



Canadian Space Agency
Agence spatiale
canadienne



Évaluation du sous-programme Expertise et compétences spatiales de l'Agence spatiale canadienne

Pour la période d'avril 2011 à mars 2016

Projet n° 16/17 – 02-01

Préparé par la Direction, Audit et évaluation

Juillet 2017

Table des matières

Liste des tableaux et des figures	ii
Acronymes utilisés dans le rapport.....	iii
Sommaire	v
1 Introduction	1
2 Contexte.....	1
2.1 Concepts clés	1
2.1.1 La formation du PHQ.....	1
2.1.2 L'emploi dans le secteur spatial canadien	3
2.2 Description du sous-programme	4
2.2.1 Aperçu	4
2.2.2 Volets	5
2.2.3 Ressources et gestion	11
2.2.4 Logique du programme.....	14
2.3 Évaluations précédentes et connexes du sous-programme.....	15
3 Approche et méthodes d'évaluation	16
3.1 Objet et portée	16
3.2 Méthodes.....	17
3.3 Limites	19
4 Constatations de l'évaluation	21
4.1 Pertinence.....	21
4.1.1 Répondre à un besoin mesurable	21
4.1.2 Harmonisation avec les priorités de l'ASC et du gouvernement	45
4.1.3 Répartition des rôles et des responsabilités.....	47
4.2 Conception et exécution du sous-programme	49
4.2.1 Structure de conception et d'exécution	49
4.2.2 Stratégie de mesure du rendement.....	52
4.2.3 Analyse comparative entre les sexes plus (ACS+).....	52
4.3 Rendement – Efficacité	54
4.3.1 Volet Développement scientifique et universitaire	54
4.3.2 Volet STRATOS	61
4.3.3 Volet PI1	62
4.3.4 Programme de formation des ingénieurs subalternes	63

4.4	Rendement – Efficience et économie	64
4.4.1	Affectation des ressources.....	64
4.4.2	Processus pour améliorer l'efficacité.....	66
5	Conclusions et recommandations.....	67
5.1	Pertinence.....	67
5.2	Conception et exécution.....	69
5.3	Rendement.....	70
	Réponse de la direction et plan d'action	73
	Annexes.....	74
	Annexe A : Bibliographie.....	74

Liste des tableaux et des figures

Tableau 1	: Dépenses réelles du volet Développement scientifique et universitaire	7
Tableau 2	: Dépenses réelles du volet Perfectionnement professionnel en ingénierie (PI1).....	8
Tableau 3	: Dépenses réelles du volet STRATOS.....	9
Tableau 4	: Dépenses réelles du Programme de formation des ingénieurs subalternes	10
Tableau 5	: Dépenses réelles du volet Sensibilisation et éducation	11
Tableau 6	: Dépenses réelles du sous-programme.....	12
Tableau 7	: Équivalents temps plein attirés au sous-programme	12
Tableau 8	: Répartition des entrevues menées dans le cadre de l'évaluation	18
Tableau 9	: Projets sollicités par type de financement fourni (2011-2015).....	54
Tableau 10	: Campagnes STRATOS (de 2013 à 2017)	61
Figure 1	: Répartition de l'effectif du secteur spatial, à l'exclusion des employés du gouvernement (2014).....	4
Figure 2	: Structure de gestion du sous-programme	13
Figure 3	: Modèle logique – Expertise et compétences spatiales (1.3.1)	14
Figure 4	: Nombre de projets alloués aux chercheurs universitaires entre 2012-2013 et 2015-2016, par direction générale de programme de l'ASC.....	38
Figure 5	: Répartition des étudiants au sein de l'ASC, par catégories et exercices financiers.....	40
Figure 6	: Nombre de personnes participant à des projets financés par le volet Développement scientifique et universitaire en 2015-2016.....	55
Figure 7	: Résultats communiqués par les bénéficiaires de financement (2012-2013 à 2015-2016).....	56
Figure 8	: Pourcentage de projets qui ont représenté une contribution importante au renforcement des capacités des étudiants, dans certains domaines de compétence (2012-2013 à 2015-2016).....	58
Figure 9	: Nombre de publications produites, par rapport aux projets financés (2012-2013 à 2015-2016).....	59

Figure 10 : Pourcentage de projets qui ont éprouvé des problèmes (2012-2013 à 2015-2016).....	60
Figure 11 : ETP actuels attirés aux activités du volet Développement scientifique et universitaire et de PI1 par exercice financier	66

Acronymes utilisés dans le rapport

ACS Plus	Analyse comparative entre les sexes plus
AOP	Avis d’offre de participation
ASC	Agence spatiale canadienne
CARIC	Consortium en aérospatiale pour la recherche et l’innovation au Canada
CARN	Canadian Analog Research Network
CASIS	Centre for the Advancement of Science in Space
CNES	Centre national d’études spatiales
CNP	Classification nationale des professions
CRI	Chaire de recherche industrielle
CRIAQ	Consortium de recherche et d’innovation en aérospatiale au Québec
CRIM RIS	Chaire de recherche industrielle multisectorielle du CRSNG en revêtements et en ingénierie des surfaces
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
ESA	Agence spatiale européenne
F et E	Fonctionnement et entretien
FSAO	Filtre syntonisable acousto-optique
IGOT	Programme d’initiatives gouvernementales en observation de la Terre
ISU	Université internationale de l’espace
JAXA	Agence d’exploration aérospatiale japonaise
LDF	Laboratoire David Florida
LRAEP	Laboratoire de recherche atmosphérique dans l’environnement polaire
MDA	MacDonald, Dettwiler et Associés Ltée
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NMT	Niveau de maturité technologique
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PAR	Programme des adjoints de recherche
PDAOT	Programme de développement d’applications en observation de la Terre
PDTS	Programme de développement des technologies spatiales
PFETÉ	Programme fédéral d’expérience de travail étudiant

PFONCER	Programme de formation orientée vers la nouveauté, la collaboration et l'expérience en recherche
PHQ	Personnel hautement qualifié
PI1	Perfectionnement professionnel en ingénierie
PISA	Programme international pour le suivi des acquis des élèves
RCDCA	Réseau canadien de détection des changements atmosphériques
RSO	Radar à synthèse d'ouverture
S et C	Subvention et contribution
SCIAN	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
SOAR	Recherche sur les applications scientifiques et opérationnelles
SSEP	Programme de mise en valeur des sciences spatiales
SSI	Station spatiale internationale
STGM	Sciences, technologies, génie et mathématiques
STS	Sciences et technologies spatiales
VITES	Vols et investigations-terrain en technologies et sciences spatiales

Sommaire

Le présent rapport contient les constatations de l'évaluation du sous-programme Expertise et compétences spatiales (ci-après appelé « le sous-programme »). L'objectif fondamental du sous-programme est de contribuer au développement et au maintien de la capacité spatiale du Canada. Il comporte diverses activités visant à contribuer à la formation de personnel hautement qualifié (PHQ) dans des domaines liés à l'espace et à accroître les connaissances en sciences et technologies spatiales (STS). Au cours de la période d'évaluation, le sous-programme avait également comme objectif plus général de faire connaître le secteur spatial aux jeunes et aux étudiants canadiens et de les inciter à poursuivre leurs études dans l'un des domaines qui composent ce secteur. L'évaluation couvre une période de cinq ans, soit du 1^{er} avril 2011 au 31 mars 2016, et examine la pertinence, la conception, l'exécution et le rendement du sous-programme.

L'évaluation a été réalisée par PRA Inc. au nom de la Direction, Audit et évaluation de l'Agence spatiale canadienne (ASC), entre juillet 2016 et juillet 2017. L'évaluation fait partie du plan d'évaluation de cinq ans de l'ASC et a été réalisée conformément à la *Politique sur les résultats* (2016) du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada.

Pertinence

Pour ce qui est de la pertinence, le sous-programme Expertise et compétences spatiales est conforme aux rôles et responsabilités du gouvernement fédéral et cadre bien avec les priorités de ce dernier et de l'ASC en ce qui a trait à la formation de PHQ, à l'acquisition de nouvelles connaissances en STS et à la promotion des sciences, des technologies, du génie et des mathématiques (STGM) auprès des jeunes et des étudiants. Dans l'ensemble, l'évaluation démontre que le sous-programme doit continuer à soutenir le développement de la capacité spatiale canadienne. Comme tel, il répond au besoin des établissements de recherche canadiens de participer à des projets concrets liés à l'espace. Bien que d'autres organismes subventionnaires jouent un rôle essentiel et complémentaire, ce que le sous-programme offre n'a pas d'équivalent au Canada. De plus, l'accès aux ballons stratosphériques au Canada représente un outil bien adapté pour soutenir l'acquisition de connaissances en STS et la formation de PHQ. Les activités du sous-programme font partie des atouts incomparables de l'ASC et constituent un pôle d'attraction unique afin d'inciter les jeunes Canadiens à étudier dans des domaines liés aux STGM. L'évaluation a cependant permis de constater des possibilités d'amélioration qui permettraient au sous-programme de mieux répondre aux besoins de ses bénéficiaires et de ses intervenants.

Conception et exécution

Dans l'ensemble, la conception et l'exécution des volets du sous-programme sont fiables et l'ASC a établi des structures et des processus efficaces pour les gérer. L'évaluation a permis de formuler des suggestions visant à renforcer le sous-programme en ce qui a trait, notamment à la planification des activités d'expertise en recherche et en génie, et au suivi des activités d'expertise en génie et à la mise en œuvre de la mesure du rendement du sous-programme.

Rendement

Au cours de la période visée par l'évaluation, le sous-programme a contribué à mettre en place un large éventail de précieux partenariats avec des universités et des centres de recherche, des industries aérospatiales, ainsi qu'avec d'autres agences spatiales ou organisations spatiales. Les activités menées dans le cadre du sous-programme ont appuyé diverses formes de partenariat, bon nombre d'entre eux aboutissant à des projets de bout en bout.

Elles ont aussi facilité la participation d'étudiants (de premier cycle et diplômés) à un large éventail d'activités dont l'accent était mis sur des projets pratiques. Les constatations de l'évaluation ont démontré que ces projets ajoutent une dimension nouvelle et importante à la formation des étudiants dans le cadre de leurs programmes d'études. Le Programme de formation des ingénieurs subalternes, qui fait partie du sous-programme, constituait également une occasion unique pour les participants sélectionnés de s'engager avec succès dans des projets liés aux STS en entrant au service de l'ASC.

Le sous-programme s'est révélé être un contributeur essentiel, tout comme d'autres organismes subventionnaires au Canada, à des projets de recherche liés aux STS. Ces projets ont contribué à l'acquisition de connaissances en STS dans un certain nombre de domaines ciblés par l'Agence. Cela a ensuite contribué de façon directe à l'objectif fondamental et législatif de l'ASC consistant à « faire progresser la connaissance de l'espace au moyen de la science ».

En collaboration avec le Centre national d'études spatiales (CNES), le sous-programme a lancé avec succès des campagnes de ballons stratosphériques tout au long de la période visée par l'évaluation, ce qui a permis d'accéder à des environnements présatial et spatial. Ce sont essentiellement des étudiants et des universitaires qui ont participé à ces campagnes, mais des représentants de l'industrie spatiale y ont également pris part. Le financement offert dans le cadre du sous-programme a également permis aux chercheurs d'accéder à d'autres possibilités de démonstration, comme les sites analogues et les vols paraboliques.

Nonobstant le fait que le sous-programme ait atteint les résultats escomptés, l'évaluation indique que la transition des étudiants du domaine spatial et du PHQ vers le marché du travail reste un sujet de préoccupation. Bien que certains des étudiants qui bénéficient des activités du sous-programme pourront poursuivre une carrière spatiale au Canada dans leur domaine d'expertise, les constatations de l'évaluation indiquent que d'autres étudiants devront utiliser leurs connaissances plus générales dans d'autres domaines liés à l'espace ou mettre en application ces compétences dans d'autres domaines liés aux STGM qui ne sont pas directement liés au secteur spatial. Dans ce contexte, la mise en œuvre des activités du sous-programme devrait être réalisée de manière à soutenir, dans la mesure du possible, la transition du PHQ formé vers divers domaines spatiaux, notamment les sciences et les technologies spatiales, l'exploration spatiale et l'utilisation de l'espace ainsi que vers des domaines non liés à l'espace.

Afin de répondre à la préoccupation soulevée précédemment, l'évaluation recommande que

La Direction générale des sciences et technologies spatiales veille à ce que ses objectifs et activités correspondent aux besoins actuels, mais aussi aux besoins émergents des universités et des instituts de recherche canadiens en ce qui a trait à l'acquisition des connaissances en sciences et technologies spatiales, tout en facilitant la transition du PHQ formé vers des secteurs, notamment le secteur spatial canadien, où leurs compétences techniques avancées et leurs compétences comportementales (habiletés interpersonnelles) peuvent être mieux appliquées.

Enfin, l'évaluation a permis de documenter la façon dont les autres activités dans lesquelles l'Agence est engagée contribuent à la formation du PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS liées à l'espace. Le but n'était pas d'évaluer formellement ces activités, mais plutôt d'explorer leur relation avec le sous-programme et leur contribution potentielle à l'atteinte des résultats prévus pour le sous-programme. En plus des activités de sensibilisation menées par la Direction des communications et relations publiques de l'ASC, la Direction générale de l'exploration spatiale et la Direction générale de l'utilisation de l'espace invitent des universités et des instituts de recherche à participer à divers projets qui, de manière complémentaire, contribuent également à l'acquisition de connaissances en STS et à la formation du PHQ.

1 Introduction

Le présent document constitue le rapport final de l'évaluation du sous-programme Expertise et compétences spatiales (ci-après appelé « le sous-programme »). Il comporte diverses activités visant à contribuer à la formation de PHQ dans des domaines liés à l'espace et à accroître les connaissances en STS. L'évaluation couvre une période de cinq ans, soit du 1^{er} avril 2011 au 31 mars 2016, et examine la pertinence, la conception, l'exécution et le rendement du sous-programme.

Bien que le sous-programme constituait le principal sujet de l'évaluation, d'autres activités menées par l'ASC en ce qui a trait à la formation du PHQ et à l'acquisition de nouvelles connaissances en SST ont également été examinées et ont contribué à étayer les résultats de l'évaluation du sous-programme. Le but n'était pas d'évaluer formellement ces activités, mais plutôt d'explorer leur relation avec le sous-programme et leur contribution potentielle à l'atteinte des résultats prévus pour le sous-programme.

L'évaluation fait partie du plan d'évaluation de cinq ans de l'ASC et a été réalisée conformément à la *Politique sur les résultats* (2016) du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada.

Elle a été réalisée par PRA Inc. au nom de la Direction, Audit et évaluation de l'ASC, entre juillet 2016 et juillet 2017.

La contribution et la collaboration de nombreuses personnes ont rendu possible cette évaluation. Nous souhaitons remercier toutes les personnes qui ont participé à la collecte des données, qui ont fourni de l'information et qui ont répondu aux demandes de renseignements.

2 Contexte

Cette section du rapport comprend une brève description du sous-programme et le contexte général dans lequel il est mis en œuvre. Elle porte sur les volets clés, le modèle de gouvernance, l'attribution des ressources et les résultats escomptés du sous-programme. Cette section vise à fournir suffisamment de contexte pour évaluer adéquatement les constatations de l'évaluation présentées dans les sections suivantes du rapport.

2.1 Concepts clés

2.1.1 La formation du PHQ

Dans le contexte du présent rapport et sauf indication contraire, le PHQ fait référence à des étudiants de niveau postsecondaire et à de jeunes chercheurs travaillant dans des domaines d'études liés à l'espace.

Le rapport examine un certain nombre d'aspects liés à la formation du PHQ. Il est donc utile de préciser comment le PHQ en tant que tel doit être compris dans le contexte propre à la présente évaluation.

Bien que fréquemment utilisé, en particulier dans les sciences, les technologies et l'innovation, la notion de PHQ ne se limite pas à une seule définition généralement acceptée. Cela dépend du contexte et le terme sert généralement à identifier un sous-groupe de personnes qui doivent posséder des qualifications plus avancées pour entreprendre certaines tâches. Par exemple, Statistique Canada définit le PHQ comme des « personnes titulaires d'un baccalauréat ou d'un grade universitaire de niveau supérieur » (Statistique Canada, 2008), alors que la définition de l'ASC est axée sur les ingénieurs, les scientifiques et les techniciens (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 32). Il n'est guère surprenant qu'une grande partie des personnes visées par ces définitions générales du PHQ constitue l'effectif du secteur spatial.

Une définition plus ciblée du PHQ vise plus particulièrement les étudiants du niveau postsecondaire et les jeunes chercheurs. Par la suite, ces personnes passent habituellement d'un processus d'acquisition de connaissances et de compétences avancées à des postes qui leur permettent de mettre en application ces connaissances dans le cadre d'un projet à durée déterminée ou d'un emploi dans le secteur spatial auprès d'une entreprise privée, du gouvernement ou d'une université. À titre d'exemple, l'avis d'offre de participation (AOP) de 2015 de Vols et investigations-terrain en technologies et sciences spatiales (VITES) publié par l'ASC indiquait précisément que le PHQ était composé d'étudiants de premier cycle, d'étudiants diplômés (maîtrise et doctorat) et de boursiers postdoctoraux (Agence spatiale canadienne, 2015b).

Dans le cadre de la présente évaluation, et compte tenu de l'éventail des questions traitées, cette définition plus ciblée est particulièrement utile et, sauf indication contraire, c'est celle qui devrait être utilisée.

Enfin, la dernière chose à prendre en compte en ce qui a trait à la définition de PHQ concerne le domaine de travail ou d'étude dans lequel ces personnes sont impliquées ou sont sur le point de s'impliquer. Tout comme c'est le cas avec le terme PHQ, il n'existe pas une définition unique et universellement acceptée de « secteur spatial » (OCDE, 2012, p. 8). L'ASC a opté pour la définition suivante : « On définit le secteur spatial canadien comme un secteur constitué d'organismes (privés, publics et universitaires) dont les activités dépendent du développement et de l'exploitation de systèmes spatiaux et/ou de données spatiales » (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 9). Cette définition générale vise à inclure à la fois le segment en amont (recherche, ingénierie, test et conseil, et fabrication) et le segment en aval (opérations satellites, produits et applications, et services) du secteur spatial (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 10).

Par conséquent, le bassin de PHQ du domaine spatial comprend à la fois des personnes dont les qualifications sont directement liées à la science spatiale (p. ex., l'astrophysique, la science planétaire, les sciences de la vie liées à l'espace), ainsi que des personnes dont les qualifications ne sont pas uniquement liées à l'espace, mais dont le travail touche à ce domaine (p. ex., génie informatique, génie électrique, développeur et technicien de logiciels).

2.1.2 L'emploi dans le secteur spatial canadien

L'effectif du secteur spatial canadien compte 11 000 équivalents temps plein (ETP) qui travaillent dans le secteur privé, des établissements de recherche, ainsi que des ministères et organismes. Une partie importante de ces ETP est visée par la définition plus large de PHQ de l'ASC qui s'applique aux personnes qui forment l'effectif (ingénieurs, scientifiques et techniciens).

Compte tenu de la fluidité des définitions de PHQ, du secteur spatial et de l'économie spatiale, il va de soi que certaines limites s'appliquent lorsqu'il s'agit d'évaluer la taille de l'effectif du secteur spatial. En outre, puisqu'il n'existe pas de codes de Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) ou de Classification nationale des professions (CNP) pouvant être utilisés pour définir un groupe d'emploi précis du secteur spatial, nous devons nous appuyer sur des enquêtes menées par l'Agence ou d'autres organisations pour obtenir une estimation globale de cet effectif (Hickling Arthurs Low, 2015, p. 5).

Par conséquent, et compte tenu de sa vaste définition (segments en amont et en aval, PHQ ou pas), nous estimons que l'effectif du secteur spatial canadien compte environ 11 000 ETP :

- Plus de 10 000 ETP travaillent pour des entreprises du secteur privé ou des universités et des centres de recherche qui contribuent à l'économie spatiale (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 30).
- Environ 1 000 ETP occupent un emploi lié au domaine spatial au sein de l'ASC, du Service canadien des glaces, du Bureau météorologique canadien et du Centre canadien de télédétection (Hickling Arthurs Low, 2015, p. 44). À elle seule, l'ASC compte près de 620 ETP (faisant partie du PHQ ou pas) (Agence spatiale canadienne, 2016a, p. 6).

L'effectif du secteur spatial regroupe diverses catégories d'emplois. Parmi celles-ci, les ingénieurs, les scientifiques et les techniciens¹ sont considérés comme du PHQ selon la définition de l'ASC (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 32). Comme l'illustre la Figure 1, ces catégories représentaient 42 % (ou 4 226 ETP) de l'effectif du secteur spatial (à l'exclusion des employés de l'État) en 2014.

¹ Dans l'industrie spatiale, les techniciens peuvent comprendre des machinistes, des techniciens d'assemblage mécanique, des ingénieurs de fabrication, des techniciens en génie électrique ou des techniciens d'assemblage électronique. Comme l'a démontré une étude portant sur les techniciens de l'espace réalisée au Royaume-Uni, « les ingénieurs possèdent plus de connaissances théoriques abstraites et pertinentes; mais les techniciens possèdent le genre de connaissances techniques pratiques qui sont nécessaires au succès des projets et ces connaissances manquent parfois aux ingénieurs » (Lewis, 2012, p. 20).

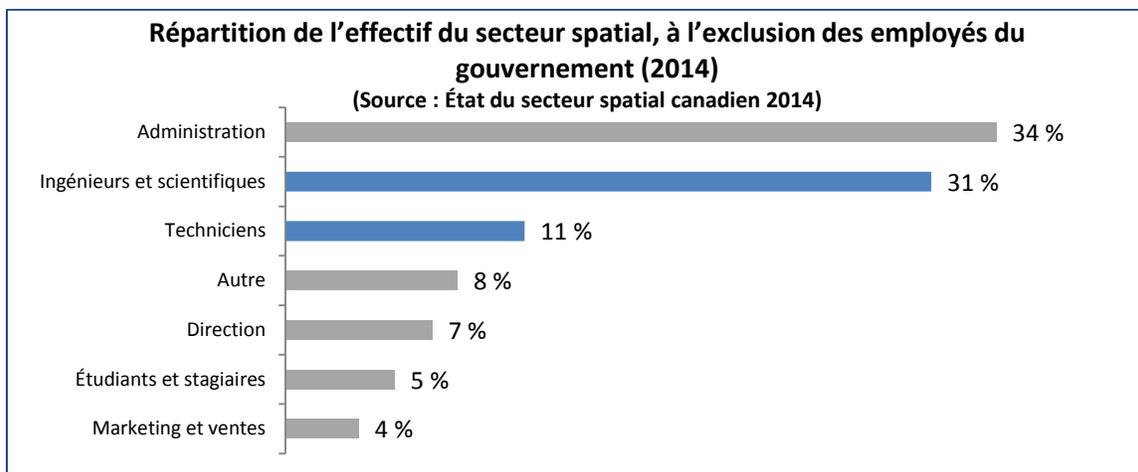


Figure 1

Dans le milieu universitaire, il existe environ 50 établissements de recherche et universités qui participent à des études liées au domaine spatial au Canada (Euroconsult, 2015, p. 57). En 2014, ces organisations comptaient environ 1 930 ETP, dont 71 % faisaient partie du PHQ selon la définition de l'ASC, qui regroupe les ingénieurs, les scientifiques et les techniciens (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 13).

2.2 Description du sous-programme

2.2.1 Aperçu

L'objectif fondamental du sous-programme est de contribuer au développement et au maintien de la capacité spatiale du Canada. Plus précisément, il « soutient la recherche d'organisations privées ou publiques et soutient la formation de personnel hautement qualifié (PHQ) en sciences et en génie » (Agence spatiale canadienne, 2016e, p. 11).

Les scientifiques et les ingénieurs qui obtiennent du soutien dans le cadre du sous-programme devraient entreprendre des activités de formation pertinentes liées aux STS. Cela peut être réalisé principalement grâce à un soutien direct aux activités de recherche et à l'accès à des infrastructures vouées à la recherche spatiale, et à la participation à des missions à exécution rapide et de petite envergure qui offrent des occasions de vol.

Le sous-programme vise également un objectif plus général qui est de faire connaître le secteur spatial aux jeunes et aux étudiants canadiens et de les inciter à poursuivre leurs études dans l'un des domaines qui composent ce secteur. Malgré le maintien de certains programmes (p. ex., le programme de soutien financier offert à des étudiants diplômés souhaitant participer à des conférences sur l'espace ou à des événements similaires), il convient de noter que la plupart de ces activités ont été suspendues pendant la période visée par la présente évaluation, à la suite à l'examen des programmes de l'ASC en 2012.

2.2.2 Volets

Le sous-programme compte cinq volets qui sont décrits dans les sous-sections ci-dessous.

2.2.2.1 *Développement scientifique et universitaire*

L'objectif principal du volet Développement scientifique et universitaire² est d'offrir un soutien financier aux organisations ou aux personnes admissibles afin de leur permettre d'entreprendre des activités de recherche qui renforcent l'ensemble des compétences de l'étudiant participant à la recherche scientifique et technologique spatiale, et qui traitent des domaines de recherche pertinents à l'ASC.³

Durant la période d'évaluation, le soutien apporté par le volet Développement scientifique et universitaire était surtout axé sur quatre types d'activités de recherche (Agence spatiale canadienne, 2014a, p. 74) :

- Le programme Vols et investigations-terrain en technologies et sciences spatiales (VITES), qui soutient les chercheurs universitaires canadiens qui offrent aux étudiants une expérience pratique de simulation de missions spatiales et facilite la participation des chercheurs (y compris les boursiers postdoctoraux et les associés de recherche);
- Activités universitaires de perfectionnement, qui soutiennent les grappes de recherche et développement de trois chercheurs principaux ou plus provenant de trois organisations ou plus (universités, organismes sans but lucratif et organisations du secteur privé);⁴
- Recherche en science collaborative, qui soutient la collaboration entre les employés de l'ASC et d'autres organisations;
- Activités liées à l'infrastructure de recherche, qui soutiennent les projets de recherche et de formation universitaire par l'intermédiaire de différentes installations de recherche.

Comme le décrivent ses activités, le volet Développement scientifique et universitaire offre du financement aux bénéficiaires admissibles, qui sont des établissements d'enseignement postsecondaire (surtout des universités). Le financement prend la forme de subventions ou de contributions.

Afin d'allouer et de gérer le financement fourni dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire, l'ASC utilise son Programme global de subventions et contributions. L'objectif général du Programme global de subventions et contributions est d'appuyer « le développement des connaissances

² Le volet Développement scientifique et universitaire a été renommé Développement de la science, de la technologie et de l'expertise en milieu universitaire à la suite de la période d'évaluation.

³ Avant 2012, la portée des activités financées par le volet Développement scientifique et universitaire était plus importante et comprenait des activités de perfectionnement comme celles financées par le Programme de mise en valeur des sciences spatiales (Agence spatiale canadienne, 2008, p. 31).

⁴ Le projet intitulé « Micro mission instruments for carbon cycle science, soil moisture measurements, and lunar and planetary sciences » offre un exemple d'activités universitaires de perfectionnement (Agence spatiale canadienne, 2012b).

et l'innovation dans les secteurs prioritaires pour l'ASC, tout en permettant aux Canadiens de mieux connaître et participer aux disciplines et aux activités liées à l'espace » (Agence spatiale canadienne, 2016g, p. 6). Le Programme global de subventions et contributions comporte deux volets : le volet Recherche, dont font partie les subventions et contributions du volet Développement scientifique et universitaire, et le volet Sensibilisation et éducation. Grâce au Programme global de subventions et contributions, le volet Développement scientifique et universitaire peut fournir du financement par l'intermédiaire de propositions spontanées ou sollicitées. Selon les modalités du Programme global de subventions et contributions (Agence spatiale canadienne, 2016b) :

- « Les propositions sollicitées sont soumises en réponse à une annonce d'opportunité de l'ASC, limités dans le temps, et touchent à certains thèmes et/ou secteurs d'intervention et/ou certains types de bénéficiaires. Les projets sont évalués en fonction de critères d'évaluation du programme [Programme global de subventions et contributions] et en comparaison avec les autres. Les fonds sont mis de côté à cet effet. »
- « Les demandeurs peuvent présenter, à tout moment, des propositions non sollicitées en lien avec les priorités de l'ASC. Les projets sont évalués individuellement en fonction de critères d'évaluation du programme [Programme global de subventions et contributions]. Ils peuvent être approuvés en fonction du mérite et de la disponibilité des fonds. »

Qu'il soit offert par l'intermédiaire de subventions et contributions sollicitées ou non, tout financement fourni dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire doit (en plus des critères associés aux quatre types d'activités de recherche) répondre à au moins un des objectifs suivants énoncés dans le Programme global de subventions et contributions (Agence spatiale canadienne, 2016b) :

- soutenir le développement des sciences et des technologies qui sont liées aux priorités de l'ASC;
- favoriser le perfectionnement continu d'une masse critique de chercheurs et de PHQ au Canada dans les domaines prioritaires de l'ASC;
- appuyer la collecte d'information, la recherche et les études relatives à l'espace;
- soutenir les activités des organisations qui se consacrent à la recherche et à l'éducation dans le domaine spatial.⁵

Le tableau suivant offre un aperçu du financement offert dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire au cours des cinq années visées par l'évaluation.

⁵ Au cours de l'évaluation, l'appui offert dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire pour les activités des organisations qui se consacrent à la recherche dans le domaine spatial a été fourni grâce au financement du fonctionnement et de l'entretien (F et E), par l'intermédiaire notamment de protocoles d'entente.

Tableau 1 : Dépenses réelles du volet Développement scientifique et universitaire (exprimées en dollars)

Catégories de financement	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Salaires	1 573 886	1 334 830	423 214	302 181	191 483	3 825 594
F et E	1 740 101	340 376	105 403	295 269	174 096	2 655 242
Subventions	6 090 016	3 556 250	3 542 489	3 619 699	2 857 031	19 665 484
Contributions	2 391 055	535 212	51 000	0	144 506	3 121 773
Total	11 795 058	5 766 667	4 122 106	4 217 148	3 367 113	29 268 093

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

Avec 29,3 millions de dollars en cinq ans, le volet Développement scientifique et universitaire représente près de la moitié des dépenses du sous-programme. La plus grande partie des dépenses du volet Développement scientifique et universitaire concernait les subventions et les contributions offertes aux universités. La catégorie fonctionnement et entretien couvre habituellement les dépenses liées aux installations de recherche.

2.2.2.2 Perfectionnement professionnel en ingénierie (PI1)

La Direction du développement de l'ingénierie, qui relève de la Direction générale des sciences et technologies spatiales, comprend une équipe d'ingénieurs et d'autres professionnels qui entreprennent des tâches et des projets liés à divers domaines des sciences et des technologies spatiales, y compris les logiciels de vol, l'électronique numérique et l'électronique de puissance, le laboratoire de charge utile des astronefs, les capteurs optiques, le matériel et le thermal, le contrôle et l'analyse, les structures et l'ingénierie système.

Une partie du travail entrepris par cette équipe de professionnels est attribuée à certains projets de l'ASC où ils peuvent agir en tant que responsable technique ou responsable de projet. Ce travail est expressément exclu de la portée de l'évaluation, puisqu'il est visé par d'autres sous-programmes de l'ASC.

L'autre partie du travail entrepris par les membres de l'équipe de la Direction du développement de l'ingénierie couvre une gamme d'activités qui relève du volet PI1 visé par la présente évaluation. Ces activités comprennent notamment les suivantes :

- soutenir les initiatives entreprises par les partenaires externes (universités, autres ministères fédéraux ou partenaires privés);
- aider les secteurs corporatifs de l'ASC (comme les activités liées aux politiques ou aux communications);
- participer aux enquêtes pour résoudre les anomalies des astronefs;
- régler les problèmes techniques imprévus;
- faire des présentations lors de conférences et d'autres forums de perfectionnement professionnel;

- établir des cadres de travail pour les programmes et les initiatives à venir;⁶
- offrir des cours universitaires ou participer aux placements des étudiants dans des programmes Alternance travail-études.⁷

Le financement alloué au volet PI1 est également utilisé pour acheter et maintenir les licences de logiciels spécialisés et pour maintenir divers laboratoires appartenant à l'ASC.

Toutes les ressources investies dans le volet PI1 sont internes à l'ASC et comprennent les salaires, le fonctionnement et l'entretien (F et E), et les dépenses en capital (pour les laboratoires), comme le décrit le tableau suivant.

Tableau 2 : Dépenses réelles du volet Perfectionnement professionnel en ingénierie (PI1) [exprimées en dollars]

Catégories de financement	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Salaires	2 000 476	2 400 000	1 546 062	1 015 970	260 553	7 598 892
F et E	1 762 314	1 279 823	1 281 596	971 735	788 609	6 084 078
Capital	256 472	89 279	104 614	148 983	0	599 347
Total	4 023 262	3 769 812	2 932 271	2 136 688	1 049 162	14 282 317

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

Avec 14,3 millions de dollars en cinq ans, le volet PI1 a mobilisé 25 % de toutes les ressources investies dans le sous-programme. Il est important de souligner que tout le travail entrepris par les ingénieurs et les autres professionnels de la Direction du développement de l'ingénierie qui est directement attribuée au projet de l'ASC est exclu du budget présenté dans le Tableau 2.

2.2.2.3 STRATOS

STRATOS est le Programme de ballons stratosphériques de l'ASC. L'initiative a été lancée en 2011 grâce à un accord de collaboration signé par l'ASC et le Centre national d'études spatiales (CNES) de France (Agence spatiale canadienne, 2013b). Cet accord a été mis en œuvre en 2012-2013. Ce programme donne l'occasion à l'industrie canadienne et aux universitaires canadiens de tester et de valider de nouvelles technologies, et de réaliser des expériences scientifiques dans un environnement simulant l'espace. Ainsi, STRATOS contribue aux avancées scientifiques et technologiques du secteur spatial canadien en soutenant les activités de mise en application, lesquelles contribuent au perfectionnement des ingénieurs et scientifiques canadiens actuels et futurs.

⁶ Un bon exemple du travail accompli à l'appui des nouveaux programmes ou des nouvelles initiatives concerne STRATOS. Les membres de l'équipe de PI1 ont fourni leur expertise lors de la phase de planification, la sélection du site, les échanges techniques avec les partenaires et la communication avec les autorités de STRATOS.

⁷ Jusqu'à l'examen stratégique du programme de l'ASC en 2012, l'Agence a participé au Programme de bourses de recherche scientifique dans les laboratoires du gouvernement canadien (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 2016d, 2016c).

STRATOS s'appuie sur des campagnes de vols de ballons; chaque campagne peut durer de six à huit semaines. De 4 à 10 lancements de ballons sont réalisés lors de chaque campagne; chacun transporte un certain nombre de charges utiles conçues et élaborées par des ingénieurs et des scientifiques de divers pays, y compris le Canada. Les ballons sont lancés à partir d'un certain nombre d'emplacements partout dans le monde, y compris à partir de la Base de ballons stratosphériques établie en 2012 à Timmins, en Ontario (Agence spatiale canadienne, 2013c). De plus, pour la première fois en 2016, des élèves du secondaire ont participé au programme STRATOS alors que le produit de leurs expériences (la sonde Lightning) a pris place à bord d'un vol lancé en Suède en septembre 2016 (Agence spatiale canadienne, 2016c).

Le programme STRATOS offre le soutien technique associé aux véritables vols de ballons. Ainsi, il n'offre pas de soutien direct pour la mise au point de la technologie placée sur les ballons stratosphériques. Ce type de soutien peut être obtenu dans le cadre d'autres initiatives de recherche et développement mises en place par l'ASC, y compris VITES.

La plus grande partie du budget de STRATOS est alloué au fonctionnement et à l'entretien, ce qui comprend les coûts de formation, de déplacement, des services professionnels, de location et des baux.

Tableau 3 : Dépenses réelles du volet STRATOS (exprimées en dollars)

Catégories de financement	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Salaires	s.o.	350 478	1 090 304	1 021 184	712 959	3 174 925
F et E	s.o.	1 009 556	2 757 680	1 089 117	929 740	5 786 093
Capital	s.o.	0	130 086	38 184	0	168 271
Total	s.o.	1 360 034	3 978 070	2 148 485	1 642 699	9 129 289

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

2.2.2.4 Programme de formation des ingénieurs subalternes

Afin de soutenir l'intégration de nouveaux ingénieurs au sein de l'ASC, la Direction du développement de l'ingénierie a lancé en 2011-2012 le Programme de formation des ingénieurs subalternes. Cette initiative a permis à l'ASC de recruter un certain nombre de nouveaux ingénieurs. Alors qu'ils occupent des postes au sein de diverses directions générales de l'Agence, leurs salaires sont payés dans le cadre du programme pendant deux ans. Cette initiative vise à inciter ces autres directions générales à intégrer complètement les nouvelles recrues (et à payer leurs salaires) après deux ans.

Durant la première vague, en 2011-2012, l'ASC a recruté huit nouvelles recrues. Durant la deuxième vague, en 2015-2016, l'ASC a recruté quatre nouvelles recrues par l'intermédiaire du programme. Le budget de ce programme couvre en grande partie les salaires des nouveaux ingénieurs.

Tableau 4 : Dépenses réelles du Programme de formation des ingénieurs subalternes (exprimées en dollars)

Catégories de financement	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Salaires	506 154	467 814	67 646	0	47 172	1 088 787
F et E	39 293	7 505	4 750	1 180	80	52 808
Total	545 446	475 320	72 396	1 180	47 252	1 141 595

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

2.2.2.5 Volet Sensibilisation et éducation et volet Activités éducatives axées sur l'espace

Les deux derniers volets du sous-programme concernent les étudiants canadiens et visent à les sensibiliser aux disciplines liées à l'espace et à leur offrir des occasions d'apprentissage dans ces domaines.

Volet Sensibilisation et éducation du Programme global de subventions et contributions

Le Programme global de subventions et contributions (décrit brièvement dans la sous-section 2.2.2.1 du présent rapport) comprend un volet Sensibilisation et éducation qui a été suspendu par l'ASC en 2012-2013 à la suite d'un examen des programmes (Agence spatiale canadienne, 2013a). Lorsque le programme était en cours, le principal objectif de ce volet était d'offrir « une aide financière aux personnes et aux organisations qui participent à des initiatives s'adressant aux jeunes, aux étudiants, aux médecins et aux éducateurs canadiens. Il vise essentiellement à accroître leur sensibilisation, leur connaissance et leur développement dans le domaine spatial et à les faire participer davantage aux disciplines, activités et programmes d'études supérieures dans ce domaine » (Agence spatiale canadienne, 2016b). À titre d'exemple, ce volet a financé des activités éducatives fondées sur le programme de cours identifiées grâce à des consultations menées auprès des conseils scolaires provinciaux. Il appuyait également les activités éducatives axées sur l'espace, par exemple, en assumant les frais de déplacement des bénéficiaires pour qu'ils participent à des conférences et à d'autres activités pédagogiques axées sur l'espace.

L'ASC continue d'offrir du financement aux étudiants diplômés pour qu'ils puissent participer à des conférences sur l'espace et à d'autres événements similaires, mais le financement provient actuellement du volet Développement scientifique et universitaire.

Volet d'activités éducatives axées sur l'espace

Le volet d'activités éducatives axées sur l'espace du sous-programme concernait l'élaboration et la mise en œuvre d'activités éducatives à l'intention des jeunes Canadiens. Il a permis à l'ASC de participer à des activités ou des événements liés à l'espace, et de faire des présentations basées sur le programme afin d'exposer les jeunes Canadiens aux divers aspects des activités spatiales. Comme il est décrit dans le Tableau 5, toutes les dépenses directes allouées au volet Activités éducatives axées sur l'espace du sous-programme étaient composées des salaires et du F et E; cependant, comme il a été mentionné

précédemment, ce volet utilisait le volet Sensibilisation et éducation du Programme global de subventions et contributions pour financer une partie de ses activités.

Depuis l'examen des programmes de 2012, ces activités ne sont plus appuyées par le sous-programme. Par conséquent, aucune dépense n'a été imputée au volet d'activités éducatives axées sur l'espace dans le sous-programme depuis 2013-2014. Il convient de noter que la fonction de communication de l'ASC a maintenu ses propres activités de sensibilisation (participation à des expositions et à des événements, mise à jour Web, communications dans les médias sociaux, etc.), conformément à son mandat.

Comme il est décrit dans le Tableau 5, l'ASC a investi un total de 2,7 millions de dollars lors de l'évaluation pour appuyer ces deux volets du sous-programme.

Tableau 5 : Dépenses réelles du volet Sensibilisation et éducation (exprimées en dollars)

Catégories de financement	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Sensibilisation et éducation (Programme global de subventions et contributions)						
Subventions	278 000	10 000	0	0	0	288 000
Contributions	948 200	169 209	0	1 785	0	1 119 194
– Total partiel	1 226 200	179 209	0	1 785	0	1 407 194
Activités éducatives axées sur l'espace						
Salaires	331 558	65 987	0	0	0	397 545
F et E	678 375	172 987	0	0	0	851 362
– Total partiel	1 009 933	238 974	0	0	0	1 248 907
Total	2 236 133	418 183	0	1 785	0	2 656 101

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

2.2.3 Ressources et gestion

2.2.3.1 Budget global

Le Tableau 6 comprend un résumé de l'investissement total de l'ASC dans le sous-programme au cours des cinq années visées par l'évaluation. Comme l'illustre le tableau, les volets Développement scientifique et universitaire et PI1 représentent près de 80 % de l'investissement total dans le cadre du sous-programme.

Tableau 6 : Dépenses réelles du sous-programme (exprimées en dollars)

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Développement scientifique et universitaire	11 795 058	5 766 667	4 122 106	4 217 148	3 367 113	29 268 093
PI1	4 023 262	3 769 812	2 932 271	2 136 688	1 049 162	14 282 317
STRATOS	0	1 360 034	3 978 070	2 148 485	1 642 699	9 129 289
Programme de formation des ingénieurs subalternes	545 446	475 320	72 396	1 180	47 252	1 141 595
Activités éducatives axées sur l'espace	1 009 933	238 974	0	0	0	1 248 908
Sensibilisation et éducation	1 226 200	179 209	0	1 785	0	1 407 194
Total	18 599 899	11 790 016	11 104 843	8 505 286	6 106 226	56 477 396

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

2.2.3.2 Équivalent temps plein (ETP)

Le Tableau 7 contient le nombre d'ETP attirés au sous-programme. Il indique que le niveau de personnel attiré au sous-programme a diminué de manière importante en 2013-2014 en raison des mesures adoptées lors de l'examen des programmes de l'ASC en 2012. Plus précisément, la diminution des ETP attirés au Développement scientifique et universitaire était principalement attribuable à la dissolution de la Direction des sciences spatiales, alors que la diminution des ETP attirés au volet PI1 est principalement attribuable à la transition des ETP de PI1 à STRATOS. De plus, les ETP attirés aux activités éducatives axées sur l'espace ont été utilisés pour administrer les S et C allouées dans le cadre du volet Sensibilisation et éducation.

Tableau 7 : Équivalents temps plein attirés au sous-programme

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
Développement scientifique et universitaire	16,18	12,79	5,05	2,63	1,80	38,45
PI1	21,76	24,34	9,29	7,05	5,68	68,12
STRATOS	0	2,89	8,77	9,99	6,57	28,22
Programme de formation des ingénieurs subalternes	8,05	6,79	1,04	0	0,58	16,46
Activités éducatives axées sur l'espace	5,08	1,09	0	0	0	6,17
Sensibilisation et éducation	0	0	0	0	0	0
Total	51,07	47,90	24,15	19,67	14,63	157,42

Source : Données financières de l'ASC, mars 2017.

2.2.3.3 Rôles et responsabilités

L'ASC compte trois directions générales programmatiques, soit Utilisation de l'espace, Exploration spatiale et Sciences et technologies spatiales (STS). Le directeur général des Sciences et technologies spatiales est responsable de la gestion globale de tous les volets du sous-programme. Il est appuyé par le directeur de la Direction du développement de l'ingénierie et le directeur de la Direction de la gestion du développement technologique, qui sont responsables de divers volets, comme il est indiqué dans la Figure 2.

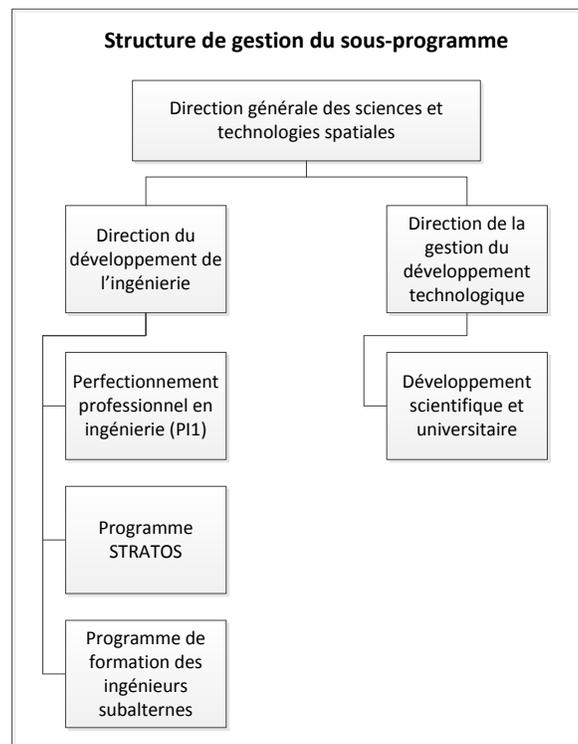


Figure 2

Pour faciliter la gestion continue du sous-programme, l'ASC a établi un certain nombre d'outils, y compris une politique de gestion de projets mise à jour qui offre des directives sur la planification, l'approbation et l'élaboration de nouveaux projets, ainsi qu'une politique sur la planification des investissements liée aux investissements dans les biens et services (Agence spatiale canadienne, 2016e).

Comme il a été mentionné précédemment, l'ASC utilise également son Programme global de subventions et contributions pour appuyer la sélection et la gestion des projets pour lesquels des subventions et des contributions sont accordées.

2.2.4 Logique du programme

La logique du sous-programme est décrite dans sa stratégie de mesure du rendement (Agence spatiale canadienne, 2016e).

Modèle logique – Expertise et compétences spatiales (1.3.1)

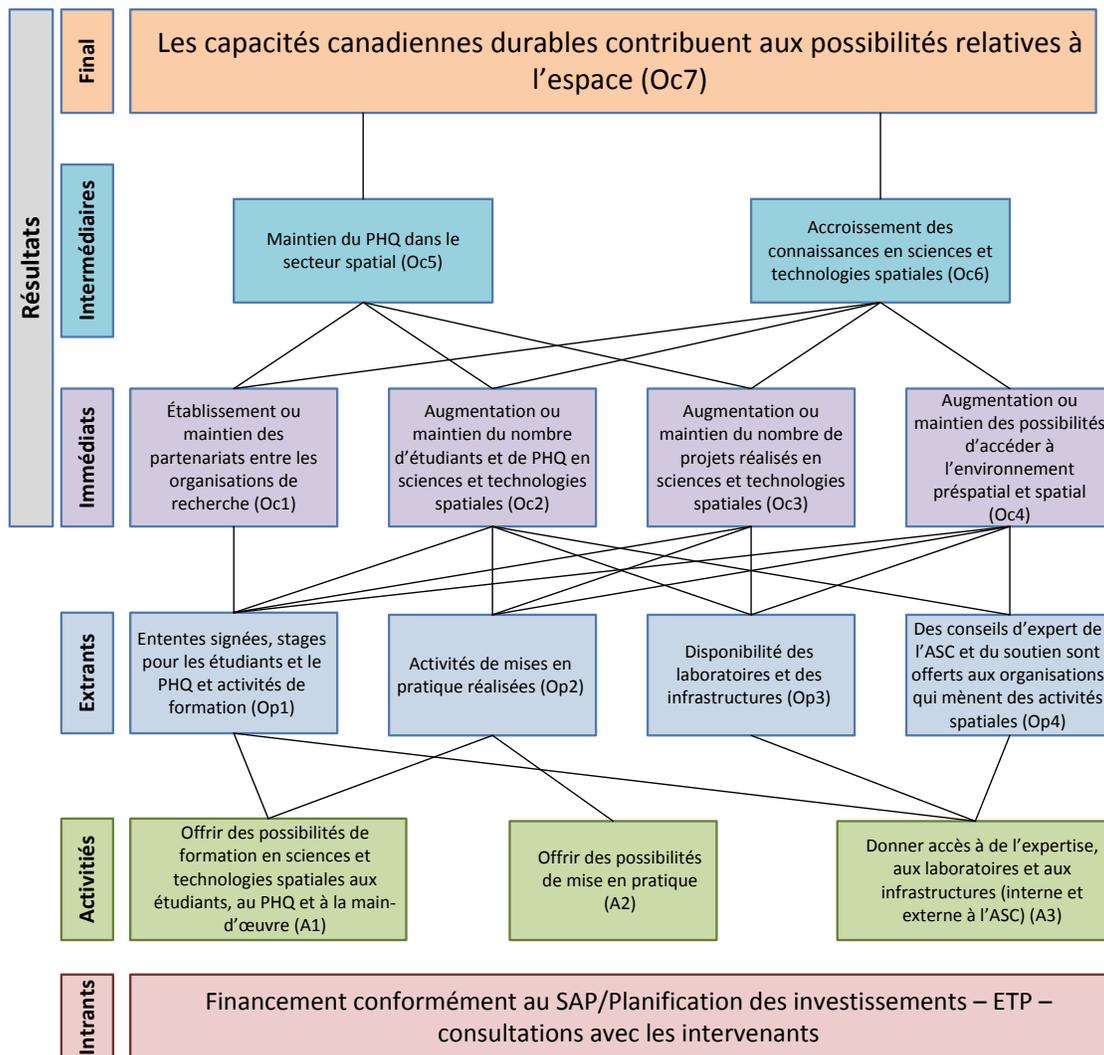


Figure 3

2.3 Évaluations précédentes et connexes du sous-programme

C'est la première fois que le sous-programme est évalué (Agence spatiale canadienne, 2016e, p. 10). Cependant, une récente évaluation du Programme global de subventions et contributions de l'ASC fournit des points de vue pertinents (Agence spatiale canadienne, 2017b). Bien que la portée de cette évaluation s'étende au-delà du sous-programme,⁸ elle chevauche le volet Développement scientifique et universitaire, qui utilise le Programme global de subventions et contributions pour gérer les subventions et contributions qu'il offre (comme il est mentionné à la sous-section 2.2.2.1).

En ce qui concerne la prestation de subventions et de contributions au cours de cinq ans (2009-2010 à 2013-2014), le rapport indique que « des mécanismes de demande de financement efficaces sont en place, le processus de sélection des AOP est équitable, et les exigences en matière de rapport sont semblables à celles des autres ministères fédéraux » (Agence spatiale canadienne, 2017b, p. 90). L'une des difficultés associées à la prestation du Programme global de subventions et contributions est le caractère imprévisible des AOP. Sur ce point, le rapport note que « le caractère sporadique et imprévisible des AOP cause des difficultés à la communauté spatiale canadienne du point de vue de la planification et du maintien de capacités en matière de PHQ et d'infrastructures » (Agence spatiale canadienne, 2017b, p. 42).

Le rapport d'évaluation conclut que, dans l'ensemble, le Programme global de subventions et contributions a contribué à atteindre ses résultats escomptés. Plus précisément, le Programme global de subventions et contributions contribue à l'acquisition de connaissances en STS et accroît l'intérêt du Canada envers les activités axées sur l'espace, et encourage la collaboration entre les bénéficiaires de financement et les partenaires nationaux et internationaux.

En ce qui concerne la sensibilisation des jeunes Canadiens à l'égard des STGM et des sciences de l'espace, qui a été réalisée dans le cadre du volet sensibilisation et apprentissage du Programme global de subventions et contributions jusqu'à ce qu'il cesse de financer les activités visant les élèves du primaire et du secondaire en raison des mesures prises après l'examen des programmes de 2012, le rapport conclut que « la conformité du volet Sensibilisation et éducation et les priorités de l'ASC n'est pas démontrée » (Agence spatiale canadienne, 2017b, p. 34). Il a été recommandé que « les modalités du Programme global de subventions et contributions devraient être revues pour déterminer si le volet Sensibilisation et éducation est toujours aligné sur les priorités de l'ASC » (Agence spatiale canadienne, 2017b, p. 89).

⁸ L'évaluation du Programme global de subventions et contributions visait à évaluer le rendement et la pertinence de son volet de recherche pour la période de 2009-2010 à 2013-2014. L'évaluation comprenait toutes les subventions et contributions allouées par l'ASC pour promouvoir la recherche et le développement liés à l'espace dans les domaines prioritaires de l'Agence, y compris celles allouées par le volet Développement scientifique et universitaire.

3 Approche et méthodes d'évaluation

La présente section du rapport présente une description détaillée de la méthodologie utilisée pour effectuer l'évaluation du sous-programme. Elle vise à préciser le but et la portée de l'évaluation, et à décrire les principales questions d'évaluation qui y sont abordées ainsi que les méthodes utilisées pour regrouper les constatations de l'évaluation. En outre, elle détermine les limites auxquelles l'évaluation a fait face, de même que les stratégies utilisées pour les atténuer.

3.1 Objet et portée

Ce rapport réalise l'engagement compris dans le plan d'évaluation ministériel de l'ASC (de 2016-2017 à 2020-2021) consistant à mener l'évaluation du sous-programme Expertise et compétences spatiales (Agence spatiale canadienne, 2015a). Il couvre une période de cinq ans, soit de 2011-2012 à 2015-2016.

Bien que le sous-programme constitue la portée fondamentale de l'évaluation, il a été reconnu que les autres activités entreprises par l'ASC, relativement au perfectionnement du PHQ, devaient être prises en compte pour appuyer une évaluation appropriée du sous-programme. En conséquence, certaines activités de cueillette de données dépassaient le sous-programme pour inclure, par exemple, les activités entreprises par la Direction générale de l'utilisation de l'espace, la Direction générale de l'exploration spatiale ou la Direction des communications. Dans ces cas, le but n'était pas d'évaluer formellement ces activités, mais plutôt d'explorer leur relation avec le sous-programme et leur contribution potentielle à l'atteinte des résultats prévus pour le sous-programme.

L'évaluation englobe la pertinence, la conception et le rendement du sous-programme. Voici les questions d'évaluation :

Pertinence	<ul style="list-style-type: none"> • Dans quelle mesure le sous-programme continue-t-il de combler un besoin démontrable et de répondre aux besoins des Canadiens? • Comment le sous-programme est-il harmonisé avec les buts et les priorités de l'ASC liés au perfectionnement du PHQ dans le domaine des sciences et des technologies spatiales? • Comment le sous-programme est-il harmonisé avec le programme du gouvernement du Canada en ce qui concerne les activités spatiales? • Dans quelle mesure les activités entreprises au cours du sous-programme reflètent-elles la répartition appropriée des rôles et des responsabilités liées au perfectionnement du PHQ en sciences et en technologies spatiales?
Conception du programme	<ul style="list-style-type: none"> • Qu'en est-il de l'efficacité de la structure de prestation du sous-programme? • Est-ce que le sous-programme est soutenu par une stratégie de mesure du rendement adéquate?

Rendement (efficacité)	<ul style="list-style-type: none"> • Dans quelle mesure le sous-programme a-t-il atteint ses résultats immédiats? • Dans quelle mesure le sous-programme a-t-il atteint ses résultats intermédiaires? • Dans quelle mesure le sous-programme a-t-il contribué à l'atteinte du résultat ultime? • Les activités entreprises dans le cadre du sous-programme ont-elles généré certains résultats inattendus?
Rendement (efficacité et économie)	<ul style="list-style-type: none"> • Quelles mesures l'ASC a-t-elle mises en œuvre pour optimiser l'utilisation des ressources du sous-programme?

3.2 Méthodes

Les données d'évaluation ont été recueillies à l'aide d'un certain nombre de méthodes de recherche, qui sont décrites brièvement dans cette sous-section.

3.2.1.1 Examen des documents et des données

Cet examen a été amorcé par une analyse des documents et des renseignements afférents à chaque composante du sous-programme. Cela comprenait les politiques et stratégies pertinentes de l'ASC, les documents de planification, les descriptions de programmes et d'autres documents ministériels (y compris des rapports de rendement, des présentations et des documents de référence).

La seconde étape se composait de l'examen des documents et des publications accessibles au public et portait sur des enjeux plus vastes comme la main-d'œuvre et les groupes professionnels du secteur spatial, la participation aux STGM et leur promotion, en particulier auprès des jeunes, le perfectionnement du PHQ, et la représentation des deux sexes parmi le PHQ et la main-d'œuvre du secteur spatial. Cet examen portait sur l'expérience canadienne, ainsi que sur l'expérience des autres pays participant aux activités spatiales.

La troisième étape consistait à examiner les données administratives pertinentes liées à chaque composante du sous-programme, selon le cas. Plus particulièrement, l'information tirée de la base de données Unitas de l'ASC a fourni des aperçus détaillés quant à la gamme de projets financés dans le cadre du sous-programme, y compris une évaluation des résultats du projet. Les données examinées comprenaient aussi, dans la mesure du possible, les activités à l'interne comme celles associées au soutien au développement de l'ingénierie (PI1), à STRATOS ou au programme de formation des ingénieurs subalternes.

Finalement, l'examen des documents et des données a été utilisé pour éclairer chacune des études de cas.

3.2.1.2 Entrevues avec des répondants clés

Les entrevues menées avec des informateurs clés ont contribué à acquérir une compréhension approfondie du sous-programme, notamment des résultats obtenus et des défis auxquels a été confrontée chacune de ses composantes. Les entrevues ont également permis de corroborer, d'expliquer ou de préciser les constatations provenant d'autres sources de données et ont fourni des renseignements importants, à savoir si les résultats ont été atteints ou non, et les raisons pour lesquelles ils ont été atteints ou non.

Au total, 52 entrevues d'environ une heure chacune ont été menées, auprès de 61 personnes (certaines entrevues étaient de groupe) de sept différents groupes d'intervenants. La répartition de ces entrevues se trouve dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Répartition des entrevues menées dans le cadre de l'évaluation

Groupes de répondants clés	Nombre d'entrevues	Nombre de personnes interviewées
Représentants de l'ASC	14	23
Universitaires (financés et non financés)	18	18
STRATOS (participants au programme – y compris les représentants de l'industrie et les représentants du CNES)	10	10
Étudiants et stagiaires	5	5
Autres représentants de l'industrie	1	1
Autres ministères fédéraux	2	2
Autres agences spatiales	2	2
Total	52	61

3.2.1.3 Études de cas

Six études de cas, au total, ont été menées dans le cadre de cette évaluation. La liste de ces études de cas comprenait tant les activités comprises dans le sous-programme que celles qui échappent à la portée de ce dernier, mais dont la pertinence et les résultats attendus concernent directement les buts de celui-ci. Plus précisément, la liste des études de cas comprend :

- les simulations d'un exemple de retour de Mars;
- le programme Tomatosphère;
- le concours de conception d'un satellite pour un défi canadien;
- le programme de formation des ingénieurs subalternes;
- le projet intitulé « End-to-End Airborne Quantum Key Distribution (QKD) Demonstration » financé par le volet Développement scientifique et universitaire;
- le projet intitulé « Satellite prototype development of the Aerosol Limb Imager (ALI) instrument » appuyé par les volets STRATOS et Développement scientifique et universitaire.

Chacune des études de cas comptait jusqu'à quatre entrevues avec les intervenants du projet, du programme ou des activités, y compris les intervenants externes (bénéficiaires, participants, représentants de l'industrie, etc.) et les intervenants internes de l'ASC. Au total, 16 entrevues ont été réalisées, auprès de 29 personnes.

Les études de cas comprenaient aussi un examen du projet, du programme ou des documents relatifs aux activités et des données conservées par l'ASC, ainsi que les renseignements accessibles au public (p. ex., les sites Web ou les documents en ligne). De courts rapports d'études de cas ont été préparés à l'aide d'un modèle standard de rapport d'étude de cas.

3.3 Limites

Un certain nombre de limites dans la collecte des données aux fins de l'évaluation du sous-programme ont dû être traitées.

Élaboration de la stratégie de mesure du rendement

La stratégie de mesure du rendement du sous-programme a été élaborée et approuvée dès le début de l'évaluation. En conséquence, les données recueillies jusqu'à présent portent sur quelques-uns des indicateurs de rendement associés. La stratégie procure également une description à jour du sous-programme et comprend de l'information pertinente concernant la façon dont les données seront recueillies dans le cadre du sous-programme et sur la nature de celles-ci.

Changements au sous-programme

Le programme et les activités réellement évalués ont connu des changements majeurs depuis 2011. Durant la période d'évaluation, les activités mentionnées dans deux volets du sous-programme (Sensibilisation et éducation, et Activités éducatives axées sur l'espace) ont connu des changements importants. Par conséquent, certaines données du programme et l'accès aux anciens membres du personnel de programme étaient limités. L'examen du document a donc joué un rôle essentiel dans l'évaluation de ce volet.

Évaluer un programme n'ayant jamais été évalué

Puisque le sous-programme n'avait jamais été évalué, les consultations préliminaires et l'examen initial des documents et des bases de données ont joué un rôle particulièrement important dans l'orientation adéquate de la matrice d'évaluation, des activités de cueillette de données et de l'analyse. L'élargissement de la portée de l'évaluation a aussi servi à mettre en contexte les activités entreprises dans le cadre du sous-programme.

Fardeau imposé aux informateurs clés

Au moment où la présente évaluation a été entreprise, l'ASC procédait à l'évaluation du Programme global de subventions et de contributions. De plus, l'ASC avait aussi lancé des consultations connexes au

Plan pour l'innovation et les compétences du gouvernement fédéral. Dans ce contexte, il est devenu particulièrement important de gérer les entrevues de manière à éviter de surcharger les informateurs clés. À cette fin, un examen attentif des renseignements déjà fournis dans le cadre de ces initiatives connexes a été effectué. Le processus de cueillette de données mené dans le cadre de l'évaluation garantissait que les renseignements complémentaires étaient recueillis lorsque nécessaire pour traiter adéquatement les questions d'évaluation et les questions mentionnées dans la matrice d'évaluation.

Le sous-programme présente un intérêt direct pour la plupart des personnes interviewées

Cette limite a été atténuée du fait qu'il a été demandé aux répondants d'expliquer leur point de vue et de l'étayer au moyen d'exemples, le cas échéant. Pour ce qui est de l'ensemble du rapport, les constatations issues des entrevues avec les informateurs clés ont été triangulées avec celles d'autres sources de données (examen des documents, données administratives et financières, et études de cas).

4 Constatations de l'évaluation

La présente section décrit les constatations de l'évaluation. Au besoin, les constatations sur le sous-programme en entier sont présentées. Toutefois, dans le but de rendre le rapport plus utile, les constatations sont principalement présentées par volet du programme, puis selon leur pertinence et leur rendement. Des renseignements contextuels plus généraux sont également fournis pour appuyer l'analyse. Ces considérations ont directement donné lieu à la structure de cette section du rapport et devraient être prises en compte lors de l'examen du rapport.

L'information est basée sur les constatations émises à partir de toutes les sources de données. À moins d'indication contraire, les opinions relatives sont celles des personnes consultées et non celles des évaluateurs.

4.1 Pertinence

Aux fins du présent rapport, la pertinence du sous-programme est évaluée en fonction de la mesure dans laquelle il répond à un besoin mesurable, il s'harmonise encore avec les priorités de l'ASC et du gouvernement fédéral, de façon plus générale, et il reflète une répartition appropriée des rôles et des responsabilités.

4.1.1 Répondre à un besoin mesurable

Les établissements de recherche jouent un rôle important dans l'avancement des connaissances en STS et en formation de PHQ. À cette fin, ils doivent avoir la capacité d'entreprendre des projets de recherche comme ceux qui sont financés dans le cadre du sous-programme ou d'autres activités de l'ASC. Le PHQ d'expérience peut à son tour s'impliquer dans le secteur spatial privé ou dans d'autres organisations comme les organismes et ministères fédéraux qui utilisent les données spatiales, bien qu'on reconnaisse que les personnes souhaitant poursuivre une carrière dans le secteur spatial font face à de réels défis.

Il est également reconnu que le perfectionnement du futur PHQ représente un processus de grande ampleur qui est amorcé dès les premières années d'études à l'aide d'activités stimulantes faisant la promotion des domaines des STGM.

Le perfectionnement du PHQ et la promotion des STGM sont des objectifs assez vastes. Par conséquent, il est utile d'apporter des éclaircissements sur la façon dont le besoin d'activités du genre a été documenté et sur la façon dont il est perçu par les intervenants. Les sous-sections suivantes résument les constatations applicables de l'évaluation avant de passer à chaque volet du sous-programme et à d'autres contributeurs qui doivent être pris en considération.

4.1.1.1 *Perfectionner le PHQ et favoriser l'élargissement des connaissances en matière de STS*

La participation du Canada aux projets spatiaux

Comme toute économie ouverte, le Canada doit continuellement soutenir, agrandir et renouveler son bassin de PHQ afin de garder sa position privilégiée dans divers marchés. En juin 2016, le gouvernement fédéral a lancé son Plan pour l'innovation et les compétences afin de mettre l'accent sur le rôle de l'innovation, qui est alimentée par des travailleurs, des chercheurs et des entrepreneurs hautement qualifiés, dans la promotion de la croissance économique. Il est indiqué que « [d]es industries entières sont transformées pour permettre aux marchés et aux entreprises de s'adapter rapidement » et que, pendant que le Canada continue d'évoluer, « d'autres pays se positionnent encore plus rapidement pour doter leurs économies des moyens nécessaires pour occuper les premiers rangs. » (Gouvernement du Canada, 2016, p. 3).

Avec des revenus totaux d'environ 5,5 milliards de dollars, les segments en amont et en aval du secteur spatial contribuent de façon importante à l'économie novatrice du Canada (Agence spatiale canadienne, 2016f, p. 12). Cet accomplissement repose sur plusieurs composantes de base qui comprennent un réseau assez étendu d'environ 50 établissements de recherche et universités participant à des études liées au secteur spatial au Canada (Euroconsult, 2015, p. 64), en plus d'une multitude d'établissements universitaires qui offrent la chance aux Canadiennes et Canadiens d'acquérir de nouvelles compétences plus générales qui sont nécessaires pour soutenir le secteur spatial.

Il convient de se rappeler que le niveau de participation du pays dans les activités spatiales a historiquement été supérieur à sa taille démographique relative. En étant le troisième pays (après la Russie et les États-Unis) à avoir lancé son satellite (Agence spatiale canadienne, 2012a), le Canada s'est lancé dans un parcours ponctué d'innovations marquantes (p. ex, Canadarm) et la participation de 8 astronautes à 16 missions spatiales jusqu'à présent (Agence spatiale canadienne, 2016k). Comme on l'a souligné lors des entrevues menées dans le cadre de la présente évaluation, quelques pays seulement possèdent un héritage spatial comparable à celui du Canada. Par contre, si le secteur des activités spatiales a longtemps été occupé par quelques pays seulement, ce n'est plus le cas. Une étude récente mandatée par l'ASC indique que le nombre de pays qui investissent beaucoup dans l'espace est passé de 15 en 1990 à 58 en 2013. Les investissements du Japon, de l'Inde, de l'Allemagne, de l'Italie, du Royaume-Uni et du Brésil dans le secteur spatial dépassent actuellement ceux du Canada (Euroconsult, 2015, pp. 4–5)

La décision stratégique que le Canada a prise de continuer à prendre une part active dans le secteur spatial s'accompagne d'une série d'exigences en matière de missions planifiées, de capacité industrielle et de réalisation scientifique. Bien que ces trois dimensions soient inextricablement liées, la présente évaluation concerne principalement les deux dernières.⁹ Pour le Canada, bâtir un réseau solide

⁹ Le Canada doit aussi avoir des missions de satellites ou d'exploration spatiale bien planifiées. Il s'agit d'une condition essentielle pour maintenir un secteur spatial fort, sur lequel beaucoup d'accent a été mis lors des entrevues, et qui est abordé dans bon nombre d'études et de rapports récents (Association des industries aérospatiales du Canada, 2016; Examen de l'aérospatiale, 2012).

d'établissements de recherche et d'universités capables de former des scientifiques et des travailleurs du secteur spatial est une condition essentielle pour maintenir son statut de puissance spatiale. La *Loi sur l'Agence spatiale canadienne* reflète aussi cet objectif directement et prévoit que l'un des mandats de l'ASC est de « faire progresser la connaissance de l'espace au moyen de la science » (Lois du Canada, 1990, art. 4).

C'est dans ce contexte élargi que l'ensemble des besoins et des défis auxquels font face les intervenants en ce qui touche le perfectionnement du PHQ et l'avancement des connaissances en matière de STS ont été explorés dans le cadre de l'évaluation.

Besoins en matière d'établissements de recherche et d'universités

Les entrevues qui ont été menées dans le cadre de cette évaluation ont permis de mieux comprendre comment les établissements de recherche et les universités peuvent offrir le meilleur soutien à ces étudiants qui s'intéressent à des disciplines liées à l'espace. Le but de cette évaluation n'est pas d'évaluer la qualité globale de l'enseignement offert par les universités canadiennes. C'est plutôt de mieux comprendre de quelle façon le financement, comme celui offert par l'ASC (conjointement avec d'autres institutions subventionnaires canadiennes, selon le cas), peut améliorer l'éducation offerte aux étudiants canadiens, en particulier ceux qui étudient dans les domaines d'études liés à l'espace. Les résultats des consultations avec le monde universitaire tenues en 2016 par l'ASC en lien avec le Plan pour l'innovation et les compétences ont également été pris en considération puisque ceux-ci font écho des constatations tirées des entrevues tout en fournissant des renseignements supplémentaires (Agence spatiale canadienne, 2016d).

Soutien à l'enseignement universitaire

En plus de faire progresser les connaissances scientifiques, les projets de recherche entrepris par les membres du corps professoral sont directement inclus dans l'enseignement universitaire offert aux étudiants. Les résultats de l'évaluation indiquent que dans le cas de l'enseignement au niveau baccalauréat, les projets de recherche sont intégrés au contenu des cours afin d'offrir une variété d'exemples de la nature et de l'étendue des résultats issus de ces projets. Les étudiants au baccalauréat participent aussi directement à l'exécution des projets de recherche, lorsque cela est faisable et approprié.

Quant aux étudiants des cycles supérieurs, les projets de recherche sont au cœur de leurs études. En général, ces étudiants s'engagent dans les projets et, par conséquent, dans des tâches comme la préparation de demandes de financement et la recherche. Comme on pouvait s'y attendre, le niveau de participation des étudiants à la maîtrise est différent de ceux qui sont au doctorat. Le but principal est d'amener ces étudiants à terminer les recherches, qui deviennent souvent une partie de leur thèse, en plus d'élargir les possibilités de publier dans des revues scientifiques et de faire des présentations lors de congrès.

Dans ce contexte, l'une des responsabilités principales des membres du corps professoral consiste à garantir le financement continu afin d'être en mesure d'offrir ces occasions de recherche pratique aux étudiants. Les résultats de l'évaluation ont démontré à quel point cette tâche peut être exigeante. De par leur nature, les projets de recherche liés à l'espace ont tendance à être des projets à long terme pouvant s'échelonner sur plusieurs années. Toutefois, le financement de la recherche est normalement structuré en cycles de trois à cinq ans. Des exemples de projets qui ont failli être abandonnés parce qu'ils se situaient entre les cycles de financement ont été donnés par ceux qui ont été consultés dans le cadre de cette évaluation. Selon les informateurs clés, ce défi se fait plus durement sentir auprès des nouveaux membres du corps professoral. Ces derniers ne sont souvent pas en mesure de rivaliser pour obtenir du financement et de bâtir un environnement stable de financement dans lequel amener leurs étudiants des cycles supérieurs à participer. Comme on l'a fait remarquer pendant les entrevues, les possibilités de financement réduites offertes aux boursiers postdoctoraux accentuent cette difficulté.

Éventail d'activités financées

En ce qui a trait à l'éventail d'activités financées dans le cadre de projets de recherche, les besoins suivants ont été relevés durant l'évaluation :

- Les projets de bout en bout comportent de nombreux avantages et représentent encore un moyen important d'appuyer un large éventail de perfectionnement des connaissances et des compétences.
- La conception de nouveaux instruments représente un plus grand défi puisque les voies de financement actuelles pour ce type de recherche sont plus restreintes.
- L'analyse de données et la recherche scientifique, de façon plus générale, sont deux domaines où il est plus difficile d'obtenir du financement, car les activités de démonstration et les premières étapes de la recherche, de façon plus générale, ont tendance à être privilégiées lors du financement.
- L'accès aux laboratoires et aux installations de recherche apporte des possibilités de formation, mais les résultats des entrevues démontrent qu'il est devenu encore plus difficile d'obtenir du financement ces dernières années.
- Pour les informateurs clés interrogés, faire le pont adéquatement entre les étudiants des cycles supérieurs et l'industrie dans le cadre de projets de recherche demeure une préoccupation. Cela est considéré comme très important puisque les informateurs clés croient que les débouchés dans les autres domaines du secteur spatial (p. ex., dans le monde universitaire ou au gouvernement) sont rares.
- Les jeunes membres du corps professoral, en particulier, font face à plus de difficultés pour assurer du financement moyennement élevé (pour les plus petits projets de recherche) qui pourrait leur permettre de gagner de l'expérience et constituer un pont vers de plus grands efforts de recherche.

Participation des femmes dans les études spatiales

Inciter les femmes à étudier dans les domaines des sciences, des technologies, du génie, des mathématiques (STGM) est un défi de longue date auquel de nombreux pays sont confrontés, et le Canada ne fait pas exception (Ministère des Finances du Canada, 2014). Comparativement aux hommes, une plus grande proportion de femmes poursuivent des études postsecondaires, mais elles sont plus susceptibles de le faire dans les domaines des arts et des sciences humaines et sociales (Hango, 2013a, p. 22) plutôt que dans d'autres domaines liés aux STGM. Cependant, des tendances plus récentes indiquent d'importants progrès en matière d'équilibre entre les sexes dans les domaines liés aux STGM. À titre d'exemple, « en 2011, les femmes représentaient 39 % des diplômés universitaires de 25 à 34 ans qui possédaient un diplôme en STGM, comparativement à 23 % des diplômés universitaires en STGM de 55 à 64 ans » (Hango, 2013b, p. 2).

En examinant plus particulièrement les divers domaines au sein des STGM, il convient de noter qu'en 2011, les femmes ne représentaient que 23 % de tous les diplômés en génie, et 30 % des diplômés en mathématiques et sciences informatiques (Hango, 2013b, p. 2). Comme on pouvait s'y attendre, une représentation plus faible de femmes titulaires d'un diplôme universitaire contribue également à une présence moins visible de ces dernières au sein du corps professoral de programmes universitaires liés aux STGM (Stauffer, 2015).

Des entrevues menées auprès de membres du corps enseignant dans le cadre de la présente évaluation font largement échos à ses observations. Bien que les hommes semblent être majoritaires à étudier dans des domaines liés aux STGM, il a tout de même été constaté que l'on retrouve une plus grande représentation des femmes dans bon nombre de ces programmes. De plus, bien que la représentation des femmes dans les études en génie et en physique soit encore perçue comme étant assez déséquilibrée, les informateurs clés ont signalé un plus grand équilibre dans des domaines comme la biologie et la chimie. En ce qui concerne la médecine et les sciences de la santé, les perceptions recueillies au cours des entrevues sont que les femmes constituent maintenant la majorité des étudiants.

Besoins de l'industrie spatiale

Comme l'indique la sous-section 2.1.2 du présent rapport, le secteur spatial offre un large éventail de possibilités d'emploi, et certaines nécessitent des connaissances précises liées à l'espace, alors que d'autres nécessitent des connaissances plus générales, qui ont peu à voir avec l'espace comme tel. Aux fins de la présente évaluation, il était particulièrement pertinent de déterminer dans quelle mesure l'industrie de l'espace est capable de pourvoir ces postes qui requièrent le type de connaissances et de compétences offertes dans les programmes d'études axés sur l'espace au Canada, car le sous-programme accorde une attention particulière au PHQ.

Si l'on aborde la question de la demande prévue de main-d'œuvre dans les domaines liés aux STGM (y compris les domaines liés à l'espace ou non), il importe d'abord de reconnaître que ces secteurs d'emploi, particulièrement lorsqu'il s'agit de l'aérospatial et de l'espace, sont traditionnellement

cycliques (John O’Grady Consulting Ltd., 2012, p. 11). Lors de la présente évaluation, les études indiquaient que même si la demande à court terme pour des employés possédant une formation dans un domaine lié aux STGM était comblée, on s’attend à des pénuries de main-d’œuvre au cours des prochaines décennies (CRSNG, 2016, p. 7), ce qui pourrait avoir pour effet d’accroître la concurrence dans les secteurs de la haute technologie pour recruter des employés qualifiés.

Ces constatations ont été corroborées par les représentants de l’industrie consultés dans le cadre de la présente évaluation (pendant les entrevues auprès des informateurs clés et pour les études de cas). Ils ont insisté sur la nature cyclique du secteur spatial et les défis auxquels font face les industries aérospatiales en ce qui a trait aux demandes futures de la part de l’ASC ou d’autres entités ou agences étrangères, ce qui a une incidence directe sur le recrutement de la main-d’œuvre (voir également Aerospace Industries Association of Canada, 2016, p. 13).

Les constatations tirées des entrevues font aussi écho à l’idée voulant que, dans les entreprises du secteur privé, la grande majorité des employés soient recrutés au niveau du baccalauréat, habituellement dans une des disciplines du domaine du génie. Il ne fait aucun doute qu’il y a un besoin pour des étudiants diplômés de disciplines liées aux sciences spatiales, mais comme l’a fait remarquer l’un des informateurs clés, « pour chaque chercheur diplômé embauché, il faut embaucher 20 ingénieurs pour créer les produits. »

Les constatations tirées des entrevues mettent en lumière le défi de taille que doit relever l’industrie spatiale (et aérospatiale) en matière de recrutement d’étudiants. En raison des exigences du Programme des marchandises contrôlées (PMC), lequel vise les marchandises qui ont une importance sur le plan militaire ou de la sécurité nationale, il existe un certain nombre d’étudiants des universités canadiennes qui ne peuvent pas être recrutés, car ils sont dans l’incapacité d’obtenir l’attestation de sécurité requise (Services publics et Approvisionnement Canada, 2017).

Enfin, les constatations de l’évaluation fournissent certaines indications sur la question de l’équilibre entre les sexes dans l’industrie spatiale privée. Étant donné que l’engagement des étudiantes est limité dans de nombreux domaines d’études liés à l’espace, il n’est pas surprenant de retrouver ce déséquilibre dans la main-d’œuvre spatiale. Comme il a été mentionné dans une étude sur les secteurs de l’aérospatiale et de l’espace, « le taux de participation des femmes est faible dans les professions clés du domaine aérospatial liées à la conception, à la production, à l’entretien et à la réparation des produits aérospatiaux et spatiaux » (Prism Economics and Analysis, 2012, p. 6). Un certain nombre de facteurs peuvent y contribuer, notamment les stéréotypes tenaces comme l’incompatibilité de mener une carrière scientifique et d’avoir des responsabilités familiales (McCreedy & Dierking, 2013, p. 33). Les entrevues menées auprès des représentants de l’industrie dans le cadre de la présente évaluation abondaient dans le même sens que ces tendances. Il a été noté que l’industrie spatiale demeure largement dominée par les employés masculins, et que d’importants obstacles subsistent. Comme l’a mentionné l’un des informateurs clés, « la répartition homme-femme n’est pas du tout équilibrée. Pour chaque groupe de 20 demandeurs, je dirais que l’on retrouve une femme qualifiée. Je ne sais pas pourquoi exactement, mais il n’y a pas d’équilibre. »

Besoins des ministères et organismes fédéraux

L'évaluation offre des occasions limitées d'étudier les besoins actuels des ministères et organismes fédéraux en ce qui a trait au recrutement de PHQ ayant une formation en sciences spatiales. Si l'on examine tout d'abord l'ASC, les constatations de l'évaluation indiquent que l'Agence elle-même n'a pas fait face à d'importants défis en ce qui a trait au recrutement du PHQ requis. La décision de mettre fin en grande partie aux recherches internes au sein de l'ASC à la suite de l'examen du programme en 2012 est peut-être l'un des facteurs qui ont contribué à la demande limitée de recrutement de PHQ au sein de l'ASC.

Un certain nombre d'autres ministères fédéraux ont aussi utilisé des données et des renseignements spatiaux et, par conséquent, ont recruté du PHQ possédant des compétences et des habiletés liées à l'espace. La liste de ces ministères et organismes comprend, sans s'y limiter, Environnement et Changement climatique Canada, Ressources naturelles Canada, le ministère de la Défense nationale, le ministère des Pêches et des Océans du Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada (Euroconsult, 2015, p. 40). Constatant que seulement certains de ces ministères fédéraux ont été consultés dans le cadre de la présente évaluation, les constatations indiquent que, de temps à autre, ces derniers ont besoin de PHQ titulaire d'un diplôme universitaire ou d'études supérieures qui n'est peut-être pas disponible au Canada. Ces personnes doivent donc être recrutées à l'étranger. Quoi qu'il en soit, il a été noté que l'on retrouve ce type de poste en nombre limité.

L'intégration de la main-d'œuvre dans le domaine spatial

En guise de conclusion de cette sous-section portant sur le contexte global de la formation du PHQ dans les domaines liés à l'espace et des exigences en matière main-d'œuvre, il est important de reconnaître la perception largement répandue parmi les personnes consultées dans le cadre de la présente évaluation, selon laquelle il existe très peu de possibilités d'emploi actuellement dans le secteur spatial au Canada, en particulier pour ceux qui poursuivent des études relatives aux sciences spatiales aux cycles supérieurs. Comme il est indiqué dans cette sous-section, la mesure dans laquelle cette perception est exacte exige une réponse nuancée, mais la perception elle-même demeure pertinente.

Les constatations tirées des entrevues laissent peu de doutes, surtout parmi les universitaires impliqués dans les sciences spatiales, selon lesquelles les étudiants qui souhaitent mener une carrière de chercheur dans le secteur spatial devront déménager dans d'autres régions du monde. Cette perception se fonde en grande partie sur les hypothèses suivantes :

- L'ASC ne mène plus de recherches internes et, par conséquent, n'a plus besoin de chercheurs en sciences spatiales.
- Le milieu universitaire est un univers fermé offrant très peu d'emplois pour les nouveaux professeurs, en particulier ceux qui souhaitent se concentrer sur les sciences spatiales.
- L'industrie est un secteur cyclique qui embauche peu d'étudiants diplômés des disciplines liées aux sciences de l'espace, et elle est centrée principalement sur les ingénieurs.
- Les possibilités d'emploi liées au domaine spatial d'autres organismes fédéraux sont limitées.

Sans surprise, cette perception parmi les universitaires est également partagée par les étudiants consultés dans le cadre de la présente évaluation. D'ailleurs, certaines entrevues ont été menées auprès d'étudiants vivant désormais à l'étranger en vue d'y poursuivre leurs études dans un domaine lié à l'espace. Il faut cependant souligner que ces perceptions n'étaient pas quantifiées, et que les données recueillies ne se voulaient pas être représentatives sur le plan statistique. Toutefois, elles indiquent une impression partagée par de nombreux intervenants clés qu'il convenait de prendre en considération dans le cadre de la présente évaluation.

4.1.1.2 *Faire la promotion des programmes en STGM auprès des jeunes Canadiens*

Intérêt et réalisations des jeunes en STGM

Au fil des ans, la nécessité de promouvoir les STGM auprès des jeunes Canadiens a été bien documentée, et il s'agit d'un défi auquel continue de faire face le Canada et de nombreux autres pays.

La valeur inhérente des compétences en STGM est largement acceptée. Si un jeune décide de poursuivre des études dans un domaine lié aux sciences ou dans un autre domaine, les fondements des STGM ne pourront que l'appuyer pour réaliser ses ambitions et atteindre ses objectifs en développant ses aptitudes à résoudre des problèmes et à raisonner (Conseil des académies canadiennes, 2015). Le récent Plan pour l'innovation et les compétences élaboré par le gouvernement fédéral renforce cette idée, car on y souligne que l'objectif de l'éducation devrait être de rendre chaque Canadien « prêt pour l'innovation »; prêt à repérer des occasions, à imaginer des possibilités, à découvrir de nouvelles idées, à apprendre et à grandir » (Gouvernement du Canada, 2016, p. 5). Les compétences en STGM contribuent grandement à appuyer de tels comportements novateurs.

Les jeunes Canadiens obtiennent généralement de bons résultats aux examens menés par l'OCDE dans le cadre du Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA). Les résultats de 2015 indiquent que sur 65 pays, le Japon, l'Estonie, la Finlande et le Canada sont les quatre pays de l'OCDE les plus performants en ce qui a trait aux sciences, aux mathématiques et à la lecture (OCDE, 2016, p. 4).

Il y a cependant des tendances préoccupantes. Indépendamment de l'importance stratégique des STGM, les études soulignent l'augmentation constante de l'intérêt des jeunes Canadiens au cours des 20 à 30 dernières années à poursuivre des activités, des études ou une carrière liée aux STGM (CRSNG, 2016, p. 7). De plus, alors que le Canada se classe au-dessus de la moyenne en ce qui a trait au nombre d'étudiants qui poursuivent des études en mathématiques et statistique, en sciences physiques et en sciences de la vie, il se classe sous la moyenne en ce qui a trait à la capacité de stimuler l'intérêt des jeunes pour le génie et l'informatique (Ministère des Finances Canada, 2014, p. 28). Enfin, bien qu'il y ait eu dans l'ensemble une augmentation du nombre de femmes poursuivant des études dans des domaines liés aux STGM, on a vu une diminution de la proportion de femmes étudiant les mathématiques ou le génie ces dernières années (Weinrib, 2013, p. 31).

Promouvoir activement les STGM auprès des jeunes

Reconnaissant l'importance de promouvoir les STGM auprès des jeunes, des pays de partout dans le monde ont mis de l'avant une foule d'initiatives. Aux fins de la présente évaluation, il est tout à fait pertinent de souligner certaines de ces initiatives qui ont fait appel à l'espace comme moyen de promouvoir les STGM. Étant donné que les initiatives canadiennes sont abordées en détail à la sous-section 4.1.1.4 du présent rapport, les paragraphes suivants portent sur les initiatives mises en œuvre dans d'autres pays.

Initiatives américaines

Aux États-Unis, le département de l'Éducation a collaboré avec la National Aeronautics and Space Administration (NASA) afin de donner des bourses aux écoles locales et aux organismes communautaires, leur permettant ainsi d'offrir aux élèves des activités liées aux STGM en dehors des heures de classe. Le programme des 21st Century Community Learning Centers accorde une importance particulière au programme spatial unique de la NASA pour permettre aux élèves d'explorer le rôle que peuvent jouer les STGM dans la vie de tous les jours (NASA, 2016a). La principale contribution de la NASA a été d'offrir un programme de formation à l'intention du personnel, fournir un soutien technique et faciliter l'embauche d'experts en la matière. Par le passé, la NASA avait aussi offert des programmes de perfectionnement professionnel aux éducateurs pour faciliter l'utilisation de son matériel éducatif (NASA, 2015), mais ces activités avaient été restructurées au moment de rédiger le présent rapport (NASA, 2016b).

Voici d'autres exemples d'activités de promotion américaines des STGM :

- des camps spatiaux offerts par le U.S Space & Rocket Center (un musée situé en Alabama), qui ciblent les jeunes de la 4^e à la 12^e année, et qui ont accueilli 750 000 participants depuis 1982 (U.S. Space & Rocket Center, 2017);
- les programmes du groupement d'organisations Space Station Explorers, offerts par le Centre for the Advancement of Science in Space (un laboratoire national financé par le gouvernement gérant la partie américaine de la Station spatiale internationale), qui ciblent les élèves de la maternelle à la 12^e année, et qui offre des activités liées à la robotique, au génie mécanique, à la biologie, à l'analyse de données et à la programmation par ordinateur (CASIS, 2016);
- le programme d'une durée de trois jours *Go for launch!*, offert par l'organisme sans but lucratif Higher Orbits, qui invite les élèves à concevoir une expérience spatiale, et qui comprend une foule d'activités collaboratives sur les vols spatiaux et d'autres thèmes connexes (Higher Orbits, 2017).

Enfin, il convient de noter que certaines industries spatiales privées participent aussi à la promotion des STGM. À titre d'exemple, la United Launch Alliance offre à ses stagiaires la possibilité de faire du bénévolat au cours de leur stage pour construire des fusées ou des charges utiles, et souhaite

éventuellement inviter les élèves du primaire et du secondaire à se joindre au processus (United Launch Alliance, 2015).

Autres régions et pays

Les exemples suivants illustrent la gamme des activités de promotions des STGM offerte dans d'autres régions du monde :

- Avec ses 22 États membres ayant chacun leur propre langue et leurs propres systèmes d'éducation, l'Agence spatiale européenne (ESA) a choisi une approche adaptée à chaque pays intéressé par des activités liées aux STGM offertes dans le cadre du projet ESERO (European Space Education Resource Office). Les constatations tirées des entrevues indiquent que 13 États membres y participent actuellement, et que jusqu'à 7 autres y participeront d'ici la fin de 2017. En travaillant directement avec les ministères de l'Éducation et les préparateurs de programmes d'études, le projet ESERO conçoit des outils et des activités qui ciblent les enseignants, afin de faciliter leur travail d'intégration de l'espace dans l'enseignement des STGM (ESA, n.d.).
- Le Centre national d'études spatiales (CNES) offre de la formation aux enseignants grâce à l'Université d'été espace éducation, qui fournit aux participants une vue d'ensemble des différents outils disponibles liés à l'enseignement des sciences spatiales, et permet aux enseignants de mettre à jour leurs connaissances à ce sujet (CNES, 2017).
- Le gouvernement australien s'est concentré sur Mars pour faire la promotion de ses activités liées aux STGM, grâce notamment au programme Pathways to Space, qui initie les élèves à l'exploration de Mars, et leur offre de nombreuses expériences pratiques. Le programme vise à inspirer les jeunes à poursuivre une carrière dans le domaine des sciences et du génie (Dougherty, Oliver, & Fergusson, 2014).
- L'Agence japonaise d'exploration spatiale (Japan Aerospace Exploration Agency [JAXA]) offre une foule d'activités dont « l'initiative émane de la base » ("bottom-up" activities) qui sont menées par les participants plutôt que par cette dernière. Par exemple, elle fournit aux enseignants de l'aide pour élaborer des activités liées aux STGM, et invite ceux qui souhaitent organiser des événements communautaires faisant la promotion des STGM à communiquer avec elle. L'Agence japonaise d'exploration spatiale offre aussi le programme Space Mission High School, un programme de formation d'une durée de cinq jours pour les élèves du secondaire où ils conçoivent et présentent des missions scientifiques, de même que le programme *Seeds in Space*, qui permet aux élèves de comparer le processus de croissance de graines de fleurs qui ont séjourné à la Station spatiale internationale au processus de celles qui n'y ont pas séjourné. Ce programme est semblable au programme Tomatosphère offert au Canada, qui est abordé plus en détail à la sous-section 4.1.1.4 du présent rapport.
- Enfin, quelques initiatives internationales ont été conçues pour promouvoir les STGM chez les jeunes. C'est le cas de Mission X. S'entraîner comme dans un programme destiné aux astronautes nécessite l'intervention de nombreuses organisations et agences spatiales (ESA,

NASA, CNES, JAXA), permettant à des équipes d'élèves du primaire provenant de divers pays (y compris le Canada) de rivaliser au moyen d'activités faisant la promotion d'une alimentation saine et de l'exercice dans un environnement analogue à celui que l'on retrouve dans l'espace. Le programme Zero Robotics est une autre initiative visant à faire participer les élèves provenant de divers pays programmant des robots en ligne afin de résoudre des défis annuellement, en plus d'organiser un championnat réellement dirigé par un astronaute à bord de la Station spatiale internationale Massachusetts Institute of Technology, 2014).

4.1.1.3 Pertinence des activités du sous-programme

Compte tenu du contexte plus vaste du perfectionnement du PHQ, de l'acquisition de connaissances au sujet des sciences et des technologies spatiales connexes et de la promotion des STGM, la présente sous-section porte sur chaque composante du sous-programme, et résume les constatations de l'évaluation traitant de leur intérêt particulier.

Développement scientifique et universitaire

Comme l'indique la description du sous-programme (voir la sous-section 2.2.2 du présent rapport), un certain nombre d'activités sont réparties, en principe, au sein du volet Développement scientifique et universitaire, y compris le programme VITES, les grappes de recherche, les chaires industrielles et les infrastructures de recherche. Sur le plan pratique cependant, le financement du volet Développement scientifique et universitaire est passé de 11,8 millions de dollars en 2011 à 4,1 millions de dollars en 2013-2014, les activités étant grandement centrées sur le programme VITES. Au cours de la période d'évaluation, l'ASC a publié un AOP VITES en 2013, et un autre en 2015, mais n'a pas lancé de nouvelles activités dans le cadre d'une autre sous-composante liée au volet Développement scientifique et universitaire, comme le programme des grappes et le Programme de mise en valeur des sciences spatiales.

La pertinence du programme VITES

Dans ce contexte, les constatations de l'évaluation sur la pertinence des activités liées au volet Développement scientifique et universitaire nous renseignent principalement sur la pertinence du programme VITES. Ces constatations ne laissent aucun doute quant au rôle crucial que joue l'appui accordé par l'intermédiaire du programme VITES pour assurer la formation pratique d'étudiants universitaires et de PHQ impliqués dans les sciences spatiales, de même que pour soutenir l'acquisition de connaissances en sciences et en technologies. Les universitaires et les étudiants consultés dans le cadre de l'évaluation ont donné des exemples de la valeur ajoutée des projets ayant reçu un financement dans le cadre du programme VITES. Comme l'a mentionné un enseignant, « les étudiants peuvent voir le mini-programme spatial dans son entièreté grâce à la conception, à l'élaboration, à la construction, à la mise à l'essai, au pilotage et à l'analyse de données. » Cette opinion est partagée par un étudiant participant qui a indiqué que « l'expérience de recherche acquise dans le cadre d'un projet VITES est complémentaire à ce que l'on apprend à l'université; c'est extrêmement précieux, et sans le financement de l'ASC, ce serait impossible. »

Les paramètres du programme VITES sont particulièrement bien adaptés pour répondre aux besoins des bénéficiaires ciblés; avoir des projets de missions analogues à des missions spatiales impliquant systématiquement les étudiants et leurs superviseurs, et des activités entreprises dans un environnement spatial simulé (plateformes suborbitales ou orbitales, sites d'études sur le terrain, infrastructures terrestres) offre une occasion unique de tirer parti de la formation théorique reçue à l'université. De plus, l'éventail des disciplines de recherche visées par le programme VITES (génie des satellites, science de la vie dans l'espace, astronomie spatiale, exploration planétaire, science du système terrestre et science des relations Soleil-Terre) est bien adapté à la vaste définition qu'implique le domaine spatial.

Les universitaires participants étaient très conscients du fait que les projets VITES peuvent comprendre autant des étudiants universitaires de premier cycle que des étudiants des cycles supérieurs (maîtrise et doctorat). Ils ont indiqué que la participation d'étudiants universitaires de premier cycle à ces types de projets ou d'activités constituait probablement l'une des stratégies les plus efficaces pour les motiver à poursuivre des études aux cycles supérieurs dans une discipline liée au domaine spatial.

Cependant, le créneau qu'a pu se tailler le programme VITES en ce qui a trait au financement de projets liés au domaine de l'espace ne répond pas à tous les besoins décrits dans la sous-section 4.1.1.1 du présent rapport. Par exemple, le programme n'est pas conçu actuellement pour répondre aux besoins d'universitaires et d'étudiants souhaitant se concentrer principalement sur la conceptualisation et la conception de nouveaux instruments de mesure, ou sur l'analyse de données spatiales.

Au sein du créneau occupé par le programme VITES, il est important de noter que le financement qu'il reçoit est unique. Les constatations de l'évaluation n'ont pas permis d'identifier un autre programme canadien offrant de telles possibilités. Comme il en est question dans la sous-section 4.1.1.4 du présent rapport, d'autres programmes offerts par l'ASC et d'autres institutions dispensatrices offrent un appui important à ceux qui mènent des études en sciences spatiales, mais rien de comparable à celui offert dans le cadre du programme VITES.

Autres éléments du volet Développement scientifique et universitaire

Bien que les constatations de l'évaluation en question soient plus limitées, elles démontrent bel et bien que d'autres volets financés précédemment dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire répondaient à des besoins qui sont toujours pertinents en matière de perfectionnement du PHQ et de l'acquisition de connaissances en STS. Le soutien offert par l'ASC dans le cadre du programme des grappes et du Programme de mise en valeur des sciences spatiales fournit des exemples particulièrement utiles à cet égard.

Le programme des grappes a permis aux participants de se concentrer davantage sur l'acquisition de connaissances scientifiques liées à l'espace en plus d'offrir un moyen aux chercheurs de différents établissements de collaborer entre eux. À ce titre, les AOP publiés dans le cadre du programme des grappes n'ont pas nécessité des projets de bout en bout comportant des activités de démonstration. À la place, les bénéficiaires pouvaient concevoir des activités regroupant des universitaires et des

étudiants en vue de réaliser des recherches scientifiques dans leur domaine d'étude. En 2011, au cours de la période visée par l'évaluation, un AOP relatif au programme des grappes a été publié; 10 subventions ont été accordées.

Dans le même ordre d'idées, le Programme de mise en valeur des sciences spatiales a offert du financement pour des activités complémentaires à celles visées par le programme VITES. Au lieu de mettre l'accent sur des projets de bout en bout, le Programme de mise en valeur des sciences spatiales a offert du financement pour mener des études de concepts initiales sur les instruments scientifiques spatiaux, les analyses de données spatiales et les activités de formation liées aux sciences spatiales (Agence spatiale canadienne, 2009). Les activités du Programme de mise en valeur des sciences spatiales ont été menées avant la période visée par l'évaluation, puisque le dernier AOP publié pour ce programme date de 2008. Cependant, plus de 30 subventions accordées dans le cadre du Programme de mise en valeur des sciences spatiales étaient toujours actives lors de la réalisation de l'évaluation; la majorité d'entre elles ont pris fin en 2011.

Le Canadian Analog Research Network (CARN), cet ancien élément du volet Développement scientifique et universitaire, consistait essentiellement à offrir de petites subventions (environ 50 000 \$) qui permettaient aux étudiants et aux universitaires de voyager et de travailler sur des sites terrestres situés au Canada (p. ex., région de l'Arctique) et à l'étranger. L'ASC a publié le dernier AOP du CARN en 2010; au début de la période visée par l'évaluation, un très petit nombre de subventions étaient encore actives. Les constatations tirées des entrevues démontrent que ce type de financement n'est pas facilement accessible auprès d'autres établissements subventionnaires et qu'il se prête particulièrement aux objectifs ciblés dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire qui consistent à former du PHQ et acquérir des connaissances en STS.

Enfin, l'ASC a offert du financement par l'intermédiaire du volet Développement scientifique et universitaire afin de soutenir les chaires industrielles dans les domaines liés à l'espace. Le CRSNG, les universités et les entreprises privées contribuent habituellement à ce type de financement en plus de l'ASC. À ce titre, ce type de financement ne découle pas des AOP, il est plutôt offert comme des subventions spontanées, selon les possibilités qui se présentent. Un exemple d'un tel financement est la Chaire de recherche industrielle multisectorielle du CRSNG en revêtements et en ingénierie des surfaces (CRIM RIS) créée en 2012 (École Polytechnique de Montréal, 2012). L'École Polytechnique de Montréal, le CRSNG, l'ASC, Hydro Québec et cinq autres entreprises privées font partie de cette chaire de recherche industrielle qui dispose d'un budget de 5,4 millions de dollars sur cinq ans. L'ASC a versé un montant de 150 000 \$ pour ce projet. Durant la période visée par l'évaluation, l'ASC a offert quatre affectations de fonds pour soutenir les chaires de recherche industrielle. Les montants totaux de ces quatre affectations ont varié de 150 000 \$ à 500 000 \$. Les constatations tirées des entrevues démontrent que la collaboration entre les trois piliers du secteur spatial (gouvernement, milieu universitaire et industrie) peut être très utile. Comme l'a mentionné un informateur clé, il y a toutefois un nombre limité d'entreprises œuvrant dans le secteur spatial au Canada qui peuvent participer à des projets de recherche à long terme, faisant ainsi en sorte que la portée de ce type de projet est assez restreinte.

Ce bref examen des divers éléments visés par le volet Développement scientifique et universitaire démontre que, bien que le programme VITE actuel soit encore très pertinent, d'autres types de programmes de soutien peuvent également contribuer de façon importante et complémentaire à la formation du PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS dans divers domaines du secteur spatial. D'un point de vue de programmation stricte, cela ne veut pas nécessairement dire qu'il faut créer de nouveaux programmes ou remettre d'anciens programmes en place. En fait, le programme VITE pourrait répondre à un certain nombre de ces besoins par l'intermédiaire des critères d'admissibilité qui ont fait l'objet de modifications, dans le cas où l'ASC choisissait de poursuivre dans cette direction.

STRATOS

Les sites terrestres, les prototypes de rovers planétaires, les vols paraboliques, les ballons stratosphériques, les fusées-sondes ou les nanosatellites/microsatellites sont tous des possibilités de démonstration qui soutiennent une formation pratique dans des domaines d'étude clés liés à l'espace. Dans certains cas, comme l'AOP VITE publié en 2015, mener une campagne de terrain sur un site terrestre à l'aide d'une infrastructure au sol particulière ou encore participer à un vol suborbital/orbital était une condition obligatoire pour obtenir du financement, ce qui démontre bien la valeur accordée à ce type d'activités.

Durant la période visée par la présente évaluation, l'une de ces activités de démonstration – le programme de ballon stratosphérique de l'ASC STRATOS – a été expressément intégrée au sous-programme. Les constatations de l'évaluation confirment la très grande pertinence de ce programme et qu'il offre un soutien essentiel à un ensemble de possibilités d'apprentissage pour le PHQ. Les constatations tirées des entrevues démontrent à quel point les expériences réalisées à l'aide de ballons stratosphériques sont particulièrement utiles à la formation des étudiants poursuivant des études supérieures. Elles appuient directement le concept de projets spatiaux de bout en bout qui peuvent être effectués dans un environnement quasi spatial en deux ou trois ans et sur lesquels les étudiants à la maîtrise ou au doctorat peuvent rédiger une thèse. Ces expériences représentent également l'une des phases les plus tangibles des projets de bout en bout puisque les étudiants collaborent avec l'ASC, le CNES et, dans certains cas, des partenaires du secteur privé pour lancer et gérer le vol, et procéder à la collecte des données connexes.

Comme il est indiqué dans le rapport de l'étude de cas sur STRATOS, ces expériences réalisées avec des ballons stratosphériques permettent également d'acquérir des connaissances en STS. Pour ce cas précis, l'instrument ALI élaboré et testé dans le cadre du programme STRATOS est devenu la première démonstration suborbitale d'un filtre syntonisable acousto-optique pour la télédétection atmosphérique. Il a également contribué à accroître les niveaux de maturité technologique applicables.

En plus d'offrir une certaine souplesse, les projets de vols avec des ballons stratosphériques sont moins coûteux que bon nombre d'autres solutions de démonstration. Cette constatation a été tirée des entrevues menées dans le cadre de la présente évaluation et de l'examen du secteur spatial réalisé par David Emerson en 2012 (Examen de l'aérospatiale, 2012, p. 42).

Il faut également examiner la pertinence du programme STRATOS par l'intermédiaire du partenariat avec le CNES sur lequel le programme est établi. Le partenariat est grandement apprécié d'un point de vue canadien et français puisqu'il permet l'échange d'expertise et de connaissances en plus d'offrir l'infrastructure nécessaire pour effectuer des vols stratosphériques au Canada. Les représentants du CNES consultés ont indiqué que le Canada offre plus d'un endroit où il est possible de faire le lancement de ballons stratosphériques. Le pays offre également un centre d'opération entièrement fonctionnel et permet de collaborer avec des représentants de l'ASC. Le CNES souhaite ardemment maintenir et possiblement élargir le programme pour offrir de nouvelles possibilités en matière d'expériences stratosphériques.

Il est bon de souligner qu'il n'existe aucun autre programme de ballons stratosphériques au Canada. Comme l'a fait remarquer un informateur clé, « avant STRATOS, les Canadiens ne pouvaient aucunement participer à des expériences de ballons stratosphériques sans avoir établi des collaborations remarquables avec la NASA ». Les constatations de l'évaluation confirment que les scientifiques canadiens du secteur spatial prennent part à des expériences stratosphériques auxquels participent d'autres agences spatiales. Toutefois, ces expériences sont plutôt rares et elles ne reproduisent pas les expériences réalisées dans le cadre du programme STRATOS.

Enfin, les constatations tirées des entrevues démontrent que l'élargissement de l'éventail d'expériences pouvant être réalisées dans le cadre du programme STRATOS (en ce qui a trait à la capacité de charge et à la durée des vols) permettrait également d'élargir davantage l'éventail de projets de recherche qui pourraient être réalisés à l'aide de ce moyen de démonstration.

Perfectionnement professionnel en ingénierie (PI1)

Définir les activités qui relèvent du volet PI1 du sous-programme est une tâche plutôt difficile, ce qui limite la capacité d'une personne à fournir une évaluation exhaustive de sa pertinence ou de son rendement. Comme il est indiqué dans la description du volet PI1 (voir la sous-section 2.2.2.2), l'objectif général de ce volet est de permettre à un groupe de spécialistes en génie de l'ASC d'offrir du soutien à divers intervenants internes et externes qui participent à des projets, activités ou études liés à l'espace. Ce groupe appuie également la participation de l'ASC à un certain nombre de forums internationaux comme le Comité de coordination interagence sur les débris spatiaux, la Coopération européenne à la normalisation dans le domaine spatial ou la Fédération internationale d'aéronautique. Avant la mise en œuvre des compressions budgétaires à la suite de l'examen des programmes en 2012, le groupe responsable du volet PI1 appuyait également des projets de recherche interne auxquels prenaient part des boursiers postdoctoraux embauchés dans le cadre du Programme de bourses du CRSNG dans les laboratoires du gouvernement canadien.

Si l'éventail d'activités entreprises dans le cadre du volet PI1 demeure fluide, il n'en reste pas moins que l'expertise technique de ce groupe est un atout essentiel de l'ASC qui lui sert à bien des niveaux, y compris l'atteinte des objectifs du sous-programme en ce qui a trait au perfectionnement du PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS. En agissant notamment comme examinateurs et directeurs de

thèses, en soutenant des projets-cadres en génie, en participant à des campagnes STRATOS ou à d'autres formes d'activités de démonstration et en contribuant à l'examen des propositions envoyées pour le financement de divers AOP, le groupe responsable du PI1 assure le maintien du niveau de qualité technique attendu des projets liés à l'espace.

Programme de formation des ingénieurs subalternes

La pertinence du Programme de formation des ingénieurs subalternes peut être évaluée de deux façons. Pour les ingénieurs nouvellement diplômés qui souhaitent faire carrière dans le domaine spatial, ce programme représente une possibilité inouïe. Les anciens participants au programme l'ont largement souligné, ce programme a véritablement dépassé leurs attentes initiales. Ils ont insisté sur la perception selon laquelle il est difficile d'être recruté par l'ASC puisqu'elle a très peu de postes à pourvoir. L'accès à ce programme a donc été vu comme une occasion inégalée d'être recruté par l'Agence.

Du point de vue de l'ASC, le programme soutient ses efforts de renouvellement de sa capacité d'ingénierie interne. Les participants au programme sont exposés à diverses tâches liées au génie au sein de l'ASC et, selon leur expérience et leurs diplômes, ils peuvent être intégrés à la direction de l'Agence qui correspond le mieux à leur profil. Cependant, les constatations de l'évaluation démontrent également qu'il y a une limite à ce que les participants au programme peuvent offrir. Comme c'est le cas pour n'importe quelle autre organisation, les employés chevronnés de l'ASC prendront ultimement leur retraite et l'Agence doit mettre en place des stratégies visant à assurer le maintien du niveau d'expertise technique requis pour mener ses missions et activités à bien. Les participants au Programme de formation des ingénieurs subalternes peuvent contribuer dans une certaine mesure à combler ce manque, mais ne peuvent pas le faire complètement. Par conséquent, le programme demeure pertinent pour l'ASC, mais il constitue un volet d'une grande solution qui inclut les autres volets pour veiller au bon renouvellement de l'expertise en génie de l'Agence.

Sensibilisation et éducation et activités éducatives axées sur l'espace

La nécessité de promouvoir les STGM auprès des jeunes Canadiens est bien établie (voir la sous-section 4.1.1.2). Au moment de la présente évaluation, l'ASC entreprenait un certain nombre d'initiatives ciblant les jeunes Canadiens, mais le sous-programme ne contribuait plus activement à ce secteur d'activité. La contribution du sous-programme était davantage axée sur le soutien d'activités particulières à l'intention des étudiants universitaires (comme participer à des conférences liées à l'espace ou à des projets financés par le volet Développement scientifique et universitaire). Par conséquent, il faut déterminer jusqu'à quel point il est pertinent pour l'ASC d'entreprendre de nouvelles activités qui visent les jeunes.

Les constatations tirées de l'évaluation démontrent que, au-delà des diverses activités de communications, de sensibilisation, de promotion qui sont actuellement réalisées, y compris celles qui visent les jeunes Canadiens, l'ASC doit déployer davantage d'efforts concertés et coordonnés pour promouvoir les STGM au moyen des sciences spatiales et vice-versa. Comme l'ont démontré les autres agences spatiales et signalées pendant les entrevues, cela signifie qu'il faut offrir les outils et le soutien

nécessaires pour utiliser ces outils. Aussi fascinant que l'espace puisse être, il n'en reste pas moins qu'il s'agit d'un domaine complexe qui exige des approches pédagogiques professionnelles. Au moment de la présente évaluation, l'ASC structurerait plus amplement ses activités de sensibilisation et d'éducation en établissant un plan relatif aux STGM qui devrait porter sur les activités visant les jeunes et les étudiants canadiens, et en révisant le volet lié à la sensibilisation et à l'éducation de son Programme global de subventions et contributions.

L'approche ascendante adoptée par d'autres pays comme le Japon et, de façon plus courante, par l'ESA (voir la sous-section 4.1.1.2 pour en apprendre davantage à ce sujet), peut sembler particulièrement pertinente dans le contexte canadien. En offrant diverses options visant à mobiliser les jeunes Canadiens et en permettant la mise en œuvre des initiatives mises de l'avant par les participants à celles-ci, l'ASC serait en mesure d'offrir le type d'aide correspondant à son mandat fondamental qui est de promouvoir l'espace et de faire progresser les connaissances sur celui-ci (Lois du Canada, 1990, article. 4). Alors que d'autres organisations contribuent grandement à la promotion de l'espace (comme il en est question dans la prochaine sous-section), l'ASC se démarque sur le plan de la crédibilité, des connaissances et de l'attrait. Les astronautes canadiens travaillent pour l'ASC et celle-ci participe à diverses missions spatiales. Tout comme les autres agences spatiales, et comme il a été signalé pendant les entrevues, cet important atout est susceptible de faire participer les jeunes Canadiens.

4.1.1.4 *Autres contributions importantes*

Comme il en a souvent été question dans le rapport, le perfectionnement du PHQ, l'acquisition de connaissances en STS et la promotion des STGM et de l'espace auprès des jeunes Canadiens sont tous des initiatives auxquelles participent des intervenants qui ne font pas partie du sous-programme ou de l'ASC. Le but de ce rapport n'est pas d'évaluer l'efficacité de ces activités entreprises par d'autres groupes au sein de l'ASC ou des intervenants externes, mais bien de reconnaître la contribution que l'on attend d'elles, et donc de prendre conscience qu'au bout du compte, elles sont complémentaires au rôle que joue le sous-programme à cet égard. Cette sous-section n'offre pas une liste complète de ces initiatives, elle souligne plutôt les initiatives qui ont émergé de façon plus systématique de ses diverses sources de données.

Perfectionnement du PHQ et acquisition de connaissances en STS

Autres activités au sein de l'ASC

Il serait raisonnable d'affirmer que toutes les activités entreprises par les trois directions principales du programme de l'ASC (utilisation de l'espace, exploration spatiale, sciences et technologies spatiales) contribuent, à certains égards, au perfectionnement du PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS. Dans plusieurs cas, le perfectionnement du PHQ n'est pas un objectif établi ou principal, mais il contribue néanmoins aux activités de l'Agence. En utilisant le nombre de projets réalisés en grande partie dans le cadre du Programme global de subventions et contributions ou de contrats attribués par l'ASC à des chercheurs universitaires comme indicateur, les données administratives indiquent que, au

cours d'une période de quatre ans (2012-2013 à 2015-2016), les trois directions ont soutenu un nombre assez semblable de projets de ce genre, comme il est indiqué à la Figure 4.

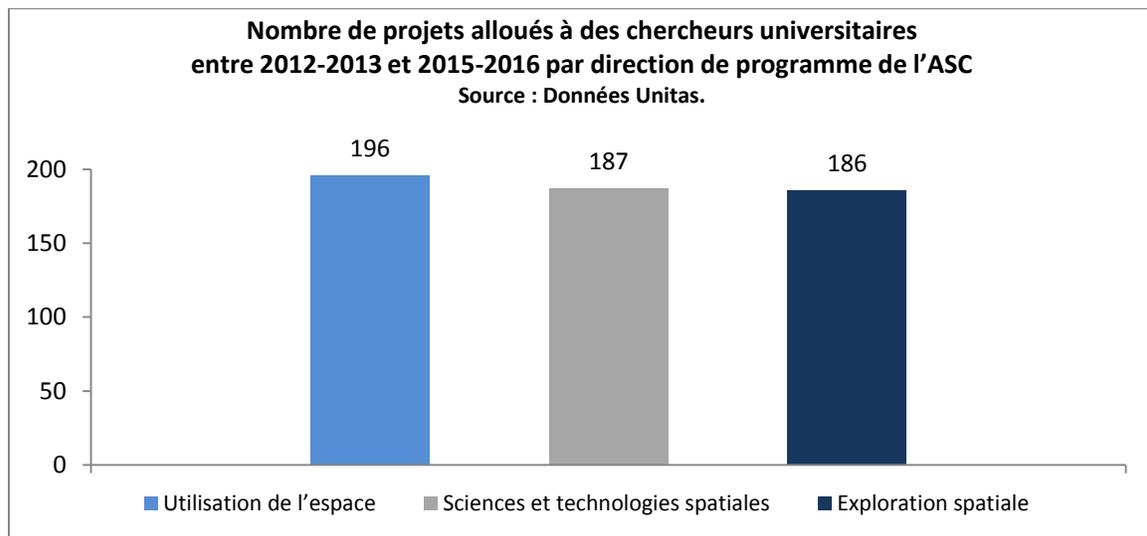


Figure 4

Au sein de la Direction générale des sciences et technologies spatiales (qui gère le sous-programme), le Programme de développement des technologies spatiales (PDTS) constitue un exemple éloquent d'une telle contribution complémentaire (Agence spatiale canadienne, 2016h). Le PDTS offre de l'aide financière aux entités, principalement aux entreprises du secteur privé, pour le développement de technologies spatiales précises. Les deux objectifs principaux de ce programme consistent à développer des technologies générales et habilitantes pour des missions en vue de soutenir les besoins futurs du programme spatial canadien, et d'appuyer le renforcement des capacités industrielles. Ce faisant, ce programme contribue nécessairement aux sciences et technologies spatiales et au perfectionnement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée.

Dans le cadre des activités et des projets qu'elles ont entrepris, la Direction générale de l'exploration spatiale et la Direction générale de l'utilisation de l'espace offrent également plusieurs possibilités pour faire participer les universitaires, les étudiants et les industries à ceux-ci.

L'utilisation des données du radar à synthèse d'ouverture (RSO) est un exemple de la contribution des activités de l'utilisation de l'espace pour former le PHQ et la main-d'œuvre du secteur spatial. L'ASC gère un certain nombre de programmes qui facilitent l'utilisation des données du RSO produites par le satellite RADARSAT 2. Voici une liste de ces programmes :

- le programme d'initiatives gouvernementales en observation de la Terre (IGOT) qui appuie l'utilisation des données du RSO par d'autres ministères fédéraux et agences fédérales;
- le programme de développement d'applications en observation de la terre (PDAOT) qui appuie l'utilisation des données du RSO par les entreprises privées du secteur spatial;

- le programme de recherche sur les applications scientifiques et opérationnelles (SOAR) qui appuie l'utilisation de l'imagerie du RSO par les universités. Le programme SOAR est particulièrement pertinent aux fins de la présente évaluation. Il est également bon de mentionner que durant la période visée par l'évaluation, le programme SOAR a financé six projets de recherche auxquels participaient quatre universités, en plus de fournir l'accès à l'imagerie du RSO à plus de 294 projets de recherche au Canada et dans d'autres régions du monde. Un sondage réalisé en 2014 par l'équipe du programme SOAR a révélé que plus de 300 étudiants diplômés des universités canadiennes ont pris part à des programmes portant sur les données du RSO (Agence spatiale canadienne, 2017 c).

Pour ce qui est de l'exploration spatiale, l'étude de cas sur les simulations de retour d'échantillons martiens réalisées dans le cadre de la présente évaluation offre un autre exemple du perfectionnement du PHQ. Au moyen d'un AOP publié au mois de février 2016, la Direction générale de l'exploration spatiale a offert du financement à l'Université McGill et à l'Université Western pour qu'elles puissent entreprendre des études de définition scientifique de l'Exploration spatiale (Agence spatiale canadienne, 2016i). Ces activités ont été intégrées à la vaste initiative de simulation de 2016 menée par l'Université Western à laquelle 32 étudiants ont participé, pour la plupart aux cycles supérieurs, et 12 chercheurs et professeurs de cinq universités canadiennes, ainsi que des représentants d'entreprises privées du secteur spatial et d'autres agences spatiales (la NASA et l'agence spatiale du Royaume-Uni). Alors que l'objectif principal des études de définition scientifique consiste à faire une démonstration des technologies et de faire progresser la science, elles soutiennent systématiquement le perfectionnement du PHQ.

De plus, l'ASC a, au fil des ans, intégré des étudiants au moyen de programmes Alternance travail-études, du Programme fédéral d'expérience de travail étudiant (PFETE), du Programme des adjoints de recherche (PAR) ou d'autres initiatives semblables. Alors que ces étudiants – qui sont habituellement des étudiants de premier cycle ou de cycle supérieur – ont été répartis dans divers groupes au sein de l'ASC, les constatations tirées des entrevues démontrent que la Direction générale de l'exploration spatiale et la Direction générale de l'utilisation de l'espace ont embauché une bonne partie d'entre eux.

Comme l'indique la Figure 5, le nombre d'étudiants qui ont collaboré avec l'ASC a baissé de façon importante à la suite de l'examen des programmes de 2012. En effet, si près de 200 étudiants participaient à divers programmes en 2011-2012, ce nombre est passé à 44 en 2015-2016.

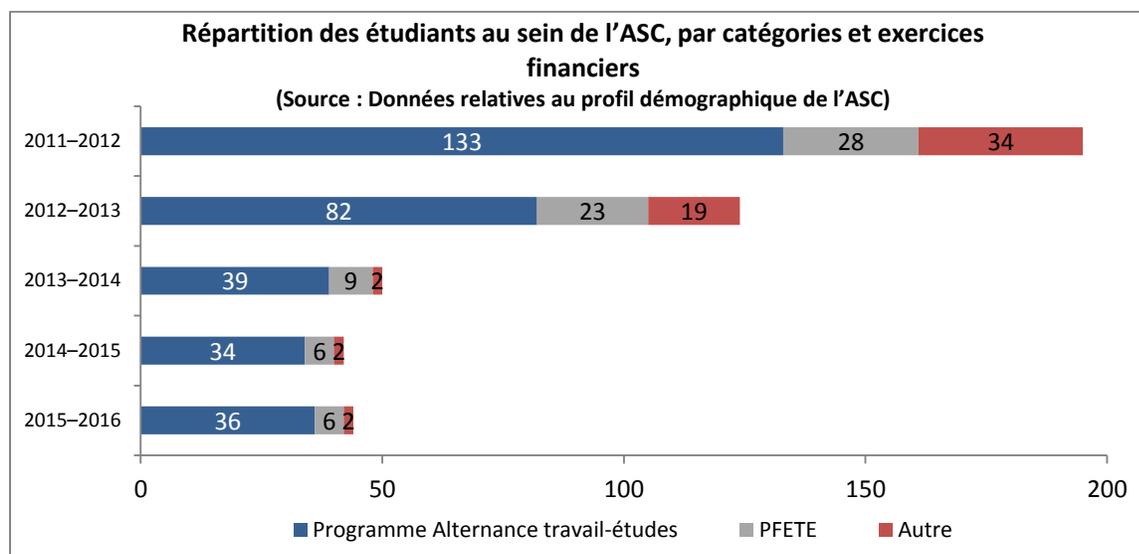


Figure 5

L'ASC a également parfois offert de l'aide financière pour permettre à des étudiants de participer à des conférences portant sur l'espace. Par exemple, en 2016, l'Agence a attribué du financement au moyen de son initiative de participation étudiante afin d'aider les étudiants qui voulaient assister au Congrès international d'astronautique de la Fédération internationale d'astronautique (Agence spatiale canadienne, 2016j). Ce type de financement était ouvert à tous les étudiants universitaires (au baccalauréat, à la maîtrise, au doctorat et au postdoctorat).

Activités financées par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG)

Il est prévu que les programmes du CRSNG contribueront de façon importante au perfectionnement du PHQ dans les domaines des sciences et de l'ingénierie. Bien que les champs de recherche couverts par les programmes du CRSNG s'étendent à d'autres domaines que l'espace, ils comprennent ce domaine, et un certain nombre de projets liés à l'espace ont été financés par le CRSNG et l'ASC.

Comme il a été mentionné dans la sous-section précédente, l'ASC est engagée dans des chaires industrielles qui ont reçu du financement du CRSNG. Les constatations tirées des entrevues indiquent que d'autres types de financement du CRSNG, comme le Programme de subventions à la découverte et le Programme de subventions d'engagement partenarial, ont été utilisés par des universitaires dans le domaine des sciences spatiales pour mobiliser leurs étudiants.

Cependant, le Programme de formation orientée vers la nouveauté, la collaboration et l'expérience en recherche (FONCER) du CRSNG est celui qui a été mentionné le plus souvent lors des entrevues menées dans le cadre de la présente évaluation. Chaque année, le Programme FONCER offre à chaque bénéficiaire jusqu'à 1,65 million de dollars sur six ans (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, 2016b). L'une des principales caractéristiques du programme est qu'au moins 80 % des subventions doivent être utilisées pour offrir des bourses aux stagiaires. Bien que cela soit perçu comme l'occasion par excellence pour recruter des étudiants, les constatations tirées des entrevues démontrent

que cette mesure limite également l'étendue des activités pouvant être soutenues dans le cadre du programme. Comme l'ont fait remarquer des universitaires qui ont été consultés, c'est ici que le financement offert par l'ASC, par exemple dans le cadre des programmes VITES et STRATOS, joue un rôle essentiel pour permettre que d'autres types de coûts ou d'activités puissent être couverts afin d'offrir des expériences de bout en bout plus significatives.

L'étude de cas sur les simulations d'un exemple de retour de Mars offre un autre aperçu de la façon dont le financement du CRSNG, combiné à un autre type d'appui offert par l'ASC, peut contribuer de façon importante à l'élargissement des connaissances et au perfectionnement du PHQ en ce qui concerne l'espace. Pour ce projet en particulier, la Western University a reçu, en 2011, un montant maximum de 1,65 million de dollars s'échelonnant sur une période de six ans afin de mettre en œuvre le Programme « Technologies and Techniques for Earth and Space Exploration » de FONCER de l'ASC. En plus du financement offert par l'intermédiaire d'un AOP des études de définition scientifique, Exploration spatiale, l'ASC appuyait ce projet de simulation d'un exemple de retour en offrant l'accès à ses rovers, ses sites d'essais, ses installations d'exploitation et son expertise en la matière.

Le besoin inhérent de combiner de multiples sources de financement pour mener à bien des projets de recherche pratiques, y compris ceux portant sur des études liées au domaine spatial, démontre qu'il est d'une importance cruciale pour les organismes de financement de travailler en étroite collaboration. Les constatations tirées des entrevues démontrent que les relations entre le CRSNG et l'ASC sont particulièrement importantes à cet égard, et qu'il y avait une volonté forte d'établir des liens encore plus étroits entre les deux organisations afin de s'assurer que la planification et la mise en œuvre de leurs programmes respectifs puissent être coordonnées pour optimiser leurs contributions au perfectionnement du PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS.

Autres activités pertinentes réalisées au Canada

De nombreuses autres activités réalisées au Canada sont complémentaires aux activités du sous-programme. Dans certains cas, l'ASC offre du soutien, et dans d'autres cas, ces activités sont menées de façon indépendante. Voici les réponses les plus courantes des personnes consultées dans le cadre de la présente évaluation :

- Le laboratoire PEARL de recherche sur l'atmosphère dans l'environnement polaire : exploité par le Canadian Network for the Detection of Atmospheric Change (CANDAC), PEARL est un laboratoire de recherche situé sur l'île d'Ellesmere, à 15 km d'Eureka et à près de 1 100 km du pôle Nord (Canadian Network for the Detection of Atmospheric Change, 2017). Son principal objectif est d'étudier les changements dans l'atmosphère au-dessus du Canada. À cette fin, il compte divers instruments qui mesurent les propriétés atmosphériques du sol jusqu'à environ 100 km d'altitude. Les partenaires de financement de PEARL comprennent l'ASC, le CRSNG, Environnement et Changement climatique Canada, la Fondation canadienne pour l'innovation, les gouvernements provinciaux de l'Ontario et de la Nouvelle-Écosse et un certain nombre d'organisations de recherche. Au total, neuf universités participent aux activités de recherche

menées à PEARL, ce qui comprend des universitaires et des étudiants qui ont publié un grand nombre d'ouvrages ou donné de nombreuses présentations au fil des ans.

- CARIC/CRIAQ : Le Consortium en aérospatiale pour la recherche et l'innovation au Canada (CARIC), et son équivalent, le Consortium pour la recherche et l'innovation en aérospatiale au Québec (CRIAQ), vise à rapprocher les universitaires et les entreprises privées du secteur de l'aérospatiale. Ces deux intervenants offrent des fonds de recherche pour la recherche appliquée qui vise l'avancement du niveau de maturité technologique (TRL) des nouvelles technologies.
- Mitacs : Établi comme un organisme national sans but lucratif, Mitacs conçoit et offre un certain nombre de programmes de formation et de recherche. Faisant généralement appel à un financement symétrique entre les sources de l'industrie et du gouvernement, ces programmes offrent aux étudiants et aux boursiers postdoctoraux des occasions, comme des stages (Accélération), de la formation en gestion de recherche (Élévation), des stages internationaux (Globalink), des ateliers (étape) et des bourses pour l'élaboration de politiques (Bourse pour l'élaboration de politiques scientifiques canadiennes) (Mitacs, 2014). Les constatations tirées des entrevues confirment que les universitaires et les étudiants en sciences spatiales ont participé à certains de ces programmes.

Autres activités pertinentes réalisées à l'étranger

Enfin, du PHQ canadien a participé à un certain nombre d'activités réalisées à l'étranger. Parmi les programmes mentionnés par les personnes interrogées dans le cadre de la présente évaluation, il y a le programme d'échange étudiant canado-norvégien axé sur les fusées-sondes (CaNoRock) qui est un partenariat entre les Universités de Calgary, de l'Alberta et de la Saskatchewan, la University of Oslo, la University of Tromsø, le Andøya Space Center et le Norwegian Center for Space Related Education (Andøya Space Center, 2017). Comme l'a fait remarquer un professeur interrogé, ce programme d'échange offre une rare occasion aux étudiants de premier cycle participant d'interagir avec des étudiants d'autres pays lors d'activités pratiques liées à l'espace. L'ASC a offert du financement pour appuyer CaNoRock.

L'Université internationale de l'espace offre un certain nombre d'activités de perfectionnement professionnel et universitaire à son emplacement principal à Strasbourg, ainsi qu'à d'autres emplacements dans le monde (Université internationale de l'espace, 2017). La maîtrise en sciences spatiales et le programme de sciences spatiales d'une durée de deux mois ont été mentionnés de manière positive lors des entrevues menées dans le cadre de la présente évaluation. Bien que l'ASC offrait auparavant du financement pour appuyer les étudiants inscrits à l'Université internationale de l'espace, ce financement a été supprimé après l'examen de programme de 2012.

Enfin, les constatations de l'évaluation démontrent que le programme de formation et d'apprentissage offert par l'Agence spatiale européenne (ESA) est une occasion d'apprentissage qui n'est peut-être pas assez connu des étudiants canadiens (Agence spatiale européenne, 2017). Puisque le Canada est un

membre associé de l'ESA, les étudiants des universités canadiennes ont un accès complet à ce programme pratique qui porte sur la recherche spatiale, les installations et les applications en science et en ingénierie. La difficulté, surtout pour les étudiants canadiens, est d'obtenir le financement nécessaire pour assumer les dépenses connexes, comme les frais de déplacement.

Promotion des STGM

Comme il a été mentionné précédemment, au moment de la présente évaluation, le sous-programme ne participait plus à la promotion des STGM et des sciences spatiales auprès des jeunes Canadiens. Alors que la sous-section 4.1.1.2 du présent rapport décrit les initiatives entreprises dans d'autres pays pour promouvoir les STGM, les paragraphes suivants résument les constatations de l'évaluation concernant les initiatives canadiennes mises de l'avant par l'ASC et d'autres organisations qui sont pertinentes aux fins de l'évaluation du sous-programme.

Activités au sein de l'ASC

C'est principalement grâce aux activités de sa Direction des communications et relations publiques que l'ASC rejoint le public canadien, y compris les jeunes (surtout au primaire et au secondaire), et les fait participer aux activités qui soulignent les diverses dimensions de l'espace. La liste suivante, sans être exhaustive, offre un bon aperçu de la nature et de la portée de ces activités de liaison extérieure réalisées au cours de la période visée par la présente évaluation :

- Depuis 2011, en collaboration avec le Musée de l'aviation et de l'espace, l'ASC a monté les expositions « Vivre dans l'espace » et « Canadarm » qui permettent aux visiteurs de mieux comprendre la vie à bord de la Station spatiale internationale. Selon les données administratives de l'ASC, jusqu'à maintenant, plus de 560 000 personnes ont visité ces expositions.
- Lancée en décembre 2012, la mission de cinq mois de la Station spatiale internationale (à laquelle participe l'astronaute canadien Chris Hadfield) offre une occasion unique de faire participer tous les Canadiens, mais plus particulièrement les jeunes. Parmi les nombreuses activités organisées autour de cette mission, il y avait 24 événements en direct avec des étudiants de toutes les régions du pays. L'un de ces événements était un concert en direct de l'espace avec Chris Hadfield qui a attiré près d'un million de participants partout au Canada. De plus, un total de 88 vidéos portant sur les sciences et l'apesanteur dans l'espace ont été produites au cours de cette mission; ils ont été visionnés plus de 40 000 fois.
- En 2014, l'ASC a produit ses cinq cartes géantes « Le Canada vu de l'espace » à l'intention des éducateurs; elles ont été produites en collaboration avec la Société géographique royale du Canada et le Musée canadien de l'aviation et l'espace. Ces cartes permettent aux élèves canadiens de mieux comprendre le rôle joué par les satellites d'observation de la Terre. Jusqu'à présent, 51 écoles primaires et secondaires ont participé à cette initiative.
- Les deux astronautes canadiens participent, de façon continue, à de nombreuses activités de sensibilisation avec les élèves canadiens. Par exemple, les données administratives démontrent

que ces astronautes ont offert près de 125 présentations à plus de 22 000 élèves en 2014-2015, en plus de leur participation à cinq tournées nationales.

- L'ASC reste très présente dans les médias sociaux. Pour 2014-2015, les données administratives indiquent que la chaîne YouTube de l'Agence comptait plus de 220 000 abonnés, que son compte Twitter comptait près de 215 000 abonnés et que sa page Facebook comptait près de 92 000 abonnés.

Il convient également de mentionner que les modules éducatifs qui avaient été créés dans le cadre de l'ancien programme d'apprentissage spatial de l'ASC continuent d'être utilisés par les professeurs des écoles primaires et secondaires du Canada.

Autres activités réalisées au Canada

En plus de l'ASC, un certain nombre d'organisations participent activement à la promotion des STGM et de l'espace auprès des jeunes Canadiens. Encore une fois, certaines de ces activités sont entreprises avec le soutien et la collaboration directe de l'ASC, alors que d'autres sont menées de manière indépendante. En ce qui concerne le financement, il est bon de mentionner que le CRSNG offre une aide financière pour la promotion des STGM par l'intermédiaire du Programme PromoScience (Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada, 2016a).

L'une de ces organisations de sensibilisation est Parlons sciences, un organisme de bienfaisance canadien fondé en 1993 qui offre toute une gamme d'activités et de programmes liés aux STGM. Il convient de noter dans le cadre de la présente évaluation le programme Tomatosphère. D'abord établi par l'ASC, puis transféré à Parlons sciences après la mise en œuvre de l'examen de programme de 2012, Tomatosphère implique des élèves de la maternelle à la douzième année. Chaque année, les élèves participants explorent les effets de l'espace sur la nourriture en utilisant la germination de graines de tomates, y compris certaines qui ont voyagé dans l'espace. En utilisant des graines traitées (exposées à l'espace) et non traitées, les élèves réalisent des enquêtes et des expériences scientifiques. En 2015-2016, 17 700 classes ont participé au programme.

Un autre organisme de charité, Actua, implique également des jeunes Canadiens en programmation des STGM. En utilisant un réseau de membres de collèges et d'universités, l'organisation atteint environ 225 000 jeunes de toutes les régions au pays en plus d'embaucher environ 1 000 étudiants de premier cycle (Actua, 2017). Ces activités comprennent des ateliers, des camps et des clubs. L'organisation met également en œuvre des activités visant les publics cibles, comme le programme A-STIM pour les jeunes Autochtones, et le programme national pour filles offert aux étudiantes.

Certaines universités canadiennes mettent aussi en œuvre des programmes de sensibilisation aux STGM. Par exemple, la faculté de génie et de sciences appliquées de l'Université de Toronto offre le programme d'enrichissement en génie Da Vinci qui est un cours d'été destiné aux élèves du secondaire; il comporte trois séances qui sont offertes le samedi à l'intention des élèves de la troisième à la huitième année (Faculty of Applied Science & Engineering, University of Toronto, 2017). En 2015-2016, le

programme d'été offrait deux cours traitant de l'espace (Rocket Science et Introduction to Spacecraft and Orbital Mechanics). La Western University offre également des activités de liaison extérieure, y compris des séances sur l'astronomie, les sciences spatiales et l'espace à l'intention des jeunes (Centre for Planetary Science and Exploration, 2017). Elle offre également des camps sur l'espace aux jeunes de 9 à 14 ans.

4.1.2 Harmonisation avec les priorités de l'ASC et du gouvernement

La promotion des STGM, l'acquisition de connaissances en STS et le perfectionnement du PHQ sont des priorités du gouvernement fédéral et de l'ASC. Ces objectifs s'harmonisent parfaitement avec les priorités du plan du Canada en matière d'innovation.

Priorités du gouvernement fédéral

Au moment de la présente évaluation, les objectifs de perfectionnement du PHQ, d'acquisition de connaissances sur les sciences spatiales, et de promotion des STGM auprès des jeunes Canadiens étaient tous harmonisés avec les priorités du gouvernement fédéral. Comme il a été remarqué lors des entrevues, cela constitue une transition importante en prenant en compte la période visée par l'évaluation. Les mesures de réduction des coûts mises en œuvre dans le cadre de l'examen de programme de 2012 ont grandement réduit la capacité de l'ASC à participer à l'atteinte des trois résultats, mais ce contexte politique a clairement évolué.

En novembre 2015, dans la lettre de mandat qu'il a remise au ministre des Sciences, le premier ministre a donné le ton : « Notre gouvernement croit en la science et croit que de bonnes connaissances scientifiques devraient être à la base du processus décisionnel. » (Cabinet du premier ministre, 2015b). La lettre mettait l'accent sur le fait que l'un des objectifs du gouvernement fédéral, en ce qui a trait aux sciences, est de trouver « un juste équilibre entre la recherche fondamentale en appui de découvertes et la commercialisation des idées. »

La reconnaissance que l'innovation est un pilier fondamental de la croissance économique figurait également dans la lettre de mandat remise au ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique, dont le portefeuille comprend l'ASC. Entre autres choses, elle demande au ministre de travailler avec divers intervenants, y compris des établissements d'enseignement postsecondaire, afin de contribuer à « accroître la qualité et à améliorer l'incidence de nos programmes à l'appui de l'innovation, de la recherche scientifique et de l'entrepreneuriat » (Cabinet du premier ministre, 2015a).

Peu après, en juin 2016, le gouvernement fédéral a publié son Plan pour l'innovation et les compétences qui s'appuie sur six piliers, y compris le perfectionnement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée (société entrepreneuriale et créative), l'amélioration des capacités scientifiques canadiennes (excellence mondiale en sciences), et l'établissement de regroupements comprenant les entreprises, les établissements de recherche et le gouvernement (regroupements et partenariats de calibre mondial)

(Gouvernement du Canada, 2016, p. 4 et 5). À cet effet, le gouvernement fédéral a également annoncé la nouvelle Stratégie en matière de compétences mondiales du Canada qui fera en sorte de « faciliter l'accès aux meilleurs talents mondiaux au profit des entreprises qui exercent leurs activités au Canada et qui s'engagent à attirer de nouvelles compétences et à créer un plus grand nombre d'emplois canadiens » (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2017c).

À l'automne 2016, dans le cadre du Sommet de l'aérospatiale canadienne, le ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique a souligné l'importante contribution des secteurs spatial et de l'aérospatiale en innovation, a confirmé que le Comité consultatif de l'espace sera revitalisé et a demandé à appuyer l'élaboration de priorités à long terme pour le secteur spatial au Canada, y compris une nouvelle stratégie spatiale. Entre autres choses, il est prévu que la nouvelle stratégie spatiale qui appuie « les gens de talent, ainsi que la recherche et l'entrepreneuriat au sein de l'industrie » (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2016).

Plus récemment, en février 2017, le gouvernement fédéral a lancé son initiative « Optez pour les sciences » qui appuie la promotion des STGM auprès des jeunes Canadiens, et plus particulièrement des jeunes femmes (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2017a). Cette initiative se concentre sur la sensibilisation sur les médias sociaux, ainsi que sur la prestation de matériel d'instruction pour les parents, les professeurs et les mentors (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2017b).

Ces divers engagements ont été mis encore plus de l'avant lorsque le gouvernement fédéral a présenté son budget en mars 2017. Reconnaissant que « pour surmonter des défis importants, il faut des solutions nouvelles et innovatrices », le budget contient des mesures visant à renforcer les sciences au sein du gouvernement fédéral. En plus de créer un poste de conseiller scientifique en chef, le gouvernement fédéral élaborera une nouvelle stratégie fédérale d'infrastructure scientifique qui comprendra un examen des investissements fédéraux « dans l'infrastructure scientifique fédérale, y compris les laboratoires et les centres d'essais fédéraux » (Gouvernement du Canada, 2017, p. 88).

Le budget fédéral comprenait également de nouveaux investissements liés à l'espace qui contribueront à l'acquisition de connaissances en STS et au perfectionnement du PHQ :

Le Canada est depuis longtemps présent dans l'espace. Alors que nos partenaires internationaux préparent de nouvelles missions, le budget de 2017 prévoit des investissements qui souligneront l'engagement du Canada à innover et à exercer son leadership dans l'espace. Le budget de 2017 propose de consacrer 80,9 millions de dollars sur cinq ans, selon la comptabilité de caisse, à compter de 2017-2018, pour financer de nouveaux projets par l'intermédiaire de l'Agence spatiale canadienne. Ces projets permettront de démontrer et de mettre à profit les innovations spatiales canadiennes, notamment dans le domaine des technologies quantiques et de l'observation de la surface martienne. Ce dernier projet permettra au Canada de se

joindre à la prochaine mission Mars Orbiter de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) (Gouvernement du Canada, 2017, p. 90)

En ce qui concerne la promotion des STGM auprès des jeunes Canadiens, le budget fédéral contenait deux nouvelles mesures : une augmentation du budget alloué au Programme PromoScience du CRSNG pour élargir la portée des activités offertes par ses organisations bénéficiaires, y compris les activités visant les groupes sous-représentés en STGM. Le budget comprenait également un élargissement des Prix du premier ministre pour l'excellence dans l'enseignement pour inclure 17 nouveaux prix ayant pour thème les STGM (Gouvernement du Canada, 2017, p. 74).

Priorités de l'ASC

Puisqu'elle est plus spécifiquement liée aux priorités de l'ASC, la période visée par la présente évaluation a commencé avec l'examen des secteurs spatial et de l'aérospatiale annoncé dans le budget fédéral de 2011 (Gouvernement du Canada, 2011, p. 86). Ce qui est devenu le rapport Emerson comprenait un certain nombre de recommandations, notamment la nécessité pour l'ASC d'avoir une vision plus claire de l'objectif du Canada en ce qui a trait à l'espace : « Dans un secteur où les projets sont, par définition, coûteux, complexes et de longue haleine, il est particulièrement important d'avoir des objectifs concrets, un financement prévisible et une mise en œuvre méthodique » (Examen de l'aérospatiale, 2012, p. 26).

En partie en réaction à cet examen, l'ASC a révélé, en février 2014, le Cadre de la politique spatiale. La vision décrite dans ce cadre repose sur cinq principes fondamentaux, y compris le besoin d'améliorer les capacités principales (p. ex., les télécommunications, la télédétection, la robotique), et d'inciter les Canadiens à poursuivre une carrière dans le domaine spatial (Agence spatiale canadienne, 2014b, p. 10). Le cadre comprend quatre voies d'actions stratégiques, y compris l'engagement à travailler avec l'industrie et la communauté de recherche spatiale afin d'appuyer d'autres possibilités en recherche et développement, et en innovation (Agence spatiale canadienne, 2014b, p. 11).

Ces constatations confirment que le sous-programme est en mesure d'appuyer les priorités fédérales en matière d'innovation, y compris les priorités dans le domaine spatial établies par l'ASC.

4.1.3 Répartition des rôles et des responsabilités

Les activités entreprises dans le cadre du sous-programme relèvent du mandat législatif de l'ASC. Toutefois, un certain nombre d'autres acteurs internes et externes participent activement à la poursuite des objectifs du sous-programme, ce qui met la nature complémentaire de ces activités en valeur.

Les constatations de l'évaluation décrites dans les sous-sections précédentes fournissent assez de preuves quant à l'éventail d'intervenants qui participent activement au perfectionnement du PHQ, à l'avancement des connaissances du secteur spatial et à la promotion des STGM auprès des jeunes Canadiennes et Canadiens. L'atteinte de l'équilibre le plus efficace dans la répartition des rôles et des

responsabilités dans toutes ces organisations est forcément un processus continu qui tient compte des activités, des possibilités et des mandats évolutifs.

En analysant le rôle attendu de l'ASC plus en profondeur, il est important de se souvenir du mandat principal que le Parlement lui a assigné et qui est mentionné dans la *Loi sur l'Agence spatiale canadienne*. Le voici : « L'Agence a pour mission de promouvoir l'exploitation et l'usage pacifiques de l'espace, de faire progresser la connaissance de l'espace au moyen de la science et de faire en sorte que les Canadiens tirent profit des sciences et techniques spatiales sur les plans tant social qu'économique » (Lois du Canada, 1990, art. 4).

Comme on l'a déjà fait remarquer dans la sous-section 4.1.1.1, les résultats attendus du sous-programme sont directement liés aux notions de faire progresser « la connaissance de l'espace au moyen de la science » et de faire en sorte « que les Canadiens tirent profit des sciences et techniques spatiales sur les plans tant social qu'économique ». Par conséquent, en raison de la complexité de la science spatiale, des mesures sont logiquement nécessaires pour bâtir, maintenir et accroître le bassin de PHQ dans le secteur spatial. Cela se fait du moment où un enfant crée des liens dans son environnement en général, jusqu'à son inscription à des études de cycle supérieur hautement spécialisées dans l'un des nombreux domaines liés à l'espace.

En ce qui concerne la question spécifique de la promotion des STGM auprès des jeunes Canadiennes et Canadiens, il existe déjà un réseau assez vaste et actif d'organisations qui incitent les jeunes à poursuivre des études en STGM et à jouer des rôles complémentaires. Les ministères de l'Éducation, les conseils scolaires et les écoles exposent les jeunes Canadiennes et Canadiens à la nature et aux applications des domaines des STGM. D'autres organisations, y compris un bon nombre d'organismes à but non lucratif qui mettent un accent particulier sur l'espace, sont sollicitées pour établir ces perspectives en STGM. L'ASC, quant à elle, est considérée comme le centre principal d'expertise spatiale au Canada. Dans ces circonstances, la contribution continue de l'ASC doit être ciblée et complémentaire, en plus de s'inscrire dans le cadre de son mandat imposé par la loi. Ce faisant, l'ASC peut tirer parti du fait que ses biens n'ont pas d'équivalent et que l'organisation détient ou a accès à un niveau d'expertise spatiale inégalé au Canada. S'appuyant sur les diverses activités de communication déjà entreprises, l'ASC peut collaborer de façon plus systématique à la promotion des STGM au moyen des sciences spatiales et des sciences spatiales au moyen des STGM. L'approche personnalisée et ciblée utilisée par les autres organismes pour atteindre cet objectif (comme il a été mentionné dans la sous-section 4.1.1.2 de ce rapport) est particulièrement intéressante dans le contexte canadien.

4.2 Conception et exécution du sous-programme

Cette sous-section du rapport résume les constatations de l'évaluation de la conception et de la prestation du sous-programme. Elle porte sur les mécanismes et les processus mis en place en vue de l'exécution des éléments du sous-programme, ainsi que la stratégie actuelle visant à mesurer leur rendement continu. Cette sous-section porte également sur les exigences liées au sexe applicables au sous-programme. Puisque les activités du sous-programme portant sur la promotion des STGM auprès des jeunes Canadiens n'étaient plus en cours au moment de l'évaluation, elles ne sont pas abordées dans cette sous-section.

4.2.1 Structure de conception et d'exécution

L'ASC a établi des processus et des structures solides pour exécuter l'ensemble des activités visées par le sous-programme. Au cours de l'évaluation, des occasions d'amélioration de la capacité d'exécution du volet Développement scientifique et universitaire et du processus de planification des activités du volet PI1 ont été soulevées.

Volet Développement scientifique et universitaire

Les constatations de l'évaluation concernant l'exécution des activités du volet Développement scientifique et universitaire portent essentiellement sur les AOP visés par le cadre du programme VITES, puisque les informateurs clés n'étaient pas en mesure de formuler des commentaires sur les AOP précédents qui ont été publiés dans le cadre des autres éléments du volet au début de la période visée par la présente évaluation.

Dans l'ensemble, les bénéficiaires du financement ont perçu la gestion des AOP du programme VITES de façon positive. Ils ont systématiquement souligné le professionnalisme des représentants de l'ASC et leur volonté à offrir de l'aide, au besoin. Les constatations de l'entrevue démontrent également que les bénéficiaires du financement étaient, en général, familiers avec les activités visées par les AOP du programme VITES et étaient en mesure de préparer leur demande en conséquence.

Les constatations de l'entrevue ont également permis de souligner certains défis liés au processus des AOP du programme VITES. À plusieurs occasions, les informateurs clés à l'interne et à l'externe ont encouragé l'ASC à utiliser principalement les AOP pour offrir du soutien financier (par opposition aux propositions spontanées) et pour émettre les AOP du programme VITES d'une façon plus prévisible. Cette constatation est en lien direct avec les résultats de l'évaluation du Programme global de subventions et contributions abordés dans la sous-section 2.3. L'autre enjeu principal qui a été soulevé porte sur le fardeau imposé par les exigences en matière d'offre et d'établissement de rapports. Certains informateurs clés pensaient que la quantité d'information nécessaire pour les propositions était trop exigeante, en particulier lorsque l'on tient compte du niveau de financement accordé. En général, les bénéficiaires du financement interrogés avaient aussi l'impression que les exigences en matière

d'établissement de rapports étaient particulièrement lourdes et ne savaient pas comment l'ASC utilisait ces renseignements.

Les constatations tirées des entrevues, qui sont, d'une certaine façon liées au caractère imprévisible des AOP, indiquent que la coordination des activités entre VITES et STRATOS, ou le financement entre VITES et d'autres organisations subventionnaires, reste un défi pour de nombreux bénéficiaires. Un certain nombre d'informateurs clés ont suggéré que l'ASC collabore plus étroitement avec d'autres organisations subventionnaires comme le CRSNG ou la Fondation canadienne pour l'innovation et d'autres ministères fédéraux, selon le cas, afin d'améliorer la complémentarité de leurs programmes de financement respectifs et peut-être leurs appels de proposition de financement et leurs exigences en matière d'établissement de rapports.

En ce qui concerne la rapidité d'exécution du processus d'affectation, les constatations tirées des entrevues indiquent que le délai observé entre le temps où les résultats d'un AOP sont annoncés et l'établissement des accords, et le flux de ressources financières associé est une source de préoccupation. Les constatations de l'évaluation indiquent qu'il faudrait plusieurs semaines pour terminer cette dernière étape. Cette dernière restreint la capacité à entreprendre rapidement les projets financés.

Pour ce qui est de la capacité de l'ASC à l'interne à exécuter le volet Développement scientifique et universitaire, les résultats de l'évaluation indiquent que le groupe responsable de ce volet peine déjà à surveiller tous les projets actuels, offrir le soutien nécessaire aux bénéficiaires du financement, gérer les propositions spontanées et planifier correctement les AOP futurs. Dans ces circonstances, il ne faudrait pas s'attendre à ce que l'ASC fournisse (si c'est ce qu'elle souhaite) des AOP plus prévisibles, comme bon nombre d'intervenants participants l'ont recommandé.

STRATOS

La conception et la structure d'exécution du programme STRATOS ont été décrites de façon élogieuse tout au long des entrevues réalisées dans le cadre de la présente évaluation. STRATOS était régulièrement décrit comme un programme exemplaire en ce qui concerne l'appui au perfectionnement de PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS.

Le partenariat entre l'ASC et le CNES contribue à ce succès. Des représentants des deux agences apprécient beaucoup cette relation de travail et la complémentarité de l'expérience et des connaissances qui en découlent. En fait, des représentants du CNES souhaitent non seulement poursuivre ce partenariat, mais ils seraient ouverts à des possibilités de l'élargir. Par exemple, la France et le Canada pourraient entreprendre des projets en commun, au lieu de seulement partager l'espace disponible sur des ballons stratosphériques.

Les professeurs et les étudiants, qui ont participé à une campagne STRATOS et qui ont été consultés dans le cadre de la présente évaluation, ont souligné le professionnalisme et l'engagement des représentants de l'ASC dans la prestation du soutien nécessaire visant à s'assurer que leur charge utile

pouvait être placée sur un ballon stratosphérique et que leur mission pouvait être menée à terme. Même lorsque certaines difficultés sont survenues (comme des délais en raison des mauvaises conditions météorologiques), l'équipe du programme STRATOS a collaboré étroitement avec les équipes participantes pour gérer l'incidence de ces délais sur leurs expériences.

Lorsqu'on leur a demandé si le programme STRATOS pourrait mieux répondre à leurs besoins, certains informateurs clés ont indiqué que les paramètres actuels du programme, en termes de poids des charges utiles admissibles et de durée de vols, limitent l'éventail d'expériences pouvant être réalisées. Par conséquent, l'amélioration de la capacité de ces ballons stratosphériques offrirait de nouvelles possibilités qui, au moment de l'évaluation, ne pouvaient seulement être recherchées dans d'autres champs d'application comme la NASA.

Activités internes

Le volet PI1 et le Programme de formation des ingénieurs subalternes sont gérés à l'interne. En tant que telle, l'évaluation a permis de recueillir des constatations liées à leur prestation, mais la portée de cette information reste limitée.

Comme il a été mentionné précédemment, l'exécution des activités du volet PI1 varie en fonction des exigences à l'interne et des possibilités à l'externe. Bien qu'un certain suivi du temps ait été effectué pour mieux comprendre comment les activités du volet PI1 évoluaient, cela n'a donné qu'une image partielle de la façon dont ces activités ont été planifiées et gérées. Les résultats de l'évaluation indiquent que ce cadre de travail est en train de devenir plus systématiquement structuré. Par conséquent, la division de Développement de l'ingénierie s'affaire à mettre de nouveaux processus en place. Ceux-ci assureront que toutes les activités entreprises dans le cadre du volet PI1 du sous-programme sont comptabilisées et liées à une priorité établie de l'ASC.

Pour ce qui en est du Programme de formation des ingénieurs subalternes, seulement deux cycles de recrutement avaient été réalisés au moment de l'évaluation. Le premier tour comprenait huit participants et le deuxième, quatre participants. Dans ce contexte, le programme évolue toujours. L'une des principales différences entre les deux cycles de recrutement est le fait que le premier cycle concernait des postes permanents tandis que le deuxième cycle concernait des postes temporaires.¹⁰ Comme il a été mentionné lors des entrevues, cela pourrait expliquer, du moins en partie, le fait que plus de 1 000 demandes ont été reçues lors du premier cycle et que plus de 400 demandes ont été reçues durant le deuxième cycle. Les participants au programme qui ont été consultés dans le cadre de la présente évaluation ont souligné la qualité du processus de recrutement et le soutien continu offert au cours de leurs diverses affectations. Comme il est suggéré dans le rapport d'étude de cas, pour améliorer la prestation du programme, il faudrait achever le processus de sélection rapidement pour permettre aux candidats non retenus de suivre d'autres avenues.

¹⁰ À compter de 2017, l'ASC recrutera des candidats que pour des postes permanents.

4.2.2 Stratégie de mesure du rendement

L'ASC a mis sur pied une stratégie de mesure du rendement pour le sous-programme, qui n'est pas encore mise en œuvre complètement.

Durant la période visée par la présente évaluation, aucune stratégie de mesure du rendement n'était en place dans le cadre du sous-programme. Toutefois, l'ASC a établi une stratégie qui a été mise en œuvre le 1^{er} avril 2016 (Agence spatiale canadienne, 2016e). Cet outil regroupe tous les éléments importants nécessaires à la mise en place de ce genre de stratégie, y compris une liste des indicateurs qui permettra de documenter de façon systématique et continue les activités et certains résultats du cadre du sous-programme.

Comme l'indique la stratégie de mesure du rendement, cette évaluation du sous-programme comprend un ensemble de constatations et d'aperçus qui pourraient contribuer à peaufiner la stratégie et à clarifier ce qui peut être mesuré dans le cadre de celle-ci, ce qui peut être visé par un processus d'évaluation officiel et la façon dont ceux-ci peuvent agir de façon complémentaire.

La stratégie de mesure du rendement indique également que les ressources nécessaires à la mise en œuvre complète de la stratégie en œuvre n'ont pas encore été déterminées. En plus de traiter cette question, il serait avantageux pour l'ASC de confirmer également la façon dont les données sur le rendement seront recueillies, analysées, enregistrées et partagées dans le cadre de la gestion actuelle du sous-programme et lors de la prochaine évaluation du sous-programme. Par exemple, la production de rapports annuels de rendement qui regroupent tous les renseignements de rendement dans un seul document est une approche utilisée par les autres ministères fédéraux qui pourrait également être utilisée dans le cadre du sous-programme.

4.2.3 Analyse comparative entre les sexes plus (ACS+)

L'ASC a adopté un cadre de travail qui guidera l'analyse ACS+ dans ses programmes et ses activités, y compris dans le sous-programme. À l'avenir, le sous-programme sera en mesure de mettre en œuvre une analyse du genre. Cela est particulièrement pertinent, à cause de la nature de ses activités.

Au même moment où l'évaluation a commencé, en juillet 2016, le gouvernement fédéral a publié sa nouvelle *Politique sur les résultats* ainsi que sa *Directive sur les résultats*, qui a remplacé la *Politique sur l'évaluation* de 2009. Ce nouveau cadre de travail précise les attentes liées à l'analyse comparative entre les sexes. Premièrement, cela confirme qu'en établissant leur stratégie de mesure du rendement, les gestionnaires du programme doivent inclure, s'il y a lieu, une analyse comparative entre les sexes (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2016, paragr. A.2.5.10) Cela détermine, comme procédure obligatoire, que toutes les évaluations doivent être planifiées pour prendre l'analyse comparative entre les sexes en compte, s'il y a lieu (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2016, paragr. C2.2.1.6).

Ces nouvelles exigences tiennent compte de la volonté du gouvernement fédéral à obtenir des résultats plus importants quant à la question des considérations liées au sexe. En 1995, le gouvernement fédéral s'est officiellement engagé à intégrer l'analyse comparative entre les sexes dans la création de ses politiques, de ses programmes et de ses lois (Condition féminine Canada, 2016b). Toutefois, la mise en œuvre de cet engagement présentait toujours des lacunes importantes, y compris celles documentées dans le rapport de 2015 du vérificateur général qui s'attardait particulièrement à cette question (Bureau du vérificateur général du Canada, 2015). En réponse à cet audit, le gouvernement fédéral a publié son Plan d'action sur l'analyse comparative entre les sexes (2016-2020), qui comprend notamment, un engagement du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada à fournir plus d'aide quant aux fonctions d'évaluation ministérielles pour prendre l'ACS+ en considération lors de l'évaluation des programmes fédéraux (Condition féminine Canada, 2016a).

Durant la période visée par la présente évaluation, l'ASC n'avait pas de cadre d'analyse comparative entre les sexes en place. À ce titre, le but de l'évaluation n'est pas d'évaluer la mesure dans laquelle l'analyse comparative entre les sexes a été menée par rapport au sous-programme. L'objectif est plutôt d'évaluer la mesure dans laquelle le sous-programme sera désormais en mesure d'entreprendre une telle analyse, au besoin.

Deux résultats principaux de l'évaluation ont soulevé la question des considérations liées au sexe. Premièrement, comme il est indiqué dans le présent rapport, les jeunes filles qui entreprennent des études en STGM et les femmes œuvrant dans le secteur spatial sont, en général, moins nombreuses. Cela a entraîné la création d'un certain nombre d'initiatives au Canada (et dans d'autres pays) visant principalement à combler ces lacunes. Il s'agit du contexte général des politiques dans lequel le sous-programme continuera d'évoluer et qui confirme que les considérations liées au sexe s'appliquent à celui-ci, en particulier à son volet Développement scientifique et universitaire et aux activités de liaison extérieure ciblant les jeunes Canadiens.

Deuxièmement, au cours de la période d'évaluation, l'ASC créait ses propres politiques et procédures régissant l'ACS+, qui ont été approuvées en mars 2017. L'ensemble d'outils mis au point comprend un guide de mise en œuvre et un questionnaire qui permettra aux gestionnaires de programme d'entreprendre cette analyse et de s'assurer que les bonnes considérations liées au sexe sont appliquées dans la conception et la gestion de leurs programmes et activités.

Les activités de mesure du rendement en cours ainsi que la prochaine évaluation officielle du sous-programme fourniront des occasions d'évaluer la mesure dans laquelle le sous-programme a réussi à mettre cette exigence en œuvre.

4.3 Rendement – Efficacité

Cette sous-section du rapport fournit un rapport des résultats de l'évaluation liés à la réussite des résultats attendus du sous-programme. Puisque chaque élément du sous-programme est bien distinct, les résultats propres à chacun d'entre eux sont présentés.

4.3.1 Volet Développement scientifique et universitaire

Le volet Développement scientifique et universitaire a appuyé la mise en œuvre de plus de 50 projets de recherche en utilisant principalement des AOP du programme VITES. Ces projets ont fait en sorte que des membres du corps professoral et des étudiants (au baccalauréat et diplômés) ont pu participer à des projets pratiques qui contribuent à l'acquisition de connaissances en STS, au développement technologique et à l'établissement de partenariats.

Projets financés

En ce qui concerne les projets sollicités, durant la période visée par l'évaluation, l'ASC a publié quatre AOP liés au volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme. Comme il est indiqué dans le Tableau 9, 52 projets au total ont été choisis pendant ces processus, pour un financement total de 19,1 millions de dollars.

Tableau 9 : Projets sollicités par type de financement fourni (2011-2015)

Type de financement fourni	Date de publication de l'AOP	Nombre de projets financés	Total des fonds offerts
AOP relatif au programme des grappes	2011	10	4 469 557 \$
AOP VITES*	2011	13	6 667 893 \$
AOP VITES	2013	11	2 023 995 \$
AOP VITES	2015	18	5 927 234 \$
Total		52	19 088 679 \$

* Les données de l'AOP VITES de 2011 comprennent les deux projets liés à l'initiative RESPIR.

Source : ASC, base de données Unitas

De plus, un total de 11 projets non sollicités ont été approuvés entre 2011 et 2015, ce qui représente un investissement total de 3 044 317 \$.

Dans les deux cas (projets sollicités et non sollicités), certains projets qui ont été approuvés avant 2011 étaient encore actifs durant la période visée par l'évaluation.

Résultats du projet et répercussions

Les constatations de l'évaluation permettent de tirer un certain nombre de conclusions à partir des résultats obtenus par les projets financés en vertu du volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme. Les renseignements et les données des rapports fournis par les bénéficiaires de financement, qui proviennent des entrevues menées dans le cadre de la présente évaluation et de

l'étude de cas du volet Développement scientifique et universitaire, sont résumés dans les paragraphes qui suivent.

Bien qu'ils doivent être mis en contexte et utilisés avec prudence, les renseignements présentés à la Figure 6 illustrent la portée qu'ont eue ces projets financés en 2015-2016. Il faut faire preuve de prudence lorsque l'on utilise ces données, car une seule année est représentée dans cette figure (à titre indicatif), chacune des personnes dont il est question dans cette figure peut avoir participé à différents niveaux dans ces projets, et il est possible qu'une personne ait participé à plus d'un projet. Dans cette optique, les données indiquent qu'il y a un juste équilibre entre la participation des professeurs et des étudiants universitaires. Les données démontrent également que les étudiants de premier cycle participent autant que les étudiants de cycle supérieur à ces projets financés. Les participants étaient issus d'universités (du Canada et de l'étranger), de centres de recherches, de ministères et d'organismes ainsi que d'entreprises du secteur privé.

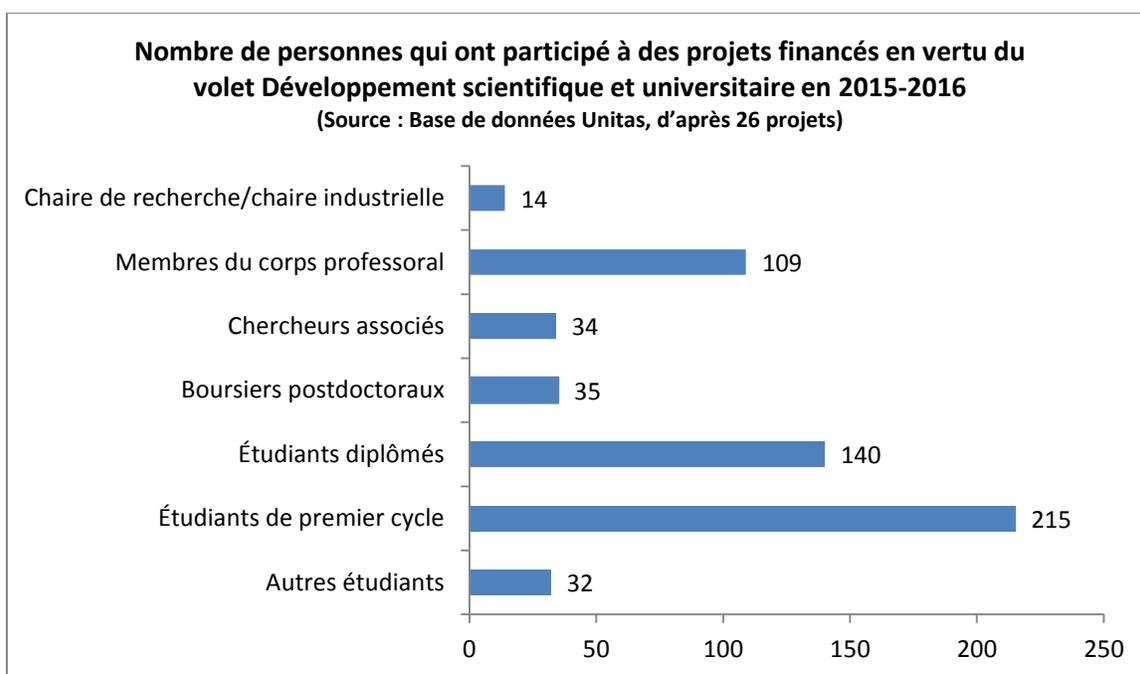


Figure 6

Il était particulièrement important, dans le cadre de la présente évaluation, de connaître l'impact perçu de ces projets sur l'acquisition de connaissances en STS et sur l'état de la collaboration avec d'autres partenaires du secteur spatial. Comme il est illustré à la Figure 7, la grande majorité des projets ont fait état d'une contribution directe à l'établissement ou au maintien de partenariats de recherche, et à la capacité des bénéficiaires de financement de mener des activités d'information qui ont permis d'améliorer les connaissances scientifiques générales. La plupart des projets financés ont également permis de réaliser des percées technologiques ou scientifiques et contribué à l'élaboration d'idées nouvelles qui pourraient être intégrées dans des missions spatiales futures. Il y a d'autres contributions importantes, notamment la capacité de réunir des fonds et de mobiliser de nouveaux acteurs dans la recherche spatiale. Plus de la moitié des projets financés ont contribué au développement

d'applications et d'algorithmes, et ont utilisé des données satellitaires. Dans une minorité de cas, les projets ont contribué de façon directe à l'avancement du niveau de maturité technologique (NMT) des technologies liées à ces projets. Enfin, la Figure 7 illustre qu'une petite partie seulement des projets financés se traduit par un succès commercial.

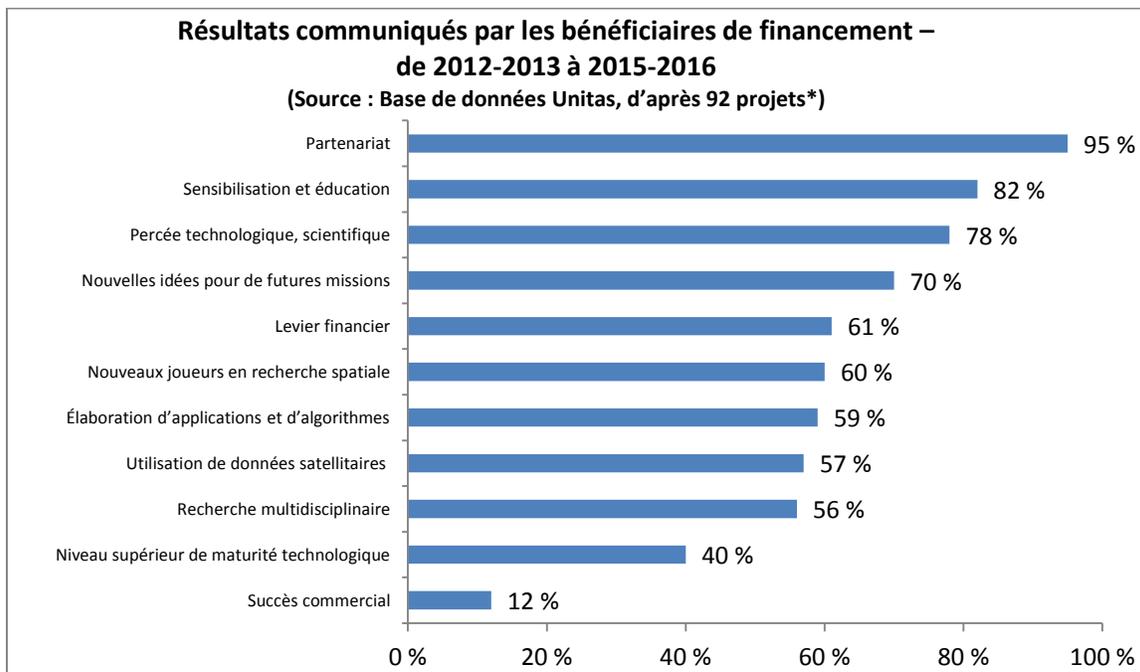


Figure 7

* Les pourcentages illustrés dans cette figure ont été calculés en fonction du nombre total de réponses valides (c.-à-d. que les non-réponses sont exclues), nombre qui varie de 78 à 87 projets par résultat mentionné.

Ces tendances se remarquent également dans les constatations tirées des entrevues réalisées dans le cadre de la présente évaluation. L'établissement de partenariats est considéré comme une contribution importante apportée par les projets du volet Développement scientifique et universitaire. Comme l'a souligné l'un des informateurs clés : « les programmes Vols et investigations-terrain en technologies et sciences spatiales [VITES] et STRATOS ont tous les deux été très utiles à l'établissement de partenariats. VITES m'a véritablement aidé à m'associer avec des chercheurs, tant au Canada qu'à l'étranger ». Et ces partenariats s'étendent au-delà du Canada. Comme l'a fait remarquer un autre informateur clé : « La subvention offerte dans le cadre du programme VITES nous permet de travailler en collaboration avec les membres d'une équipe de la NASA et avec certaines universités américaines. Nous tirons profit de leurs analyses opérationnelles très approfondies et recueillons des données scientifiques à partir de ces analyses ».

Il conviendrait également de mentionner que plus de 90 % des bénéficiaires de financement ont mentionné dans leurs rapports finaux qu'ils s'attendent à ce que les partenariats établis grâce au financement fourni par l'ASC se poursuivent lorsque le projet sur lequel ils travaillent s'achèvera, et que des projets de suivis seront créés en raison de ce même financement.

Le rapport de l'étude de cas sur le volet Développement scientifique et universitaire montre comment le financement accordé à VITES peut mener à des avancées technologiques. Comme on l'a fait remarquer précédemment, dans le cadre du projet lié à la distribution aéroportée de clés quantiques, l'équipe de recherche a réussi à accroître le NMT des technologies liées à ces clés. Elle a également établi des partenariats avec des établissements de recherche et des entreprises du secteur privé, et a réussi à obtenir de l'appui financier et non financier auprès de cinq organisations. Enfin, le projet illustre assez bien l'éventail d'étudiants qui peuvent prendre part à ces projets. Dans le cas présent, quatre titulaires de bourse de recherche postdoctorale, deux étudiants au doctorat, deux étudiants à la maîtrise et quatre étudiants de premier cycle ont participé au projet.

En ce qui concerne l'impact de ces projets sur les étudiants qui y participent, les constatations de l'évaluation démontrent que des compétences générales et des compétences particulières sont acquises grâce aux projets financés dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire. Comme on peut voir à la Figure 8, l'aptitude à communiquer, le travail d'équipe, une plus grande confiance en soi, les qualités de meneur et apprendre à s'adapter aux changements font partie des compétences qui sont plus systématiquement déclarées par les bénéficiaires de financement. Par ailleurs, la plupart des projets offrent la possibilité aux étudiants d'améliorer leurs connaissances de la science, y compris d'acquérir de l'expérience pratique dans le domaine des sciences et de la technologie spatiales. Seule une minorité de projets ont fait état d'une contribution considérable en matière d'expérience en système d'ingénierie. Dans l'ensemble, les bénéficiaires de financement estimaient que les projets du volet Développement scientifique et universitaire pour lesquels des étudiants étaient embauchés contribueraient à les préparer à une carrière dans le secteur spatial à titre de membres du PHQ.

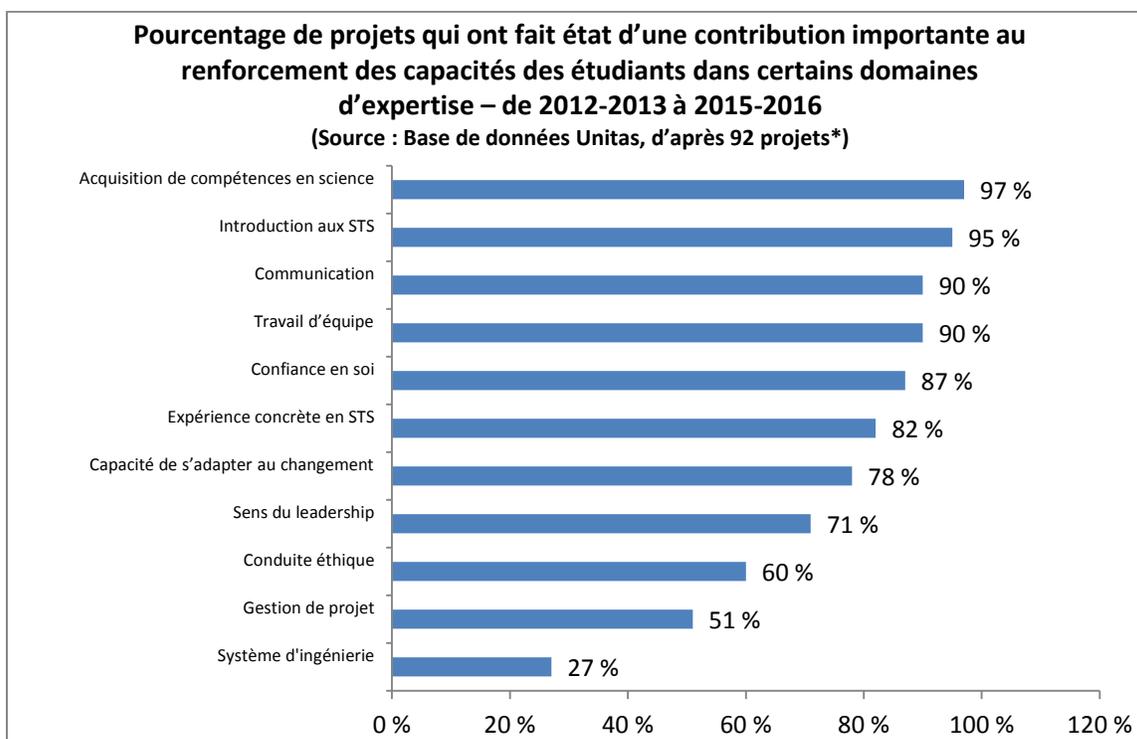


Figure 8

* Les pourcentages illustrés dans cette figure ont été calculés en fonction du nombre total de réponses valides (c.-à-d. excluant les non-réponses), nombre qui varie de 63 à 66 projets par compétence mentionnée.

Les données administratives indiquent que des résultats semblables à ceux qui sont illustrés à la Figure 8 ont également été présentés dans le cadre de projets pour lesquels des étudiants avaient été embauchés, et qui reçoivent l'appui financier de la Direction générale de l'exploration spatiale et de la Direction générale de l'utilisation de l'espace, comme les initiatives décrites à la sous-section 4.1.1.4.

Le niveau d'activité en matière de publication et d'activités de communication visant à promouvoir la diffusion des connaissances est l'un des premiers indices qui témoignent de l'impact des projets financés sur les avancées de la science de l'espace. Comme il est illustré à la Figure 9, les publications évaluées par les pairs sont les cibles principales des bénéficiaires de financement. Les bénéficiaires ont également participé à des publications non évaluées par les pairs et à d'autres publications techniques.

Outre la publication des connaissances, les bénéficiaires de financement effectuent également des présentations, notamment des ateliers, des présentations à l'intention du grand public et des activités médiatiques. Au cours de la période visée par l'évaluation, les bénéficiaires de financement ont déclaré avoir effectué plus de 2 600 présentations de ce type.

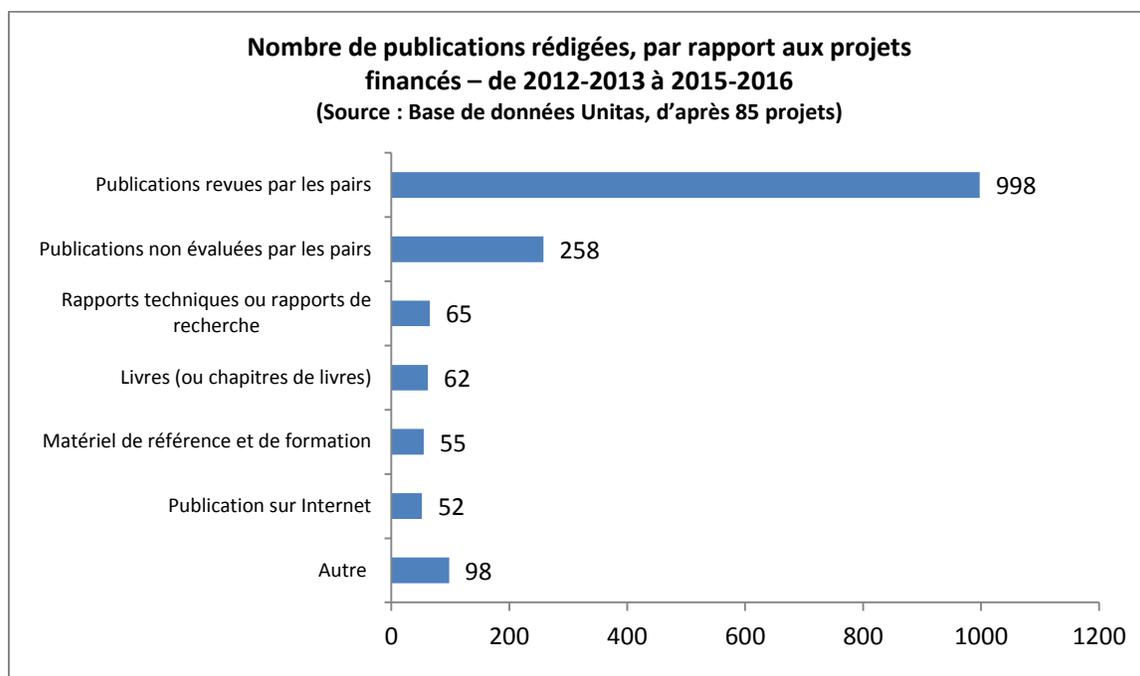


Figure 9

L'étude de cas du volet Développement scientifique et universitaire illustre le large éventail d'activités de communication réalisées par les bénéficiaires de financement. En raison des progrès technologiques réalisés grâce à leurs projets financés, les participants ont participé à la rédaction de huit publications au total (trois de ces publications ayant été publiées dans des revues évaluées par les pairs), ainsi qu'à l'organisation de 17 présentations. Dans le même ordre d'idée, l'équipe a organisé des activités d'information comme la visite guidée, ouverte au public, du laboratoire de l'Institut d'informatique quantique de l'Université de Waterloo, endroit où elle s'est vue offrir la possibilité de présenter ses projets.

Les constatations de l'évaluation permettent également de mieux comprendre l'ensemble des défis qui se posent aux bénéficiaires de financement lorsqu'ils mettent en œuvre leurs projets. Ce faisant, comme on l'a fait remarquer pendant les entrevues, il faut d'abord insister sur le fait que les sciences et la technologie spatiales font partie d'un domaine particulièrement complexe, où les activités de démonstration devront inévitablement faire face à certains défis et à certaines difficultés d'ordre technique. Il s'agit là d'une condition logique à la réalisation d'activités dans un environnement présatial ou spatial.

Dans cette perspective, la Figure 10 confirme que la moitié des bénéficiaires ont dû résoudre certaines questions d'ordre technique ou scientifique avec leur projet. Un peu plus du tiers des bénéficiaires ont également éprouvé des problèmes avec le matériel ou les installations.

Ce qui peut paraître un peu plus surprenant, c'est que la moitié des bénéficiaires de financement ont également fait face à des problèmes de personnel, et le quart d'entre eux ont indiqué avoir eu des difficultés à obtenir du financement. Bien que les données disponibles ne fournissent pas de détails sur

l'étendue des problèmes de personnel rencontrés, les entrevues menées dans le cadre de la présente évaluation nous en donnent un bon aperçu. Puisqu'il y a généralement un écart d'au moins deux ans entre les AOP (selon le secteur spatial visé), les constatations tirées des entrevues révèlent qu'il peut être difficile d'harmoniser ces projets avec le cycle des études supérieures. Par conséquent, il est possible que certains étudiants ne puissent participer au projet complet.

Il en va sensiblement de même pour le financement. Comme le financement des projets provient normalement de plusieurs sources, les constatations tirées des entrevues démontrent qu'il peut être difficile d'harmoniser le cycle de financement avec les exigences du projet.

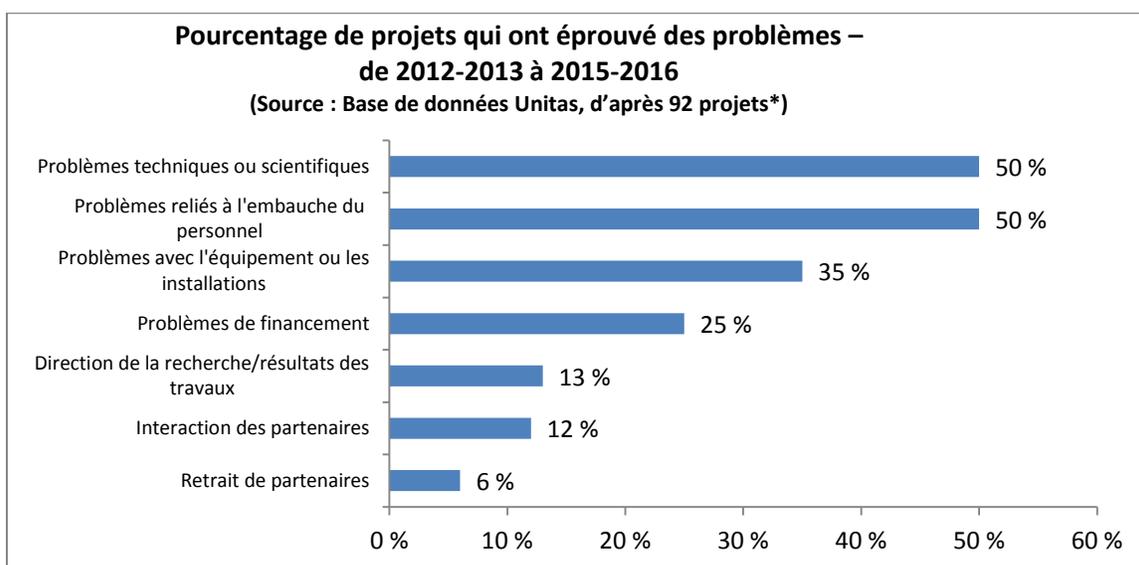


Figure 10

* Les pourcentages illustrés dans cette figure ont été calculés en fonction du nombre total de réponses valides (c.-à-d. excluant les non-réponses), nombre qui varie de 66 à 70 projets par question mentionnée.

Dans l'ensemble, les bénéficiaires de financement ont particulièrement apprécié le soutien obtenu par l'intermédiaire du volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme. Comme l'a bien résumé l'un des informateurs clés : « Aucun de nos projets n'aurait pu se réaliser sans le soutien financier de l'ASC ». Le soutien obtenu est perçu comme une occasion unique offerte aux scientifiques du domaine secteur : « De l'argent pour embaucher du personnel, de l'argent pour la mise au point des instruments, et de l'argent pour réaliser le projet; tout cela par l'intermédiaire du projet VITES. Il n'existe rien de comparable ailleurs au pays ».

4.3.2 Volet STRATOS

Dans le cadre de trois campagnes de ballons atmosphériques, STRATOS a permis la mise à l'essai de 15 charges utiles canadiennes, permettant ainsi à des membres du corps professoral et à des étudiants de participer à des projets de bout en bout liés à des activités de démonstration relatives à l'espace proche.

Chaque campagne STRATOS prévoit entre 4 et 10 vols, chacun de ces vols transportant un certain nombre de charges utiles, y compris, sans s'y limiter, des charges utiles canadiennes.

Tableau 10 : Campagnes STRATOS (de 2013 à 2017)

Campagne STRATOS		Emplacement	Nombre de charges utiles canadiennes mises à l'essai
Période d'évaluation	2013	Installations de l'ASC à Timmins	2
	2014	Installations de l'ASC à Timmins	7
	2015	Installations de l'ASC à Timmins	6
Période après l'évaluation	2016	Centre spatial d'Esrange (Suède)	3
	2017	Alice Springs (Australie)	6

Source : ASC, 2013b et données administratives.

Comme il est indiqué au tableau 10, pendant la période visée par l'évaluation, trois campagnes STRATOS se sont achevées avec succès, permettant la mise à l'essai de 15 charges utiles canadiennes. Il convient de noter que la campagne de 2013, première campagne de lancement de ballons à partir de la base de ballons stratosphériques de l'ASC nouvellement établie à Timmins, visait à vérifier les capacités de la nouvelle base. Les deux campagnes de lancement suivantes ont également eu lieu à Timmins. Au cours de la période suivant l'évaluation, en 2016 et en 2017, on s'attendait également à ce qu'un nombre total de neuf charges utiles canadiennes soient lancées lors des campagnes STRATOS, dont l'une devait se tenir au centre spatial d'Esrange en Suède, et une autre à Alice Springs en Australie.

Bien que ce soient principalement des équipes d'étudiants et d'universitaires qui prennent part aux campagnes STRATOS, les données des programmes révèlent que des entreprises du secteur spatial y participent également.

Lorsque l'on évalue l'incidence du programme STRATOS, il faut d'abord insister sur le fait qu'il est en quelque sorte incitatif, puisqu'il faut avoir recours à d'autres mécanismes ou à d'autres sources de financement pour développer la technologie qui sera éventuellement mise à l'épreuve lors de vols de ballons stratosphériques, et pour analyser les données recueillies lors de ces vols. Comme il a été mentionné précédemment, le programme VITES constitue une source prédominante pour ce type de financement. Par conséquent, l'incidence de STRATOS est toujours directement liée à celle d'autres activités, comme le programme VITES.

Pour ce qui est de la formation de PHQ, les constatations de l'évaluation indiquent que cette contribution incitative du programme STRATOS a une incidence importante sur l'ensemble des compétences que les bénéficiaires de financement, notamment les étudiants, peuvent acquérir grâce à cette expérience pratique. L'étude de cas sur le programme STRATOS nous a donné un bon aperçu à ce sujet. Dans le cadre du projet relatif à l'instrument ALI, au total, cinq étudiants de cycle supérieur et huit étudiants de premier cycle ont participé à l'un des vols de ballons stratosphériques en 2014. Ils ont participé au développement, à la conception et, avec le soutien et la collaboration étroite de l'équipe de l'ASC responsable du projet STRATOS, à la mise à l'essai de l'instrument ALI. Les ingénieurs de l'ASC ont rendu visite aux étudiants à deux reprises afin de passer en revue leur projet et d'en discuter. Les étudiants ont également travaillé en collaboration avec un partenaire industriel. Les constatations de ce projet ont déjà été publiées dans deux revues évaluées par les pairs, et présentées dans trois thèses. L'équipe a aussi eu l'occasion de présenter les constatations tirées de son projet lors de l'atelier sur les fusées et les ballons organisé par l'ESA en Norvège.

Cette nouvelle dimension apportée par STRATOS a également été reconnue lors des entrevues réalisées dans le cadre de la présente évaluation. Comme l'a mentionné l'un des informateurs clés :

« Notre projet n'aurait pas vu le jour sans le soutien de l'ASC. Une certaine partie du travail aurait été réalisée, mais la qualité aurait laissé à désirer, et nous n'aurions probablement pas obtenu les mêmes possibilités de vols qu'avec STRATOS. Nous aurions tout de même pu développer certains instruments, mais la mise à l'essai des technologies en vol n'aurait probablement jamais eu lieu sans le soutien de l'ASC ».

Les constatations de l'évaluation révèlent également que les activités liées à STRATOS soutiennent de façon directe l'avancée des technologies spatiales. Le projet évalué dans le cadre de l'étude de cas sur STRATOS est devenu le premier à faire la démonstration suborbitale d'un filtre syntonisable acousto-optique pour la télédétection atmosphérique. Il a également contribué à accroître le NMT des technologies principales associées au projet. La campagne de lancement de ballons de 2014 a aussi fourni l'occasion à Xiphos Systems Corporation de mettre à l'essai et d'homologuer le processeur Q6, qui a depuis volé au cours d'un certain nombre de missions, l'une de ces missions étant liée à la Station spatiale internationale (Xiphos Systems, 2015).

4.3.3 Volet PI1

Les activités du volet PI1, y compris les activités s'adressant particulièrement aux étudiants dont le domaine d'étude est l'espace, ont permis de fournir de l'expertise en ingénierie spatiale aux intervenants internes et externes.

Comme il a été mentionné précédemment, le volet du PI1 du sous-programme offre différents types de soutien visant à aider les intervenants internes et externes, ce qui inclut ceux qui participent à d'autres volets du sous-programme, comme VITES, STRATOS et le Programme de formation des ingénieurs

subalternes. La sous-section 4.1.1.3 du présent rapport a déjà fait état de la pertinence de l'expertise en la matière fournie par ce groupe.

En raison de la nature de cette activité, les constatations de l'évaluation ne permettent pas d'illustrer toutes les diverses contributions qui ont été apportées par le volet PI1 au cours de la période visée par l'évaluation. Toutefois, le rapport de l'étude de cas sur le Concours de conception d'un satellite pour un défi canadien nous en donne l'illustration. Au cours de la période visée par l'évaluation, deux concours ont eu lieu (2012 et 2014), d'une durée de deux ans chacun, auxquels ont participé huit à douze équipes interdisciplinaires composées d'étudiants de premier cycle et d'étudiants de cycle supérieur. Les membres de l'équipe du volet PI1 ont agi à titre d'experts en la matière et de juges lors de ces concours, en plus de faciliter l'accès aux installations d'essais du Laboratoire David Florida.

La contribution du volet PI1 à la formation de PHQ est également démontrée par son soutien au programme de maîtrise offert par le Comité sectoriel de main-d'œuvre en aérospatiale du Québec, qui regroupe cinq universités du Québec (l'Université McGill, l'École de technologie supérieure [Montréal], l'École Polytechnique de Montréal, l'Université Concordia et l'Université de Sherbrooke). Tous les deux ans, les membres du groupe du volet PI1 donnent l'un des cours admissibles (études de cas sur l'aérospatiale), qui traite des notions fondamentales relatives aux missions spatiales et à la conception des sous-systèmes.

4.3.4 Programme de formation des ingénieurs subalternes

Le Programme de formation des ingénieurs subalternes offre une occasion unique aux ingénieurs en devenir de se joindre à l'effectif du secteur spatial.

Les constatations de l'évaluation confirment que le programme a eu des effets positifs sur les participants. Comme il a été mentionné dans les commentaires sur la pertinence de ce volet (voir la sous-section 4.1.1.3 du présent rapport), les ingénieurs subalternes à qui l'on a offert la possibilité d'adhérer au programme ont estimé qu'il s'agissait d'une occasion exceptionnelle pour eux.

L'étude de cas qui se consacre à ce programme fournit également d'autres indications sur les résultats obtenus. Il convient de noter que sept des huit personnes qui ont participé à la première campagne de recrutement ont achevé le programme avec succès, et six d'entre elles occupent maintenant un poste d'ingénieur à l'ASC. Les personnes recrutées lors de la campagne de 2014-2015 n'avaient pas encore terminé le programme au moment de l'évaluation. Les participants au programme se voient également offrir la possibilité de participer à des activités d'information s'adressant aux jeunes canadiens, et d'enseigner aux étudiants de deuxième cycle.

4.4 Rendement – Efficience et économie

Au cours de la période visée par l'évaluation, le budget pour le sous-programme a connu des fluctuations importantes, qui ont eu des répercussions sur l'ensemble des activités entreprises, particulièrement en ce qui concerne le volet Développement scientifique et universitaire. Au moment de l'évaluation, l'ASC s'affairait à mettre en œuvre les processus visant à améliorer l'intégration, la coordination et la planification des divers volets relatifs au sous-programme.

Cette sous-section, la dernière du présent rapport, présente le résumé des constatations de l'évaluation liées à l'efficience de la prestation du programme.

4.4.1 Affectation des ressources

Des changements importants en matière de ressources humaines et financières ont été apportés au sous-programme tout au long de la période visée par l'évaluation, et certains de ces changements découlent de la mise en œuvre en 2012 de l'examen des programmes. Il s'agit d'information contextuelle importante lorsqu'on veut analyser l'efficience du processus d'affectation des ressources.

Le volet Développement scientifique et universitaire a reçu la majeure partie des ressources financières attribuées au sous-programme. Comme il a été indiqué précédemment au tableau 1 (page 7), les dépenses réelles de ce sous-volet sont passées de 11,8 millions de dollars en 2011-2012 à 3,4 millions de dollars en 2015-2016, ce qui représente une diminution. Au total, les dépenses pour ce volet ont permis d'économiser 1,4 million de dollars à ce qui était prévu par l'ASC.

Les activités du volet de PI1 arrivent au deuxième rang en matière d'investissement reçu dans le cadre du sous-programme. Dans ce cas-ci, comme il a été indiqué précédemment au tableau 2 (page 8), le budget total, qui était de 4 millions de dollars en 2011-2012, a connu une baisse, pour se chiffrer à 1 million de dollars en 2015-2016. Au total, les dépenses pour ce volet ont permis d'économiser 3,4 millions de dollars par rapport à ce qui était prévu au départ.

Dans les deux cas, comme il est indiqué à la figure 11, le nombre d'ETP affectés à un poste a baissé de façon considérable au cours de la période visée par l'évaluation, en raison de la restructuration (notamment la dissolution de la direction des Sciences spatiales) et la réaffectation des ressources du volet 1 au programme STRATOS.

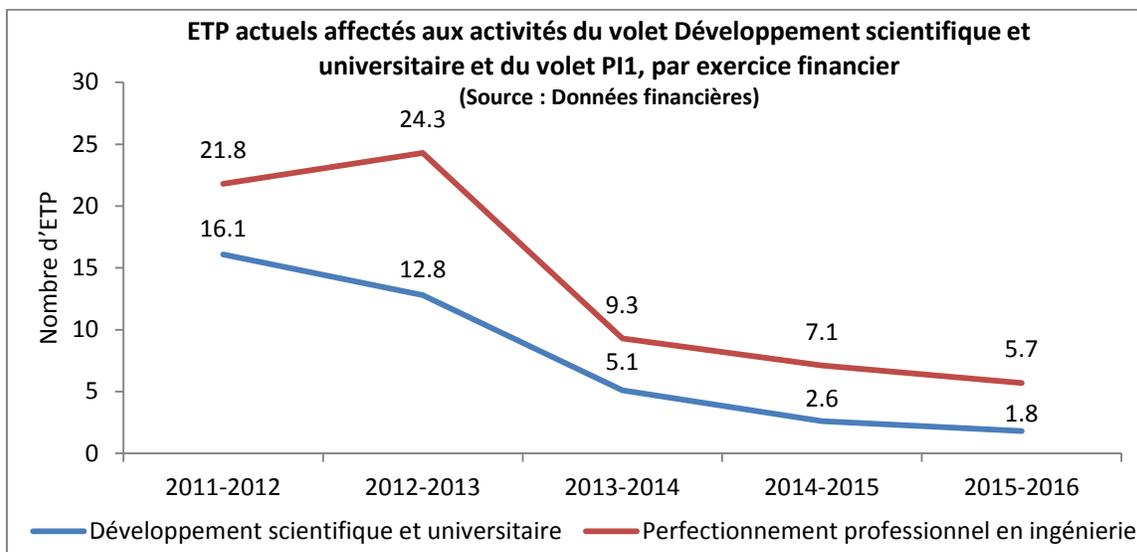


Figure 11

Comme dans le cas du programme STRATOS, près des deux tiers des dépenses réelles engagées au cours de la période visée par l'évaluation ont été consacrés au fonctionnement et l'entretien, activités ayant servi principalement à établir la base pour le lancement de ballons stratosphériques à Timmins. Sur un montant total de 9,1 millions de dollars sur cinq ans de dépenses réelles, ce sont 5,8 millions de dollars qui ont été engagés à cet égard.

Comme pour le Programme de formation des ingénieurs subalternes, l'affectation des ressources était liée aux campagnes actuelles de recrutement et elle couvrait essentiellement les dépenses associées aux salaires des participants au programme. Pour ce qui est des activités d'information s'adressant aux jeunes canadiens (éducation spatiale, ainsi que sensibilisation et éducation en sciences spatiales), les dépenses qui y sont associées ont pratiquement cessé en 2012-2013.

Les constatations tirées des entrevues révèlent que cet environnement a posé un défi particulier pour les personnes responsables de la réalisation des activités du sous-programme. Des inquiétudes ont été soulevées sur la viabilité continue du sous-programme et sa capacité à obtenir les résultats escomptés, en raison de l'incertitude qui planait et de la capacité décroissante à mener à bien l'ensemble des activités prévues dans le cadre du sous-programme. Les constatations de l'évaluation indiquent que le groupe responsable du volet Développement scientifique et universitaire éprouve des difficultés concernant sa capacité à surveiller tous les projets en cours, à offrir le soutien nécessaire aux bénéficiaires de financement, à gérer les propositions spontanées et à planifier correctement les AOP futurs. Dans ces circonstances, il ne faudrait pas s'attendre à ce que l'ASC fournisse (si c'est ce qu'elle souhaite) des AOP plus prévisibles, comme beaucoup d'intervenants participants l'ont recommandé. Dans le même ordre d'idée, comme on l'a déjà fait remarquer, les capacités actuelles du groupe du volet PI1 sont considérablement réduites, et l'on ne sait toujours pas comment l'expertise offerte actuellement pourrait l'être à long terme.

4.4.2 Processus pour améliorer l'efficacité

Au moment de l'évaluation, un certain nombre de processus étaient en place pour améliorer l'efficacité du sous-programme, y compris les volets suivants :

- Par l'établissement du volet Développement de la science, de la technologie et de l'expertise en milieu universitaire, qui remplace le volet Développement scientifique et universitaire, l'ASC désire améliorer sa capacité à coordonner et à intégrer toutes les activités liées au perfectionnement du PHQ et à l'acquisition de connaissances en STS.
- L'ASC s'affairait également à centraliser et à mettre à jour le soutien qu'elle offre dans le cadre des activités de démonstration, afin de s'assurer que STRATOS et d'autres moyens de démonstration étaient mis en œuvre de façon coordonnée. L'ASC a réservé 18,4 millions de dollars sur cinq ans (de 2017-2018 à 2021-2022) destinés au maintien de la capacité des activités de démonstration.
- L'Agence a également mis en œuvre des processus visant à améliorer la planification, la surveillance et la mise en œuvre d'activités qui font partie du volet PI1. Bien que ce volet maintienne son engagement à fonctionner selon une structure matricielle et qu'il soit suffisamment souple pour répondre aux différents besoins des intervenants internes et externes, l'objectif est de s'assurer que ces activités correspondent toujours aux priorités de l'Agence.

On s'attend à ce que ces mesures soutiennent l'ASC puisqu'elle prend part à divers engagements faisant partie du Plan ministériel de 2017-2018 qui fait référence au développement de l'expertise spatiale et à la démonstration de la capacité spatiale (Agence spatiale canadienne, 2017a, p. 21).

Autrement, les constatations de l'évaluation n'ont pas permis de déterminer d'autres mécanismes qui pourraient être utilisés pour offrir de façon plus efficace le soutien dans le cadre du sous-programme.

5 Conclusions et recommandations

Cette section du rapport se termine en faisant un résumé des constatations principales de l'évaluation et contient des observations et des recommandations, s'il y a lieu. De plus amples renseignements, qui justifient chacun de ces énoncés, sont inclus dans les sections précédentes du rapport.

5.1 Pertinence

Pour ce qui est de la pertinence, le sous-programme Expertise et compétences spatiales est conforme aux rôles et responsabilités du gouvernement fédéral et cadre bien avec les priorités de ce dernier et de l'ASC en ce qui a trait à la **formation de PHQ, à l'acquisition de nouvelles connaissances en STS et à la promotion des sciences, des technologies, du génie et des mathématiques (STGM) auprès des jeunes et des étudiants**. Dans l'ensemble, l'évaluation démontre que le sous-programme **doit continuer à soutenir le développement de la capacité spatiale canadienne**.

Développement scientifique et universitaire

L'évaluation démontre que le **volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme répond à la nécessité pour les établissements de recherche canadiens de s'engager dans des projets de recherche spatiale de nature pratique**. Les activités réalisées dans le cadre du volet Développement scientifique et universitaire constituent un moyen concret avec lequel l'ASC soutient l'acquisition de connaissances en STS, y compris le perfectionnement du PHQ au Canada. Les établissements de recherche doivent avoir la possibilité de faire participer des étudiants à des projets en STS afin d'offrir une formation adéquate. Par conséquent, il faut que des étudiants participent à des projets qui font progresser les STS en vue d'appuyer la mise en œuvre de ces derniers. Le volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme offre ces possibilités et, bien que d'autres organismes de subventions jouent un rôle essentiel et complémentaire, il n'y a aucun autre volet semblable offert au Canada.

Au cours des cinq années couvertes par l'évaluation (2011 à 2016), le volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme était essentiellement axé sur le financement du VITES, ce qui répond principalement au besoin pour des projets de bout en bout. Seul un nombre restreint d'activités ont été entreprises dans d'autres domaines prioritaires par les établissements de recherche comme les grappes de recherche, les chaires industrielles et d'autres études sur les instruments scientifiques spatiaux ou les analyses de données. Répondre aux besoins des établissements de recherche afin d'entreprendre de telles activités de recherche représente donc une occasion d'améliorer le volet Développement scientifique et universitaire du sous-programme.

STRATOS

L'évaluation démontre que **l'accès aux ballons stratosphériques au Canada représente un outil bien adapté pour soutenir l'acquisition de connaissances en STS et la formation de PHQ**. Le volet STRATOS est particulièrement bien adapté pour soutenir les projets de recherche de bout en bout; le financement

de VITES est axé sur ce volet. En ce sens, ces deux types d'activités sont très complémentaires. La pertinence des activités réalisées avec des ballons stratosphériques est également mise en évidence par le fait qu'il s'agit d'un moyen de démonstration assez souple, accessible et efficace.

Élargir la portée des activités de la plateforme suborbitale et de ballons stratosphériques (en termes de poids de la charge et de la durée de vol) et intégrer de façon plus systématique le soutien offert pour d'autres types d'activités de démonstration contribueraient davantage à améliorer la capacité des établissements de recherche à participer au développement des sciences et technologies spatiales et au perfectionnement du PHQ.

PI1

Le groupe d'expert du volet PI1 offre une expertise précieuse aux intervenants internes et externes.

En plus d'offrir un soutien matriciel nécessaire pour les initiatives de financement de l'ASC, y compris le volet Développement scientifique et universitaire et STRATOS, les activités du volet PI1 contribuent à la participation de l'ASC à un certain nombre de forums internationaux liés à l'espace.

Les membres du volet PI1 soutiennent également le perfectionnement en agissant à titre de réviseurs externes et de superviseurs adjoints de ces activités, entre autres choses, et en soutenant les projets-cadres en génie. Alors que la participation des spécialistes en génie de l'ASC aux activités des étudiants peut comporter de nombreux avantages, il serait **préférable de préciser la pertinence de cette participation ainsi que le créneau précis que l'ASC souhaite occuper à cet effet.**

Programme de formation des ingénieurs subalternes

Au cours de la période visée par l'évaluation, un certain nombre d'ingénieurs en devenir ont été recrutés par l'ASC par l'intermédiaire du Programme de formation des ingénieurs subalternes dans le cadre duquel on leur fait découvrir toute la gamme des activités entreprises par les diverses directions de l'Agence. Par conséquent, **ce programme représente une occasion extraordinaire d'intégrer du nouveau PHQ au secteur spatial.** À son tour, ce programme offre une occasion unique de se joindre à l'ASC et contribue également, dans une certaine mesure, au renouvellement de l'expertise en génie au sein de l'Agence.

Sensibilisation et éducation et activités éducatives axées sur l'espace

L'évaluation décrit le large éventail d'activités entreprises par l'ASC, ainsi que celles réalisées au Canada et à l'étranger, pour sensibiliser les jeunes (élèves d'écoles primaires et secondaires) et les étudiants de niveau postsecondaire (étudiants de niveau collégial et de premier cycle) aux STGM. Il y a de **bonnes raisons de poursuivre ces activités afin de renverser la baisse de l'intérêt observée envers les STGM et le faible niveau d'engagement envers celles-ci de la part des jeunes femmes.**

Comme l'évaluation le démontre, **l'ASC possède un pôle d'attraction unique pour intégrer les jeunes Canadiens aux domaines d'étude liés aux STGM auxquels le sous-programme contribue.** L'ASC dispose

d'atouts uniques qui peuvent contribuer à cette importante initiative par l'intermédiaire du sous-programme et de ses autres directions. Au moment de l'évaluation, la Direction des communications et des relations publiques réalisait un large éventail d'activités d'information ciblant les jeunes Canadiens. De plus, la contribution du sous-programme était davantage axée sur le soutien d'activités précises à l'intention des étudiants universitaires (comme assister à des conférences liées à l'espace ou participer à des projets financés par le volet Développement scientifique et universitaire). L'ASC structure plus amplement ces activités de sensibilisation et d'éducation en établissant un plan relatif aux STGM qui devrait porter sur les activités visant les jeunes et les étudiants canadiens, et en révisant le volet lié à la sensibilisation et à l'éducation de son Programme global de subventions et contributions.

5.2 Conception et exécution

Dans l'ensemble, la conception et l'exécution des volets du sous-programme sont fiables et l'ASC a établi des structures et des processus efficaces pour les gérer. L'évaluation a cerné des possibilités d'amélioration ou a permis de confirmer la pertinence des initiatives actuelles entreprises par le sous-programme pour améliorer sa conception et son exécution afin d'accroître sa capacité à atteindre ses résultats attendus.

La structure d'exécution du volet Développement scientifique et universitaire est solide dans sa conception. Cependant, le niveau des ressources internes (ETP et financement) actuellement attribué pour la prestation et la gestion du volet Développement scientifique et universitaire a été réduit considérablement durant la période visée par l'évaluation. Il est peu probable que cette structure soit en mesure de recevoir des AOP de façon plus régulière, comme il a été recommandé dans les entrevues menées dans le cadre de cette évaluation, ou toutes autres exigences pouvant se présenter. Des préoccupations ont été soulevées au sujet de la capacité de l'équipe de gestion du volet Développement scientifique et universitaire à surveiller les projets actuels ou à tirer parti des possibilités ponctuelles offertes par les partenaires du secteur spatial.

La conception du volet de STRATOS est solide puisque l'ASC a mis sur pied une structure efficace pour gérer les activités de STRATOS et son partenariat avec le CNES. Bien que les vols de ballons stratosphériques représentent un moyen efficace de faire l'essai de nouvelles technologies et de les faire progresser, d'autres types d'activités de démonstration sont également nécessaires pour concilier l'éventail de technologies spatiales auxquelles les partenaires canadiens du secteur spatial participent. Il serait avantageux pour les activités de STRATOS d'être davantage **intégrées au sein de l'éventail des activités de démonstration auxquelles l'ASC participe.** L'Agence travaille actuellement à l'élaboration d'un cadre pour mieux intégrer ces activités de démonstration; l'évaluation permet de confirmer la pertinence de ce processus.

En ce qui concerne les activités internes prises en charge par le Programme de formation des ingénieurs subalternes et le volet PI1, l'ASC a mis sur pied des processus pour soutenir adéquatement leur gestion. **L'ASC a lancé un processus pour mieux planifier et surveiller ces activités internes,** particulièrement celles liées au PI1. Le nouveau cadre utilisé pour planifier et surveiller les activités du DT1 assurera une

meilleure compréhension de l'éventail d'activités entreprises par ce groupe et de la façon dont elles sont liées aux objectifs et aux priorités de l'ASC. Cependant, tout comme c'est le cas avec le groupe du volet Développement scientifique et universitaire, on ne sait toujours pas comment l'ASC maintiendra le niveau d'expertise actuellement offert par ce groupe à long terme.

L'évaluation a permis de constater que le sous-programme a élaboré une stratégie de mesure du rendement qui couvre adéquatement l'éventail d'activités qu'il entreprend ainsi que leurs résultats connexes. **La façon dont l'ASC recueillera, consignera et partagera les renseignements sur le rendement déterminés dans la stratégie n'a cependant pas encore été précisée.** Le travail de mise en œuvre des exigences de production de rapports de mesure du rendement de l'ASC figurant dans la nouvelle *Politique sur les résultats* du Conseil du Trésor devrait permettre de résoudre ce problème.

Enfin, l'évaluation a permis de constater que l'ASC a élaboré une politique et un ensemble d'outils qui permettront au sous-programme de réaliser des analyses comparatives fondées sur le sexe afin de s'assurer que la planification et la prestation de ses activités mobilisent tous les intervenants attendus, comme il est défini dans l'ACS+. **Les résultats de l'évaluation ne laissent aucun doute quant à l'importance, la pertinence et l'applicabilité des considérations liées au sexe dans le cadre du sous-programme.**

5.3 Rendement

Les activités du sous-programme ont contribué à l'atteinte de ses résultats attendus, mais une évaluation complète de ceux-ci doit également prendre en compte d'autres activités réalisées par l'ASC.

Résultat immédiat n° 1 : Établissement ou maintien de partenariats entre les organisations de recherche

Au cours de la période visée par l'évaluation, le sous-programme **a contribué à mettre en place un large éventail de précieux partenariats**, y compris ceux impliquant des universités et des centres de recherche, ceux qui ont établi des projets de collaboration entre des universités et des entreprises de l'aérospatiale, ainsi que des projets de collaboration qui mobilisent d'autres agences spatiales ou organisations spatiales. Les activités menées dans le cadre de VITES, STRATOS ou le volet PI1 ont appuyé diverses formes de partenariat, **bon nombre d'entre eux aboutissant à des projets de bout en bout.** Dans un certain nombre de cas, ces partenariats ont reçu du soutien financier de la part d'autres organismes de subvention, comme le CRSNG.

Résultat immédiat n° 2 : Augmentation ou maintien du nombre d'étudiants et du PHQ en STS

L'évaluation démontre que le **sous-programme a permis aux étudiants et au PHQ de participer à des projets en STS.** Elles ont facilité la participation d'étudiants (de premier cycle et diplômés) à un large éventail d'activités dont l'accent était mis sur des projets pratiques comme ceux réalisés avec VITES et STRATOS. Ces projets ajoutent une dimension nouvelle et importante à la formation des étudiants dans le cadre de leurs programmes d'études.

Le Programme de formation des ingénieurs subalternes a également offert une occasion unique aux participants sélectionnés de s'engager avec succès dans des projets liés aux STS en entrant au service de l'ASC.

Résultat immédiat n° 3 : Augmentation ou maintien du nombre de projets réalisés en STS

Le sous-programme s'est révélé être un **contributeur essentiel**, tout comme d'autres organismes subventionnaires au Canada, à **des projets de recherche liés aux STS**. Ces projets ont soutenu l'acquisition de connaissances en STS dans un certain nombre de domaines ciblés par l'Agence, plus particulièrement au moyen des AOP de VITES. Cela a ensuite **contribué de façon directe à l'objectif fondamental et législatif de l'ASC consistant à « faire progresser la connaissance de l'espace au moyen de la science »**.

Résultat immédiat n° 4 : Augmentation ou maintien des possibilités d'accéder à l'environnement présatial et spatial

La contribution directe du sous-programme à l'accès aux environnements présatiaux et spatiaux a été démontrée à l'aide des lancements de ballons stratosphériques. En collaboration avec le CNES, le sous-programme a lancé avec succès les campagnes de ballons stratosphériques pendant la période visée par l'évaluation, y compris la campagne lancée de la nouvelle base de ballons stratosphériques de Timmins de l'ASC. Ce sont essentiellement des étudiants et des universitaires qui ont participé à ces campagnes, mais des représentants de l'industrie spatiale y ont également pris part. Le financement fourni par les volets dont les AOP VITES a également permis d'accéder à d'autres possibilités de démonstration, comme les sites analogues et les vols paraboliques.

Nonobstant le fait que le sous-programme ait atteint les résultats escomptés, l'évaluation indique **que la transition des étudiants du domaine spatial et du PHQ vers le marché du travail reste un sujet de préoccupation**. Bien que certains des étudiants qui bénéficient des activités du sous-programme pourront poursuivre une carrière spatiale au Canada dans leur domaine d'expertise, les constatations de l'évaluation indiquent que d'autres étudiants devront utiliser leurs connaissances plus générales dans d'autres domaines liés à l'espace ou mettre en application ces compétences dans d'autres domaines liés aux STGM qui ne sont pas directement liés au secteur spatial. Dans ce contexte, la mise en œuvre des activités du sous-programme devrait être réalisée de manière à soutenir, dans la mesure du possible, la transition du PHQ formé vers divers domaines spatiaux, notamment les sciences et les technologies spatiales, l'exploration spatiale et l'utilisation de l'espace ainsi que vers des domaines non liés à l'espace.

Afin de répondre à la préoccupation soulevée précédemment, l'évaluation recommande que

La Direction générale des sciences et technologies spatiales veille à ce que ses objectifs et activités correspondent aux besoins actuels, mais aussi aux besoins émergents des universités et des instituts de recherche canadiens en ce qui a trait à l'acquisition des connaissances en sciences et technologies spatiales, tout en facilitant la transition du PHQ formé vers des secteurs, notamment

le secteur spatial canadien, où leurs compétences techniques avancées et leurs compétences comportementales (habiletés interpersonnelles) peuvent être mieux appliquées.

Cette recommandation repose sur le principe que l'éventail de compétences acquises au moyen des projets financés par le sous-programme harmonisera directement certaines des exigences du PHQ du secteur spatial, y compris l'industrie spatiale, tout en sachant que le défi lié à la transition vers le marché du travail dépasse largement les paramètres stricts du sous-programme.

Enfin, l'évaluation a permis de documenter la façon dont les autres activités dans lesquelles l'Agence est engagée contribuent à la formation du PHQ et à l'acquisition de connaissances en SST liées à l'espace. Le but n'était pas d'évaluer formellement ces activités, mais plutôt d'explorer leur relation avec le sous-programme et leur contribution potentielle à l'atteinte des résultats prévus pour le sous-programme. **Les activités menées par l'ASC au-delà du sous-programme contribuent également à ces résultats attendus.** La Direction générale de l'exploration spatiale et la Direction générale de l'utilisation de l'espace invitent des universités et des instituts de recherche à participer à divers projets qui, de manière complémentaire, contribuent également à l'acquisition de connaissances en STS et à la formation du PHQ.

Dans le même ordre d'idées, l'évaluation a permis de mieux situer le travail de l'ASC en ce qui a trait à la promotion des études en STGM auprès des jeunes Canadiens, en documentant non seulement ce qui a déjà été réalisé par l'ASC (au sein du sous-programme et à l'extérieur de celui-ci), mais aussi la façon dont un large éventail d'intervenants peut contribuer à cet objectif.

Cette approche analytique a permis d'établir un contexte plus large qui a appuyé une compréhension améliorée et mieux intégrée des activités et des réussites du sous-programme.

Réponse de la direction et plan d'action

	RESPONSABILITÉ ORGANISATION OU FONCTION	RÉPONSE DE LA DIRECTION	DÉTAILS DU PLAN D'ACTION	CALENDRIER
RECOMMANDATION N° 1				
La Direction générale des sciences et technologies spatiales doit veiller à ce que ses objectifs et activités correspondent aux besoins actuels, mais aussi aux besoins émergents des universités et des instituts de recherche canadiens en ce qui a trait à l'acquisition des connaissances en sciences et technologies spatiales, tout en facilitant la transition du PHQ formé vers des secteurs, notamment le secteur spatial canadien, où leurs compétences techniques avancées et leurs compétences comportementales (habiletés interpersonnelles) peuvent être mieux appliquées.	Direction générale des sciences et technologies spatiales (STS)	La Direction générale des sciences et technologies spatiales accepte la recommandation. Elle sera prise en compte au cours de la mise en œuvre des initiatives menées par la Direction générale des sciences et technologies spatiales dans le contexte du nouveau Cadre ministériel des résultats. Des mesures visant à encourager la participation des étudiants aux activités liées au Programme de développement des technologies spatiales (PDTs) ont récemment été mises en œuvre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poursuivre l'établissement d'ententes formelles avec les intervenants intéressés, particulièrement les universités et l'industrie, puisque le volet Développement de la science, de la technologie et de l'expertise en milieu universitaire et d'autres initiatives de financement sont en cours d'élaboration et de modernisation. 2. Travailler en collaboration avec des organisations comme Mitacs afin d'augmenter le nombre de stages d'étudiants offerts par l'industrie. 3. Réaliser une analyse (ou étude) afin de mieux comprendre les besoins de la main-d'œuvre de l'industrie et de cibler les efforts de formation en conséquence. 	<p>Mars 2018</p> <p>Mars 2018</p> <p>Mars 2018</p>

Annexes

Annexe A : Bibliographie

ACTUA. *Le plus grand organisme de sensibilisation aux STIM au Canada*, 2017. Accès : <http://actua.ca/fr>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Rapport sur le rendement pour la période se terminant le 31 mars 2008*, St-Hubert, 2008.

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Divulgence des octrois de subventions et de contributions*, 2009. Accès : <http://www4.asc-csa.gc.ca/transparence-transparency/fra/subventions/2009-2010/2/671.aspx>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Alouette I et II*, 5 mars 2012a. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/satellites/alouette.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Divulgence des octrois de subventions et de contributions*, 31 mai 2012b. Accès : <http://www4.asc-csa.gc.ca/transparence-transparency/fra/subventions/2011-2012/4/1331.aspx>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Rapport ministériel sur le rendement de 2012-2013*, 2013a. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/rr-2013-annexes.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Les ballons stratosphériques*, 27 juin 2013b. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/sciences/ballons/default.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *La Base de ballons stratosphériques de Timmins*, 27 juin 2013c. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/sciences/ballons/base.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Rapport ministériel sur le rendement, 2014-2015*, 2014a. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/rr-2015.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Cadre de la politique spatiale du Canada*, 2014b. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/politique-spatiale/cadre-de-la-politique-spatiale-du-canada.pdf>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Departmental Evaluation Plan 2016-17 to 2020-21*, 2015a.

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Vols et investigations-terrain en technologies et sciences spatiales (VITES 2015)*, 23 juillet 2015b. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/ao/2015-vites.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Plan d'affaires de l'Agence spatiale canadienne de 2016-2017 : la trajectoire vers le succès*, St-Hubert, 2016a.

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Programme global de subventions et contributions à l'appui de la recherche*, 2016b. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/ressources/sc/default.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *De la salle de classe à la stratosphère : une première canadienne*, 2016c. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/blogue/2016/05/20/de-la-salle-de-classe-a-la-stratosphere-une-premiere-canadienne.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Perspectives from Canada's Space Sciences and Research Communities on Innovation and the Innovation Agenda*, 2016d.

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Space Expertise and Proficiency: Performance Measurement Strategy*, 2016e.

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *État du secteur spatial canadien*, 2016f. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/2014-etat-secteur-spatial-canadien.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Rapport ministériel sur le rendement 2014-2015 - Tableaux de renseignements supplémentaires*, 25 janvier 2016g. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/rr-2015-tableaux.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Programme de développement des technologies spatiales (PDTS)*, 1^{er} février 2016h. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/programmes/pdts/default.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Avis d'offre de participation : Études de définition scientifique de l'Agence spatiale canadienne Exploration spatiale*, 10 mars 2016i. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/ao/2016-es-eds.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Initiative de participation étudiante – AC 2016*, 28 juillet 2016j. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/ao/2016-iac.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Histoire du corps d'astronautes canadiens*, 25 novembre 2016k. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/astronautes/canadiens/histoire-du-corps-d-astronautes-canadiens.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Plan ministériel 2017-2018*, 2017a. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/pm-2017-2018.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Évaluation du Programme global de Subventions et de Contributions*, 2017b. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/publications/re-1415-0204.asp>

AGENCE SPATIALE CANADIENNE. *Evaluation of the Earth Observation Business Line*, St-Hubert, 2017c.

ANDØYA SPACE CENTER. *CaNoRock, CaNoRock STEP & CaNoSat*, 2017. Accès : http://andoyaspace.no/?page_id=246

ASSOCIATION DES INDUSTRIES AÉROSPATIALES DU CANADA. *The Future of Canada's Space Sector: An Engine of Innovation for Over Fifty Years*, 2016. Accès : <http://aiac.ca/wp-content/uploads/2016/11/AIAC-Space-Submission-Sept-2016.pdf>

BUREAU DU VÉRIFICATEUR GÉNÉRAL DU CANADA. *Rapport 1— Mise en œuvre de l'analyse comparative entre les sexes*, 2015. Accès : http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_oag_201602_01_f_41058.html#hd3c

CABINET DU PREMIER MINISTRE. *Lettre de mandat du ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique*, 12 novembre 2015a. Accès : <http://pm.gc.ca/fra/lettre-de-mandat-du-ministre-de-l-innovation-des-sciences-et-du-developpement-economique>

CABINET DU PREMIER MINISTRE. *Lettre de mandat de la ministre des Sciences*, 12 novembre 2015b. Accès : <http://pm.gc.ca/fra/lettre-de-mandat-de-la-ministre-des-sciences>

CANADIAN NETWORK FOR THE DETECTION OF ATMOSPHERIC CHANGE. *PEARL*, 2017. Accès : <http://www.candac.ca/candac/Facilities/facility.php?type=PEARL>

CASIS. *Annual Report FY2016*, 2016. Accès : <http://ar2016.iss-casis.org/>

CENTRE FOR PLANETARY SCIENCE AND EXPLORATION. *Student Programs*, 2017. Accès : http://cpsx.uwo.ca/outreach/student_programs/index.html

CONDITION FÉMININE CANADA. *Plan d'action sur l'analyse comparative entre les sexes (2016-2020)*, 12 mai 2016a. Accès : <http://www.swc-cfc.gc.ca/gba-ac/s/plan-action-2016-fr.html>

CONDITION FÉMININE CANADA. *Analyse comparative entre les sexes plus (ACS+)*, 13 mai 2016b. Accès : <http://www.swc-cfc.gc.ca/gba-ac/s/approach-approche-fr.html>

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA. *À propos du Programme PromoScience*, 28 juin 2016a. Accès : http://www.nserc-crsng.gc.ca/Promoter-Promotion/PromoScience-PromoScience/About-Apropos_fra.asp

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA. *Programme de formation orientée vers la nouveauté, la collaboration et l'expérience en recherche*, 28 juin 2016b. Accès : http://www.nserc-crsng.gc.ca/Professors-Professeurs/Grants-Subs/CREATE-FONCER_fra.asp

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA. *CRSNG – Agence spatiale canadienne*, 28 juin 2016c. Accès : http://www.nserc-crsng.gc.ca/Students-Etudiants/PD-NP/Laboratories-Laboratoires/CSA-ASC_fra.asp

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA. *CRSNG – Programme de bourses de recherche scientifique dans les laboratoires du gouvernement canadien*, 28 juin 2016d. Accès : http://www.nserc-crsng.gc.ca/Students-Etudiants/PD-NP/Laboratories-Laboratoires/index_fra.asp

CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *Assemblée requis : compétences en STGM et productivité économique du Canada*, Ottawa, Le comité d'experts sur les besoins futurs en compétences en STGM, Conseil des académies canadiennes, 2015. Accès : http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessmentspublicationsnewsreleases/stem/stem_full_report_fr.pdf

CNES. *Université d'été espace éducation 2014*, 2017. Accès : <http://cnes.cborg.fr/ue2014/>

DIVISION DE L'ÉVALUATION DU CRSNG ET DU CRSH. *Évaluation du programme PromoScience du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada*, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Ottawa, 2016. Accès : http://www.nserc-crsng.gc.ca/_doc/Reports-Rapports/Evaluations/PromoScienceReport_f.pdf

DOUGHERTY, K., C. OLIVER, et J. FERGUSSON. « Pathways to space: A mission to foster the next generation of scientists and engineers », *Acta Astronomica*, 2014, vol. 99, p. 184–192.

- EUROPEAN SPACE AGENCY. *Education: Investing Today to Build Tomorrow*, s.d. Accès : http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Investing_today_to_build_tomorrow/
- EUROPEAN SPACE AGENCY. *Training and Learning Programme*, 2017. Accès : http://www.esa.int/Education/ESA_Academy/About_the_training_and_learning_programme
- EUROCONSULT. *Évaluation détaillée des répercussions socioéconomiques du secteur spatial canadien*, 2015. Accès : <http://www.asc-csa.gc.ca/pdf/fra/publications/2015-evaluation-secteur-spatial-canadien-v2.pdf>
- EXAMEN DE L'AÉROSPATIALE. *Vers de nouveaux sommets : les intérêts et l'avenir du Canada dans l'espace*, Gouvernement du Canada, 2012. Accès : [http://examinaerospatiale.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Space-f-online.pdf/\\$file/Space-f-online.pdf](http://examinaerospatiale.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Space-f-online.pdf/$file/Space-f-online.pdf)
- GOVERNEMENT DU CANADA. *La prochaine phase du Plan d'action économique du Canada : des impôts bas pour stimuler la croissance et l'emploi*, 6 juin 2011. Accès : <http://www.budget.gc.ca/2011/plan/Budget2011-fra.pdf>
- GOVERNEMENT DU CANADA. *Le Canada : une nation d'innovateurs*, 2016. Accès : [https://www.ic.gc.ca/eic/site/062.nsf/vwapj/InnovationNation_Report-FR.pdf/\\$file/InnovationNation_Report-FR.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/062.nsf/vwapj/InnovationNation_Report-FR.pdf/$file/InnovationNation_Report-FR.pdf)
- GOVERNEMENT DU CANADA. *Bâtir une classe moyenne forte : Budget 2017*, 22 mars 2017. Accès : <http://www.budget.gc.ca/2017/docs/plan/budget-2017-fr.pdf>
- HANGO, D. *Les compétences en mathématiques et en sciences à 15 ans et le choix du programme universitaire : différences selon le sexe*, Ottawa, Statistique Canada, 2013a. Document analytique n° 81-595-M-N° 100. Accès : <http://www.statcan.gc.ca/pub/81-595-m/81-595-m2013100-fra.pdf>
- HANGO, D. *Les différences entre les sexes dans les programmes de sciences, technologies, génie, mathématiques et sciences informatiques (STGM) à l'université*, Ottawa, Statistique Canada, 2013b. Document n° 75-006-X. Accès : <http://www.statcan.gc.ca/pub/75-006-x/2013001/article/11874-fra.pdf>
- HICKLING ARTHURS LOW. *Study on the Space Workforce in Canada and Requirements for the Coming Decade*, Agence spatiale canadienne, 2015.
- HIGHER ORBITS. *Higher Orbits - Through Science, Technology, Engineering & Math*, 2017. Accès : <http://higherorbits.org>
- INNOVATION, SCIENCES ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE CANADA. *Sommet de l'aérospatiale canadienne 2016*. Discours de l'honorable Navdeep Bains, Ministre de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique, mis en ligne le 22 novembre 2016. Accès : <https://www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2016/11/sommet-aerospatiale-canadienne-2016.html>
- INNOVATION, SCIENCES ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE CANADA. *Le gouvernement du Canada lance une campagne visant à inciter les jeunes femmes à opter pour les sciences*, 11 février 2017a. Accès :

https://www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2017/02/le_gouvernement_ducanadalanceunecampagnevisantainciterlesjeunesf.html

INNOVATION, SCIENCES ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE CANADA. *Optez pour les sciences* (en ligne : page d'accueil, matériel promotionnel), 17 février 2017b. Accès : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/013.nsf/fra/accueil>

INNOVATION, SCIENCES ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE CANADA. *Les ministres Bains et Hajdu annoncent la Stratégie en matière de compétences mondiales du Canada*, 13 mars 2017c. Accès : https://www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2017/03/les_ministres_bainsethajduannoncentlastrategieenmatieredec ompete.html

INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY. *ISU Programs*, 2017. Accès : <http://www.isunet.edu/about>

LOIS DU CANADA. *Loi sur l'Agence spatiale canadienne* (1990). Accès : <http://laws.justice.gc.ca/fra/lois/C-23.2/TexteCompleet.html>

MINISTÈRE DES FINANCES CANADA. *Rapport sur l'emploi : Le point sur le marché du travail canadien*, 2014. Accès : <http://www.budget.gc.ca/2014/docs/jobs-emplois/pdf/jobs-emplois-fra.pdf>

UNIVERSITY OF TORONTO, FACULTY OF APPLIED SCIENCE & ENGINEERING. *About Us*, 2017. Accès : <http://outreach.engineering.utoronto.ca/about-us/>

JAXA. *Report of JAXA Space Education Center On its Activities in 2015-2016*, Japanese Aerospace Exploration Agency, 2016. Accès : http://edu.jaxa.jp/education/international/report/report2015_2016.pdf

JOHN O'GRADY CONSULTING LTD. *Strategies for attracting and retaining a Skilled Workforce in a Cyclical Industry*, Aerospace Review Secretariat, 2012. Accès : [http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Report_on_Cyclicalilty_and_Human_Resources_-_Final.pdf/\\$file/Report_on_Cyclicalilty_and_Human_Resources_-_Final.pdf](http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Report_on_Cyclicalilty_and_Human_Resources_-_Final.pdf/$file/Report_on_Cyclicalilty_and_Human_Resources_-_Final.pdf)

LEWIS, P. *Space For Technicians?*, London, Gatsby, 2012. Accès : <http://www.gatsby.org.uk/uploads/education/reports/pdf/seminar-report-space.pdf>

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *Zero Robotics*, 2014. Accès : <http://zerorobotics.mit.edu/>

MCCREEDY, D., et L.D. DIERKING. *Cascading Influences: Long-Term Impacts of Informal STEM Experiences for Girls*, The Franklin Institute, Philadelphie, Pennsylvanie, 2013. Accès : <https://www.fi.edu/sites/default/files/cascading-influences.pdf>

MISSION X. *Mission X Train Like An Astronaut*, 2017. Accès : <http://trainlikeanastronaut.org/about>

MITACS. *Programmes*, 2014. Accès : <https://www.mitacs.ca/fr/programmes>

- NASA. *NASA Education Implementation Plan 2015-2017*, NASA, 2015. Accès : https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_education_implementation_plan_2015-2017.pdf
- NASA. *21st Century Community Learning Centers Engineering Design Challenge Development and Testing Summary*, 2016a. Texte. Accès : <http://www.nasa.gov/offices/education/seap-abstracts-21CCLC.html>
- NASA. *NASA Education Announcement*, 2016b. Accès : <http://www.nasa.gov/content/nasa-education-announcement-retired-websites>
- OCDE. *Handbook on Measuring the Space Economy*, 2012. Accès : http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/economics/oecd-handbook-on-measuring-the-space-economy/definitions-and-industrial-classifications_9789264169166-3-en
- OCDE. *PISA 2015 : Résultats à la loupe*, 2016. Accès : <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-FR.pdf>
- POLYTECHNIQUE MONTRÉAL. *Polytechnique Montréal et sept partenaires inaugurent la plus importante chaire de recherche CRSNG en revêtements et en ingénierie des surfaces*, 2012. Accès : <http://www.polymtl.ca/salle-de-presse/communiqués/polytechnique-montreal-et-sept-partenaires-inaugurent-la-plus-importante-chaire-de-recherche-crsng>
- PRISM ECONOMICS AND ANALYSIS. *Current and Future Human Capital Needs in the Aerospace Industry and Strategies for Harnessing the Potential Workforce*, Examen de l'aérospatiale, 2012. Accès : [http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Aerospace_Human_Capital_Needs_-_Final_Report_draft_July_16.pdf/\\$FILE/Aerospace_Human_Capital_Needs_-_Final_Report_draft_July_16.pdf](http://aerospacereview.ca/eic/site/060.nsf/vwapj/Aerospace_Human_Capital_Needs_-_Final_Report_draft_July_16.pdf/$FILE/Aerospace_Human_Capital_Needs_-_Final_Report_draft_July_16.pdf)
- SERVICES PUBLICS ET APPROVISIONNEMENT CANADA, 2017. Accès : <http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/pmc-cgp/index-fra.html>
- STATISTIQUE CANADA. *Bulletin de l'analyse en innovation : Profil du personnel hautement qualifié au Canada*, 1^{er} décembre 2008. Accès : <http://www.statcan.gc.ca/pub/88-003-x/2007002/10331-fra.htm>
- STAUFFER, J. « Changing the face of STEM education », *University of Waterloo Magazine*, 2015. Accès : <https://uwaterloo.ca/magazine/fall-2015/features/changing-face-stem-education>
- SECRÉTARIAT DU CONSEIL DU TRÉSOR. *Directive sur les résultats*, 2016. Accès : <https://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-fra.aspx?id=31306§ion=html>
- UNITED LAUNCH ALLIANCE. *Intern Rocket Program*, 2015. Accès : http://www.ulalaunch.com/Intern_RocketLaunch.aspx
- U.S. SPACE & ROCKET CENTER. *Space Camp*, 2017. Accès : <http://www.spacecamp.com/>

WEINRIB, J. *Canada's Approach to Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM): Context, Policy, Strategy, and Programs*, Australian Council of Learned Academies, 2013. Accès : <http://www.acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Canada.pdf>

XIPHOS SYSTEMS. *OSTEO-4 provided its first data from ISS, using a Xiphos Q6 processor, at 9:10am on Saturday 18 April 2015*, 19 avril 2015. Moment Twitter. Accès : <https://twitter.com/XiphosSystems/status/589895667956510720>