité opérationnelle. Ces pièces de rechange comprennent celles qui sont nécessaires à un entretien préventif et l'équipement de rechange (comme les éléments de moteurs, les trains d'atterrissage, etc.) utilisés dans la maintenance corrective. Les entrepôts de toutes les bases opérationnelles devront être convenablement pourvus et les stocks devront pouvoir être transportés au besoin.

Deuxièmement, il va falloir prévoir des installations pour les tests diagnostiques et la mise en service après réparations. Ces essais avant vol constituent un élément crucial de l'exploitation générale de l'appareil.

Troisièmement, il faudra entraîner le personnel chargé de mener les essais et d'assurer la maintenance de l'appareil et de ses pièces, ainsi que des éléments remplaçables sur place (LRU) au premier, deuxième et troisième échelons⁶⁵. Cette formation est nécessaire au déploiement des appareils en temps opportun.

⁶² US Code, vol. 10, article 2432, *Selected Acquisition Reports*. Les Selected Acquisition Reports (SAR) résument les dernières estimations concernant le coût, le calendrier et la performance d'un programme d'achat d'équipement militaire. Ces rapports sont préparés tous les ans parallèlement au budget du président. Des rapports trimestriels subséquents sont exigés seulement dans le cas des programmes qui affichent une augmentation des coûts unitaires d'au moins 15 % ou un retard d'au moins six mois. Des SAR trimestriels sont également produits à l'égard des rapports initiaux, des rapports finals et des programmes auxquels on attribue une nouvelle période de référence après une décision marquante.

⁶³ Komarek, J., *Life Cycle Cost Simulation in Defence Planning*. RTO SAS Symposium on 'Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems' in Paris France (RTO-MP-096), DTIC Online, 24-25 octobre 2001, tiré de : <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA418689#page=101>.

⁶⁴ $(148,51 \text{ M}\$ \times 65) \times 0.18 = 1,73$ milliard de dollars américains.

⁶⁵ Cela comprend les réacteurs et leurs pièces, toutes les boîtes noires électroniques, les boîtes noires d'avionique, les trains d'atterrissage droit et gauche, les roues et freins, le radar, les écrans d'habitacle, les servocommandes de direction, les vérins de volet, les pylônes d'armement. De manière plus générale, il

Exploitation et soutien

Les prévisions de coûts d'O&S effectuées par le DPB reposent sur les hypothèses suivantes :

1. Les 65 F-35A appartiendront tous à la flotte active pendant 30 ans à partir de leur livraison.
2. Il n'y aura pas de remplacement des appareils pour cause d'attrition.
3. Le coût d'O&S par appareil repose sur le coût d'achat unitaire moyen du programme, le poids à vide, la complexité de la plateforme, en supposant 240 heures de vol par appareil par an⁶⁶.
4. Les pièces de rechange additionnelles sont incluses dans les coûts d'O&S.
5. Il n'y aura pas de coûts d'aliénation.

Les coûts d'O&S constituent l'un des principaux éléments du coût de maintien en puissance. Ils comprennent tous les coûts associés au maintien de l'appareil en état de préparation opérationnelle.

D'après les données disponibles, le coût d'O&S annuel moyen des avions de combat représente de 3 à 5 % du coût d'achat. On s'est fondé sur ces chiffres pour déterminer les RCE associés à des intrants particuliers. Ces intrants comprennent le poids à vide, les dates de livraison et le nombre annuel d'heures de vol. Le modèle produit des pourcentages relativement au coût d'O&S qui sont une fonction des intrants de l'avion de combat et du coût d'achat. Les données qui sont dans le domaine public sont insuffisantes pour établir un modèle de la même nature que celui qui a servi à calculer les prévisions du coût d'achat⁶⁷, mais les résultats du modèle sont considérés comme raisonnables.

En utilisant comme intrants un coût d'achat de 128,8 millions de dollars américains, un poids à vide de 13 318 kg et les capacités de 5^e génération du F-35A, le modèle aboutit à un coût d'O&S de 6,4 %. Compte tenu du coût d'achat unitaire moyen du programme de 128,8 millions de dollars américains, cela représente un coût annuel de 8,24 millions de dollars américains par appareil. Suivant le calendrier de livraison prévu des appareils destinés au Canada, le coût total d'O&S de 65 F-35A totalise environ 14 milliards de dollars américains de 2009.

Les estimations produites par le modèle comportent un certain degré d'incertitude. En effet, le recours à une conception et des technologies nouvelles présente des risques considérables. Malgré tous les calculs et analyses de fiabilité reposant sur le prototype et les données historiques, on ne connaîtra le véritable niveau de fiabilité de l'appareil qu'après plusieurs années de vol. C'est en effet souvent durant les premières années

s'agit de toutes les pièces qui subissent des contraintes importantes et qui ont donc le plus de chances de se rompre ou de tomber en panne et de devoir être remplacées.

⁶⁶ Ce chiffre est conforme à la norme actuelle de l'OTAN et au profil de vol courant des F-18 canadiens, et il a été confirmé par des fonctionnaires du ministère de la Défense nationale.

⁶⁷ Si les pays achetaient chaque fois des avions aux capacités identiques à celles des précédents, il serait beaucoup plus facile de prévoir les coûts d'O&S. La capacité de défense est par nature en constante évolution et exige le recours à des technologies toujours plus innovatrices.

qu'on découvre les problèmes qui risquent de faire tomber la fiabilité en deçà des niveaux spécifiés et d'exiger de nouvelles études techniques. En outre, aucun appareil de 5^e génération n'a encore été en service suffisamment longtemps pour permettre de tirer des conclusions. Dans le cas de l'ACI F-35, le degré d'incertitude est particulièrement grand pour certaines raisons. Par exemple, le F-35 a un nombre sans précédent de lignes de code. De plus, l'emploi de procédés thermoplastiques et de métaux avancés pour le fuselage du F-35 présente des risques importants du point de vue des coûts. Ces matériaux pourraient compliquer les réparations et même exiger le remplacement pur et simple des pièces concernées. Cela risque d'être coûteux si les procédés de production rendent le démontage difficile, voire impossible, au point d'exiger des installations spécialisées.

Révisions et mises à niveau

Les prévisions du coût des révisions et mises à niveau effectuées par le DPB reposent sur les hypothèses suivantes :

1. Le F-35A subira deux révisions et mises à niveau (la première 10 ans après la livraison et la seconde, 20 ans après la livraison).
2. Outre les impératifs d'accès au réacteur et aux éléments d'avionique, aucune modification ne sera apportée à la cellule pour préserver les caractéristiques de furtivité de l'appareil.
3. Les modifications du réacteur et des éléments d'avionique seront mineures.
4. L'appareil fera l'objet d'une procédure complète d'essai et de certification avant d'être remis en service.

Les appareils de combat des générations précédentes ont été progressivement mis à niveau tout au long de leur vie utile. Le DOD n'a encore rien publié sur sa stratégie de mise à niveau du F-35, mais apparemment, le gros des mises à niveau concernerait essentiellement les logiciels. Si les modifications devaient concerner la cellule, le réacteur, ou l'avionique, cela pourrait avoir des répercussions sur le coût de production unitaire de l'appareil, suivant le moment où le changement se produit dans la campagne de production.

La situation pourrait être compliquée davantage par les modalités commerciales qui pourraient limiter ou interdire l'enlèvement et le remplacement de tout article susceptible d'être considéré comme sensible d'un point de vue commercial ou militaire. Ces modifications pourraient être considérées comme étant du ressort du DOD, du gouvernement ou de l'avionneur. Il se peut que, dans une certaine mesure, ces révisions et mises à niveau ne puissent être effectuées que par Lockheed Martin dans son usine de Fort Worth.

En dépit de cette complication, il est possible de donner une idée approximative du coût des mises à niveau.

Celles-ci concerneront essentiellement trois secteurs :

- la cellule,
- le réacteur,

- l'avionique.

Sur la base des hypothèses indiquées ci-dessus, on estime de façon très approximative que le coût d'une révision et mise à niveau sera de l'ordre de 30,38 millions de dollars américains +/- 5 millions de dollars américains par appareil⁶⁸ en fonction du calendrier de livraison actuel. Ainsi, 10 ans exactement après qu'ils auront été livrés, chacun des F-35A fera l'objet d'une révision et mise à niveau, ce qui représente un coût total de 3,95 milliards de dollars américains de 2009.

Coût total

Le coût de propriété total comprend le coût d'achat et le coût de maintien en puissance (préparation logistique initiale, exploitation et soutien et révisions et mises à niveau).

Le DPB en est arrivé à un coût d'achat unitaire moyen pour le Canada de 148,5 millions de dollars américains au moment du cycle de production où le Canada doit prendre livraison de ses appareils⁶⁹.

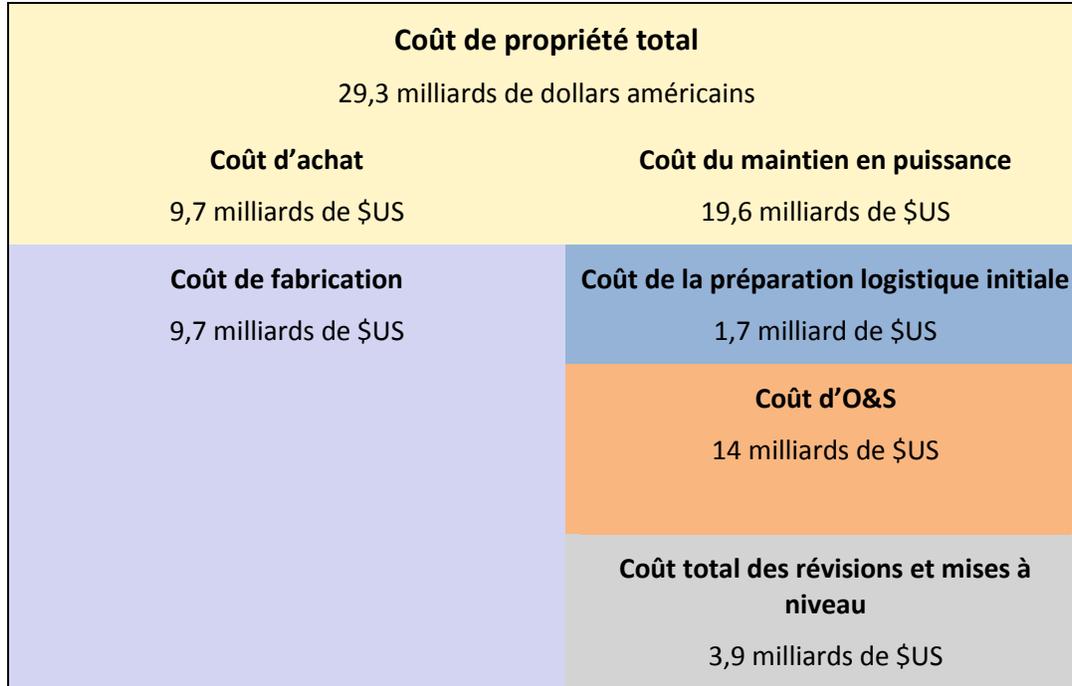
Ce coût unitaire moyen se traduit par un coût d'achat total d'environ 9,7 milliards de dollars américains (en dollars de 2009) sur l'ensemble de la période de livraison qui s'échelonne de 2016 à 2022. En ce qui concerne le coût de maintien en puissance, le DPB prévoit 1,7 milliard de dollars américains pour la préparation logistique initiale et 14 milliards de dollars pour les coûts d'O&S sur une vie utile de 30 ans (les deux chiffres sont en dollars de 2009)⁷⁰. Le premier chiffre est calculé sur la base d'un pourcentage du coût d'achat unitaire moyen pour le Canada et le second, en pourcentage du coût d'achat unitaire moyen du programme. Par ailleurs, le DPB estime chaque révision et mise à niveau coûtera 30,38 millions de dollars américains par avion. En dollars de 2009, cela représente 3,9 milliards de dollars américains. Compte tenu de ce qui précède, le coût de propriété total, exprimé en dollars de 2009, est d'environ 29,3 milliards de dollars américains, soit un coût unitaire de 450 millions de dollars américains.

⁶⁸ À titre d'élément de comparaison, mentionnons que BAE SYSTEMS a réalisé la mise à niveau de 142 appareils Tornado les faisant passer de GR1 à GR4 pour 943 millions de livres sterling en 2003. Cela représente 6,64 millions de livres sterling par appareil ou 12,8 millions de dollars américains en dollars de 2009. Le coût de production unitaire du Tornado est estimé à 56 millions de livres sterling. La mise à niveau représente 12 % du coût unitaire (6,6 £/56 £ = 11,7 %).

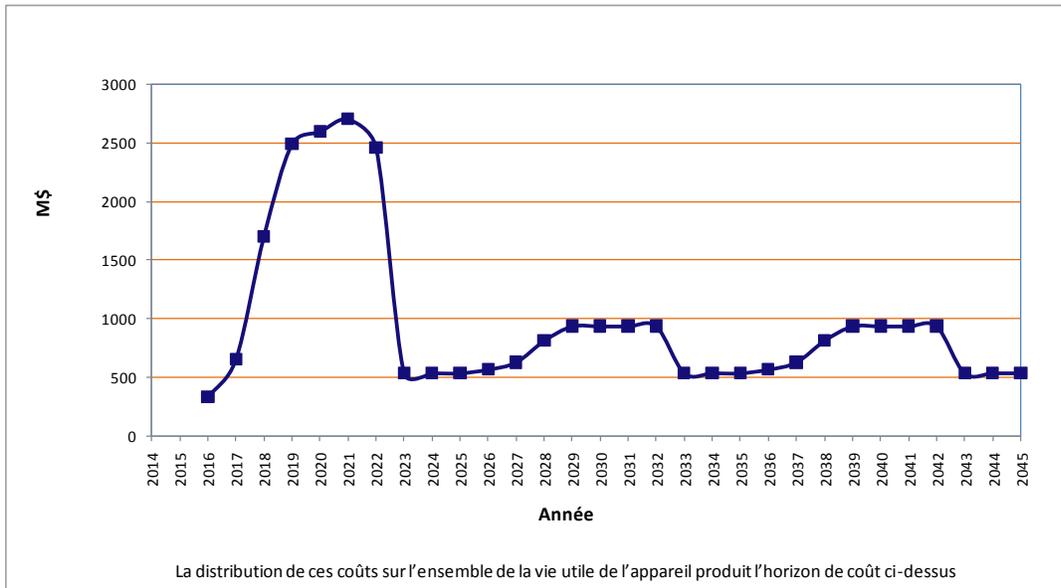
La mise à niveau du Harrier (de GR7/7A à GR9) a coûté 500 millions de livres sterling pour 60 appareils = 8,3 millions de livres sterling par appareil en dollars de 2003, ou 16 millions de dollars américains de 2009. Le coût de production unitaire estimatif du Harrier s'élève à 41 millions de livres sterling. La mise à niveau représente donc 20 % du coût unitaire (8,3 £/41 £ = 20 %).

⁶⁹ Cette estimation est associée à un intervalle de confiance de 75 % (ce qui veut dire qu'il y a 75 % de probabilité qu'elle soit juste).

⁷⁰ On a abouti à un pourcentage de 6,4 % du coût d'achat en appliquant le modèle avec les intrants spécifiques du F-35A. Ce pourcentage est tiré du modèle et des tendances historiques.



Coûts sur un période de service de 30 ans



6

Conclusions

Le F-35 a été conçu pour répondre aux besoins opérationnels des forces navales et aériennes, et de la marine des États-Unis, l'objectif étant de produire un avion de combat furtif polyvalent. Cela dit, le développement de l'appareil devait non seulement satisfaire à des objectifs de performance, mais aussi considérer les coûts comme une variable indépendante. Grâce à des économies d'échelle, on devait en arriver à un coût d'achat moyen par unité raisonnable; trois versions du F-35 devaient être fabriquées en série pour les trois composantes des forces armées américaines, ainsi que pour des partenaires internationaux.

Parce qu'il fallait répondre aux exigences en matière de furtivité et de communauté, d'importantes innovations technologiques non encore testées sur le terrain ont dû être réalisées. Le programme de développement a par ailleurs connu des dépassements, au niveau des coûts, du calendrier et du poids de l'appareil. Aucun contrat de production finale n'a encore été conclu; c'est pourquoi le volume d'achats par les partenaires internationaux et les forces armées américaines reste à confirmer. Le Canada n'a signé aucun contrat d'achat obligatoire, et malgré d'importants investissements à l'étape du développement de l'appareil, renoncer à l'achat n'entraînerait aucun coût financier additionnel pour le gouvernement du Canada.

Trois importants facteurs orientent l'achat de matériel militaire.

Premièrement, l'achat envisagé doit être conforme à l'Énoncé des besoins du ministère de la Défense nationale. Le DPB a obtenu l'Énoncé et l'a passé en revue. Le F-35 est le seul chasseur à réaction satisfaisant à tous les critères de l'Énoncé. Deuxièmement, les coûts d'achat et d'entretien à long terme doivent être établis. Troisièmement, dans le cas des achats concurrentiels à grande échelle de matériel militaire, il faut établir un plan des retombées industrielles et régionales, dont la valeur doit être équivalente ou supérieure à celle du contrat. Ces retombées doivent être clairement définies et validées par Industrie Canada.

La dernière étape du processus consiste à soupeser les besoins, les coûts d'achat et d'entretien à long terme et les retombées industrielles et régionales pour chaque proposition, en vue de sélectionner un fournisseur. Il n'y a pas eu d'appel d'offres

compétitif pour le F-35. L'Énoncé des besoins n'a pas été distribué à grande échelle, les capacités de l'appareil demeurent incertaines compte tenu de son état de développement actuel, les retombées industrielles et régionales sont floues et les coûts d'achat et d'entretien à long terme n'ont pas été établis.

En ce qui a trait aux retombées industrielles et régionales, le programme de participation industrielle (PPI) des ACI F-35 s'expose à quatre risques distincts. Premièrement, les retombées définitives pour l'industrie canadienne sont incertaines et n'ont pas été validées par Industrie Canada. Deuxièmement, selon la théorie, exécuter un PPI est hautement risqué. Troisièmement, toute baisse de volume aura une incidence sur le marché offert aux sociétés canadiennes. Quatrièmement, l'avantage dont pourrait jouir l'industrie canadienne pour ce qui est de soumissionner des contrats dans le cadre d'un PPI n'est pas évident, pas plus que les investissements, la création d'emplois, les transferts de technologie, etc., qui pourraient en résulter.

Coûts

Le DPB a chiffré le coût total du programme – y compris l'achat et le maintien en puissance – à environ 29,3 milliards de dollars américains. Réparti sur 65 appareils, le coût unitaire approximatif s'établirait à 450 millions de dollars américains en dollars de 2009.

Le coût d'achat final moyen par appareil fait continuellement l'objet de spéculations. Lockheed Martin semble confiant de le voir diminuer. Toutefois, compte tenu des éléments probants disponibles, il est difficile de voir comment le coût peut se rapprocher des prévisions de Lockheed Martin, établies il y a plus de 10 ans. Non seulement ces chiffres diffèrent des prévisions du DPB, mais ils sont bien en deçà de ce qu'ont calculé les organismes du département de la Défense, dont le CAPE et le GAO. Comme on l'a déjà mentionné, les rapports du SAR (Selected Acquisition Report) chiffrant à 91 millions de dollars américains par appareil le coût moyen de production. Étant d'avis que le programme est très mal en point, les analystes de NAVAIR, sous le commandement du vice-amiral David Venlet, envisagent un coût unitaire moyen supérieur à plus de 128 millions de dollars américains⁷¹. À défaut d'une preuve convaincante du contraire, il est difficile de voir comment les coûts pourraient se rapprocher des prévisions initiales.

Incertitudes

L'incertitude financière repose sur un certain nombre de facteurs. Pour la plupart, le risque a trait à l'augmentation des coûts par rapport aux prévisions. D'autres font ressortir la possibilité d'une réduction des coûts. Pour d'autres encore, l'impact reste difficile à déterminer.

⁷¹ S. Trimble, « Lockheed's F-35 faces second restructuring this year », *Flight International*, 11 mars 2010, tiré de : <http://www.flightglobal.com/articles/2010/11/03/349254/lockheeds-f-35-faces-second-restructuring-this-year.html>: « Les analystes de NAVAIR relevant du vice-amiral David Venlet ont conclu que le programme était dans un piètre état et ont chiffré à 128,8 millions de dollars par appareil les coûts moyens de l'appareil » [traduction]. On ignore si ces chiffres incluent les coûts du réacteur, dont on estime qu'ils pourraient atteindre 15 à 20 millions de dollars.

Compte tenu des prévisions indépendantes qui précèdent, établies sur la base de données historiques sur les coûts des aéronefs de combat, l'expérience tend à montrer que le coût unitaire moyen pourrait être plus élevé pour les raisons suivantes :

- hausse et répartition des coûts de recherche, de développement, d'essai et d'évaluation (RDE&É);
- abolition possible du programme de développement d'un deuxième réacteur;
- élimination possible d'une version d'ADCAV;
- intégration possible de systèmes d'armes;
- diminution possible du nombre d'appareils achetés par les Américains et les partenaires internationaux;
- coût d'exploitation et de soutien d'un avion de combat de 5^e génération; et
- contexte en vigueur au moment des mises à niveau et des révisions à mi-vie.

Recherche, développement, essai et évaluation (RDE&É)

La phase de recherche, de développement, d'essai et d'évaluation représente un risque important, susceptible de porter à la hausse les coûts qui devront être assumés par le Canada.

Cette phase n'est pas encore terminée, mais parce que la production a démarré lentement, il est hautement probable que les coûts grimpent. De 2001 à 2009, les coûts de RDE&É se sont accrus de 40 % et ceux de production, de 54 %⁷². On ignore encore comment ces coûts seront répartis entre les acheteurs. On présume que le prix payé par le gouvernement du Canada pour les 65 F-35A n'inclura aucun droit ou recouvrement pour la RDE&É. Cela dit, si les coûts de la RDE&É augmentent, on ignore encore comment ils seront répartis entre les acheteurs.

Réacteur

La proposition des États-Unis d'abolir le programme de développement d'un deuxième réacteur risque de faire augmenter les coûts. Si ce programme est annulé, le Canada n'aura d'autre choix que de se procurer le réacteur de Pratt & Whitney. Il est difficile de dire comment cela se répercutera sur les coûts et la qualité.

Annulation

L'annulation possible d'une version d'ADCAV, notamment le F-35B, a suscité quantité de discussions.

Le secrétaire à la Défense a placé le F35-B en probation et menacé de l'abolir s'il n'y avait pas d'amélioration⁷³. La question de savoir si l'annulation aura un effet à la hausse ou à la baisse sur les coûts est encore discutable. Annuler du programme d'ADCAV une

⁷² Voir Délais ci-dessus.

⁷³ R. Gates (secrétaire à la Défense), *Statement on Department Budget and Efficiencies*, Pentagone, Washington (D.C.), 6 janvier 2011, tiré de : www.defense.gov/speeches/speech.aspx?speechid=1527.

«F-35B STOVL 'on probation' dit Gates », Australian Aviation, 7 Janvier 2011, tiré de : <http://australianaviation.com.au/2011/01/f-35b-stovl-%E2%80%9Con-probation%E2%80%9D-%E2%80%93-gates/>

version coûteuse et complexe, sujette à d'importantes modifications techniques, peut avoir pour effet de réduire considérablement les coûts. Toutefois, cela pourrait entraîner une baisse du volume de production et, par conséquent, une augmentation éventuelle du prix unitaire. Quoi qu'il en soit, toute observation sur les répercussions d'une telle décision est, au mieux, purement spéculative.

Systemes d'armes

L'intégration d'armes au F-35 est une question que tout utilisateur éventuel voudra étudier avec attention. Selon certaines déclarations publiques, le F-35 emploiera une variété d'armes américaines et des pays alliés. Parmi les armes pouvant être transportées à l'intérieur, mentionnons les bombes JDAM (munition interarmées d'attaque directe); les bombes à sous-munition CBU-105 WCMD (conteneur-éjecteur de munitions à correction-vent), amorcées par capteur; les armes tirées à distance interarmes (JSOW); les bombes téléguidées Paveway IV; les bombes de petit diamètre (SDB); le missile air-air AIM-120C AMRAAM et le missile antiblindé Brimstone. Au nombre des armes autorisées pour le transport extérieur, il y a le missile de croisière JASSM (joint air-to-surface stand-off missile) et les missiles AIM-9X Sidewinder, AIM-132 ASRAAM et Storm Shadow. Cependant, l'intégration d'armes propres à un pays donné n'est toutefois pas autorisée par Lockheed Martin et le département de la Défense, ce qui pourrait entraîner des dépenses supplémentaires pour le Canada. Les propos récents parus dans la presse sur le projet d'achat de F-35 par les forces aériennes israéliennes sont un bon exemple d'une telle situation⁷⁴.

Volume

Comme on vient de le mentionner, la production de série avait pour but de réduire le prix unitaire⁷⁵.

Toutefois, si le volume d'achat projeté ne se concrétise pas, à cause du désintéressement des États-Unis ou d'autres pays, le coût d'achat changera considérablement⁷⁶. Cette pression exercée sur les volumes s'est reflétée récemment dans la diminution du nombre d'appareils que les Américains et certains partenaires internationaux prévoient acheter. Les coûts évoluent selon plusieurs facteurs, dont les investissements dans l'infrastructure, les installations, l'outillage et l'équipement de test pour automatiser les activités depuis la fabrication des pièces jusqu'à l'intégration des systèmes et aux essais. Même si les investissements dans la production peuvent très bien être indépendants des quantités prévues, sans les économies d'échelle envisagées par le bureau du programme d'ACI, le coût d'achat unitaire moyen augmentera vraisemblablement. Il pourrait être encore plus élevé si les chiffres tombent sous les prix proposés convenus avec les sous-traitants. Étant donné que le Canada et d'autres pays ont revu à la baisse leurs projets d'achat, de nouvelles diminutions pourraient porter encore plus à la hausse le coût d'achat unitaire payé par le Canada.

⁷⁴ « Israeli Plans to Buy F-35s Moving Forward », *Defense Industry Daily*, 17 octobre 2010, tiré de : <http://www.defenseindustrydaily.com/israel-plans-to-buy-over-100-f35s-02381/>.

⁷⁵ Voir Contexte général ci-dessus.

⁷⁶ Voir Analyse des coûts (Courbe d'apprentissage) ci-dessus.

Exploitation et soutien

Les coûts d'exploitation et de soutien d'un avion de combat de 5^e génération représentent une variable inconnue importante. Les coûts d'exploitation et de soutien des avions à réaction rapides sont difficiles à estimer et dépendent d'un certain nombre d'éléments imbriqués. Le calcul est d'autant plus complexe qu'on ne dispose d'aucune donnée historique sur les aéronefs de 5^e génération. Le pourcentage permettant de chiffrer les prévisions dans le présent rapport est fondé sur le poids à vide, le poids maximum de la charge et le nombre estimé d'heures de vol par année.

Révisions et mises à niveau

Les révisions et mises à niveau seront coûteuses et sont tributaires de la flexibilité de l'effectif et des installations de Lockheed Martin. Comme on l'a déjà mentionné, à cause de l'expertise, des outils, des composantes spécialisées, de l'équipement de tests et de la nature délicate de l'information en jeu, le Canada n'aura peut-être d'autre choix que de se tourner vers Lockheed Martin pour les révisions et les mises à niveau. Comme pour l'abolition du programme de développement d'un deuxième réacteur, cela ouvre la voie à une augmentation potentiellement considérable des coûts.

Innovation technologique

Les exigences en matière de conception de l'ACI F-35 ont mené à l'adoption d'un certain nombre de nouvelles technologies non encore éprouvées sur le terrain⁷⁷. Par exemple, tous les systèmes électriques, dont les systèmes d'urgence, ont été intégrés. L'innovation est assortie de conséquences éventuelles imprévues.

⁷⁷ Voir Annexe : 1 Contexte général ci-dessous.

7

Annexe I : Contexte général

Le programme du F-35 est né, au milieu des années 90, de la fusion de trois programmes parallèles de développement d'avions de combat, à savoir le programme américano-britannique de remplacement du BAE Harrier, un avion à décollage court et atterrissage vertical (ADCAV), du programme de développement d'un avion d'attaque furtif de la marine américaine et du programme de remplacement du F-16 de l'USAF.

Le projet d'ADCAV avancé (ADCAVA) américano-britannique a été lancé en 1986, mais, au début des années 90, peu de progrès avaient été accomplis, et ce, pour trois principales raisons. La première est que les solutions techniques les moins complexes et les moins risquées s'étaient révélées présenter de graves lacunes opérationnelles, la deuxième était que le projet ne bénéficiait d'aucun budget à court terme, car le Royaume-Uni investissait principalement dans l'Eurofighter Typhoon tandis que la Marine n'avait aucun projet de nouvel avion de combat pour les forces navales, et la troisième était que certains avionneurs américains, principalement Lockheed Martin, essayaient d'intéresser le gouvernement américain à la furtivité. Les technologies relatives à la furtivité, ou à la « faible visibilité », étaient alors classifiées et ne pouvaient donc pas être partagées avec les Britanniques.

Au début de 1991, le secrétaire à la Défense, Dick Cheney, a annulé le programme de développement de l'A-12 de General Dynamics/McDonnell Douglas, un avion de combat furtif lourd embarqué, et, en 1992, la Marine a lancé le programme de F/A-18E/F Super Hornet, un avion de combat polyvalent. Restait pour la Marine à combler ses besoins en matière d'avions de combat furtifs. C'est pourquoi elle a également lancé, en 1992, un programme dit « expérimental d'attaque » pour y pourvoir⁷⁸.

En 1991-1992, l'USAF a entamé l'étude d'un avion de combat polyvalent destiné à remplacer le F-16. Cette décision a été motivée par plusieurs facteurs : le succès apparent de l'avion de combat furtif F-117 durant la première guerre du Golfe, le besoin d'un appareil complétant à l'avion de combat furtif F-22A (qui avait fait l'objet d'un

⁷⁸ Boeing, *Defence, Space and Security*, 2011, tiré de <http://www.boeing.com/defense-space/military/fa18ef/fa18efmilestones.htm>.

contrat de développement complet en août 1991), qui soit moins coûteux que ce dernier, et l'arrivée des armes à guidage de précision.

La fusion de ces trois programmes a été suivie d'un enchaînement d'évènements aussi rapides que complexes.

En 1991-1992, les partisans de l'ADCAVA ont persuadé l'Agence des projets de recherche avancée de la Défense (DARPA) d'appuyer un programme de démonstration d'ADCAVA fondé sur le principe révolutionnaire de soufflantes de sustentation actionnées par un arbre d'entraînement, doublé d'une innovation conceptuelle, à savoir que différentes versions de l'appareil pourraient être construites. Il serait ainsi possible, en supprimant les soufflantes de sustentation, de construire une version conventionnelle de l'ADCAVA avec des réservoirs plus gros et un rayon d'action plus grand.

Telle était la première version du projet d'« avion de combat universel » fondé sur un ADCAVA et ce projet de la DARPA fut baptisé « avion de combat léger commun abordable ». La DARPA avait alors pour projet de financer, à grande échelle, les essais de deux programmes de conception d'ADCAVA motorisés.

Au début de 1993, la nouvelle administration Clinton est arrivée au pouvoir. Le nouveau secrétaire d'État à la Défense, William Perry, s'était donné pour mission de rendre les armes moins coûteuses et de rationaliser l'industrie de la défense. Il a rapidement décidé que le programme expérimental d'attaque et celui d'avion de combat polyvalent devaient être fusionnés en un seul projet de technologie de combat avancé interarmées (TCAI). Le bureau du programme fut placé sous la direction du général George Muellner, qui avait auparavant assuré le commandement du centre d'essai en vol classifié de Groom Lake, dans le Nevada.

En avril 1992, avant d'être nommé à la tête de ce programme, le général Muellner avait visité le « Skunks Works » (centre de recherche) de Lockheed à Palmdale où il avait été informé du programme d'« avion de combat léger commun abordable » et de la possibilité de créer un avion de combat qui réponde aux besoins des trois composantes des forces armées⁷⁹. Il fut très clair, avant la fin de l'année, que le programme de TCAI allait absorber celui d'avion de combat léger commun abordable. C'est à la fin de 1994 qu'a été officiellement présenté ce qui était déjà très clairement le projet d'ACI que nous connaissons aujourd'hui.

C'est à ce point que le secrétaire Perry, et ses proches collaborateurs, dont Paul Kaminski (qui avait aidé Perry à lancer le premier programme d'avion furtif à la fin des années 70), ont pris un certain nombre d'importantes décisions stratégiques et techniques. Ces décisions, qui faisaient de l'obtention d'économies d'échelles et du traitement du coût comme une variable indépendante des objectifs prioritaires du programme, devaient permettre une réduction maximale des coûts grâce à la production en série de trois variantes de l'avion. En mettant l'accent sur la communauté afin de développer un avion de combat qui puisse servir aux trois composantes des forces armées américaines, on pourrait atteindre des taux de production élevés, et

⁷⁹ On pourra trouver plus de détails sur l'évolution du concept de Lockheed Martin dans P. M. Bevilacqua, « Genesis of the F-35 Joint Strike Fighter », *Journal of Aircraft*, vol. 46, n° 6, novembre 2009, DOI : 10.2514/1.42903.

réduire ainsi les coûts. Les trois versions devaient partager une même structure et les mêmes composants, et ne différer essentiellement que par leur façon de décoller et d'atterrir.

La production en série serait facilitée non seulement par l'approvisionnement des trois composantes des forces armées américaines, mais également par celui de partenaires étrangers. Ce programme, contrairement à celui du précédent programme d'ADCAVA, serait étendu aux pays possesseurs de F-16 et de F/A-18, qui représentent la plus grosse part du marché mondial, et permettre ainsi la production de plusieurs milliers d'appareils.

Cet accent mis sur la production en série devait se doubler d'un second principe clé : le coût traité en tant que variable indépendante. Les clients (dans ce cas le Pentagone et les partenaires étrangers) établiraient pour l'appareil un coût fixe, et les autres principaux paramètres de rendement seraient conjointement ajustés afin de respecter ce paramètre. Dans les programmes précédents, des objectifs en matière de coût étaient établis, mais demeuraient flexibles : le coût pouvait être augmenté afin de répondre à d'autres besoins. Le programme de démonstration, d'une durée de quatre ans, permettrait de mener, en parallèle, un processus visant à établir les besoins définitifs.

Le nouvel appareil devait être le fruit des leçons tirées de la guerre du Golfe de 1991. La furtivité s'y était révélée extrêmement précieuse le premier jour du conflit, mais, les Iraquiens n'ayant jamais, par la suite, réussi à rétablir leur système de défense aérienne intégré, les planificateurs du Pentagone estimaient que la furtivité était moins vitale dans la poursuite d'une campagne. De plus, les combats avaient révélé l'utilité des munitions à guidage de précision. Le programme de « munitions d'attaque directe interarmées », premier programme de production en série de bombes guidées par GPS⁸⁰, était, en 1995, déjà bien avancé. Ce qui signifiait qu'un avion de combat pouvait se révéler redoutable même avec une charge d'armes relativement faible. Cela amena au concept de « furtivité du premier jour », en vertu duquel un appareil n'emporterait qu'une charge interne réduite au lancement de la campagne, puis passerait par la suite en mode non furtif, avec une charge d'armes externes plus importante, afin de s'attaquer à des cibles de plus grande envergure. Cette nouvelle approche requérait une conception polyvalente.

L'objectif fixé d'une communauté interarmées limitait le poids et la taille de l'appareil. Les trois composantes des forces armées se sont entendues sur le principe d'un monoréacteur⁸¹. Cette décision imposait une limite au poids total de l'avion. La taille du pont, des ascenseurs et des hangars des navires de classe LHA utilisés par les forces navales, et le désir qu'avaient ces derniers d'éviter d'avoir à plier les ailes, imposaient également des limites aux dimensions de l'avion.

⁸⁰ Ces bombes furent les premières bombes guidées par GPS produites en série et, appelées à se révéler beaucoup moins coûteuses que l'étaient les bombes guidées par laser, elles ont rendu les bombes non guidées presque superflues.

⁸¹ La présence de deux réacteurs est généralement censée accroître la sécurité. Dans le cas d'un ADCAV cependant, il n'a jamais été possible de faire voler un ADCAV biréacteur sustenté par ses seuls réacteurs avec l'un d'eux en panne. Un ADCAV biréacteur est par conséquent considéré comme moins sûr, car sa probabilité de défaillance est double.

Les contraintes de taille et de coût se traduisaient également par des restrictions sur les besoins en performance. Le principal acheteur, l'USAF, qui exerçait une grande influence en matière de besoins opérationnels, avait dès le début formulé les siens comme suit : 70 % de frappe et 30 % de chasse. Dans l'USAF, les F-15, et leurs successeurs, les F-22, ont principalement des rôles de chasseurs, tandis que les F-16 assument un rôle chasseur-bombardier. Les missions d'attaque au sol nécessitent de pouvoir emporter des bombes (plus encombrantes et plus lourdes que des missiles air-air) et d'être dotées d'un système de visée infrarouge/laser. Les missions de chasse requièrent essentiellement de la vitesse, des accélérations, un radar puissant et de l'agilité.

Le raisonnement de l'USAF a été grandement influencé par les leçons tirées de la guerre du Golfe. Elle souhaitait un appareil qui ressemble au F-117, à savoir un appareil furtif conçu pour emporter deux bombes à guidage de précision de 2 000 livres, mais qui n'en ait pas les limitations :

- Le F-117 était incapable de survivre en plein jour. Le nouvel avion de combat devrait pouvoir le faire, grâce à une combinaison de systèmes de vue d'ensemble et de missiles air-air pour sa propre défense.
- Le F-117 était limité aux vols par temps clair et sur des cibles définies. Le nouvel avion de combat devrait être doté d'un bien meilleur système de visée électro-optique et d'un radar.
- Le F-117 ne pouvait s'acquitter que d'une mission à la fois. Le nouvel avion de combat devrait avoir une agilité au moins comparable à celle du F-16 et être capable d'emporter des armes externes.

Le programme a été rebaptisé « avion de combat interarmées » (ACI) en mars 1996, lorsqu'a été lancé l'appel d'offres relatif à l'avion de démonstration du concept (ADC). Deux équipes devaient être choisies pour se charger de la phase de démonstration du concept (PDC). Chacune construirait deux prototypes d'appareils qui, à eux deux, devaient faire la preuve de leur conception d'ADCAV, d'avion conventionnel et d'avion embarqué. Des essais au sol seraient également entrepris afin de démontrer leur furtivité et d'autres caractéristiques de leur conception.

Parallèlement, la démonstration d'un certain nombre de technologies génériques a été ramenée dans le giron du programme d'ACI afin que les deux équipes puissent disposer des mêmes données technologiques, notamment en matière de sous-systèmes d'avionique.

Le réacteur devait être conçu à part. L'échéancier de la PDC et la taille du réacteur requis ont eu pour conséquence de contraindre les concurrents à utiliser des prototypes fondés sur le F119 de Pratt & Whitney, qui équipait déjà le F-22, car c'était le seul réacteur assez gros alors en production. Cependant, ayant encore en mémoire « la grande bataille de la motorisation » des années 80, tant le Congrès que les clients ont souhaité que les concurrents puissent faire jeu égal. La solution, trouvée au début de 1996, a consisté à organiser la concurrence autour de la production, plutôt que du développement. Pratt & Whitney développerait le réacteur de l'ADC et un réacteur pour l'appareil de série, tandis qu'une équipe de GE construirait, plus tard dans le calendrier, un second réacteur de production et chaque lot d'appareils produits ferait l'objet d'un appel d'offres.

Dans le cadre de la PDC, les équipes chargées de la cellule devaient affiner leurs conceptions définitives, communes sous le nom de « concepts de systèmes d'armes préférés ». Ce processus devait être lié à un autre processus, itératif, d'affinement des besoins fondés sur les résultats de simulations de combats de grande envergure, d'essais en vol et d'autres programmes technologiques menés avec l'ensemble des partenaires afin de définir, dans un premier temps, une série d'« énoncés provisoires des besoins interarmées » devant aboutir, au terme du processus, à un « énoncé des besoins opérationnels interarmées ». Ce dernier document devait permettre de définir un juste équilibre entre les principaux objectifs de performances pouvant être atteints au coût désiré.

Certains responsables du Pentagone espéraient que les quatre sociétés de conception d'avion de combat américaines formeraient, pour l'appel d'offres relatif à l'ACI, deux équipes concurrentes, ce qui permettrait d'éviter une présélection et de maintenir toutes les sociétés dans le projet, mais cela ne s'est pas produit, et trois offres ont été reçues. En novembre 1996, les sociétés Lockheed Martin et Boeing ont été choisies pour la PDC. Le prototype de Lockheed Martin porterait le nom de X-35 et celui de Boeing le nom de X-32⁸². Cette décision a constitué un choc pour McDonnell Douglas. Son annonce, qui est tombée immédiatement après qu'une vérification interne eut démontré que la filiale civile de la société était dans une situation désespérée, a finalement mené à son rachat par Boeing. Lockheed Martin, au même moment, ajoutait Northrop Grumman, BAE Systems et Rolls-Royce, de l'équipe de McDonnell Douglas, à sa propre équipe.

Lockheed Martin et le client ont adopté durant la PDC plusieurs caractéristiques techniques clés qui se retrouvent aujourd'hui dans l'appareil de série.

Le système d'avionique devait être conçu sur le même modèle que celui du F-22. On avait conclu, à l'étape de conception du F-22, au milieu des années 80, que trois tâches liées en temps réel étaient indispensables au succès d'un avion de combat furtif :

- Une trajectoire de vol « faufile » : maintenir l'appareil sur une trajectoire qui minimise sa détection par les radars est essentiel à la furtivité. La trajectoire de vol « faufile » est déterminée par l'emplacement et la sensibilité des radars hostiles, ainsi que le degré de détectabilité variable de l'appareil selon différents angles. En d'autres termes, l'appareil suit une trajectoire le tenant à l'écart des différents radars, tout en effectuant des virages précis afin d'éviter d'exposer la signature radar latérale de l'appareil, plus visible, à une menace. Le F-117 utilisait une trajectoire de vol préprogrammée et demeurait donc vulnérable à une menace « subite » dans un endroit imprévu.
- Fusion des capteurs : intégrer les signaux provenant de différents types de capteurs en un seul jeu de données sur la cible était jugé essentiel. Avant les années 80, les différents capteurs d'un avion de combat (radar, dispositif d'identification ami/ennemi, récepteur d'alerte radar) fonctionnaient de façon indépendante et n'étaient « intégrés » que dans le cerveau du pilote. Un tel

⁸² La dénomination X-32 avait originellement été attribuée au programme d'avion de combat léger abordable de la DARPA, qui n'avait envisagé que de faire voler un seul prototype d'ADCAV. Les dénominations X-33 et X-34 avaient déjà été attribuées à la NASA lorsque s'est effectuée la présélection de la PDC de l'ACI.

principe ne pouvait fonctionner sur le F-22, car il était essentiel de maximiser le recours aux capteurs passifs ou externes afin de minimiser les transmissions radars.

- Contrôle des émissions : la gestion du radar et des autres dispositifs d'émission, afin d'éviter la détection, était l'un des aspects de la fusion des capteurs.

Ces tâches requéraient, selon les normes de l'époque, un superordinateur. Le seul moyen d'atteindre un tel niveau de performance sur un avion de combat était d'en faire des tâches partagées sur un même système de traitement intégré⁸³ qui soit un ordinateur central avec des performances frôlant celles de ce qui était, à l'époque, un superordinateur. Au milieu des années 90, la même approche a été choisie pour l'ACI. Les capteurs seraient gérés comme des « ouvertures » ou des « périphériques » alimentant le système de traitement intégré.

Deux autres innovations techniques visaient à réduire les coûts de maintenance. Premièrement, la plupart des circuits hydrauliques allaient être remplacés par des commandes électriques, ce qui permettait de supprimer les multiples conduites haute pression par des câbles électriques. Deuxièmement, l'avion serait équipé d'un circuit électrique de 270 V CC, soit une tension beaucoup plus élevée que sur les autres avions de combat, ce qui était rendu nécessaire par la force requise pour déplacer les gouvernes (stabilisateurs, gouvernail de direction et ailerons⁸⁴) d'un avion de chasse de 25 tonnes à 9 g.

Outre ces innovations, l'ACI devait posséder un système d'alimentation électrique intégré s'appuyant sur la « technologie des sous-systèmes intégrés interarmées », une innovation dérivée d'un programme de démonstration de l'USAF. Un avion de combat requiert un système de contrôle de l'environnement pour refroidir le cockpit et l'avionique, un générateur auxiliaire pour démarrer le réacteur et faire fonctionner les systèmes au sol, ainsi qu'un moteur auxiliaire afin de maintenir l'avion en vol en cas de panne du réacteur. La technologie de sous-systèmes intégrés interarmées permettait de combiner tous ces éléments dans un seul et même équipement.

Les deux équipes ont toutes deux connu des problèmes durant la PDC. L'échéancier était serré, contrairement à ce qui avait été le cas pour la phase de démonstration qui avait précédé le programme du F-22, car les clients avaient exigé des avionneurs qu'ils ne dépassent pas les budgets qui leur avaient été alloués. Lockheed Martin, cependant, finit par l'emporter.

Lockheed Martin a éprouvé des difficultés à construire son prototype, mais Boeing a rencontré des difficultés insurmontables avec la structure composite de sa matrice thermoplastique et a été contraint, en 1998-1999, de revoir la conception de son appareil de série et d'ajouter à ce dernier quatre surfaces portantes arrière, pour améliorer sa capacité d'appontage, ainsi que de modifier son admission d'air.

L'écart a continué de se creuser à l'étape cruciale des essais en ADCAV. Bien que Lockheed Martin et Pratt et Whitney aient dû se débattre avec des défaillances

⁸³ Raytheon Company, *F3A-22 Common Integrated Processor*, 2011, tiré de : http://www.raytheon.com/capabilities/products/f22_cip/.

⁸⁴ Gouvernes articulées attachées à l'arrière du fuselage, sur les dérives verticales ou sur le bord de fuite des ailes d'un avion.

mécaniques de leur soufflante de sustentation actionnée par un arbre d'entraînement, cette dernière a finalement pu être installée dans l'un des prototypes X-35, qui, en juillet 2001, a pu effectuer sur la base d'Edwards l'essai dit de la « Mission X », à savoir un décollage court, suivi d'une accélération supersonique et d'un atterrissage vertical.

Le X-32 de Boeing n'a pas pu aussi bien faire. Le prototype d'ADCAV a dû être transporté au centre d'essai en vol de la Marine, à Patuxent River, dans le Maryland, au niveau de la mer plutôt qu'à 2 300 pieds d'altitude, mais n'a pas pour autant réussi à y faire la preuve de sa capacité d'atterrissage vertical, sauf après que ses trappes de trains d'atterrissage et ses lèvres d'entrée d'air articulées eurent été démontées.

Au terme de la PDC, les deux concurrents ont soumis des propositions officielles pour la phase de démonstration et de développement des systèmes (PDDS). Cependant, aucun examen officiel n'a été entrepris pour évaluer les résultats de la PDC et déterminer si les objectifs fixés pour l'ACI pouvaient être atteints, ou bien si d'autres solutions pourraient s'avérer plus rentables pour assurer le remplacement d'avions de combat. On a, par exemple, tenu pour acquis qu'une conception commune globale, plutôt qu'une conception mettant l'accent sur une communauté des composants ou des sous-systèmes, constituait la solution la moins chère.

L'échéancier du programme, combiné au résultat de l'élection présidentielle de 2000, faisait que le fournisseur allait être choisi par la nouvelle équipe dirigeante du Pentagone. Le calendrier du processus de sélection du fournisseur a également fait que, entre la soumission des offres finales et le choix définitif du fournisseur, se sont produites les attaques du 9 septembre.

Le passage de la PDC à la PDDS marquait également la fin du coût en tant que variable indépendante, du moins en pratique. Le contrat de développement serait dorénavant fondé sur le « coût plus intéressement » et les coûts d'achat et de fonctionnement constitueraient des objectifs dorénavant non contraignants. Seuls des objectifs en matière de performance des systèmes seraient fixés.

Cette PDDS est, à ce jour, la plus longue que l'on ait connue, car elle s'est étalée sur plus de 126 mois et a comporté plus de 20 essais en vol et au sol. De plus, elle a été menée, comme toujours dans les gros programmes gouvernementaux, « en aveugle », à savoir qu'aucun des deux concurrents ne connaissait les termes de l'offre faite par l'autre. La pression mise sur les équipes pour produire des offres d'une supériorité écrasante s'est révélée encore plus forte que d'habitude en raison de l'ampleur du programme prévu et de l'absence de tout autre besoin important en matière d'avions de combat dans un proche avenir.

Les contrats militaires de développement complets accordés aux États-Unis après de tels appels d'offres ont toujours donné lieu à des dépassements de coût et de calendrier, même lorsqu'ils étaient pleinement financés. Les derniers programmes d'avion (B-2, F-22, A-12 et RAH-66 Comanche), en 2001, n'avaient pas fait exception à la règle. Il aurait donc été surprenant que le programme de l'ACI eût respecté le coût et le calendrier prévus.

Le 26 octobre 2001, il a été annoncé que Lockheed Martin avait remporté l'appel d'offres de l'ACI et le contrat de la PDDS lui a été immédiatement accordé. En raison

d'un malentendu durant la conférence de presse où l'annonce a été faite, le nouvel avion de combat s'est vu attribuer la dénomination, hors séquence, de F-35⁸⁵.

L'échéancier était exigeant et divers facteurs venaient compliquer le programme. Le premier était d'établir le calendrier des trois variantes, à savoir du F35-A terrestre de l'USAF, de l'ADCAV F-35B des forces navales et du Royaume-Uni, et du F-35C embarqué de la Marine. Venant juste de mettre en service le F/A-18E/F Super Hornet de Boeing, cette dernière était moins pressée et le F-35C fut donc placé à la fin du calendrier. Cependant, l'état-major des forces navales refusant d'utiliser le Super Hornet, et sa flotte de Hornet « classiques » et d'Harrier AV-8B diminuant en raison de son âge et des pertes, il a été décidé que la version la plus complexe de l'ACI serait la première à être mise en service.

En vertu de l'offre faite par Lockheed Martin, le programme devait être principalement mis en œuvre sur le site de Fort Worth, qui produisait le F-16 et des composants du F-22. Le « Skunk Works » (centre de recherche) de Palmdale, en Californie, qui avait inventé le concept de la soufflante de sustentation actionnée par un arbre d'entraînement, avait été chargé d'obtenir les contrats de la PDC et de la PDDS, ainsi que de concevoir l'avion de série. Dans le cadre de la PDDS, le rôle du « Skunk Works » de Palmdale s'est cependant limité à la conception spécialisée des « systèmes de faible visibilité », à savoir des matériaux et structures permettant la furtivité.

Au moment du lancement du programme d'ACI, Lockheed venait juste d'acquérir le site de Fort Worth (avant sa fusion avec Martin-Marietta) et très peu d'employés, si ce n'est aucun, ont été envoyés de Fort Worth pour Palmdale afin d'assurer le soutien de la PDC. De même, peu d'employés de Palmdale ont été envoyés à Fort Worth pour participer à la PDDS.

Le premier revers important connu dans le cadre du programme de l'ACI s'est produit à la fin de 2003, lorsqu'on a réalisé que la configuration d'ADCAV était beaucoup trop lourde pour pouvoir satisfaire aux principaux paramètres de décollage vertical sans faire l'objet d'une nouvelle conception. La version F-35A était également trop lourde, mais son surpoids n'était pas critique, et le F-35C en était au début de sa conception. Des mesures palliatives ayant été jugées insuffisantes, le programme a été arrêté en avril 2004 afin que ces problèmes puissent être résolus par une « équipe de réduction du poids de l'ADCAV⁸⁶ ». L'objectif de l'équipe était de réduire le poids de l'ACI.

On a procédé, au terme de ces travaux, et avec deux ans de retard, au premier vol d'essai de ce qu'on appelait désormais la version « allégée » de l'avion. L'AA-1⁸⁷, de conception antérieure à celle de l'équipe de réduction du poids, sera achevé, mais le

⁸⁵ Le bureau du programme maintient que cette dénomination résulte d'un choix délibéré. Voir F-35 Lightning II Program Office, *Frequently Asked Questions*, tiré de : http://www.jsf.mil/contact/con_faqs.htm. Un expert indépendant, Andreas Parsch, raconte la vérité en menus détails dans A. Parsch, *Non-Standard DOD Aircraft Designations*, 2006, tiré de : http://www.designation-systems.net/usmilav/nonstandard-mds.html#_MDS_F35.

⁸⁶ J. Pappalardo, « Weight Watchers: How a team of engineers and a crash diet saved the Joint Strike Fighter », *Smithsonian Air & Space Magazine*, 11 novembre 2006, tiré de : http://www.airspacemag.com/military-aviation/weight_watchers.html.

⁸⁷ Les différents ACI sont identifiés par un préfixe AF, BF ou CF, qui désigne la version de l'avion. La dénomination AA-1 indique que ce premier avion était un prototype du F-35A.

premier avion de nouvelle conception ne sera pas prêt à voler avant la mi-2008. Malgré le retard, la date de mise en service opérationnel du F-35B n'a finalement été repoussée que d'une année, ce qui n'a fait qu'accroître la pression lors des essais en vol.

Si la nouvelle conception de l'avion avait permis de réduire le poids de ce dernier, elle avait également des effets secondaires moins désirables. Ainsi, avec une trappe de train avant double et un nombre accru de longerons d'aile, elle accroissait la complexité de la structure de l'avion tout en réduisant sa communauté, car, afin d'alléger l'ADCAV F-35B, la charge de manœuvre maximale avait dû être réduite à 7 g et différents composants structuraux majeurs étaient désormais différents de ceux du F-35A. Les cloisons, par exemple, seraient faites d'aluminium, et non de titane, et l'empennage horizontal serait plus petit. Par ailleurs, la communauté de certains éléments des différentes versions, tels que les actionneurs des gouvernes, se trouvait également réduite.

On s'est également aperçu, lors de l'examen de conception de la version F-35C, que ce dernier devait être muni d'une aile plus large (soit un accroissement d'environ 10 % de sa surface hors tout) afin de répondre aux normes d'appontage. Son poids s'en est trouvé accru, et la communauté entre le F-35A et le F-35C en a été réduite au point que le poids de la cellule de la version embarquée (hors le réacteur commun) était supérieur de près de 25 % à celle de la version de l'USAF.

Le prototype AA-1 a effectué son premier vol en décembre 2006, et le BF-1 « allégé » a effectué son premier roulage à la fin de 2007, suivi de son premier vol en juin 2008, conformément à l'échéancier fixé après l'intervention de l'équipe de réduction de poids. Les responsables du programme ont commencé à se plaindre, en privé, de la « constipation » de la chaîne d'approvisionnement et les livraisons se sont faites avec de plus en plus de retard⁸⁸. Tous les fournisseurs du programme devaient en effet se débattre avec des spécifications de conception et de fabrication qui pouvaient différer pour chacune des trois versions, et ne cessaient de changer alors que la conception s'affinait.

Parallèlement, des avertissements précis, quant à un éventuel retard du programme, ont commencé à faire jour. Dans un rapport publié en mars 2007, le Bureau de vérification du gouvernement américain a ainsi cité un rapport rédigé en février 2006 par une équipe d'essais opérationnels soulignant que plusieurs problèmes graves, s'ils n'étaient pas réglés de façon satisfaisante, risquaient fort d'avoir des répercussions opérationnelles importantes ou graves sur la capacité d'exécution de missions des ACI. Figuraient, au nombre de ces problèmes graves, le calendrier de développement et d'essai d'un logiciel « axé sur le succès » et le calendrier comprimé des vols d'essai de développement⁸⁹.

Dès la mi-2007, les principaux responsables du programme ont affirmé que la clé du succès, pour pouvoir achever les essais en vol en temps voulu, était que 12 avions de série puissent chacun effectuer 12 vols d'essai validés par mois. Ils estimaient qu'une

⁸⁸ Defensetech, « JSF Hoping for a Brighter New Year », *Av Week Extra*, 2011, tiré de : <http://defensetech.org/2007/12/13/jsf-hoping-for-a-brighter-new-year/>.

⁸⁹ M.J. Sullivan (sous la direction de), « *Joint Strike Fighter: Progress Made and Challenges Remain* », (Rapport aux comités du Congrès GAO-07-360), mars 2007, p. 21, tiré du site Web du US Government Accountability Office : www.gao.gov/new.items/d07360.pdf.

telle cadence serait atteinte au début de 2009, mais elle n'avait toujours pas été atteinte à la fin de 2010⁹⁰.

L'étape suivante, dans le cadre du programme de partenariat international relatif à l'ACI, a été, en février 2007, la signature du protocole d'entente sur la phase de production, de soutien et de développement subséquent (PPSDS) par les huit partenaires étrangers, qui a précédé le premier contrat de production en série limitée, pour deux F-35A, signé en juillet 2007⁹¹.

Les partenaires ne se sont pas engagés, dans le cadre du protocole relatif à la PPSDS, à acheter de F-35. Ils se sont cependant entendus sur les modalités d'éventuels achats, ainsi que sur les règles régissant la participation industrielle des partenaires étrangers. Le calendrier prévu pour les livraisons aux États-Unis et à ses partenaires internationaux a été défini dans une annexe.

Aucune obligation contractuelle d'acheter des appareils ne figure dans le protocole d'entente original de la PPSDS, ni dans aucun des avenants qui lui ont été apportés par la suite. Une telle obligation serait de fait difficile en vertu de la législation américaine, qui stipule spécifiquement que du matériel de défense ne peut être exporté à un prix inférieur à celui offert au gouvernement américain⁹². De plus, le gouvernement américain ne peut signer de contrat de défense avant l'exercice fiscal où les fonds correspondants lui sont alloués⁹³, à l'exception des achats échelonnés sur plusieurs années. Bien que le programme de production de l'ACI soit assorti d'achats échelonnés sur plusieurs années, aucun contrat ne peut être signé tant que les essais opérationnels n'ont pas été achevés⁹⁴. Ainsi, jusqu'à la fin de 2010, les seuls contrats d'exportation signés pour l'ACI visaient les lots déjà commandés par le gouvernement américain⁹⁵.

De nombreux gouvernements étrangers peuvent cependant conclure des contrats exécutoires couvrant plusieurs années. Prenant conscience de cette difficulté dès la mi-2007, Lockheed Martin et le bureau du programme interarmées ont essayé de définir et de conclure des ententes en vertu desquelles les partenaires étrangers s'engageaient à acheter des F-35 sur plusieurs années⁹⁶. Le prix facturé serait la moyenne du prix de

⁹⁰ G. Warwick, « F-35 Begins Year With Test Objectives Unmet », *Aviation Week*, 4 janvier 2011, tiré de : http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=defense&id=news/awst/2011/01/03/AW_01_03_2011_p22-279507.xml.

⁹¹ United States Secretary of Defense, *JSF PSFD Memorandum of Understanding* (entre le département de la Défense américain et les différents « participants »), 7 février 2007, tiré de : http://www.jsf.mil/downloads/documents/JSF_PSFDMOU_-_07_Feb_07.pdf.

⁹² U.S. Code, vol. 22, art. 2762, 2010, « Procurement for cash sales », tiré de : http://www.law.cornell.edu/uscode/22/usc_sec_22_00002762----000-.html.

⁹³ Le principe, inscrit dans la loi, est strictement appliqué : un Congrès ne peut pas prendre d'engagement liant un Congrès subséquent.

⁹⁴ U.S. Code, vol. 10, art. 2399, 2010, « Operational test and evaluation of defense acquisition programs », tiré de : http://www.law.cornell.edu/uscode/search/display.html?terms=Operational%20Test%20and%20Evaluation&url=/uscode/html/uscode10/usc_sec_10_00002399----000-.html.

⁹⁵ À l'exception d'Israël, mais puisque ces appareils sont financés par les États-Unis, la loi s'y applique différemment.

⁹⁶ B. Sweetman, « JSF: Buy Now and Save », Le Bourget, *Aviation Week*, 21 juin 2007, tiré de : <http://www.aviationweek.com/aw/blogs/lebourget/index.jsp?plckController=Blog&plckBlogPage=BlogView>

vente, appelé à évoluer avec les années puisque les premiers achats porteraient sur des appareils en série limitée, plus coûteux, alors que, pour les derniers appareils achetés, la production en série aurait atteint sa pleine capacité. Lockheed Martin affirmait cependant que ce type d'entente permettrait également des économies d'échelles (en permettant de signer plus tôt des contrats pour des grosses quantités avec les fournisseurs) et que les clients profiteraient de ces dernières.

Lockheed Martin et le bureau du programme interarmées ont également très clairement fait savoir que, une fois une telle entente conclue, tout retrait serait accompagné de pénalités⁹⁷. Tout partenaire se retirant aurait à assumer les coûts supplémentaires que cela pourrait occasionner à d'autres partenaires de l'équipe⁹⁸. Pour que de telles ententes soient possibles, il faudrait obtenir une exemption au regard de plusieurs dispositions de la législation américaine relative aux exportations de matériel de défense, car cette dernière prévoit spécifiquement que les prix accordés aux clients étrangers doivent se fonder sur les mêmes principes que ceux régissant les achats américains⁹⁹. Cependant, aucun geste n'ayant été fait pour créer un consortium d'achat, le gouvernement australien a conclu à la fin de 2009 qu'un tel projet était abandonné¹⁰⁰.

À l'heure qu'il est, donc, les seuls contrats relatifs à l'ACI signés par des gouvernements étrangers visent une poignée d'appareils vendus au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, qui comptent participer à la phase d'essais opérationnels et d'évaluation initiaux (PEOEI).

Les retards qu'a connus le programme de l'ACI sont, depuis le début de 2008, bien documentés. Le comité directeur du programme a décidé, au début de 2008, de repousser d'un an la date d'achèvement des essais de développement¹⁰¹. Lors d'une séance d'information, en septembre 2008, le major-général Charles Davis, alors directeur du bureau du programme, a annoncé que tous les vols d'essai de la PDDS, sauf

Post&newspaperUserId=703fd128-d069-40de-813b-a73b428e169b&plckPostId=Blog%3a703fd128-d069-40de-813b-a73b428e169bPost%3a4fb4ec09-d53f-4ea2-bd4f-ef3ec5b982d6&plckScript=blogScript&plckElementId=blogDest .

⁹⁷ U.S. Code, vol. 22, art. 2762, 2010, « Procurement for cash sales », tiré de : http://www.law.cornell.edu/uscode/22/usc_sec_22_00002762----000-.html.

⁹⁸ B. Sweetman, « JSF Office Makes Buyers an Offer They Cannot Refuse », *Aviation Week*, 1^{er} août 2008, tiré de : http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=dti&id=news/DTIJSF.xml&headline=JSF%20Office%20Makes%20Buyers%20an%20Offer%20They%20Cannot%20Refuse.

⁹⁹ U.S. Code, vol. 22, art. 2762, 2010, « Procurement for cash sales », tiré de : http://www.law.cornell.edu/uscode/22/usc_sec_22_00002762----000-.html.

¹⁰⁰ B. Sweetman, « JSF Multi-Year Buy - Dead or Just Resting? », *Aviation week*, 5 octobre 2009, tiré de : <http://www.aviationweek.com/aw/blogs/defense/index.jsp?plckController=Blog&plckScript=blogScript&plckElementId=blogDest&plckBlogPage=BlogViewPost&plckPostId=Blog%3A27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7Post%3A5fb4f326-cfc0-4910-82eb-30cf7134155c>.

¹⁰¹ J. Janssen Lok, « Dutch Say JSF SDD Phase May Be Extended », *Aerospace Daily & Defense Report*, *Aviation Week*, 12 mai 2008, tiré de : <http://www.aviationweek.com/aw/generic/story.jsp?id=news/JSF051208.xml&headline=Dutch%20Say%20JSF%20SDD%20Phase%20May%20Be%20Extended&channel=defense>.

un, seraient achevés avant la fin de 2009¹⁰². Trois d'entre eux (CF-2, CF-3 et AF-4) n'avaient toujours pas eu lieu à la fin de 2010.

Après le retard d'un an dans le programme annoncé en mai 2008, il a été décidé d'adopter un calendrier révisé prévoyant la fin des essais de développement et d'évaluation à la mi-2013 et celle des essais opérationnels un an plus tard. Mais les dates de mise en service opérationnel sont cependant demeurées identiques : fin du premier trimestre 2012 pour les forces navales, un an plus tard pour l'USAF et deux ans après cela, soit au début de 2015, pour la Marine.

Les forces navales déclareront la mise en service opérationnel de leur version au terme des essais de développement et d'évaluation du bloc logiciel 1. L'USAF fera sa mise en service opérationnel avec le bloc logiciel 2. Le calendrier de production est essentiellement demeuré inchangé, malgré le retard de 2008, si ce n'est pour l'ajout d'un huitième lot d'appareils produits en série limitée.

En vertu de la législation américaine, les services de Cost Assessment & Program Evaluation (CAPE) du Pentagone ont pour mandat de vérifier, d'évaluer et de prévoir les coûts associés aux principaux programmes d'acquisition de la Défense¹⁰³. Durant l'été 2008, le Bureau du secrétaire à la Défense a demandé à une équipe d'évaluation interarmées de l'ACI de se pencher sur les plans d'achèvement du développement de ce dernier établis par le bureau du programme. Cette équipe a conclu que ce dernier avait sous-estimé le temps requis pour achever les essais du bloc logiciel 3 de plus de deux années, et le coût associé de quelque 5 millions de dollars. Le rapport de l'équipe n'a cependant entraîné aucune modification majeure du programme. En mars 2009, dans sa réponse à un rapport du Government Accountability Office¹⁰⁴ largement inspiré du précédent rapport, le département de la Défense a affirmé que le programme « [était] bien géré, [faisait] l'objet d'une surveillance suffisante, et [était] en bonne voie de réussir » [traduction].

En août 2009, le secrétaire à la Défense Robert Gates a visité l'usine Lockheed Martin de Fort Worth et a déclaré aux journalistes : « J'ai l'impression que la plupart des éléments à haut risque de ce programme de développement sont désormais derrière nous » [traduction]. Selon l'agence Reuters, « Gates a déclaré que les représentants de la société se sont dit sûrs que les problèmes de développement ont été réglés, ou sont en train d'être réglés, grâce à une amélioration des processus de production et d'approvisionnement¹⁰⁵ » [traduction].

Il était cependant clair que bon nombre des échéances fixées en 2008 n'étaient pas respectées, notamment quant à la livraison des appareils de présérie au centre d'essais

¹⁰² C.R. Davis, *Joint Strike Fighter: Lethal, Survivable, Supportable, Affordable. Economic Development Council Presentation* (présentation en PowerPoint), 30 septembre 2008, tiré de : <http://www.florida-edc.org/Roundtable/MGen%20Davis%20F-35%20Sept08.pdf>.

¹⁰³ J. Reed, « DoD: F-35 costs rise at least 50 percent », *Navy Times*, 11 mars 2010, tiré de : http://www.navytimes.com/news/2010/03/defense_jsf_breach_031110w/.

¹⁰⁴ United States Government Accountability Office, *Joint Strike Fighter: Accelerating Procurement before Completing Development Increases the Government's Financial Risk* (GAO-09-303), mars 2009, tiré de : <http://www.gao.gov/new.items/d09303.pdf>.

¹⁰⁵ E. Stoddard, « Gates backs Lockheed F-35; cost and schedule key », *Reuters*, 31 août 2009, tiré de : <http://www.reuters.com/article/2009/08/31/us-lockheed-gates-idUSTRE57U48X20090831>

en vol du gouvernement (base aérienne d'Edwards et base aéronavale de Patuxent River) et au début des essais de sustentation moteur (c'est-à-dire des essais en vol de la soufflante de sustentation) de la version F-35B. En septembre 2009, lors d'une conférence de presse tenue dans le cadre de la rencontre annuelle de l'Air Force Association, à Washington (D.C.), le brigadier-général C.D. Moore, directeur adjoint du bureau du programme, a présenté le nouveau calendrier de l'année suivante¹⁰⁶. Les principaux objectifs en étaient :

- de livrer les derniers appareils de démonstration et de développement d'ici la fin de l'été 2010. Dès septembre 2010, les 12 appareils d'essais devraient effectuer une moyenne de 12 sorties par mois : un nombre de sorties par année supérieur ou égal à 1 700 permettrait d'achever le programme d'essai, de développement et d'évaluation, qui prévoyait un peu plus de 5 000 sorties, d'ici l'échéance fixée à la mi-2013;
- de livrer les deux premiers appareils en série limitée à la base aérienne d'Eglin, chargée de l'entraînement, d'ici l'été 2010 en vue de fournir aux forces navales des équipages opérationnels pour leur date de mise en service opérationnelle prévue en 2012.

Le nouveau sous-secrétaire à la Défense chargé, au Pentagone, des acquisitions, de la technologie et de la logistique, Ashton Carter, a, sur ces entrefaites, de nouveau convoqué l'équipe d'évaluation interarmées de l'ACI pour lui demander d'entreprendre une nouvelle enquête, cette fois sur le programme de propulsion, et, en novembre 2009, a publiquement exprimé son inquiétude quant à faisabilité des plans d'essai¹⁰⁷. Par ailleurs, il était de plus en plus clair que le programme risquait, au début de 2010, de dépasser « largement » la limite de surcoût établie par la loi Nunn-McCurdy¹⁰⁸.

Le 2 février 2010, lors de la présentation du budget de la Défense pour l'exercice 2011, le secrétaire Robert Gates a annoncé le renvoi du major-général David Heinz, directeur

¹⁰⁶ G. Warwick, « F-35 Progress – “ Flying Will Support Training IOCs ” », Ares, A Defense Technology Blog, *Aviation Week*, 14 septembre 2009, tiré de : <http://www.aviationweek.com/aw/blogs/defense/index.jsp?plckController=Blog&plckBlogPage=BlogViewPost&newspaperUserId=27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7&plckPostId=Blog%3a27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7Post%3a211f70d5-d607-43a7-bd32-6559aeb111da&plckScript=blogScript&plckElementId=blogDest>

¹⁰⁷ A. Butler, « More JSF Test Planes' Software Work Needed », *Aerospace Daily and Defense Report*, *Aviation Week*, 24 novembre 2004, tiré de : http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=defense&id=news/F35112409.xml

¹⁰⁸ B. Sweetman, « Ides of March », *Aviation Week*, 15 mars 2010, tiré de : http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=defense&id=news/dti/2010/02/01/DT_02_01_2010_p32-199424.xml. En vertu de l'amendement Nunn-McCurdy, parrainé par le sénateur Sam Nunn et le représentant Dave McCurdy, qui a été apporté à la *Defense Authorization Act* en 1982 et est devenu permanent en 1983, un programme, si son coût d'acquisition par unité dépasse 15 % du coût initialement prévu (ou était « réévalué » avant 2005), doit être « recertifié », à savoir que le Pentagone doit confirmer que le programme est essentiel, que son coût est raisonnable et que la direction du programme assure un contrôle des dépenses. Le Pentagone doit également fournir au Congrès une alternative, assortie d'un coût, permettant de répondre aux mêmes besoins, dans les 60 jours suivant l'avis.

du bureau du programme, en raison des « résultats inquiétants enregistrés » [traduction] dans le programme¹⁰⁹.

Au début de mars 2010, l'important dépassement des coûts du programme d'ACI a contraint le département de la Défense à aviser le Congrès que le programme contrevenait à la loi Nunn-McCurdy¹¹⁰, à savoir que son coût représentait désormais plus de 15 % du budget initial du programme d'acquisition des ACI établi en 2001¹¹¹. Le sous-secrétaire Carter, ainsi que d'autres représentants du département de la Défense, ont fait part au Congrès de leurs constatations initiales. Le sous-secrétaire a ainsi annoncé que le calendrier d'essais de développement et d'évaluation serait prolongé de 13 mois¹¹². L'USAF et la Marine ont également annoncé que leurs dates de mise en service opérationnel seraient repoussées à 2016, après l'achèvement des essais de développement et d'évaluation, ainsi que des essais opérationnels, du bloc logiciel 3, et les services de CAPE ont annoncé qu'ils prévoyaient une augmentation de près de 90 % du prix d'acquisition d'un appareil¹¹³. On a finalement annoncé que le dépassement des coûts de développement serait absorbé en reportant l'acquisition de 122 appareils produits en série limitée.

La nomination du successeur du major-général David Heinz, le vice-amiral David Venlet, ancien directeur du Naval Air Systems Command, a été confirmée par le Congrès en mai 2010. Le vice-amiral Venlet a remplacé plusieurs responsables importants du bureau du programme interarmées¹¹⁴, a interdit quasiment toute communication ou toute apparition publique au personnel du bureau¹¹⁵, et a lancé une évaluation technique approfondie du programme de développement et d'essais en vol.

L'un des derniers développements a été, en octobre dernier, l'annonce, faite par le gouvernement britannique, des résultats de son Examen stratégique en matière de défense et de sécurité, au terme duquel il a été décidé de renoncer à acquérir la version F-35B ADCAV au profit de la version F-35C aéronavale, de reporter la date d'entrée en

¹⁰⁹ C. Whitlock, « Defense secretary Gates fires general in charge of Joint Strike Fighter program », *Washington Post*, 2 février 2010, tiré de : <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/02/01/AR2010020103712.html>.

¹¹⁰ C. Clark, « Few JSF Changes After Nunn-McCurdy », *DoD Buzz: Online Defense and Acquisition Journal*, 2 mars 2010, tiré de : <http://www.dodbuzz.com/2010/03/02/few-jsf-changes-after-nunn-mccurdy/>.

¹¹¹ Christine Fox (directrice de Cost Assessment and Program Evaluation), témoignage devant le Comité sénatorial américain des forces armées (art. 513 de la loi 110-81), 100^e Congrès, 4^e session, 2010, tiré de : <http://armed-services.senate.gov/statemnt/2010/03%20March/Fox%2003-11-10.pdf>.

¹¹² Ashton B. Carter, *F-35 Joint Strike Fighter (JSF) program: Acquisition, Technology and Logistics* (mémoire au Comité sénatorial américain des forces armées) (art. 513 de la loi 110-81), 100^e Congrès, 4^e session, 2010, tiré de : <http://armed-services.senate.gov/statemnt/2010/03%20March/Carter%2003-11-10.pdf>.

¹¹³ Christine Fox (directrice de Cost Assessment and Program Evaluation), témoignage devant le Comité sénatorial américain des forces armées (art. 513 de la loi 110-81), 100^e Congrès, 4^e session, 2010, tiré de : <http://armed-services.senate.gov/statemnt/2010/03%20March/Fox%2003-11-10.pdf>.

¹¹⁴ B. Sweetman, « Leadership Changes On JSF + End-FY Update », *Ares, A Defense Technology Blog, Aviation Week*, 4 octobre 2010, tiré de : <http://www.aviationweek.com/aw/blogs/defense/index.jsp?plckController=Blog&plckScript=blogScript&plckElementId=blogDest&plckBlogPage=BlogViewPost&plckPostId=Blog:27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7Post:834b014a-d395-4174-a358-f1eb286a617a>.

¹¹⁵ S. Trimble, « Have you seen this man? », *The Dew Line flightglobal.com/blogs*, 13 septembre 2010, tiré de : <http://www.flightglobal.com/blogs/the-dewline/2010/09/have-you-seen-this-man.html>.

service de ce dernier, ainsi que de réduire le nombre d'ACI commandés pour une unité conjointe de la Royal Navy et de la RAF.

Fin 2010, il est devenu clair que l'évaluation technique approfondie du programme allait avoir d'importantes modifications sur ce dernier¹¹⁶. Le secrétaire Gates a annoncé, le 6 janvier 2011¹¹⁷, de nouvelles modifications au programme, dont le détail a été révélé dans les semaines suivantes¹¹⁸. Les modifications apportées visent, notamment à :

- prolonger les essais de développement jusqu'en octobre 2016. Le nouveau programme établi comprendra 7 800 vols, dont les 2 000 sorties d'essais qui avaient été supprimées en 2007 par le bureau du programme d'ACI;
- placer le F-35B « en probation », car les mesures requises pour rendre l'appareil fiable et opérationnel risquent d'entraîner des dépassements de poids et de coûts inacceptables;
- réduire, d'ici 2013, la production de F-35B au minimum. La production des versions A et C devra également être ralentie, notamment afin de dégager les 4,6 milliards de dollars supplémentaires nécessaires pour achever le développement en réduisant encore la production en série limitée de 124 appareils.

À l'heure actuelle, le développement du F-35 a pris cinq ans de retard sur le calendrier initialement établi, et le surcoût de développement et de démonstration des systèmes va probablement dépasser les 21 milliards de dollars, soit 60 % de plus que le coût initialement prévu.

¹¹⁶ T. Capaccio, « Pentagon May See Higher F-35 Costs, Delays Up to Three Years », *Bloomberg*, 1^{er} novembre 2010, tiré de : <http://www.bloomberg.com/news/2010-11-01/pentagon-said-to-see-higher-f-35-costs-delays-up-to-three-years.html>.

¹¹⁷ R.M. Gates, *Statement on Department Budget and Efficiencies* (discours prononcé au Pentagone, à Washington (D.C.)), 6 janvier 2011, tiré de : <http://www.defense.gov/speeches/speech.aspx?speechid=1527>

¹¹⁸ G. Warwick et A. Butler, « F-35 Replan Adds Time, Resources For Testing », *Aviation Week*, 7 février 2011, tiré de : http://www.aviationweek.com/aw/generic/story.jsp?topicName=Check6&id=news/awst/2011/02/07/AW_02_07_2011_p25-287076.xml&headline=F-35%20Replan%20Adds%20Time,%20Resources%20For%20Testing&channel=&from=topicalreports

8

Annexe II : Modifications

Afin de répondre aux besoins des missions au Canada, le Commandement aérien pourrait, ou non, souhaiter apporter deux modifications mineures au F-35. La première consisterait à lui ajouter un parachute de freinage afin de permettre une réduction de sa vitesse et de sa distance d'atterrissage. Une telle capacité serait nécessaire sur les pistes du Nord, qui ont tendance à être plus courtes, plus grossières et plus verglacées. La plupart des avions de combat à réaction (dont le F-35) sont munis d'une crosse d'arrêt, mais la maintenance et l'emploi de cette dernière peuvent s'avérer difficiles.

Lockheed Martin a indiqué que le coût de l'ajout d'un tel parachute de freinage serait minime, tout particulièrement si la Norvège (qui a demandé ce dernier en option) ou d'autres acheteurs du F-35A participent au coût de son développement. L'avionneur a également affirmé qu'il pouvait ajouter ce parachute à un endroit « bénin », c'est-à-dire ne compromettant pas la furtivité de l'appareil. L'ARC, dans le passé, n'a eu aucun problème à ajouter un parachute de freinage au Lockheed F-104, qui n'en était pas équipé en série.

La deuxième modification consisterait à lui ajouter un dispositif de ravitaillement en carburant à tuyau souple. La possibilité d'être ravitaillé en vol serait utile pour tous les types de missions de combat, mais plus particulièrement pour les missions de combat et d'interception dans le cadre d'une coalition. Le F-35B et le F-35C sont dotés d'un dispositif de ravitaillement en carburant à tuyau souple rétractable (qui est le système actuellement utilisé par le Canada), mais le F-35A est doté d'un dispositif de ravitaillement à perche rigide avec un embout situé derrière le cockpit. Le dispositif à perche permet un ravitaillement plus rapide, mais est plus coûteux.

L'installation du dispositif de ravitaillement à tuyau souple du F-35B/C sur le F-35A ne présenterait pas de problèmes d'ordre technique ou financier particuliers. Sa répercussion sur le prix du F-35 serait de moins de 1 % du coût du programme, et peut-être même moins encore si d'autres partenaires souhaitent participer à ce développement. Cependant, deux raisons importantes font qu'un tel dispositif de ravitaillement à tuyau souple pourrait s'avérer inutile :

1. Le Canada pourrait vouloir modifier son mode de ravitaillement en vol. Le Commandement aérien recourt de plus en plus au Boeing C-17 pour les transports aériens longues distances et il pourrait être avantageux pour le Canada de se doter des moyens de ravitailler cet avion par lui-même. Les problèmes qu'a connus le Commandement aérien avec la base située aux Émirats arabes unis, qui l'a obligé à dérouter ces C-17 sur l'Italie, ne font que souligner ce besoin. Si le Commandement aérien achetait des ravitailleurs Boeing KC-767 ou des Airbus KC-30 équipés d'un dispositif à perche rigide, ces derniers pourraient également ravitailler les F-35A qui ont la même configuration. Les ravitailleurs Airbus A310 (CC-150 Polaris selon la nomenclature du Commandement aérien) sont d'anciens avions de ligne de Ward Air ou d'Air Canada produits dans les années 80.
2. De nombreux pays possesseurs de F-16 se sont vu offrir, ou ont demandé, l'installation d'un dispositif de ravitaillement en carburant à tuyau souple, pour s'apercevoir ensuite qu'ils n'en avaient pas besoin. Des 25 pays possesseurs de F-16, environ sept seulement utilisent un dispositif de ravitaillement à perche rigide, et aucun F-16 n'a été équipé d'un dispositif de ravitaillement à tuyau souple. Il convient cependant de souligner que le F-16 continue d'être offert avec un dispositif à tuyau souple, comme c'est le cas dans le cadre de l'offre faite par Lockheed Martin aux forces aériennes indiennes. Il s'agit en fait d'une modification relativement simple.

Le Canada pourrait bien sûr résoudre ces deux problèmes en décidant de commander des F-35C au lieu de F-35A. La version C est non seulement dotée d'un dispositif de ravitaillement en carburant à tuyau souple, mais elle possède également une plus grande envergure et une vitesse d'atterrissage plus basse, ce qui s'avérerait idéal pour les pistes plus courtes et plus grossières du Nord. Mais elle possède un rayon d'action et une charge utile inférieurs à la version A, et son prix est plus élevé. Il serait donc plus simple, et moins coûteux, d'apporter l'une des modifications, ou les deux modifications, à la version F-35A.

9

Annexe III : Évaluation des risques et des possibilités de la participation industrielle

Les contreparties font partie depuis longtemps du marché mondial à l'exportation des aéronefs militaires. Le département du commerce des États-Unis définit les contreparties comme suit :

La pratique par laquelle l'octroi de marchés par les gouvernements étrangers ou les sociétés étrangères est échangé contre des engagements de fournir une compensation industrielle. Dans le commerce de la défense, les contreparties comprennent la coproduction obligatoire, la production sous licence, la production par des sous-traitants, les transferts de technologie et l'investissement étranger. ... Les contreparties peuvent être directes, indirectes, ou les deux. Les contreparties directes désignent les compensations, comme la coproduction ou la sous-traitance, reliées directement au système exporté. Les contreparties indirectes s'appliquent aux compensations non reliées aux biens exportés, comme l'investissement étranger ou l'achat de biens ou services¹¹⁹.

Les contreparties directes sont également appelées retombées industrielles et régionales (RIR), et peuvent être regroupées en deux catégories :

1. *Contreparties directes classiques* : équipement et services se rapportant directement aux systèmes achetés par le pays bénéficiaire des contreparties.
2. *Contreparties directes générales* : équipement et services se rapportant directement aux systèmes achetés par le pays bénéficiaire des contreparties, mais qui peuvent être utilisés dans des copies de ces systèmes destinées à un vaste éventail d'utilisateurs.

Deux exemples possibles de *contreparties directes classiques* comprennent les tronçons de nez de F/A-18 fabriqués par Canadair pour les CF-18 du Commandement aérien et les CF-5 assemblés au Canada pour le Commandement aérien. Un exemple de *contreparties*

¹¹⁹ U.S. Department of Commerce, « Impact of Offsets in Defense Trade: An Annual Report to Congress », 2011, <http://www.bis.doc.gov/defenceindustrialbaseprograms/osies/offsets/default.htm>.

directes générales pourrait être les tronçons de nez de F/A-18 fabriqués par Canadair pour les F/A-18 destinés au marché à l'exportation.

Les contreparties indirectes désignent toutes les autres retombées secondaires que l'entrepreneur peut offrir et qui ne sont pas reliées à la production du matériel militaire proprement dit. Ces contreparties indirectes peuvent prendre la forme d'activités de l'entrepreneur principal dans des domaines tout à fait différents, de revenus de cabinets de consultants (en ingénierie ou dans d'autres secteurs professionnels), de frais de repas, d'accueil et d'hébergement, ainsi qu'un intérêt touristique pour la région qui n'aurait pas existé si l'entrepreneur principal ou des sous-traitants majeurs, tels que Boeing ou General Electric, ne s'étaient pas vu attribuer de contrats.

Le prix des emplois, de la technologie, de la souveraineté et des autres objectifs des contreparties

Dans toutes les contreparties, on oublie souvent un facteur clé, soit que, en règle, il est inévitable que les contreparties sont payées par les pays clients. C'est inévitable, étant donné que les coûts liés aux contreparties sont importants et que les entreprises de défense ne veulent pas vendre des appareils à des marges bénéficiaires nettement inférieures à celles qu'elles obtiennent sur leur marché local.

Les coûts de certaines contreparties directes particulières peuvent être extrêmement élevés. Ils comprennent souvent la reproduction des usines et des installations de fabrication. Copier des usines coûte cher. De plus, dans l'industrie aéronautique, comme dans toute industrie lourde, le volume est extrêmement important. Tout ce qui réduit le volume nuit aux économies d'échelle et a des effets de coût sur l'ensemble du programme.

Les actionnaires exercent de grandes pressions sur les entreprises de défense pour qu'elles maintiennent les marges bénéficiaires. Les coûts des contreparties directes ne peuvent donc pas être répercutés facilement sur les entreprises; ils sont plutôt largement assumés par les contribuables du pays client. Cette conclusion est confirmée par l'absence de preuves que les commandes à l'exportation pour lesquelles des contreparties entrent en jeu sont moins lucratives que les commandes intérieures.

Le Japon donne un exemple extrême des contreparties directes dans la pratique. La constitution japonaise interdit l'exportation de matériel de défense de fabrication locale, de sorte qu'il est impossible que des éléments de contrepartie soient exportés sur les systèmes qui sortent du pays. Pourtant, pour des raisons de sécurité nationale, le Japon demande ce qui s'approche de la souveraineté industrielle pour ses avions de combat, tous les grands systèmes devant être fabriqués dans le pays. Cela signifie un niveau élevé de contreparties directes particulières dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

L'acquisition très récente d'avions de combat par le Japon était le F-2, en réalité un Lockheed Martin F-16C modifié. Tandis qu'un F-16C se vend habituellement de 30 à 40 millions de dollars américains, selon les options, le coût récurrent du F-2 a dépassé 100 millions de dollars américains, sans compter des coûts de développement de quelque 4 milliards de dollars américains, amortis sur une série de production totale d'un peu moins de 100 appareils.

Pour des comparaisons de coûts plus précises, disons que l'achat de F-15 par le Japon a été le dernier grand achat d'avions qui n'a pas comporté une modification complète de l'appareil. La chaîne de production de F-15 de Mitsubishi, avec son réseau de fournisseurs japonais, était simplement une réplique sur petite échelle du réseau de production américain. Le dernier achat, pendant l'exercice 1996, a représenté un coût unitaire de 116,8 millions de dollars américains, d'après le budget de la défense japonais. Le coût unitaire pendant l'exercice 1995 était de 115,3 millions de dollars américains. Par contre, le dernier achat de F-15 par l'USAF, pendant les exercices 1996-1997 et 1997-1998, avait un coût unitaire de 55 millions de dollars américains. Les appareils de l'USAF étaient des F-15E, plus puissants que les F-15DJ japonais.

Le modèle japonais, qui insiste sur la reproduction verticale de la chaîne d'approvisionnement, constitue un exemple extrême. Mais en raison de la nature exclusive de la plupart des contrats d'exportation de chasseurs, il est impossible d'éliminer le coût du fardeau supplémentaire que sont les contreparties directes.

L'histoire montre que les programmes canadiens de contreparties s'approchaient davantage de contreparties directes particulières, mais qu'il y avait aussi quelques contreparties directes générales. Le CF-104 et le CF-5 ont été fabriqués au Canada en vertu de contrats de contreparties directes classiques, qui prévoyaient aussi quelques travaux de contreparties générales pour l'exportation. À partir de 1959, Canadair a fabriqué 200 F-104 pour l'ARC sous licence de Lockheed. Cependant, Canadair a aussi obtenu un contrat pour fabriquer des ailes, des empennages et des tronçons de fuselage arrière pour 66 F-104G fabriqués par Lockheed et destinés à la Luftwaffe de l'Allemagne de l'Ouest.

Avec le CF-5, Canadair a commencé à fabriquer 115 appareils pour les Forces canadiennes en 1965. Orenda a aussi été choisie pour fabriquer les moteurs J85 de General Electric au Canada. Un autre lot de 105 NF-5 destinés aux Pays-Bas a aussi été assemblé par Canadair, tout comme 16 CF-5 destinés à remplacer les stocks vendus au Venezuela.

Le CF-18 est un peu différent de ces deux exemples. Les appareils n'ont pas été assemblés au Canada. Canadair a plutôt obtenu un marché pour fabriquer 50 % de tous les tronçons de nez nécessaires pour les F/A-18 de la USN. D'autres entreprises canadiennes et établies au Canada, en particulier Magellan, Edo Canada, et Messier-Dowty Canada, ont obtenu des marchés pour des composants, qui ont créé des recettes d'exportation.

Bref, les contreparties directes classiques particulières sont essentiellement la consommation locale. Elles sont payées en grande partie à l'échelle locale et sont utilisées par un consommateur local. L'approche des contreparties directes générales et celle du F-35 créent une demande d'exportation pour les produits d'un pays. Les clients à l'exportation paient et utilisent les composants qui sont fabriqués.

Au-delà de la demande nationale

L'objectif visé par Lockheed Martin avec le programme de participation industrielle du F-35 est d'éliminer complètement la possibilité de contreparties directes classiques. Pour ce faire, Lockheed Martin souhaite s'orienter vers un approvisionnement fondé uniquement sur le meilleur rapport qualité-prix concurrentiel. Comme on le verra ci-dessous, il semblerait que l'entreprise n'a pas atteint complètement cet objectif. Cette

approche semble cependant indiquer qu'on reconnaît que les contreparties constituent une copie coûteuse et qu'il vaudrait mieux s'en éloigner. Contrairement à celle se fondant sur des contreparties directes classiques, l'approche de Lockheed Martin consiste à conclure des marchés de sous-traitance dans des pays clients pour des pièces d'avion finalement destinées à un pays tiers.

Les fabricants d'avions militaires ne sont pas différents des autres fabricants de produits complexes comme des navires, des fusées ou des centrales d'électricité. Ils doivent acheter des composants d'un vaste éventail de fournisseurs afin de répartir le risque et les coûts dans une longue chaîne d'approvisionnement. Ils cherchent aussi à éviter l'intégration verticale, en s'assurant que tous les composants sont achetés chez des spécialistes qui apportent les meilleures capacités possibles pour répondre à toutes les principales exigences de produits. Dans un monde idéal, un fabricant adopte cette approche de la sous-traitance tout en effectuant des « approvisionnements stratégiques » pour ouvrir de nouveaux marchés au produit final. C'est l'objectif du programme de participation industrielle du F-35. L'intention est que tout le monde travaille ensemble, sans dédoublement des efforts, afin de créer un produit de calibre mondial ayant une forte présence sur le marché.

Toute mesure visant à poursuivre ensemble des débouchés sur les marchés à l'exportation mondiaux doit être prise dans le cadre d'une relation client-vendeur. Permettre aux bénéficiaires de contreparties directes de vendre leurs produits sur les marchés d'exportation crée inévitablement des tensions concurrentielles entre le fabricant du produit fini et le bénéficiaire des contreparties.

L'expérience du Canada avec le F-5 donne le meilleur exemple de cette tension. Après avoir fabriqué des CF-5 pour le Canada et les Pays-Bas, Canadair a vendu, outre 16 CF-5 additionnels aux Forces canadiennes, deux autres au Venezuela. Northrop a ensuite poursuivi le gouvernement canadien. Si le programme de contreparties du F-5 avait été configuré dans l'esprit du programme de participation industrielle du F-35, l'industrie canadienne aurait profité (sur une échelle plus petite) de ventes d'appareils beaucoup plus nombreuses, sans les problèmes juridiques liés à la fabrication et l'exportation d'appareils finis.

Jusqu'ici, des données empiriques laissent penser que le contenu canadien dans le F-35, exprimé en dollars, sera plus élevé que celui des autres pays partenaires. Cela reflète l'avantage des fabricants canadiens de haute technologie par rapport aux assembleurs de composants à forte teneur en main-d'œuvre. Par exemple, Héroux-Devtek fabriquera vraisemblablement des pièces pour le caisson de voilure, des cloisons de caisson central de voilure, des composants pour les ailes et des assemblages de verrou de trappe de train d'atterrissage. Magellan Aerospace fournira vraisemblablement des tirants de raccordement pour les becs de bords d'attaque et des bâtis de moteur arrière.

Tous ces travaux supposent la fabrication d'alliages et de matériaux composites avancés. Ils ont tendance à imposer des barrières à l'entrée relativement élevées et ils peuvent se transférer facilement à des projets d'aéronautique civile. On peut aussi s'attendre à ce que le Canada ait un solide avantage concurrentiel en avionique et dans les logiciels, les systèmes de diagnostic, et les systèmes de formation et de simulation. Tous ces domaines ont une forte valeur ajoutée et offrent des possibilités considérables de progrès technologique et d'application sur le marché commercial. Cela dit, ces

secteurs d'activités ne nécessitent pas une teneur en main-d'œuvre particulièrement élevée.

Que le Canada puisse ou non faire davantage pour obtenir une plus grande présence dans le programme F-35 (par exemple, en durcissant sa position dans les négociations commerciales) dépasse la portée du présent rapport. Si le programme fonctionne tel que prévu en théorie, il pourrait offrir d'importants débouchés commerciaux. Lockheed Martin possède un avantage puissant avec son programme de participation industrielle, dans le cas des contreparties. Si Lockheed Martin réussit à résister à la tentation d'offrir des contreparties directes et que le volume qu'elle prévoit se concrétise, le marché du F-35 pourrait être relativement important, ce qui pourrait rendre le F-35 unique en son genre, aussi bien comme avion que comme débouché industriel.

Le débouché industriel du programme serait lié au volume. Quand on compare l'attrait des contreparties directes générales à celui des contreparties classiques particulières, un facteur clé est le nombre d'appareils qui seront fabriqués. Par exemple, obtenir une part de 3 % de la production d'une série de 4 000 avions (prévue dans le programme de participation industrielle du F-35) est beaucoup plus attrayant qu'obtenir une part de 50 % dans un programme de production de 70 appareils (en vertu d'un accord de contreparties directes classiques), d'autant plus que la part des contreparties directes classiques ajouterait des coûts importants au prix de l'appareil et que ces coûts seraient assumés par le client. Cela dit, une part de 3 % d'une série de 300 appareils ne signifierait pas grand-chose. Par conséquent, le débouché dépend beaucoup des perspectives commerciales et du volume du programme.

L'histoire donne de bons exemples. La participation de l'industrie canadienne dans le programme F/A-18 a été lucrative à long terme, parce que le F/A-18 avait de nombreuses années de production devant lui. De fait, quand le F/A-18 a atteint l'étape finale actuelle de son évolution, soit le F/A-18E/F, l'industrie canadienne avait un avantage concurrentiel dans les appels d'offres, grâce à sa bonne connaissance du programme. Magellan Aerospace, qui a commencé à fabriquer les cloisons de remplacement de la partie centrale du fuselage du F/A-18C/D, a remporté le marché pour fabriquer des cloisons en titane, des tiges, des bâtis moteur, des couples secondaires et des composants de moteur F414 pour le F/A-18E/F. Sans ce succès à long terme pour le F/A-18, l'approche adoptée au sujet des contreparties du CF-18 paraîtrait nettement moins fructueuse avec le recul.

Le problème de l'approche axée sur l'exportation

Le risque négatif est lié aux exigences qui sont imposées actuellement au programme de participation industrielle et qui le seront à l'avenir. Les failles commencent déjà à être visibles. D'un simple point de vue macro-économique, l'attrait de ces commandes à l'exportation dans une approche de contreparties directes générales serait suffisant pour répondre aux besoins à l'exportation canadiens, mais il ne serait peut-être pas suffisant ailleurs. Comme l'ont révélé de nombreux articles dans les médias, des partenaires internationaux, dont les entreprises n'offrent peut-être pas la meilleure valeur dans la production des composants du F-35, ont commencé à demander des contreparties classiques comme condition d'achat¹²⁰. Conclure des accords

¹²⁰ D. Barrie, « The Mouse That Roared: Oslo offers final opportunity for Washington to identify adequate JSF work before determining fate of its involvement », *Aviation Week et Space Technology*, 27 mars 2006, p.

d'approvisionnement stratégique de ce type serait contraire à la logique du programme de participation industrielle et risquerait de compromettre l'intégrité systématique du programme.

Un autre risque est lié à la nature des travaux proprement dits. Tel qu'indiqué ci-dessus, la plupart des travaux qui seraient confiés à des entreprises canadiennes ne nécessitent pas beaucoup de main-d'œuvre. Ils pourraient ne pas satisfaire les intérêts des syndicats et de leurs membres. Les syndicats recherchent habituellement des contreparties directes particulières, qui présentent de plus grandes possibilités d'emplois et des contrats assortis de plus de garanties (en grande partie parce que l'argent viendrait des contribuables plutôt que d'un entrepreneur du secteur de la défense en quête d'une utilisation optimale de ses ressources financières).

Dans son témoignage de novembre 2010 au comité de la défense de la Chambre des communes, le syndicat de l'aéronautique du Canada, le Syndicat des travailleurs

35. « Certains, à Oslo comme à Washington, doutent que la société américaine soit en mesure d'offrir au gouvernement travailliste norvégien de quoi le convaincre de rester dans le programme. "Je crois qu'il est très peu probable que Lockheed Martin soit capable de faire une offre qui soit jugée acceptable", a déclaré un représentant du secteur aéronautique américain. » [traduction]

T. Kington, « Italy Threatens to Halt JSF Plant Work », *DefenseNews*, 1^{er} février 2010, <http://www.defensenews.com/story.php?i=4478916>.

T. Kington, « Italy's JSF Assembly Line Takes Shape », *DefenseNews*, 1^{er} novembre 2010. « Nous avons pu grâce au bureau de l'approvisionnement du ministère de la Défense italien, établir des liens avec Lockheed Martin et de rencontrer ses fournisseurs, a déclaré [Carlo Festucci, président de l'association italienne des constructeurs du secteur de la défense et de l'aérospatiale]. Nous acceptons que l'attribution des contrats soit fondée sur le principe du meilleur rapport qualité/prix, mais Lockheed Martin convient que nous devons disposer de conditions dans lesquelles nous puissions efficacement assurer notre promotion. » [traduction]

T. Kington et B. Ege Bekdil, "Italy, Turkey Win JSF Work », *DefenseNews*, 20 mars 2006, p. 6. « Le consortium international, dirigé par les États-Unis, qui doit assurer la construction de l'avion de combat interarmées (ACI) F-35 a promis des retombées de 3,5 milliards de dollars à la Turquie et la possibilité de 7,2 milliards en sous-traitance à l'Italie, ont affirmé des représentants de la société et du gouvernement. » [traduction]

B. Opall-Rome, « Skittish Israel Pares F-35I Extras - Lockheed CEO: More Workshare A Possibility », *DefenseNews*, 17 novembre 2008. « Le PDG de Lockheed Martin, entrepreneur principal du projet d'avion de combat interarmées (ACI) F-35, fait miroiter au gouvernement israélien de plus grosses retombées économiques pour les sociétés israéliennes s'il se décide rapidement à commander des appareils. » [traduction]

B. Opall-Rome et D. Pugliese, « Israeli Clarification Calms Canada's Ire on Offsets », *DefenseNews*, 20 décembre 2010.

D. Pugliese, « Aerospace union says guarantees are needed of \$16 billion worth of work before Canada buys the F-35 Joint Strike Fighter », *Ottawa Citizen*, 27 décembre 2010, tiré de : <http://communities.canada.com/ottawacitizen/print.aspx?postid=463474>.

D. Pugliese, « Canadian Companies Press for JSF Workshare », *DefenseNews*, 6 décembre 2010, p. 6.

S. Trimble, « Israel pushes for bigger role in F-35 programme », *Flight International*, 1-7 décembre 2009, p. 19. « Après avoir remporté une victoire décisive en matière d'intégration de l'armement, les représentants du gouvernement israélien continuent d'exiger un rôle plus important dans le programme d'avion de combat interarmées F-35 de Lockheed Martin. » [traduction]

R. Wall, « Time After Time: Australia buys into JSF, with a sense of caution », *Aviation Week et Space Technology*, 30 novembre 2009. « Le gouvernement fait clairement savoir que la décision qui sera prise en 2012 sera influencée par les retombées économiques que Lockheed Martin pourra offrir aux sociétés australiennes. » [traduction]

canadiens de l'automobile (TCA) a indiqué clairement qu'il représentait les employés de « Boeing Canada, Bombardier, Bristol Aerospace, Cascade Aerospace, IMP Group, MacDonald Dettwiler (MDA), Northstar Aerospace et Pratt & Whitney Canada ». Certaines de ces entreprises feraient certainement de bonnes affaires avec le programme de participation industrielle du F-35, mais d'autres pas. Par contre, les contrats et les emplois dans un programme de contreparties directes classiques particulières pourraient être répartis plus également et avec une plus grande intensité en main-d'œuvre. Il en coûterait davantage au gouvernement canadien pour obtenir ces emplois, qui ne dureraient peut-être pas aussi longtemps que les emplois fournis grâce au programme de participation industrielle du F-35, mais ces emplois de contreparties classiques satisferaient un plus grand nombre de syndicats. Les emplois de contreparties classiques auraient généralement une plus grande teneur en main-d'œuvre que les emplois de haute technologie prévus par le programme de participation industrielle, mais ce facteur plairait également aux syndicats.

Ce problème—l'opposition entre une saine gestion macro-économique et la préférence pour un plus grand nombre d'emplois—est aussi observé dans d'autres pays partenaires du F-35. Interrogé au sujet du rôle industriel de la Norvège dans le programme F-35, le président par intérim de la confédération des syndicats de la Norvège, Roar Flathen, a répondu : « Pas de contreparties, pas d'avion¹²¹ ».

Tel qu'indiqué ci-dessus, Lockheed Martin n'a pas réussi complètement à se diriger vers une approche d'optimisation de la valeur concurrentielle dans le programme de participation industrielle du F-35. Cet avionneur n'y est pas parvenu parce qu'il doit répondre aux demandes des syndicats et des gouvernements, qui veulent certaines garanties de contreparties. Lockheed Martin effectue donc actuellement le travail de sensibilisation nécessaire pour rendre certaines industries nationales de défense plus concurrentielles. Ce processus n'avantage pas le Canada, où l'industrie de l'aéronautique en général est relativement saine, par rapport au reste du monde. Mais il montre que Lockheed Martin a dû offrir davantage de travail garanti, au lieu de s'en tenir strictement à son approche d'optimisation de la valeur dans le programme de participation industrielle. Tel qu'indiqué ci-dessus, ces activités exercent des pressions importantes sur l'intégrité du programme de participation industrielle, parce qu'elles sapent sa justification fondamentale, soit l'optimisation de la valeur. Elles compromettent également la part des travaux que les entreprises canadiennes—déjà bien placées pour saisir ces débouchés—obtiendraient probablement.

Comme certains pays réclament plus de travaux relatifs au F-35, un problème de Lockheed Martin est que le programme offre peu de travaux locaux de soutien et d'entretien des appareils. Historiquement, il s'agissait toujours d'une forme de travaux de contrepartie très recherchée. Par exemple, le contrat de soutien technique des systèmes de combat (STSC) pour les CF-18 du Canada, accordé à Canadair/CAE en décembre 1986, a été précédé d'une farouche concurrence pour un programme employant plus de 500 travailleurs¹²². Les travaux d'entretien et de mise à niveau ont tendance à avoir une teneur relativement élevée en main-d'œuvre.

¹²¹ J. Janssen Lok, « Norwegian unions press for JSF offset », *Jane's Defence Weekly*, 3-8 mars 2006, p. 19.

¹²² R. Pickler et L. Milberry, *Canadair: The First 50 Years*, CANAV Books, Toronto (Ontario), 1995.

Le soutien du F-35 se fondera sur une entreprise d'entretien global. Le plan utilise un modèle de logistique fondée sur le rendement caractérisé par une seule chaîne d'approvisionnement globale. Cela signifie qu'au lieu de conclure des marchés pour des pièces ou des services en particulier, les clients signeront des contrats pour un niveau de rendement donné à un prix fixe, l'équipe d'entrepreneurs du F-35 étant chargée d'assurer ce rendement. Le système d'information logistique autonome du F-35 collectera des données sur les besoins en pièces pour le F-35. Au début, les pièces seront entreposées localement, mais la livraison juste-à-temps des fournisseurs du fabricant d'origine sera mise en place pour des versions ultérieures, afin d'appuyer la logistique fondée sur le rendement. Tout cela signifie une centralisation accrue et un rôle de soutien moins grand pour les entrepreneurs du pays bénéficiaire.

Le F-35 est conçu pour être compatible avec un modèle de logistique fondée sur le rendement. Par exemple, pour de nombreux systèmes, en particulier le réacteur, la conception s'effectue dans une approche modulaire. Lorsqu'ils ont besoin d'entretien, les modules sont enlevés et remplacés. Les anciens modules sont retournés au fabricant d'origine pour être remis en état, et les modules de remplacement sont insérés immédiatement.

Le problème du calcul

En plus des difficultés décrites ci-dessus, l'évaluation des contreparties se révèle ardue. Les contreparties sont habituellement mesurées en termes monétaires¹²³; mais il n'est pas évident que les montants présentés correspondent à une évaluation objective des retombées pour l'industrie canadienne, et ce, pour deux raisons distinctes mais connexes. Premièrement, il n'y a pas de méthode établie pour calculer la valeur des contreparties. Deuxièmement, les montants ne constituent qu'une évaluation, et non une garantie, en termes de retombées industrielles et régionales possibles.

Un exemple illustre très bien la première raison.

Des entrepreneurs canadiens ont obtenu des marchés d'une valeur de 100 millions de dollars. Dans l'exemple (A), tous les sous-contrats sont exécutés par l'entrepreneur principal à l'interne au Canada. Dans l'exemple (B), l'entrepreneur principal sous-traite des marchés d'une valeur de 90 millions de dollars à des entreprises étrangères. Même si l'on pourrait affirmer que, dans chacun de ces deux scénarios, les retombées industrielles pour le Canada se chiffrent à 100 millions de dollars, ce montant ne représente pas des retombées identiques pour l'industrie canadienne. Les retombées pour l'industrie canadienne sont beaucoup plus élevées dans l'exemple (A) que dans l'exemple (B).

Si l'on différencie les exemples en comptant le nombre de sous-contrats, le tableau est encore plus trompeur : si les entrepreneurs canadiens sous-traitent des marchés de 90 millions de dollars à des entreprises canadiennes, que ces sous-traitants en sous-traitent à leur tour 80 millions de dollars à d'autres entreprises canadiennes et que ces sous-sous-traitants en sous-traitent à leur tour 70 millions de dollars à d'autres entreprises canadiennes, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'un sous-sous-sous-sous-sous-

¹²³ T. Clement, « Industry minister responds to F-35 purchase criticisms » (Lettre à la rédaction), *Ottawa East EMC*, 17 février 2011, tiré de : <http://www.emcottawaeast.ca/20110217/news/Industry+minister+responds+to+F-35+purchase+criticisms>.

sous-traitant ayant un marché de 10 millions de dollars achève le contrat final, alors la valeur totale pour l'industrie canadienne serait 550 millions de dollars. Cet effet de levier donne une fausse image des retombées réelles. Il semble étrange qu'une augmentation du nombre d'étapes de sous-traitance puisse accroître les retombées industrielles et régionales. Ne serions-nous pas, par exemple, aussi heureux d'une telle sous-traitance que nous le serions si l'entrepreneur principal effectuait lui-même tout le travail au Canada?

En ce qui concerne la deuxième raison, évaluer les retombées industrielles et régionales en termes monétaires est non seulement problématique du point de vue de la comptabilité mais aussi du point de vue du fond. Des dollars ne représentent rien de concret. Ils peuvent seulement être considérés comme une indication des retombées industrielles et régionales. On croit habituellement que les retombées industrielles et régionales sont exprimées en termes d'emplois créés, d'industries stimulées, de technologies développées ou de capacité créée. Même si des montants peuvent indiquer l'existence de ces avantages, ils ne permettent pas de conclure avec certitude que ces retombées existent bien dans les faits.

La solution FACO

Tel qu'indiqué ci-dessus, Lockheed Martin n'a pas réussi complètement à s'éloigner des contreparties directes classiques avec le programme F-35. Pour les pays, et les syndicats, plus confortables avec les contreparties classiques, Lockheed Martin a trouvé une solution. Mais c'est une solution qui coûte cher et qui est volontairement présentée comme une option à part, afin de faire ressortir les coûts liés aux contreparties directes classiques. Elle consiste à établir une chaîne d'assemblage final (Final Assembly and Check Out - FACO) dans un pays client. Les premiers plans pour le programme F-35 prévoyaient que tout l'assemblage final des F-35 s'effectuerait au Texas, mais une chaîne FACO distincte est maintenant proposée comme option de fait.

Jusqu'ici, seule l'Italie s'est engagée dans une chaîne FACO. Cette chaîne copierait l'outillage de cellule, les postes d'assemblage et les installations d'essai qui se trouvent à Fort Worth. En résumé, elle posséderait toutes les caractéristiques coûteuses de la copie inhérentes aux contreparties directes classiques.

D'après Lockheed Martin et d'autres sources, établir la chaîne FACO italienne coûtera 900 millions de dollars américains. Les renseignements complets sur le contrat FACO de l'Italie, s'ils sont un jour rendus publics, permettront aussi d'en savoir plus sur qui paie réellement les contreparties. D'après presque tout le monde, l'Italie assume tous les coûts de cette installation et aurait prévu un budget de 900 millions de dollars américains pour sa part des travaux. Une étude universitaire établit la part de l'Italie à 775 millions de dollars américains¹²⁴, mais cette étude date de 18 mois et reflète une estimation antérieure des coûts de la chaîne FACO.

Une chaîne FACO nationale est clairement attrayante du point de vue de l'industrie. Pourtant, en faisant ressortir les coûts de cette option, Lockheed Martin a effectivement donné un argument aux décideurs qui ne veulent pas d'emplois à tout prix. Par exemple, l'industrie britannique a demandé une chaîne FACO pour l'acquisition des F-35

¹²⁴ G. Gasparini, A. Marrone, et M. Nones, « Europe and the F-35 Joint Strike Fighter (JSF) Program » (traduit par G. Alegi et V. Miranda). *IAI Quaderni*, n° 31, juillet 2009, p. 9.

britanniques, mais le gouvernement a refusé l'idée, pour des raisons de coûts. Comme le Japon et la Corée du Sud progressent vers des achats de F-35, ces deux pays trouveront probablement qu'une chaîne FACO est la seule façon de maintenir un certain degré d'autonomie nationale dans le domaine des avions militaires. Ils pourraient également avoir besoin d'une chaîne FACO pour maintenir leurs politiques gouvernementales de longue date à l'appui de leurs industries aéronautiques nationales.

Du point de vue du Canada, une chaîne FACO serait très différente de la chaîne FACO italienne et difficile à justifier. La chaîne italienne est prévue pour fabriquer un nombre beaucoup plus élevé d'appareils. L'Italie a l'intention d'acheter 131 F-35. La chaîne italienne sera également chargée de fabriquer les appareils destinés aux Pays-Bas, qui ont l'intention d'acheter 85 F-35. L'Italie pourrait aussi faire une offre pour fabriquer des appareils pour d'autres clients européens. Dans les faits, elle aimerait jouer le rôle joué par l'avionneur néerlandais Fokker dans le programme du groupe de participants européens pour le F-16. En plus des F-16 destinés aux Pays-Bas, Fokker a fabriqué des F-16 pour le Danemark et la Norvège.

Même si une chaîne FACO canadienne pourrait tenter d'obtenir des commandes de F-35 auprès d'autres pays, elle n'aurait pas d'avantage de marché dans l'Union européenne. Ailleurs, même si elle pourrait négocier un accord d'exportation avec Lockheed Martin, la chaîne du Texas aurait un énorme avantage de coût, grâce au volume.

La chaîne FACO italienne est également conçue comme une installation de soutien régional des appareils. Tel qu'indiqué ci-dessus, les travaux d'entretien et de remise en état des F-35 seront nettement moins importants que pour les chasseurs antérieurs. Cependant, il faudra un stock régional de pièces durables. De même, un stock de pièces en copropriété pourrait être une idée attrayante, surtout si les pays européens s'inquiètent de la réglementation sur l'importation et l'exportation d'armements américains et des délais liés à cette réglementation.

Par conséquent, la chaîne FACO italienne pourrait appuyer des centaines de F-35 européens. En revanche, une chaîne FACO canadienne, serait limitée géographiquement à l'appui des F-35 basés en Amérique du Nord. Étant donné que les avions américains obtiendraient des pièces directement des fabricants d'origine, une chaîne FACO canadienne devrait se contenter de répondre aux besoins en pièces de seulement 65 appareils canadiens.

Dans ce contexte, il est peu probable qu'une chaîne FACO satisferait aux demandes d'emplois au Canada plutôt que de travail.

Conclusion sur les risques du programme de participation industrielle

En théorie, on pourrait affirmer que le programme de participation industrielle du F-35 serait bon pour le Canada dans son ensemble. Contrairement aux contreparties classiques, ce programme n'imposerait pas de fardeau important aux contribuables. Les produits et les composants fabriqués pour le programme de participation industrielle seraient surtout destinés à l'exportation, et l'incidence sur la balance commerciale serait favorable. Les travaux de haute technologie obtenus créeraient probablement des retombées en R-D pour l'industrie canadienne.

Dans la pratique cependant, le programme de participation industrielle du F-35 ne fonctionnera probablement pas pour quelques raisons. Premièrement, il se pourrait qu'il ne réponde ni aux exigences en matière d'emplois au Canada, ni à celles concernant l'élargissement de la participation des entreprises. Une façon de satisfaire les groupes qui demandent des contreparties classiques, en particulier les syndicats, serait d'établir une chaîne FACO. Mais tel qu'indiqué ci-dessus, cette éventualité est peu probable au Canada pour deux raisons : le coût serait assumé entièrement par les contribuables canadiens et l'utilité d'une telle installation, compte tenu de la grande proximité entre le Canada et Forth Worth, serait discutable. Construire une chaîne FACO exercerait des pressions à la hausse sur les coûts reliés aux contreparties pour les achats canadiens de F-35. Si le Canada voulait des retombées garanties dès le départ et était disposé à payer pour établir une chaîne FACO, la facture serait semblable aux 900 millions de dollars américains prévus pour la chaîne italienne. Ce montant ajouterait environ 10 % au coût du programme d'acquisition de F-35 du Canada. En supposant l'achat de 65 appareils, cela représente 13,9 millions de dollars américains par appareil. Étant donné l'improbabilité de la construction d'une chaîne FACO, les intérêts ouvriers exerceront probablement des pressions de plus en plus fortes sur le Canada pour obtenir des contreparties classiques. Deuxièmement, les exigences des partenaires internationaux pourraient être déterminantes. Quelques pays qui n'ont pas de capacité développée ou d'avantage concurrentiel dans la production de composants pour le F-35 ont encouragé deux développements : Lockheed Martin s'est lancée dans une campagne de sensibilisation pour aider à développer ces industries et a commencé à offrir des contrats d'approvisionnement stratégique qui ressemblent beaucoup à des contreparties classiques. Ces deux mesures menacent les retombées dont pourrait bénéficier l'industrie canadienne de deux façons. La première mesure signifie que les entreprises canadiennes qui jouissent déjà d'un avantage concurrentiel dans un domaine particulier pourraient être détrônées. La seconde menace le fondement même du programme de participation industrielle par une pratique contraire à ses principes.

Annexe IV – Calendrier de livraison

Participant	Année																						
	Total	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28–38
Australie	100							2	4	8	15	15	15	13		15	13						
Canada	65										1	3	9	13	13	13	13						
Danemark	48							8	8	8	8	8	8										
Italie	131						4	12	12	12	13	13	13	12	10	10	10	10					
Pays-Bas	85			1	1		2	4	9	10	10	10	10	10	10	8							
Norvège	48							8	12	12	12	4											
Turquie	100						6	6	12	12	12	12	12	8	8	8	4						
RU	138			2	1		7		9	11	3	6	14	10	2	4	14	14	14	14	14	13	
É-U	1763	1	7	10	12	15	19	24	40	50	70	90	100	110	120	130	130	130	130	130	100	80	265
TOTAL	2430	1	7	13	14	15	25	53	85	117	145	166	177	194	184	171	180	171	144	144	114	93	265
TOTAL CUMULATIF		1	8	21	35	50	75	128	213	330	475	641	818	1012	1196	1367	1547	1718	1862	2006	2120	2216	2478

Point milieu de l'achat du Canada **848**

Le calendrier de livraison ci-dessus repose sur les chiffres contenus dans le protocole d'entente de production, de soutien et de développement ultérieur. Le calendrier figurant à l'annexe A de ce document repose sur des estimations fournies par les participants en date du 11 novembre 2009. Comme on l'a dit plus haut, ce calendrier a été modifié quand des données concluantes permettent d'établir un nouveau calendrier de livraison¹²⁵. Des informations publiées par le sous-secrétaire à la Défense (Acquisition, technologie et logistique) des États-Unis font état d'une réduction du calendrier de livraison du F-35A aux États-Unis¹²⁶. Celles-ci seront maintenant échelonnées de la manière suivante : 19 appareils en 2012, 24 en 2013, 40 en 2014, 50 en 2015 et 70 en 2016. Avant cela, le protocole d'entente prévoyait la livraison de 52 F-35 en 2011. Le DPB a lissé les livraisons en fonction de ce nouveau calendrier, conservant le nombre final de livraisons de F-35A aux États-Unis.

¹²⁵ On trouvera de plus amples détails à la note 53.

¹²⁶ U.S. Undersecretary of Defense (Acquisition, Technology and Logistics), *JSF Fact Sheet* (document publié lors de l'annonce faite par le secrétaire à la Défense des États-Unis, R. Gates, le 6 janvier 2011).