

HEC MONTRÉAL

Un regard croisé sur les pratiques d'innovation ouverte au sein
des agences spatiales américaines et européennes, et leurs
applications potentielles au Canada.

par

William Ricard

Sciences de la gestion des Affaires Internationales

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences (M. Sc.)

Décembre 2014

© William Ricard, 2014

Table des matières :

Liste des figures	5
Liste des tableaux	6
Liste des abréviations	7
Remerciements	9
Contexte de la recherche	10
Qu'est-ce que l'industrie spatiale?.....	10
Le Canada et l'Espace	12
Introduction et motivation de la recherche	16
Revue de la littérature.....	18
L'innovation : vers une ouverture des processus.....	18
L'émergence du modèle d'innovation ouverte	18
L'innovation ouverte et l'écosystème de la firme innovante.....	21
Processus et mécanisme	26
Les formes de l'innovation ouverte.....	29
Limites et enjeux de l'innovation ouverte.....	48
<i>Barrières institutionnelles</i>	56
Conclusion de la revue de littérature	63
Chapitre Méthodologie	65
Devis de recherche	65
Approche utilisée.....	66
Méthode d'analyse de cas.....	66
Collecte de données	70
Données secondaires.....	70
Données primaires	71
Calibrage des données et analyse	74

Validation des analyses	75
Étude de cas : l'Agence Spatiale Canadienne	79
L'industrie spatiale mondiale et canadienne	82
Enjeux inhérents à l'ASC.....	85
Les spin-off du secteur spatial.....	86
La nouvelle politique spatiale canadienne	95
Une nouvelle perspective de l'innovation dans l'industrie spatiale canadienne.....	97
Conclusion sur les enjeux inhérents à l'ASC et l'innovation ouverte.....	100
L'Espace et l'innovation ouverte	101
Bénéfices pour l'industrie spatiale	102
Risques reliés à l'application de l'innovation ouverte dans le spatial.....	106
Conclusion sur les bénéfices et risques liés à l'application de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'industrie spatiale.....	109
Les pratiques d'innovation ouverte dans le secteur spatial aux États-Unis : l'initiative Open NASA.....	110
Les plateformes de collaboration et la NASA : l'exemple de Climate.Data.Gov	112
International Space Apps Challenge.....	116
Comparaison des pratiques d'innovation ouverte aux traditionnelles aux États-Unis.....	122
Les pratiques d'innovation ouverte au sein du secteur spatial européen : l'ESA et l'innovation ouverte	124
<i>L'European Satellite Navigation Competition</i>	126
App Developer Camp.....	133
Comparaison des pratiques d'innovation ouverte aux traditionnelles en Europe	140
Chapitre Analyse : Analyse des pratiques américaines et européennes et les enseignements pour la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'ASC	143
Analyse des pratiques d'innovation ouverte sur les concours d'innovation à court terme aux États-Unis et en Europe.....	145
Comparaison et analyse des pratiques américaines et européennes :.....	146
Processus de mise en place des pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale	148
Processus de mise en place de pratiques d'innovation ouverte appliquée à l'ASC.....	151

Ouverture des pratiques et des politiques de données	151
Processus d'ouverture vers l'extérieur.....	155
Animation et développement de l'écosystème de l'ASC	163
Conclusion	167
Bibliographie.....	170
Article de revues et livres	170
Rapports	179
Mémoires et thèses consultés.....	180
Annexes	182
Annexe I : Définition du secteur spatial canadien.....	182
Annexe II : Grille d'entrevue.....	183
Annexe III : Graphiques et tableaux sur l'industrie spatiale canadienne	186
Annexe IV : Sessions thématiques de la conférence sur l'Espace canadien (25 février 2014)	188

Liste des figures

Figure 1: L'écosystème d'une firme innovante	24
Figure 2: Schématisation du concept d'innovation ouverte	27
Figure 3: Les différentes formes de l'innovation ouverte	30
Figure 4: Options de design de cas.....	68
Figure 5: Le processus de collecte et de traitement de données.....	75
Figure 6: Devis de recherche du mémoire	78
Figure 7: Budgets nationaux des principales agences spatiales mondiales	81
Figure 8: Répartition des activités spatiales mondiales en 2013	83
Figure 9: Évolution des revenus de l'industrie spatiale canadienne de 2008 à 2012	84
Figure 10: L'innovation dans le secteur spatial	88
Figure 11: Cadre de la nouvelle politique spatiale canadienne	96
Figure 12: Une nouvelle perspective des transferts de technologie dans le secteur spatial.....	99
Figure 13: Processus de mise en place des pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale	149
Figure 14: Les utilisateurs potentiels des données spatiales en fonction de leur ouverture	153
Figure 15: Deuxième étape du processus de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale : le processus d'ouverture vers l'extérieur	155
Figure 16: Contribution des données spatiales à la gestion des grands enjeux de société.....	157
Figure 17: Création et animation d'un écosystème innovant autour de l'ASC par des pratiques d'innovation ouverte.....	165
Figure 18: Revenus du secteur spatial canadien par catégorie d'activités spatiales sur la période 2003-2012.....	186
Figure 19: Revenus totaux du secteur spatial canadien sur la période 2008-2012	187
Figure 20: Évolution de la destination des exportations du secteur spatial canadien sur la période 2008-2012.....	187

Liste des tableaux

Tableau 1: Contributions majeures des modèles d'innovation.....	20
Tableau 2: Typologie des stratégies d'une firme en fonction de son modèle d'innovation et de l'ouverture de son modèle d'affaires	45
Tableau 3: Personnes interviewées pour la collecte de données primaires.....	73
Tableau 4: Tableau comparatif des avantages et inconvénients des pratiques ouvertes et traditionnelles à la NASA.....	124
Tableau 5: Tableau comparatif des avantages et inconvénients des pratiques ouvertes et traditionnelles à l'ESA.....	142

Liste des abréviations

ASC: Agence Spatiale Canadienne

AZO: Anwendungszentrum GmbH Oberpfaffenhofen

BETA: Bureau d'Économie Théorique Appliquée (Université Louis Pasteur, Strasbourg)

BRP : Bombardier Produits Récréatifs

CETAI: Centre d'Études en Administration Internationale (HEC Montréal)

CGP: *Controlled Goods Program*

CNES: Centre Nationale d'Études Spatiales (Agence spatiale française)

CRIAQ: Consortium de Recherche et d'Innovation en Aérospatiale au Québec

EAR: *Export Administration Regulations, US Commerce Department's*

ENoLL: *European Network of Living Labs*

ESA: *European Space Agency* (Agence spatiale européenne)

ESNC: *European Satellite Navigation Competition*

ESPI: *European Space Policy Institute*

DLR: *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V* (Agence spatiale allemande)

GPITT: Bureau de la propriété intellectuelle et des transferts de technologie de l'ASC

GPS: *Global Positioning System*

GSAa: *General Services Agency*

GSAb: *European GNSS Agency* (agence européenne de système de navigation)

IAC: *International Astronautical Congress*

ISU: *International Space University* (Strasbourg, France)

ISS: *International Space Station*

ITAR: *International Traffic in Arms Regulations*

ITRI: *Industrial Technology Research Institute*

JAXA: *Japan Aerospace Exploration Agency* (Agence spatiale japonaise)

MDA: MacDonalD Dettwiler and Associates

M (IES)² C: *Measure of the Impacts for the Economy and Society of the Investments in the Expertise in Space in Canada*

NASA: *National Aeronautics and Space Administration* (Agence spatiale américaine)

NIH: *Not Invented Here*

NOAA: *National Oceanic and Atmospheric Administration*

OBNL: Organisme à But Non Lucratif

OCDE: Organisation de Coopération et de Développement Économiques

ONU: Organisation des Nations Unies

PI: propriété intellectuelle

PME: petites et moyennes entreprises

TRL: *Technology Readiness Level* (niveau de maturité d'une technologie)

UKSA: *United Kingdom Space Agency* (Agence spatiale britannique)

Remerciements

Pour commencer, je tiens à remercier le café La Boîte Gourmande, où ce mémoire a été écrit en grande partie. L'atmosphère chaleureuse, le soutien et la gentillesse de ses employés ainsi que les bons petits plats de ce café m'ont permis de traverser cette épreuve plus facilement.

Puisqu'un mémoire est avant tout une aventure humaine comme le soulignait un célèbre philosophe de l'ovale, il me faut remercier spécifiquement certaines personnes. Je tiens tout d'abord à remercier mon superviseur Patrick Cohendet pour son soutien et sa confiance. Au-delà de ses conseils éclairés, il m'a offert l'une des expériences les plus enrichissantes de ma vie en me proposant de rejoindre la grande famille Mosaic. J'y ai fait des rencontres exceptionnelles et il me serait malheureusement difficile de les citer toutes ici, mais je les remercie de tout mon cœur. Je tiens particulièrement à remercier Lucy Stojak, Laurent Simon, Fabio Prado-Saldanha, Anne-Katherine Lamontagne, Véronique Beaulieu-Fowler, Frédéric Bove et Alice Niyizurugero.

Je tiens également à remercier mes parents et mon frère qui m'ont toujours soutenu dans tous mes choix de vie et de travail et ce mémoire est l'accomplissement de leur soutien et leur amour sans lesquels je n'en serais pas là aujourd'hui. Dans le même registre, je tiens à remercier mes amis qui m'ont soutenu et accompagné lors de ce voyage au pays des mille-et-une lectures. Leurs encouragements, leur soutien et les bières du jeudi soir m'ont permis d'arriver au bout de cette quête du savoir sans trop me perdre en chemin.

Finalement, je tiens à remercier tout spécialement mon ami et collègue David Grandadam sans qui tout ce travail n'aurait pas été possible. Au-delà de son humanité, sa droiture et son empathie, il a pour moi été un guide pendant ces trois années passées à Mosaic. C'est à lui que je souhaite dédier ce mémoire puisqu'il en a inspiré l'écriture et en a permis la finition.

Contexte de la recherche

Avant de débiter la lecture de ce mémoire, il est essentiel que le lecteur puisse mieux comprendre l'objet de recherche qui nous intéresse, soit l'industrie spatiale. Cette industrie est très particulière et nécessite donc une brève présentation afin de mieux saisir le contexte de la recherche. De plus, nous introduirons par la suite une mise en contexte de l'utilisation de l'Espace au Canada, mais surtout les défis auxquels l'industrie doit faire face à l'heure actuelle au Canada. Tout d'abord, commençons par répondre à la question suivante.

QU'EST-CE QUE L'INDUSTRIE SPATIALE?

La plupart des gens ne font pas la différence entre secteur spatial et secteur aéronautique, regroupant le tout sous le terme « aérospatial », même s'il est vrai que ces industries peuvent être technologiquement et industriellement assez proches. Toutefois, le présent mémoire ne s'intéresse qu'au secteur spatial, et non pas au secteur aéronautique, et c'est pourquoi une définition de ce dernier s'impose ici. De nombreux rapports internationaux portant sur la mesure des investissements dans le spatial soulignent le fait que l'Espace est très difficilement isolable dans les classifications industrielles internationales (OCDE, 2012; Simmonds, Clark, Knee, Stermsek, Horvath et Javorka, 2012; Hof, Koopmans, Lieshout et Wokke, 2012). En effet, le secteur spatial étant mal défini, il n'a pas sa propre classification industrielle et les données de ce secteur se retrouvent dans des catégories qui s'entremêlent (OCDE, 2012); c'est pourquoi on retrouve souvent les statistiques du secteur spatial agrégées avec celles de l'aéronautique.

Le secteur spatial se compose de quatre branches au Canada (ASC, 2013) soit le segment spatial, le segment terrestre, les applications et services et finalement la recherche spatiale fondamentale. Le détail des activités des différents segments est disponible à l'annexe I. Ce secteur est constitué à la fois d'entités publiques, privées et universitaires dont les activités dépendent, au moins en partie, du développement et de l'exploitation de systèmes spatiaux et/ou de données spatiales (ASC, 2013).

Le secteur spatial canadien peut être découpé entre différents domaines. Ainsi, ce secteur est composé :

- Télécommunications par satellite (services de télécommunications de la voix et des données, de radiodiffusion et de télévision)
- Systèmes de navigation par satellites (positionnement et navigation par satellite)
- Satellites d'observation de la Terre (météorologie, surveillance et protection de l'environnement, gestion des ressources naturelles et sécurité nationale)
- Exploration Spatiale (appui aux vols habités et non habités dans l'Espace, exploration et récupération d'objets, inspection et réparation de satellites, véhicules planétaires, vision artificielle, système d'atterrissage... etc.)
- Sciences Spatiales (météorologie dans l'Espace, astronomie et sciences environnementales)

À des fins de simplification terminologique, le terme d'industrie ou de secteur spatial correspondra à l'industrie spatiale telle que définie à l'instant alors que le terme industrie ou secteur terrestre/non spatial correspondra à l'ensemble des autres secteurs n'utilisant aucun système ou donnée spatiale, l'industrie aéronautique étant incluse dans cette catégorie.

LE CANADA ET L'ESPACE

« Aujourd'hui, les applications et les services spatiaux sont largement tenus pour acquis. Pourtant, presque tous les aspects de la vie moderne au Canada dépendent de l'espace : de l'impression des journaux du matin aux transactions au distributeur d'essence, des émissions de télévision et des appareils mobiles aux complexités de notre système financier et au réseau d'électricité. L'espace est maintenant si intimement lié à l'économie canadienne que sa contribution fondamentale à notre infrastructure nationale est souvent oubliée. Or, on estime que les applications spatiales touchent la vie de chaque Canadien de 20 à 30 fois par jour. »

Rapport final du Groupe de travail sur l'Espace, septembre 2012, p. 25

Pour un pays de la taille du Canada, l'Espace constitue un atout stratégique afin de connecter ses citoyens et ses agglomérations, d'inclure ses collectivités isolées et de surveiller le territoire du deuxième plus grand pays au monde. Les activités spatiales entraînent des retombées économiques, technologiques, sociétales et environnementales importantes pour l'ensemble des Canadiens, ainsi que la formation d'une main-d'œuvre hautement qualifiée (BETA/CETAI, 1989 ; OCDE, 2011 et 2012; Hof, Koopmans, Lieshout et Wokke, 2012; Simmonds et al., 2012). Un autre élément important concernant l'Espace est le fait que ce secteur amène des solutions à de nombreux enjeux de société dans des applications ou des secteurs dits « terrestres »¹. De plus, les activités spatiales permettent le développement de technologies de pointe qui entraînent des transferts de technologie vers le reste de l'économie, appelés spin-off. Cette volonté de pousser à l'externe des technologies spatiales vers d'autres domaines d'application démontre une certaine interaction et ouverture aux acteurs externes. Toutefois, il s'agit d'un processus de plus en plus rare et c'est d'ailleurs pour cela que ce mémoire cherche à voir si des pratiques d'innovation ouverte pourraient contribuer les spin-off du secteur spatial canadien.

¹ On prendra pour acquis que le terme de secteur « terrestre » dans l'ensemble de ce mémoire se réfère aux secteurs non spatial.

Sa proximité du pôle Nord fait du Canada un emplacement de choix pour les stations terrestres de traitement de données spatiales puisque la majorité des satellites d'observation de la Terre utilisent une orbite polaire qui leur fait survoler l'Arctique et donc une partie du territoire canadien (Aerospace Review, 2012, p. 26). Le réchauffement climatique entraîne des changements de la région Arctique, qui représente une grande partie du territoire canadien, et qui, malgré les défis écologiques, offrent de grandes opportunités économiques par rapport à la mise à jour de ressources minières et énergétiques ainsi que de nouvelles routes commerciales au nord du Canada. L'Espace joue un rôle prépondérant dans la gestion et l'accès aux ressources naturelles du Nord, au décloisonnement numérique des populations du Nord ainsi que dans la surveillance et la protection de la navigation et de l'intégrité du territoire canadien (ArcticNet, 2013). De par les niches commerciales choisies par le Canada et les collaborations de l'Agence Spatiale Canadienne (ASC), l'industrie spatiale canadienne jouit d'une excellente réputation à l'échelle mondiale et bénéficie d'un réseau commercial international très développé grâce à une industrie tournée vers l'exportation.

Toutefois, même si le marché spatial mondial présente des prévisions de très forte croissance pour les prochaines années, l'industrie spatiale canadienne doit aujourd'hui faire face à différents défis que le rapport Emerson (Aerospace Review, 2012) résume bien et dont les prochaines lignes s'inspirent largement. Tout d'abord, le rôle et l'objectif du programme spatial canadien sont mal définis par le gouvernement (Aerospace Review, 2012). En effet, une mauvaise planification, des budgets instables et une mauvaise définition des rôles et liens entre ASC et ministères – ces derniers étant les principaux utilisateurs de l'Espace au Canada – n'encouragent pas une industrie où les activités sont très coûteuses, risquées et complexes. Ce retard dans l'élaboration d'un plan stratégique pour le programme spatial canadien a déjà coûté une place au Canada dans l'index de compétitivité des industries spatiales, vis-à-vis de l'Inde qui

dépasse le Canada et prend ainsi la 5e place mondiale.² D'un point de vue privé même si les tendances mondiales montrent également une dépendance à l'investissement public, l'industrie spatiale canadienne semble encore plus dépendante des contrats publics d'agences spatiales, et offre une faible concurrence entre les entreprises spatiales canadiennes, compte tenu de la petite taille du marché spatial canadien (Aerospace Review, 2012). En réponse à cette constatation du rapport Emerson, une nouvelle politique spatiale canadienne a été établie le 7 février 2014 afin de développer un plan de développement stratégique à long terme des activités spatiales canadiennes. Un développement sera fait sur la nouvelle politique spatiale canadienne lors de l'étude de cas.

Un autre défi auquel doit faire face l'industrie spatiale canadienne est la réglementation internationale. Effectivement, les pays disposant d'un marché interne important pour les actifs spatiaux protègent leur marché pour avantager leurs entreprises nationales, ce qui nuit aux entreprises canadiennes dont les recettes dépendent grandement de l'international. La réglementation ITAR pèse sur les entreprises canadiennes et poussent ces dernières vers un important dilemme. En effet, cette réglementation américaine légifère les collaborations avec la Chine dans le domaine spatial en obligeant les entreprises canadiennes à choisir entre d'une part faire affaire avec les États-Unis, qui sont le plus grand acteur mondial dans le domaine spatial ainsi que le premier client des entreprises canadiennes avec 42,9% des exportations canadiennes en 2012³, et d'autre part faire affaire avec la Chine, dont le marché interne spatial est en pleine croissance. La réglementation ITAR sera explicitée plus en profondeur dans la revue de la littérature. Finalement, le dernier défi auquel devra faire face l'industrie spatiale canadienne est sa dépendance aux nations ayant la capacité de lancer des fusées, ce qui n'est pas le cas du Canada. Ainsi, le développement d'une capacité canadienne de

² CTV news, 10 septembre 2011

³ ASC, 2013, p. 11

lancement de satellites permettra au pays de diminuer les coûts et les retards de lancement, et donc d'accès à l'Espace pour les actifs spatiaux canadiens.

Introduction et motivation de la recherche

Pourquoi ce mémoire s'intéresse-t-il à l'innovation ouverte et l'Espace? Afin de mieux comprendre le contexte de notre étude de cas sur le secteur spatial canadien, une petite introduction sur l'importance des spin-off pour ce secteur s'impose. Ainsi cette introduction permettra de mieux comprendre l'intérêt que peut représenter la mise en place d'un contexte d'innovation ouverte au sein de l'ASC.

Le secteur spatial présente la particularité d'être fortement dépendant, voir tributaire dans certains cas, de l'investissement public. Toutefois, on observe ces dernières années de fortes coupures budgétaires dans les gouvernements de nombreux pays industrialisés. Les budgets dédiés aux agences spatiales ont souvent à pâtir de ces diminutions puisque le secteur spatial est dépendant des contrats des agences spatiales (Aerospace Review, 2012; Venturini, Verbano et Matsumoto, 2013). Une agence spatiale doit donc continuer à répondre à sa mission avec des coupures ou du moins des stagnations de budgets alors que les coûts augmentent à cause de l'inflation, mais également des coûts fixes occasionnés par l'entretien de l'infrastructure spatiale déjà en place (The Space Foundation, 2014). Le développement d'un contexte d'innovation ouverte et les collaborations qu'un tel environnement requiert pourraient permettre à une agence spatiale publique de répondre à sa mission d'une meilleure façon, et à des coûts moindres. Le manque de concurrence et d'efficacité dans l'octroi des contrats gouvernementaux et la rareté des ressources au sein des agences spatiales modernes soulignent les bénéfices que pourraient apporter des pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale (Calendrelli, 2013). De plus, l'innovation ouverte pourrait apporter de nombreux bénéfices à une industrie comme le spatial et c'est ce qui motive principalement notre recherche sur le rôle que peut jouer l'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne. Afin de mieux comprendre ce qu'est l'innovation ouverte, le prochain chapitre présente une revue de la littérature sur ce concept. On y présentera son origine, son fonctionnement, les différentes stratégies d'innovation

ouverte, mais également les limites inhérentes au concept d'innovation ouverte. Par la suite, notre étude de cas multiple s'intéressera aux avantages et inconvénients de la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein des agences spatiales américaines et européennes. Cette comparaison de pratiques de différentes agences internationales justifie le fait que ce mémoire ait été produit par un étudiant du département d'Affaires Internationales. De nos études de cas multiples, nous tenterons de mettre à jour un modèle théorique de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne. Finalement, nous utiliserons le modèle mis à jour afin de l'appliquer au cas de l'ASC.

Revue de la littérature

La première partie de cette revue de littérature introduira de façon concise la littérature sur les modèles d'innovation fermée et le changement de paradigme que l'on peut observer à l'heure actuelle. L'accès facilité à l'information à très faible coût et une population de plus en plus éduquée permettent de nouvelles pratiques dites ouvertes afin de profiter de ces sources d'innovations externes aux frontières de l'organisation (Chesbrough, 2003a). La présente revue de la littérature introduit l'évolution des modèles d'innovation, le processus et les pratiques d'innovation ouverte ainsi que les limites et enjeux liés à l'innovation ouverte. Des parallèles avec l'industrie spatiale, notamment canadienne, seront faits tout au long de la revue de la littérature afin de mieux saisir les spécificités et les enjeux de ce secteur industriel pour mieux introduire l'étude de cas sur les pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale.

L'INNOVATION : VERS UNE OUVERTURE DES PROCESSUS

L'émergence du modèle d'innovation ouverte

Puisque ce mémoire de maîtrise a pour thématique centrale l'innovation, il faut commencer par expliquer l'émergence du modèle d'innovation ouverte en présentant brièvement l'évolution des différents modèles d'innovation dans la littérature.

L'innovation est un concept ayant connu un franc succès dans le milieu académique depuis Schumpeter (1911). Si l'innovation ouverte est aujourd'hui présentée comme un modèle de réussite, voire même une révolution par certains auteurs ou praticiens, le concept en soi est un héritier de l'ensemble des modèles d'innovation lui ayant précédés. En effet, bon nombre de composantes du modèle d'innovation ouverte ne

sont pas révolutionnaires et existaient déjà par le passé dans les modèles d'innovation, notamment ceux avancés par Nelson et Winter (1982) ainsi que par Kline et Rosenberg (1986). Ainsi, le monde n'a pas basculé du jour au lendemain d'un modèle totalement fermé à un modèle ouvert. Pour bien comprendre le modèle d'innovation ouverte, il est donc essentiel de faire un bref retour à la littérature qui a permis le développement de ce concept, c'est-à-dire aux différents modèles d'innovation développés dans la littérature, afin de mieux comprendre quels sont les éléments nouveaux dans ce modèle.

L'innovation est un sujet auquel de nombreux chercheurs se sont intéressés, et la littérature sur le sujet est donc extrêmement riche et abondante. Ainsi, depuis les écrits de Schumpeter en 1911 sur le modèle d'innovation linéaire fermé, différents processus d'innovation ont été développés. Puisque ce mémoire s'intéresse à l'innovation ouverte, nous ne développerons pas ici la littérature sur les modèles d'innovation ayant précédé le concept qui nous intéresse. Le tableau 1, inspiré des travaux de Guinet (2011) récapitule les principaux modèles d'innovation et leurs contributions majeures à la littérature.

Auteur	Modèle	Contributions majeures
Schumpeter	Linéaire fermé (1911, 1913)	<ul style="list-style-type: none"> • Cristallisation des cinq blocs du modèle linéaire qui s'enchaînent: recherche fondamentale, recherche appliquée, développement, production, diffusion. • Extrants mesurables à chaque étape : publications, brevets, nouveaux procédés, nouveaux produits, accès à de nouveaux marchés. • Notion de « technology push » : du laboratoire de R&D jusqu'au marché. • Distinction entre invention et innovation qui crée une transition risquée entre les deux. Les pouvoirs publics doivent investir à ce moment-là.

Schmookler	Linéaire fermé (1966)	<ul style="list-style-type: none"> • Notion de <i>market-pull</i>: besoins du marché poussent la R&D à développer un produit qui répond aux besoins des consommateurs. • Complémentarité du <i>pull</i> et du <i>push</i> : importance fondamentale de ces deux sources pour stimuler l'innovation d'une firme
Nelson, Winter et Schuette Nelson et Winter	Interactif fermé (1976/82)	<ul style="list-style-type: none"> • L'organisation fonctionne de façon stable avec ses routines organisationnelles tant qu'elle ne connaît pas de crise. • Dans un état satisfaisant, la firme conserve ses habitudes et ses pratiques. • La rationalité limitée impose des interactions entre les différents départements d'une même organisation. Les pouvoirs publics doivent donc soutenir la mise en réseau des acteurs à l'intérieur d'ensembles industriels.
Kline et Rosenberg	Chain-linked (fermé) (1986)	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin de décloisonnement du modèle linéaire par des retours en arrière, des essais et erreurs. • Importance des <i>feedback loops</i>: interactions cycliques et bidirectionnelles avec partenaires (clients, fournisseurs) • La recherche vient en support du design. Ainsi, la science est vue comme un ultime recours, car elle est coûteuse. • Le cœur du processus d'innovation est le design qui se fait soit par invention, soit par design analytique (recombinaison). • Le marché entoure le processus d'innovation, il se place en amont et en aval.

Tableau 1 - Contributions majeures des modèles d'innovation (Sources : adapté de Guinet, 2011, p. 58).

Le besoin d'ouverture des modèles d'innovation a été identifié très tôt, notamment l'importance de l'innovation provenant de l'extérieur des frontières de la firme (von Hippel, 1978). Malgré cette identification précoce, il faut attendre le début des années 90 et la révolution numérique pour une érosion des modèles fermés au profit d'une ouverture du processus (Brynjolfsson et Mc Afee, 2012). En effet, l'accès accru à l'information a profondément bouleversé l'organisation des entreprises et les interactions avec les acteurs externes aux frontières de la firme. Cette révolution digitale offre aux usagers un accès infini aux connaissances ainsi qu'à de nombreuses

ressources technologiques. Ce changement permet aux usagers de produire eux-mêmes des innovations afin de mieux répondre à leurs besoins, ce dont la firme doit tirer avantage (von Hippel, 2005). Le coût de l'innovation a donc également diminué de pair avec l'augmentation de l'accès à l'information et à la connaissance est devenue accessible à tous, ce qui contribue drastiquement à la réduction des barrières à l'innovation (Guilfoos, 1989).

Ce bref constat met à jour une érosion des modèles d'innovation fermée (Chesbrough, 2003b) ce qui ne signifie pas que toutes entreprises et toutes industries devraient faire de l'innovation ouverte. La revue de la littérature qui suit tendra à souligner que l'entreprise innovante doit trouver un juste équilibre dans son processus d'innovation, à savoir quelles activités gagnent à l'ouverture et quelles autres doivent demeurer fermées.

L'innovation ouverte et l'écosystème de la firme innovante

Le terme d'innovation ouverte a été introduit pour la première fois par Chesbrough en 2003. Même si le contenu du concept existait en grande partie auparavant, il est le premier à mettre un nom sur cette nouvelle approche de l'innovation collaborative. Le postulat principal de ce concept est que l'entreprise se doit de profiter de toutes les sources potentielles d'innovation, qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise (Chesbrough, Vanhaverbeke et West, 2006). Que ce soit par des collaborations ou des partenariats avec des acteurs externes à l'entreprise ou par l'inclusion des utilisateurs au sein du processus d'innovation par le biais de plateforme, l'innovation ouverte permet de modifier la façon dont une organisation crée et capte de la valeur (Vanhaverbeke, 2013). Ce type de stratégie d'innovation permet donc à l'entreprise innovante de profiter de son écosystème en incluant usagers, fournisseurs, acteurs de la chaîne de valeur, organisations gouvernementales ou citoyens dans le processus

d'innovation de la firme afin de profiter d'expertises et de connaissances dont ne jouit pas la firme. Une entreprise ne doit donc pas vivre en situation d'« autarcie d'innovation », mais au contraire essayer de profiter au mieux des opportunités que lui offre son écosystème d'acteurs. Il faut dès lors faire une différence qu'implique la notion d'écosystème entre le contexte d'innovation fermée et le contexte d'innovation ouverte que l'on cherche à étudier. Dans le cas du modèle fermé, une organisation peut avoir des échanges avec l'extérieur à travers des relations systémiques comme des contrats, des licences ou des ventes de brevets. Dans un tel contexte, l'organisation interagit avec l'extérieur de ses frontières dans le cadre d'un système et non d'un écosystème. La notion d'écosystème est une partie essentielle de la nouveauté de l'innovation ouverte, où l'organisation s'inscrit dans un nouveau cadre de référence. Il y a malheureusement peu de littérature sur la différence entre les notions de système et d'écosystème, mais c'est essentiel puisque cela permet de faire la différence entre les contextes d'innovation fermée et ouverte. L'un des éléments très importants marquant cette différence est la capacité de régénération de l'écosystème qui permet de créer des externalités positives plus importantes que celles créées par un système, notamment à travers la création et le transfert de connaissances.⁴

La thèse de Le Pellec-Dairon (2013) porte sur la valorisation des projets d'innovation de certains programmes spatiaux et l'importance de l'écosystème entourant le projet. Sa réflexion sur le rôle et l'impact de l'écosystème sur la firme innovante a fortement soulevé notre intérêt vis-à-vis de notre propre recherche ; la partie qui suit s'en inspire grandement.

Le concept d'écosystème d'affaires a connu un essor fulgurant dans la littérature des firmes innovantes, notamment dans les dernières décennies (Adner, 2012). Nous ne serons pas exhaustifs sur la littérature des écosystèmes d'affaires, il s'agit ici d'en brosser un tableau rapide pour mieux saisir l'importance du contexte d'innovation

⁴ Ce paragraphe provient d'une discussion avec mon directeur de recherche Patrick Cohendet. Je n'ai malheureusement pas pu trouver une littérature conséquente sur le sujet.

ouverte. Si c'est Freeman (1984) qui le premier a émis l'hypothèse que le réseau d'une entreprise, à travers l'analyse de ses partis prenants et des interactions qu'elle entretient avec eux, était primordial pour la firme, ce n'est pas lui qui lui donna le nom d'écosystème. Le terme d'écosystème d'affaires apparaît pour la première fois dans un article de Moore (1993) qui s'inspire de l'écologie pour représenter les acteurs en interaction avec leur environnement. Par la suite, Iansiti et Levien (2004) élargissent le concept en plaçant la firme innovante dans une dimension dynamique où «un projet a besoin, comme dans la nature, d'un écosystème favorable pour se déployer » (Le Pellec-Dairon, 2013, p. 121). Le concept de coopération prend ici tout son sens et est au cœur de la notion d'écosystème d'affaires (Walley, 2007). Mêlant les termes *coopération* et *compétition*, la coopération est une stratégie d'affaire d'entreprise visant à collaborer avec certains concurrents dans le but de créer de la valeur pour tous les partenaires. Dans cet esprit, des firmes concurrentes peuvent également devenir partenaires sur certains projets communs, tant que la firme ne met pas en danger son avantage concurrentiel. Il faut donc que l'expertise requise par chacun des partenaires d'un projet ne soit pas en concurrence directe pour que cela fonctionne et qu'il n'y ait pas de problèmes majeurs de propriété intellectuelle (PI) (Walley, 2007). Il est important de souligner ici que la stratégie de coopération est une pratique inhérente à l'industrie spatiale, où les coûts d'investissement et les besoins techniques des projets sont très importants. Ainsi, le maître d'œuvre d'un projet spatial ayant remporté un contrat va utiliser une stratégie de coopération afin d'être capable de répondre correctement à un contrat d'agence en allant sous-traiter une partie de son projet à un de ses concurrents.

Une organisation doit donc profiter de son écosystème d'affaires pour soutenir sa stratégie d'innovation et l'importance des acteurs externes de l'écosystème doit donc se refléter dans le modèle d'affaires de la firme (Chanal, V. Akselsen, S., Blanco, S., Caron-Fasan M.L., Cartoux, B. et al., 2011). L'organisation évolue ainsi dans un environnement complexe caractérisé par des micro-interactions avec différents agents (utilisateurs finaux, *brokers*, *gatekeepers*, universités, centres de recherche, fournisseurs, compétiteurs... etc.), mais également avec la législation, les politiques ou encore les

infrastructures disponibles. Nous ne rentrerons pas dans les détails de l'ensemble des éléments pouvant être contenu dans l'écosystème d'une firme, mais la figure 1 permet de voir un aperçu de ce qu'il peut renfermer.

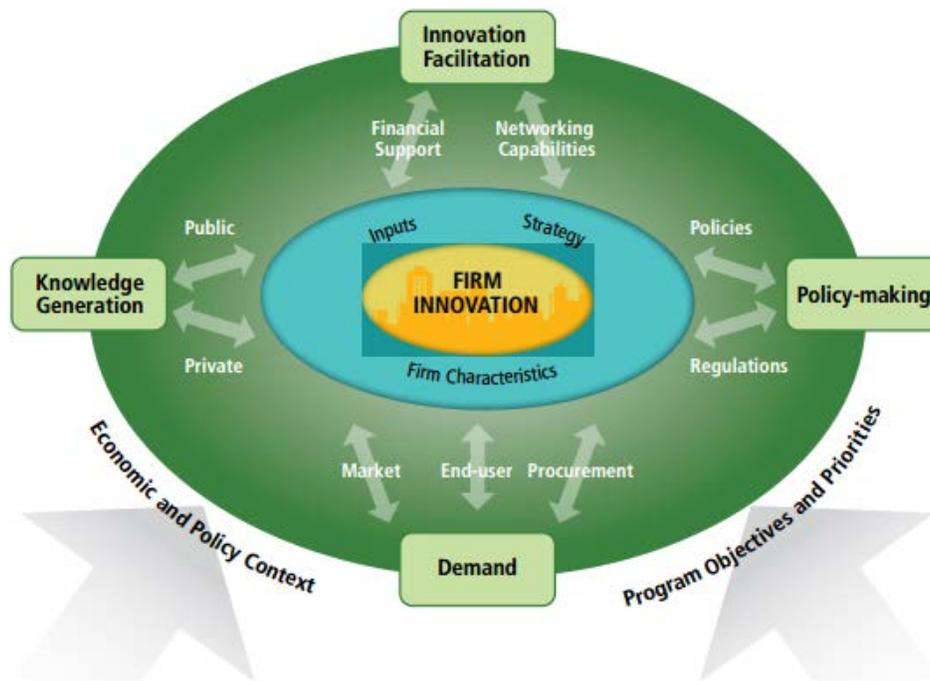


Figure 1: L'écosystème d'une firme innovante (Sources: Council of Canadian Academies, 2013, p. XV)

La littérature met à jour trois différents types d'écosystème en fonction du rôle des acteurs (Iansiti et Levien, 2004; Gawer 2009; Le Pellec-Dairon, 2013) : les écosystèmes de type plateforme industrielle, les écosystèmes à clé de voûte⁵ et les écosystèmes communautaires. Puisque notre revue de la littérature ne peut pas être exhaustive sur les écosystèmes, nous ne parlerons que de l'écosystème à clé de voûte qui est en lien avec le cas de l'industrie spatiale. Dans ce type d'écosystème, il existe un noyau restreint d'organisations dont les interactions et les échanges sont beaucoup plus intenses qu'avec le reste de l'écosystème. La particularité de ce noyau stratégique est

⁵ Ce terme fait référence au concept de *keystone ecosystem* en anglais.

que la performance des entités le composant progresse lorsque les performances des acteurs de l'écosystème progressent aussi. Ainsi, afin de créer et capter de la valeur les organisations composant le noyau doivent collaborer et faire progresser la compétitivité des acteurs de l'écosystème.

Il faut retenir de cette très courte introduction au concept d'écosystème d'affaires l'importance des acteurs et parties prenantes composant l'environnement de la firme et donc de la richesse que peuvent représenter les sources d'innovations externes aux frontières de la firme. Cette importance fondamentale de l'écosystème d'affaires est totalement en lien avec la notion d'innovation ouverte, puisque ce type de stratégie d'innovation permet à l'organisation de tirer profit de son écosystème d'affaire pour innover et créer de la valeur. Pour une meilleure et plus profonde compréhension des concepts de coopération et d'écosystème d'affaires, le lecteur peut se tourner respectivement vers Walley (2007)⁶ et vers Gawer (2009)⁷.

En ce qui a trait à la définition du concept d'innovation ouverte, le présent mémoire utilisera comme définition celle développée par l'*International Space University* (ISU) dans leur rapport sur l'innovation ouverte et l'espace (ISU, 2014) :

« L'innovation ouverte est le processus permettant la gestion stratégique du partage d'idées et de ressources entre différentes entités afin de cocréer de la valeur ». (Traduction libre, ISU, 2014, p. 11).

⁶ Walley (2007) synthétise bien la notion de coopération.

⁷ Gawer (2009) présente une typologie des différents écosystèmes existants.

Processus et mécanisme

L'élément principal bouleversant le changement de paradigme d'innovation est la vision de l'organisation et la localisation de l'innovation. Si l'innovation fermée se focalisait sur le processus interne de l'entreprise pour amener au marché de nouvelles idées, la firme pouvait interagir avec l'extérieur de ses frontières mais elle le faisait dans le cadre d'un système – voir section précédente pour plus de détails. La notion d'innovation ouverte change cette dernière perspective en soulignant que l'organisation évolue et interagit avec au sein d'un écosystème où des entités évoluent (individus, communautés, organisations ... etc.) et créent de la valeur ajoutée. Cette valeur ajoutée contribue à la capture et à la création de valeur de l'organisation qui s'appuie sur un tel écosystème. Si de nombreux éléments appartenant au modèle d'innovation ouverte étaient déjà présents dans des modèles d'innovation précédents, notamment chez Kline et Rosenberg (1986), deux éléments sont vraiment nouveaux. Les firmes se doivent pour réussir et survivre dans un contexte d'innovation ouverte d'utiliser à la fois des idées, des technologies, des pratiques et des connaissances internes et externes aux frontières de la compagnie. Dans un tel contexte, la compagnie doit mettre en place une organisation et une stratégie permettant de trouver un équilibre entre les sources internes et externes d'innovation afin de développer ses technologies (Laursen et Salter, 2006). Ce contexte souligne un transfert de la localisation de l'innovation de la firme vers le réseau de la firme, soit l'extérieur de ses frontières. En revanche, le fait qu'il s'agisse là d'un nouveau modèle d'innovation ne signifie pas que l'innovation à l'intérieur des frontières de la firme est une pratique et un modèle révolu. Le deuxième élément essentiel au concept d'innovation ouverte est que la stratégie d'innovation et de commercialisation d'idées ou de technologies externes doit absolument être alignée avec le modèle d'affaires⁸ de l'entreprise (Chesbrough, 2003a ; 2006). C'est ce dernier point qui est réellement nouveau par rapport aux travaux précédents sur les modèles

⁸ Il s'agit de la traduction du concept anglophone de *business model*.

d'innovation puisqu'il amène la firme à repenser ses façons de faire et de penser, afin que l'ouverture à l'extérieur des frontières soit au cœur du modèle d'affaires de cette dernière. Cette ouverture à l'externe doit pouvoir permettre à une compagnie de répondre aux 2 buts principaux d'un modèle d'affaires, c'est-à-dire de capturer et de créer de la valeur (Chesbrough, 2003a). D'une part, la firme cherche à acquérir à l'extérieur de ses frontières des technologies ou des connaissances lui permettant de fortifier ses compétences internes et son processus de commercialisation. D'une autre part, elle cherche à monétiser des connaissances ou technologies internes dont elle ne fait pas usage à l'extérieur de ses frontières afin d'en dégager de la valeur (Vanhaverbeke, 2013). L'innovation ouverte invite l'entreprise à mettre le couplage d'activités d'innovation interne et externe au cœur du modèle d'affaires de la firme. Ceci implique donc une grande porosité des frontières pour que les idées ou les technologies puissent traverser les murs de l'entreprise, comme le montre la figure 2 à travers le fameux exemple de l'entonnoir.

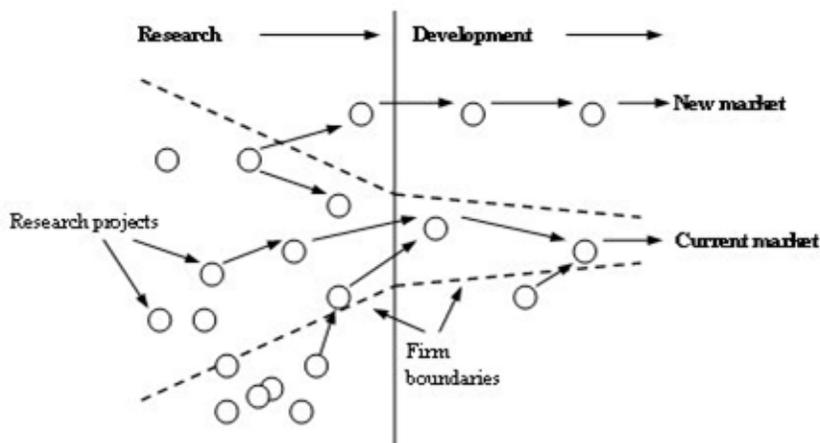


Figure 2 : Schématisation du concept d'innovation ouverte (Sources: Chesbrough, 2003a)

Cette typologie du processus d'innovation, dite d'entonnoir ouvert, tend à démontrer que l'étincelle créative peut venir de n'importe où, de l'extérieur comme de l'intérieur,

mais également à n'importe quel endroit du processus (recherche, développement, production et diffusion). Ce dernier point, même s'il est important pour l'innovation ouverte, n'est toutefois pas une nouveauté. En effet, la notion du *Not Invented Here* (NIH) a été abordée de façon abondante dans la littérature bien avant le développement de la notion d'innovation ouverte (Katz et Allen, 1982 ; Allen, 1983 ; Guilfoos, 1989 ; Cohen et Levinthal, 1990 ; Ragatz, Handfield et Scannell, 1997). La nouveauté réside dans le changement d'état d'esprit nécessaire qui doit être aligné avec le modèle d'affaires de l'entreprise, c'est-à-dire que cette façon de penser doit contribuer à la captation et de la création de valeur ajoutée pour une organisation. L'adoption des pratiques et façons de faire reliées à l'innovation ouverte peut permettre l'augmentation des profits de l'organisation, la réduction des coûts, des risques et du temps nécessaire au développement et à la commercialisation du produit ainsi que l'enrichissement de la base des connaissances/compétences de la firme à travers ses collaborations avec son écosystème (Chesbrough, 2003 a et b ; Wallin et von Krogh, 2010; Parida, Westerberg et Frishammar, 2012). L'innovation ouverte permet de stimuler la croissance d'activités déjà établies de la firme, mais également d'en créer de nouvelles, qu'elles soient à l'intérieur ou à l'extérieur des frontières de la compagnie (Vanhaverbeke, 2013). Finalement, il est important de souligner que si la littérature sur l'innovation ouverte a mis de l'avant la faculté du modèle à stimuler la production de nouveaux produits ou développer de nouveaux marchés, des études récentes de Chesbrough, Vanhaverbeke et West (2014) montrent qu'un échantillon plus large d'industries peuvent en bénéficier. Les industries où l'innovation sur le produit est presque impossible semblent également pouvoir mettre en place un écosystème d'innovation ouverte afin d'en tirer profit. En effet, ces auteurs, en prenant l'exemple de l'industrie du pétrole brut où l'innovation sur le produit est extrêmement limitée, soulignent que l'innovation ouverte peut également permettre à une firme de profiter de son écosystème pour renforcer ses atouts spécifiques compétitifs (traduction libre, Chesbrough et al., 2014)⁹ et ainsi améliorer la valeur ajoutée de son offre. Ces atouts

⁹ Les auteurs parlent de *specific competitive driver* en anglais.

dans le cas de l'exemple de Chesbrough et al. (2014) reposent sur la détection la plus rapide possible des potentiels nouveaux puits de forage et l'efficacité du pompage du pétrole, c'est-à-dire sur l'amélioration des processus d'exploration et d'extraction de la ressource, puisqu'on ne peut pas innover sur le produit qui est une matière première. Maintenant que le concept d'innovation ouverte a été explicité, nous allons étudier comment s'appliquent concrètement des pratiques d'innovation ouverte. La prochaine partie s'intéresse donc aux différentes pratiques et formes que peut prendre l'innovation ouverte au sein des organisations.

Les formes de l'innovation ouverte

Il existe finalement de nombreuses pratiques d'innovation ouverte et une organisation doit être capable de choisir celles contribuant au mieux à ses objectifs. En effet, les pratiques peuvent varier selon le public cible, la portée des résultats et le degré de complexité de l'innovation recherchée. L'organisation se doit ainsi de mettre en place les bonnes pratiques afin d'avoir les résultats qu'elle escompte.

Pour définir les trois différentes stratégies que peut prendre l'innovation ouverte, nous allons nous appuyer sur le travail de Gassmann et Enkel (2004 et 2008). Ces différentes formes sont caractérisées par les auteurs de stratégies *d'inside-out* *d'outside-in* et de *coupled activities*. La figure 3 résume ces trois stratégies, au cœur du modèle d'innovation ouverte.

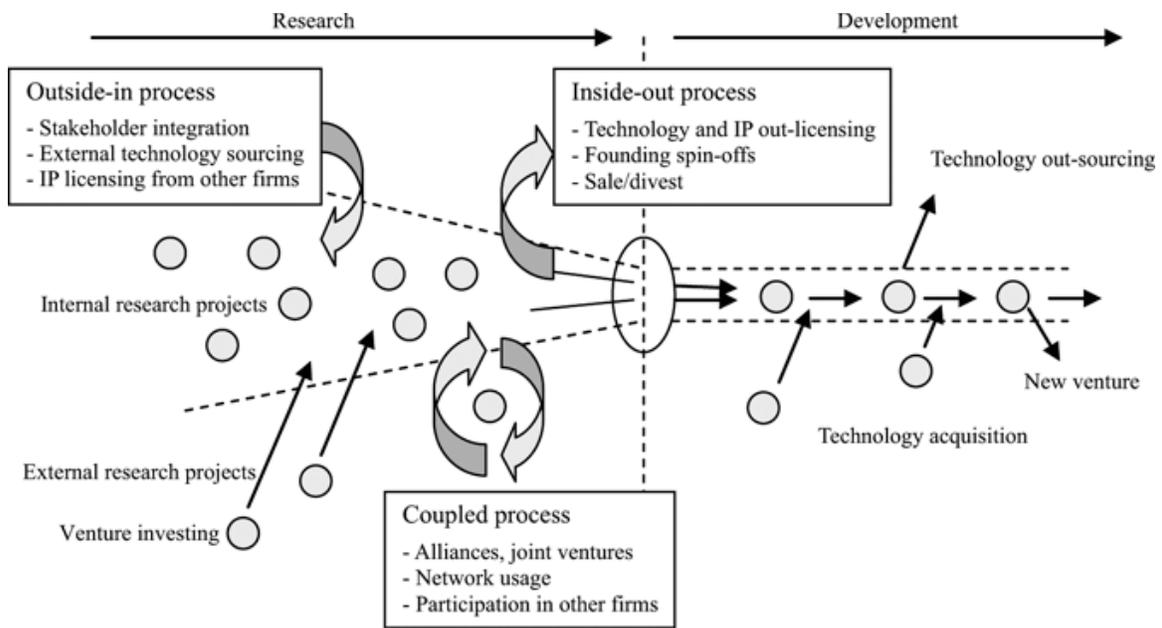


Figure 3: Les différentes formes de l'innovation ouverte (Sources: Inauen et Schenker-Wicki, 2011, p. 501)

Les stratégies d'*inside-out* et d'*outside-in* ne sont pas nouvelles et ne proviennent pas du modèle d'innovation ouverte. En effet, même si de nouvelles façons de faire comme le *crowdsourcing* ou l'*open source* apparaissent avec l'innovation ouverte, ces deux types de stratégies existaient déjà dans les modèles d'innovations précédents. Toutefois, ces stratégies étaient pratiquées de façon ponctuelle et souvent marginale alors que l'acceptation nouvelle met de l'avant une forme d'ouverture permanente et centrale. Ce qui change drastiquement vis-à-vis des anciens modèles c'est la nécessité de mettre en place un état d'esprit et une culture au sein des entreprises pratiquant ces stratégies dans un contexte d'innovation ouverte. L'autre changement majeur par rapport aux anciennes stratégies d'*inside-out* et d'*outside-in* se trouve au niveau de l'importance des modèles d'affaires qui doivent être alignés avec la stratégie de commercialisation et la stratégie d'innovation afin de profiter au mieux d'un contexte d'innovation ouverte. Par la suite, nous présenterons la troisième et dernière stratégie d'innovation ouverte, la stratégie d'innovation couplée, et nous tenterons de voir en quoi ce type de pratique est drastiquement nouveau, voire même révolutionnaire,

puisqu'il déplace le lieu de la création et de l'innovation de l'échelle de la firme à celui du réseau.

Nous allons désormais voir plus en détail chacune de ces trois stratégies en nous appuyant sur les travaux de Gassman et Enkel (2004 et 2008).

La stratégie d'inside-out

La stratégie d'*inside-out* consiste à valoriser des idées, des connaissances ou des technologies issues de l'intérieur des frontières de la firme pour le pousser vers l'extérieur des frontières. Par ce procédé, une entreprise cherche à commercialiser ses outputs créatifs, qu'elle n'utilise pas dans ses activités courantes, sur ses proches marchés ainsi que sur de nouveaux marchés. De cette manière, la compagnie est capable d'utiliser et de créer de la valeur à travers des connaissances, des technologies ou des idées qui ne servaient pas à la firme auparavant. Cette stratégie peut être comparée aux spin-off dont nous parlions au préalable dans le cadre de l'industrie spatiale. Toutefois, il est important de souligner que ces outputs peuvent provenir ici de n'importe quelle fonction de l'entreprise (brainstorming, R&D, design, manufacture, commercialisation ...etc.) et que les membres de la firme doivent donc avoir en permanence à l'esprit le fait que ces outputs peuvent être utilisés ailleurs que l'endroit où ils ont été développés. C'est ce dernier point qui diffère grandement entre la stratégie d'*inside-out* et les spin-off du spatial, puisque ces derniers sont faits « sur le tas », c'est-à-dire une fois que la technologie a été terminée et livrée et que l'entreprise spatiale cherche à continuer à monétiser son expertise développée. L'Espace, dans la plupart des organisations, n'a donc pas encore assimilé les spin-off comme une activité quotidienne au cœur de la culture et du modèle d'affaires de l'organisation. Ce type de stratégie n'a donc pas été inventé par le concept d'innovation ouverte puisqu'il existait déjà dans des modèles d'innovation précédents.

Cette stratégie peut prendre différentes formes à travers la vente de brevets, l'octroi de licences ou les joint-ventures de R&D (Inkpen et Dinur, 1998). La stratégie d'*inside-out*

tombe dans la définition même d'un transfert de technologie, concept qui est commun à la plupart des travaux portant sur l'innovation ayant précédé le développement du concept d'innovation ouverte. La stratégie d'*inside-out* se différencie du transfert de technologie sur le fait qu'il s'agit dans un contexte d'innovation ouverte d'un état d'esprit permanent plutôt qu'un acte isolé. En effet, l'innovation ouverte implique un échange quotidien et permanent – ou du moins à long terme – entre l'organisation et ses partenaires alors que le transfert de technologie, lorsqu'il est bien fait, implique une relation à court terme afin d'échanger les connaissances reliées à une technologie donnée. Ainsi, dans le cadre de la stratégie d'*inside-out*, le spin-off est au cœur du modèle d'affaires de l'entreprise et l'ensemble de l'organisation doit être conscient de l'importance stratégique de stimuler en permanence les transferts, à n'importe quelle étape du processus. L'innovation ouverte n'est donc pas à l'origine du concept de spin-off qui existe depuis plusieurs décennies, notamment dans le secteur spatial, mais ce modèle d'innovation a amené de nouvelles formes de stratégie d'*inside-out* comme l'*open source* ou l'*open data* par exemple. Dans toutes ces stratégies, qu'elles soient nouvelles ou anciennes, le lieu de l'innovation est la firme. En effet, même si l'on utilise des avis et des idées externes à l'organisation, c'est la firme qui est à la base du processus et c'est elle qui va profiter de l'innovation.

Les logiciels *open source* sont une nouvelle alternative aux modèles conventionnels d'innovation basée sur l'innovation des usagers. Cette nouvelle forme d'*inside-out* a d'ailleurs connu un intérêt très fort ces dernières années dans la littérature sur l'innovation. Si dans les modèles d'innovation traditionnels fermés c'est l'investissement privé qui stimule et protège l'innovation, dans le cadre du mouvement *open source*, c'est l'utilisateur du logiciel qui stimule l'innovation et la diffuse gratuitement auprès de l'ensemble des utilisateurs (von Hippel et von Krogh, 2003). En *open source*, les innovateurs sont dans la plupart des cas les utilisateurs du logiciel ou des données plutôt que leur producteur. La motivation à innover va donc au-delà du simple intérêt financier et les utilisateurs contribuent et innovent par passion, par sentiment d'appartenance à une communauté et/ou pour leur réputation personnelle (Hertel,

Niedner et Herrmann, 2003). Afin d'avoir des résultats satisfaisants, les firmes doivent être capables de trouver un équilibre entre modèles d'innovation ouverte et fermée, c'est-à-dire entre les innovations gratuites issues des communautés innovantes et les modèles d'innovation basés sur l'investissement privé dans le but de commercialiser un produit pour la compagnie (Lakhani et von Hippel, 2003). L'*open source* et l'*open data* sont finalement des exemples de modèle d'innovation produisant des biens publics (von Hippel et von Krogh, 2003) selon la définition d'Olson (1967) puisqu'il y a création de biens non exclusifs et non rivaux. Le premier signifie qu'une fois produit, tout le monde peut jouir du logiciel ou des données autant qu'il le désire. Le deuxième signifie que si un usager décide de consommer plus de données ou de logiciels, cela ne restreint pas la consommation des autres utilisateurs. Ce lien entre certaines pratiques d'innovation ouverte et la création de biens publics est un élément important, notamment dans le cadre des activités spatiales qui sont majoritairement financées par de l'argent public. En effet, certaines pratiques d'innovation ouverte semblent en effet répondre aux besoins et aux buts d'une agence spatiale qui doit être capable de répondre aux besoins du secteur privé, du secteur public et des citoyens qu'elle représente. L'innovation ouverte appliquée aux agences spatiales sera approfondie lors de l'étude de cas.

Le nouveau contexte d'innovation appelle à repenser la propriété intellectuelle (PI). Inhérent à l'innovation et au financement de la R&D, le brevet a longtemps été considéré comme un moyen de protection vis-à-vis des acteurs externes (Erkal, 2005). Le brevet, et la PI en général, peut au contraire être utilisé pour signaler l'expertise de la firme au marché et aux acteurs externes dans le but de stimuler les collaborations avec l'écosystème de la firme (Cohendet, Farcot et Pénin, 2006). Repenser la PI et son usage peut également se faire par l'octroi de brevets à des utilisateurs. En effet, on retrouve plusieurs cas où des compagnies ont fait le choix d'offrir des brevets à des individus ou à d'autres organisations. Au premier abord, ce type de stratégie va totalement à l'encontre de la notion classique de PI visant à protéger les actifs de la firme, mais également à l'encontre des intérêts de l'entreprise qui ne peut retirer de profits de ces

cessations de brevets. Même si ces « dons » de brevets n'entraînent pas de profits directs pour la compagnie, ils ne sont jamais anodins dans une entreprise moderne dont la nature et la survie sont basées sur le profit. Ces « dons » entraînent toujours des bénéfices à plus long terme pour l'organisation afin de diminuer ses coûts, développer de nouveaux marchés ou nuire à ses concurrents. Par exemple, la firme américaine IBM a largement contribué à l'essor du système d'exploitation *open source* Linux en leur offrant de nombreux brevets. Au-delà de l'approche humaniste, il y a pour IBM l'occasion d'aider le développement de nouveaux systèmes d'exploitation presque gratuits et d'ainsi diminuer ses coûts vis-à-vis de fournisseurs comme Microsoft (Chesbrough et al., 2014). Plus récemment, la compagnie de voiture électrique de luxe Tesla Motors a fait le choix d'offrir de nombreux brevets permettant, mis ensemble, de construire des voitures électriques de qualité. Même s'il paraît évident que Tesla n'a pas offert l'ensemble de ces brevets, cette offre généreuse va permettre le développement de nouveaux constructeurs de voitures électriques, ce qui va étendre le marché de la voiture électrique et la demande de véhicule électrique. Elon Musk, président directeur de la compagnie, justifie cette stratégie en déclarant: « We believe that Tesla, and other companies making electric cars, and the world would all benefit from a common, rapidly-evolving technology platform »¹⁰. Ce dernier souligne par ailleurs que les principaux concurrents de Tesla Motors ne sont pas les autres compagnies de voitures électriques, mais les acteurs de l'industrie à essence. Par cette stratégie d'*inside-out*, la compagnie cherche à stimuler le développement de nouveaux acteurs sur le marché des voitures électriques afin de voir apparaître une industrie développant les infrastructures nécessaires à l'usage de la voiture électrique.

¹⁰ Site web consulté le 18 juillet 2014 : <http://www.teslamotors.com/>

La stratégie d'outside-in

Il s'agit de la stratégie d'innovation ouverte la plus étudiée par la littérature (West et Bogers, 2014), cela justifie pourquoi cette partie est plus exhaustive que les deux autres stratégies. Cette stratégie permet à l'entreprise de profiter de sources externes d'innovation et de les intégrer à ses propres ressources, afin de profiter de connaissances ou de technologies provenant de l'extérieur des frontières de la firme. Il s'agit de la stratégie inverse au spin-off précédemment étudiée: on cherche ici à internaliser des transferts de technologie externe. Ce type de stratégie, comme pour les spin-off, n'est pas spécifique au concept d'innovation ouverte puisqu'il existait déjà dans des modèles d'innovation précédents. Ainsi, on retrouve déjà ce type de stratégie d'innovation dans les années 80 et 90 à travers les joint-ventures de R&D collaborative (Peck, 1986), les alliances stratégiques avec des fournisseurs externes de technologies (Lambe et Spekman, 1997; Narula et Hagedoorn, 1999) et finalement l'acquisition et la veille de technologies (Veugelers, 1997 ; Arora, Fosfuri et Gambardella, 2001). Cette pratique, aussi appelée spin-in, s'appuie sur l'importance du syndrome du NIH afin de se servir de sources externes d'innovation pour en faire jouir la R&D de la firme. Comme pour l'*inside-out*, le lieu de l'innovation est la firme.

L'utilisation de sources externes d'innovation est inhérente au processus d'innovation ouverte. La littérature s'intéresse très souvent qu'au processus d'acquisition et sur comment obtenir l'innovation provenant de sources externes. Toutefois, le processus de création d'innovation externe et sa livraison au client sont plus complexes que cela et nécessitent 3 étapes majeures : l'acquisition, l'intégration et la commercialisation de l'innovation (West et Bogers, 2014). Tout au long de ce processus, des interactions de la firme avec ses partenaires externes doivent s'opérer aux trois étapes susmentionnées. Ces interactions ne doivent pas être vues comme un processus unidirectionnel, mais bidirectionnel, où la firme prend et donne des connaissances et de l'information à son écosystème d'affaires. Nous allons ici présenter en précision ces différences phases du

processus d'innovation externe en s'appuyant largement sur les travaux de West et Bogers (2014) portant sur le sujet.

La première étape de la stratégie d'*outside-in* repose la recherche et l'acquisition de l'innovation provenant de sources externes. Cette première étape repose sur deux éléments essentiels : trouver la source externe et ramener l'innovation au sein de la firme. La firme doit ainsi commencer par développer un processus d'identification des innovations recherchées par la firme ainsi que leur source externe. Afin de trouver une source externe d'innovation, la firme doit observer son environnement afin de repérer des acteurs dont l'expertise/les connaissances/les technologies permettraient d'améliorer l'innovation de l'organisation. Cette identification peut se faire à travers la collaboration avec des partis prenants externes ou en allant chercher des spécialistes; ces acteurs peuvent prendre la forme de fournisseurs, de clients, de concurrents, d'universités ou de centres de recherche (Nieto et Santamaria, 2007). De plus, le contexte actuel de disponibilité croissante d'accès à l'information grâce aux technologies de l'information et internet facilite la recherche de sources d'innovation externe. En effet, il existe sur internet de plus en plus de plateformes, de communautés d'utilisateurs, d'experts ou de passionnés ou de cas de *crowdsourcing* qui peuvent être des sources d'apprentissage et d'innovation ou renseigner la firme sur les sources potentielles d'innovation. Toutefois, cette recherche de sources externes entraîne bien évidemment des coûts qui peuvent parfois être très importants. L'entreprise doit être capable de trouver l'équilibre entre les sources internes et externes d'innovation afin d'optimiser le processus d'innovation de la firme. Laursen et Salter (2006) soulignent d'ailleurs que le fait d'avoir trop de sources externes peut entraîner une dispersion des capacités de R&D ce qui nuit à l'efficacité du processus d'innovation et donc aux retombées des innovations de l'organisation. La firme doit donc faire une analyse coût-bénéfice afin de savoir si cette dernière doit rester à l'interne ou aller à l'externe pour stimuler son processus d'innovation. L'utilisation d'intermédiaire peut permettre un meilleur accès ainsi qu'un certain filtrage des innovations provenant de sources externes. La neutralité de ces acteurs permet à la firme de faire la balance entre rester à

l'interne ou à aller à l'externe (West et Bogers, 2014). Ainsi, ces intermédiaires peuvent prendre la forme de brokers de technologies/ connaissances, de passeurs de frontières¹¹, de veille technologique¹² ou encore de *gatekeepers*¹³. Ceux-ci permettent également à l'organisation un accès privilégié à un grand réseau d'acteurs spécialisés ainsi qu'à la possibilité de jouir d'expériences, de connaissances ou de technologies ayant remporté un franc succès dans leur domaine d'utilisation et qui pourrait potentiellement être appliqué dans le contexte particulier de l'entreprise. En ce qui a trait à l'acquisition d'innovation de sources externes, la PI doit être solide et explicitement définie (Chesbrough, 2003b). Par la suite, cette étape s'effectue généralement à travers l'émission de contrats ou de licences permettant une exploration technologique efficace (Laursen, Leone et Torrisi, 2010 dans West et Bogers, 2014).

La deuxième étape de la stratégie *d'outside-in* est l'intégration des innovations externes. Cette étape est beaucoup moins étudiée dans la littérature que l'étape précédente alors qu'elle est tout autant importante. Effectivement, afin que l'innovation externe soit utile à l'organisation, cette dernière doit être absorbée et intégrée efficacement dans les activités de R&D internes. Il faut dès lors que la culture d'entreprise ne considère pas le NIH comme une barrière et qu'il existe à l'interne une certaine tolérance à la prise de risque (West et Bogers, 2014). La compagnie doit donc disposer de compétences internes particulières pour absorber convenablement les innovations externes, ce qui nécessite de la formation et de nouveaux employés au profil spécifique et donc entraîne des coûts supplémentaires. La firme doit également avoir les capacités techniques pour comprendre et être capable d'utiliser convenablement la technologie ainsi que la capacité financière de le faire. Ceci implique l'importance fondamentale de la notion de capacité d'absorption développée par Cohen et Levinthal (1990) dans la réception d'un

¹¹ Il s'agit ici de la traduction du concept anglophone de *boundary spanner*.

¹² Il s'agit ici de la traduction du concept anglophone de *technology scouting*.

¹³ Nous n'avons pas pu trouver un équivalent en français de ce concept.

transfert de technologie, c'est-à-dire de sa capacité et sa facilité à utiliser et à développer à l'interne une technologie provenant de l'extérieur de ses frontières. Cette transmission doit être accompagnée par la création d'une relation entre les parties prenantes au transfert afin qu'il y ait un échange de connaissances et d'expertise relatif à l'utilisation et à l'application de la technologie transférée. Il faut dès lors qu'il y ait un intérêt mutuel ainsi qu'une politique de droits de propriété très bien établie pour qu'une coopération fonctionne bien (Hess et Siegwart, 2012). West et Bogers (2014) soulignent toutefois que les firmes à fortes capacités de R&D internes et les firmes disposant de compétences internes très spécifiques vont avoir tendance à être beaucoup moins intéressées par les sources externes d'innovation. Compte tenu de leur infrastructure interne de R&D, il est souvent moins cher pour elles d'utiliser leurs ressources internes, ce qui peut réduire la valeur et l'intérêt que représente une technologie externe. Les auteurs parlent pour ce type de firmes d'effets de substitution. Les ressources d'une organisation étant limitées, faire de la prospection de sources externes d'innovation va diminuer les ressources de R&D disponibles à l'interne. D'un autre côté, les innovations externes permettent de stimuler les capacités internes d'innovation si elles sont bien absorbées. Les firmes peuvent combiner les deux stratégies afin de profiter du potentiel d'innovations externes, tout en protégeant les compétences fondamentales de la firme afin de ne pas perdre son avantage concurrentiel. La firme doit dès lors être capable de se doter des capacités et des compétences spécifiques, et les talents qui s'y rapportent, afin de pouvoir profiter de l'innovation ouverte et de l'écosystème qui gravite autour de l'organisation.

La troisième et dernière étape de la stratégie d'*outside-in* est la commercialisation des innovations externes. La commercialisation du produit, qu'il soit issu de R&D interne ou externe, demeure la même dans un contexte d'innovation fermée ou ouverte. L'élément vraiment nouveau dans un contexte d'innovation ouverte est le fait que la stratégie d'innovation et de commercialisation du produit/service doit être alignée avec le s de la firme. Ainsi, la différence majeure avec les modèles d'innovation qui précèdent le concept d'innovation ouverte réside ici, même si les modèles d'affaires sont très peu

abordés dans la littérature portant sur l'innovation ouverte (West et Bogers, 2014). Chesbrough (2003a) s'intéresse particulièrement à cet élément en partant du constat de l'essence même du modèle d'affaires qui sert à créer et à capturer de la valeur pour l'entreprise. Il est donc essentiel de mettre en accord le processus d'innovation ouverte et le modèle d'affaires de l'organisation afin de stimuler la commercialisation de l'entreprise pour maximiser la capture et la création de valeur. Ainsi, l'innovation ouverte doit être au cœur du modèle d'affaires si l'entreprise veut en jouir un maximum et la firme doit dès lors s'interroger sur ses façons de faire et de penser. Chesbrough (2006) souligne le caractère dynamique que doit prendre le modèle d'affaires, à travers sa capacité d'évolution au sein de la firme, mais cette notion ne trouve pas d'écho dans la littérature. Il faut attendre Chesbrough et al. (2014) afin de mettre en parallèle l'innovation ouverte et l'ouverture des modèles d'affaires, et notamment le fait qu'ils doivent être étudiés séparément. Ainsi, vous pouvez être dans un contexte d'innovation ouverte tout en utilisant un modèle d'affaires fermé et vice versa. Puisque ce point est essentiel pour bien comprendre ce qui est nouveau dans le concept d'innovation ouverte, nous en parlerons plus en profondeur à la fin de cette revue de la littérature.

Le *crowdsourcing* est un très bon exemple de stratégie d'*outside-in* qui a connu un essor fulgurant ces dernières années. Ce type de stratégie est utilisé de façon commune sur internet en sollicitant l'avis, les services ou les idées d'un grand nombre de personnes, très souvent dans des communautés en ligne.¹⁴ La plateforme collaborative Innocentive en est un exemple concret. Cette plateforme propose des concours issus de problèmes concrets de compagnies, centres de recherche ou agences gouvernementales auxquels tout le monde peut participer. Même s'il s'agit d'une plateforme de crowdsourcing totalement ouverte, la complexité et le niveau de spécificité des problèmes posés entraînent une participation d'individus très spécialisés et très compétents dans leur domaine. La *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) s'est d'ailleurs implantée sur cette plateforme en ouvrant son pavillon en 2009. Depuis, l'agence

¹⁴ Wired Magazine, Juin 2006 : « The Rise of Crowdsourcing », Jeff Howe.

gouvernementale américaine a organisé plus de 10 concours sur des sujets aussi variés que le développement d'algorithmes pour l'optimisation de l'ensoleillement des panneaux solaires de la Station Spatiale Internationale (SSI) ou faire de la lessive dans l'Espace. À titre d'exemple, le dernier challenge en cours sur le pavillon de la NASA porte sur la proposition d'un concept d'équilibre de la force d'inertie d'un véhicule spatial¹⁵ afin d'équilibrer le vaisseau lors de son entrée et de son atterrissage sur la planète Mars. Ce concours terminant à la fin du mois de novembre 2014 réunit plus de 1850 équipes ou individus participant à ce challenge pour un prix unique de 20 000\$. Même en y ajoutant les coûts d'organisation et de coordination, la valeur ajoutée créée par un tel challenge pour la NASA est bien plus grande que son coût à organiser. Ces concours permettent ainsi à la NASA d'obtenir énormément d'idées provenant de nombreux domaines d'expertises différents afin de résoudre un même problème et cela à un coût beaucoup plus faible que si l'agence avait développé une solution à l'interne.

La stratégie couplée

La stratégie couplée est liée à la volonté de différents acteurs de créer et de développer des opportunités ensemble. Ce type de stratégie repose donc sur une cocréation avec des partenaires divers et complémentaires, à travers la mise en place d'alliances, de joint-ventures ou de coopération de recherche (Enkel, Gassmann et Chesbrough, 2009). La mise en place d'une stratégie couplée efficace nécessite donc d'être capable de mettre à profit des stratégies d'*outside-in*, pour acquérir des connaissances/technologies provenant des partenaires de la firme, ainsi que des stratégies d'*inside-out*, pour transférer efficacement des connaissances ou technologies aux partenaires. La combinaison des deux premières stratégies d'innovation ouverte au

¹⁵ L'inertie représente la résistance d'un corps à un changement de vitesse et est liée à la masse de ce corps. Plus l'inertie est grande, plus la force requise pour modifier le mouvement du corps est importante. Il s'agit dans le cadre de ce concours du design d'un poids mort permettant d'équilibrer le véhicule dans les zones de turbulence (entrée et atterrissage sur Mars).

sein d'une pratique quotidienne permet de stimuler l'innovation et de créer de la valeur pour l'organisation. Ce type de stratégie nécessite comme les deux autres stratégies la mise en place conjointe avec ses partenaires d'un processus de développement et de commercialisation efficace. De nombreuses organisations ont été capables d'identifier les activités internes dans lesquels l'organisation gagne à mettre en commun les activités d'exploration et d'exploitation de la compagnie avec des acteurs externes dans le but de créer de la valeur ensemble (Gassman et Enkel, 2004). Le but est donc d'identifier des partenaires avec qui une organisation aimerait travailler et cocréer, sans pour autant que cette création soit liée à telle ou telle organisation : c'est au sein du réseau qu'apparaît l'innovation (Kogut, 2000). Le changement fondamental par rapport aux 2 autres stratégies d'innovation ouverte présentées est donc l'unité d'innovation. Ainsi, si les stratégies d'*inside-out* et d'*outside-in* ont pour unité d'innovation la firme, c'est le réseau qui est le lieu de l'innovation dans la stratégie d'innovation couplée. Cette translation du lieu de l'innovation est un des changements majeurs apportés par la vision de l'innovation ouverte vis-à-vis des anciens modèles d'innovation. Le début de cette revue de la littérature a présenté brièvement l'importance que revêt l'écosystème de la firme. Les activités couplées permettent de prendre avantage de cette créativité dans le but de cocréer avec les acteurs composant l'écosystème de la firme innovante. La stratégie d'activités couplées s'appuie sur un processus cyclique où la compagnie interagit avec son écosystème de manière bidirectionnelle (Gassmann et Enkel, 2004). Si ces mécanismes d'interactions étaient, dans le concept initial d'innovation ouverte, vus comme des processus linéaires (Chesbrough, 2003a ; 2006), Gassmann et Enkel (2008) se sont efforcés de montrer que ces interactions doivent être bidirectionnelles pour appuyer une stratégie d'activités couplées. La stratégie couplée est finalement très proche du concept de *feedback loops* de Kline et Rosenberg (1986) qui souligne l'importance de l'interaction cyclique de la compagnie avec ses fournisseurs, clients ou partenaires d'alliance afin d'obtenir du feedback à toutes les étapes du processus d'innovation. Ces interactions permettent, au-delà de l'acquisition de nouvelles façons de faire ou de nouvelles applications, le transfert des connaissances existantes autour

de la technologie. Il existe quatre types de connaissances qui peuvent être codifiées ou tacites (ISU, 1998):

- Le *know-what* : il s'agit de l'information et l'explication de l'innovation en tant que telle, c'est-à-dire une connaissance codifiée facilement transférable comme un plan de production ou une maquette par exemple.
- Le *know-who* : il s'agit du capital relationnel de l'innovation, c'est-à-dire le réseau de personnes ou d'entités qui détiennent et/ou maîtrisent les éléments de la connaissance. Par exemple, l'utilisation d'un réacteur nucléaire afin de produire de l'électricité nécessite des connaissances en physique nucléaire que seuls certains experts détiennent. Sans eux, l'utilisation d'un réacteur nucléaire est très complexe et risquée.
- Le *know-why*: il s'agit des bases théoriques de la connaissance, c'est-à-dire l'explication théorique de la connaissance. Il pourrait s'agir l'explication théorique d'un processus de fission nucléaire dans le cadre d'un réacteur nucléaire.
- Le *know-how*: il s'agit de la connaissance se référant à l'utilisation pratique de l'innovation qui ne peut pas être transférée par documentation codifiée. Il s'agirait dans notre exemple de livraison d'un réacteur nucléaire du transfert des connaissances à travers la formation de personnels capable d'utiliser le réacteur.

Le propriétaire de la technologie dispose forcément des quatre différents types de connaissances, mais rien ne l'oblige à transférer les quatre lors d'un transfert de technologie traditionnel; le transfert peut se faire sur la base d'un seul paramètre (ou plus d'ailleurs). Le propriétaire de la technologie, en fournissant des transferts partiels, peut continuer à investir en R&D sans craindre de fuites technologiques grâce à une politique de PI bien définie. On peut avoir des transferts partiels, mais de plus en plus ce sont les transferts complets qui intéressent les entreprises, avec un accès privilégié en cas de développement de nouvelles technologies (reliées ou substituts à la technologie

transférée) ou en cas d'innovations incrémentales faites sur la technologie transférée (Rouach, 1996). Les interactions entre la firme et son écosystème sont donc essentielles pour s'assurer de l'efficacité du processus de transfert ou de réception des connaissances reliées aux technologies ou connaissances transférées ou reçues. Dans le contexte d'une stratégie d'innovation ouverte de type activités couplées, des mécanismes d'interaction permanente à toutes les étapes du processus d'innovation sont requis afin de profiter de ses forces internes de R&D et de celles de son écosystème, afin de pérenniser son avantage concurrentiel (Enkel, Gassmann et Chesbrough, 2009). L'organisation doit donc mettre en place un environnement permettant de stimuler les collaborations avec l'extérieur des frontières de la firme, que ce soit pour internaliser ou externaliser des sources d'innovation et donc de créer de la valeur pour la compagnie. Ce besoin d'interaction doit être lié à la culture et aux pratiques courantes de l'entreprise pour qu'une stratégie d'innovation ouverte soit efficace et utile à l'organisation (Martins et Terblanche, 2003). Ces pratiques doivent finalement également être liées au modèle d'affaires de la firme. La prochaine partie s'intéresse spécialement au lien entre innovation ouverte et plan d'affaires.

Cette stratégie s'accompagne souvent d'une création de plateformes, qu'elle soit physique ou virtuelle, afin de créer un lieu de libre échange d'idées entre différents acteurs. Dans ce type de plateforme, on ne sait pas d'avance ce sur quoi on va travailler ni les résultats qui en découleront, il s'agit d'une association d'acteurs pour innover. Ce type de stratégie n'a pas d'attente vis-à-vis du résultat, c'est-à-dire que les compagnies participant à ce genre de collaboration ne savent pas à l'avance ce qui résultera de la collaboration. À titre d'exemple pour illustrer cette stratégie,

L'ouverture des modèles d'affaires

L'une des principales nouveautés dans le concept d'innovation ouverte est l'alignement entre les efforts de commercialisation d'une firme, le modèle d'affaires de l'entreprise

et la stratégie d'innovation de la firme (Zott, Amit et Massa, 2011). Un modèle d'affaires a 2 buts principaux : capturer de la valeur et créer de la valeur pour la compagnie. Il est donc essentiel d'aligner ce modèle d'affaires avec la stratégie d'innovation ouverte et la stratégie de commercialisation de la firme (Chesbrough, 2003a). Dans leur best-seller, Osterwalder et Pigneur (2009) soulignent l'importance essentielle des modèles d'affaires en réseau ou reliés¹⁶, c'est-à-dire permettant à une firme d'utiliser son réseau comme un atout stratégique d'innovation pour capturer ou créer de la valeur. La notion de réseau ici est à mettre en parallèle avec la notion d'écosystème d'affaire de la firme, abordée au début de cette revue de la littérature. On voit ainsi que le modèle d'affaires et sa capacité d'évolution occupe une place de plus en plus importante dans la littérature sur l'innovation ouverte (Vanhaverbeke, 2013). Une étude récente de Chesbrough et al. (2014) aborde d'ailleurs l'importance de l'alignement entre stratégie d'innovation ouverte et ouverture des modèles d'affaires en proposant une typologie en fonction du degré d'ouverture du modèle d'affaires et de la stratégie d'innovation employée. Le tableau 2 présente les 6 classifications identifiées par Chesbrough et al. (2014). Cette typologie présente les différentes stratégies qui peuvent être mises en place par une compagnie vis-à-vis de sa stratégie d'innovation et son modèle d'affaires.

	Modèle d'affaires fermé	Modèle d'affaires ouvert ¹⁷
Stratégie d' <i>outside-in</i> (Innovation ouverte)	3. Utilisation de connaissances/technologies externes pour développer une offre technologique	6. Orchestrer l'écosystème de la firme pour développer un nouveau modèle d'affaires.
	2. Mise à disposition de	5. Mise à disposition de

¹⁶ Il s'agit de la traduction des concepts anglophones *networked business model* et *linked business model*.

¹⁷ Il s'agit du même concept que modèle d'affaires en réseau ou relié abordé au préalable

Stratégie d'insde-out (Innovation ouverte)	connaissances/technologies internes.	connaissances/technologies pour développer un nouveau modèle d'affaires.
Innovation fermée	1. Modèle fermé d'innovation (voir modèles antérieurs d'innovation).	4. Recherche d'actifs détenus par des tiers pour développer un nouveau modèle d'affaires.

Tableau 2 : Typologie des stratégies d'une firme en fonction de son modèle d'innovation et de l'ouverture de son modèle d'affaires (adapté et traduit de Chesbrough, Vanhaverbeke et West, 2014)

Le premier type de stratégie est la stratégie classique du modèle d'innovation fermée, avec un modèle d'affaires fermée, où toutes les étapes du processus d'innovation se font à l'interne et où les frontières de la firme sont donc totalement imperméables.

Les deuxième et troisième types de stratégie reposent sur les stratégies d'*inside-out* et d'*outside-in* du modèle d'innovation ouverte, mais dans un modèle d'affaires fermé. Pour la deuxième, il s'agit du cas où l'organisation met à disposition de son environnement des connaissances ou des technologies sous la forme de licences ou de ventes de brevets. En revanche, il n'y a pas d'interaction entre récepteur et émetteur du transfert au-delà de la transaction en tant que telle. Il n'y aura donc pas de collaboration et de fertilisation de connaissances au niveau de l'utilisation et de la commercialisation de la technologie originale comme du transfert. La troisième case de la classification représente le même cas de figure que la deuxième, mais dans le cadre d'une stratégie d'*outside-in*, toujours avec un modèle d'affaires fermé.

Le quatrième type de stratégie repose sur un processus d'innovation fermée, c'est-à-dire que la technologie est développée à l'interne, mais dans le cadre d'un modèle d'affaires ouvert. Chesbrough et al. (2014) prennent ici l'exemple très représentatif de l'iPhone. Apple a développé le produit et la plateforme *Apple Store* à l'interne selon une stratégie d'innovation fermée. Toutefois, la valeur ajoutée du produit d'Apple ne repose pas sur la technologie de l'iPhone, mais sur un modèle d'affaires ouvert. En effet, la

valeur du produit provient de la plateforme où le développement d'applications est ouvert à tous, moyennant un pourcentage des profits à Apple lorsque le développeur rend son application payante.

La cinquième classification repose sur un modèle d'affaires ouvert à travers une stratégie d'*inside-out*, c'est-à-dire qu'une firme va faire des transferts de technologies ou de connaissances vers d'autres organisations dans le but de soutenir le développement d'un nouveau système ou logiciel dont elle pourrait profiter. L'exemple utilisé par les auteurs est le soutien d'IBM au système d'exploitation libre Linux. Effectivement, à travers l'octroi de plus d'une centaine de brevets IBM a largement contribué au développement de Linux, tout en développant de nombreuses applications fonctionnant avec ce nouveau système d'exploitation. La motivation d'IBM repose sur les coûts et les contraintes imposées par les systèmes d'exploitation de Microsoft. En effet, l'adoption de ce système d'exploitation libre par IBM permet à la firme d'offrir à ses clients des produits et services à moindres coûts. IBM, à l'instar d'autres géants comme Intel ou Nokia, investit largement dans le renforcement des capacités de Linux et partage les risques et les coûts du développement de cette infrastructure avec l'ensemble des participants à Linux.

Finalement, la sixième et dernière classification s'appuie sur un modèle d'affaires ouvert pour aller chercher des sources externes d'innovation via une stratégie d'*outside-in*. Dans ce contexte-là, une firme s'appuie sur l'importance des innovations provenant de son écosystème afin d'améliorer ses produits ou services existants ou d'en créer de nouveau. Le réseau de l'organisation – son écosystème – est mis au cœur du modèle d'affaires de la firme et c'est finalement le réseau qui est l'unité d'innovation et plus la firme en tant que telle. La firme automobile japonaise Toyota en est le parfait exemple. En effet, cette dernière a réussi à développer un avantage concurrentiel grâce à ses relations, ses liens et ses transferts avec son écosystème (Nobeoka, Dyer et Madhok, 2002). Dans un tel contexte, la firme se pose en chef d'orchestre de son écosystème afin de partager et de créer des connaissances et des innovations avec les acteurs composant l'écosystème. Ce type de stratégie mène à une redéfinition du modèle

d'affaires de la firme plaçant son écosystème au cœur de la stratégie de création de valeur de l'organisation. L'exemple pris par les auteurs est le groupe SkyNRG – fondée par l'association d'Air France/KLM, North Sea Group et Spring Associates – dont la mission est de populariser l'utilisation du kérosène vert¹⁸. L'entité SkyNRG est ainsi l'orchestrateur d'un écosystème de plus de 20 firmes afin de stimuler le développement d'un marché pour ce nouveau type de bio carburant qui existe déjà, mais dont l'industrie peine à utiliser. Le but de SkyNRG est finalement de faire du kérosène vert un standard de l'industrie dans le but évident de diminuer la pollution liée à l'utilisation du kérosène.

Par cette typologie, les auteurs mettent de l'avant l'importance et la valeur que peut amener l'alignement d'une stratégie d'innovation ouverte avec un modèle d'affaires ouvert, c'est-à-dire la colonne de droite du tableau 2. Dans ces cas de figure, l'innovation ouverte n'est pas obligatoirement liée à un produit, ce qui signifie qu'une industrie de services ou ne pouvant innover sur son produit peut tout de même jouir des bénéfices accordés par une stratégie d'innovation ouverte. Cette vision démontre également l'importance primordiale des interactions de la firme avec son environnement élargi, que ce soit des fournisseurs, des clients, des universités, des centres de recherche, des firmes issues d'autres industries ... etc. De cette manière, Chesbrough et al. (2014) souligne qu'une stratégie d'innovation ouverte alignée avec un modèle d'affaires ouvert nécessite des interactions qui vont au-delà des projets communs ou alliances de R&D collaboratives qui ont pu être étudiés par le passé. Ces interactions doivent être au cœur du modèle d'affaires de l'entreprise qui doit lui-même être lié aux modèles d'affaires des organisations avec qui la firme collabore. En effet, puisque ces partenaires sont à la base de la capture et de la création de valeur ajoutée, la compagnie doit inviter ses partenaires et l'ensemble des acteurs complémentaires à participer à son modèle d'affaires, pas seulement au développement de nouveaux produits (Chesbrough, 2010).

¹⁸ Site web consulté le 24 octobre 2014: <http://skynrg.com/>

Avant d'étudier les limites et enjeux liés à la mise en place de stratégies d'innovation ouverte, il est important de souligner que malgré nos recherches nous n'avons pas pu trouver de modèle de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une organisation. Ainsi, notre questionnement s'articulant sur la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale, nous avons ainsi déjà identifié un trou dans la littérature sur ce sujet.

Limites et enjeux de l'innovation ouverte

Si l'innovation ouverte entraîne des bénéfices importants pour les organisations mettant en place ce type de pratiques, ce contexte entraîne également des risques et des limites pour ces entreprises.

Tout d'abord, faire de l'innovation ouverte en prônant le NIH ne signifie pas qu'il faut ouvrir l'intégralité de son processus de R&D à son environnement extérieur. Cet élément est trop peu souvent abordé dans la littérature. Le fait que l'innovation ouverte apporte des bénéfices non négligeables aux organisations mettant en place ce type de pratiques est indéniable. En revanche, cela ne signifie pas que l'ensemble du processus d'innovation d'une firme devrait être totalement ouvert et que les modèles d'innovation fermée sont à mettre à la poubelle. Une organisation doit ainsi être capable de trouver un équilibre entre les activités gagnant à l'ouverture et celles devant rester fermées à l'intérieur des frontières de l'entreprise. En effet, les compétences fondamentales¹⁹ d'une compagnie selon la définition de Hamel et Prahalad (1990) sont les connaissances et l'expertise d'une organisation qui lui permettent de se distinguer sur le marché, c'est-à-dire de protéger son avantage concurrentiel. Une compétence fondamentale doit répondre à 3 critères (Hamel et Prahalad, 1990) :

¹⁹ Le concept de compétences fondamentales se réfère au concept anglophone de *core competences* développé par Hamel et Prahalad (1990).

- Fournir un accès potentiel à un ou plusieurs marchés.
- Doit offrir une contribution significative à la valeur ajoutée perçue par l'utilisateur du produit final.
- Doit être difficile à imiter par les concurrents.

Il est évident que les activités proches des compétences fondamentales de la firme ne doivent pas être ouvertes à toutes les organisations externes. Dans un contexte d'innovation ouverte, une entreprise peut être amenée à collaborer avec des concurrents et peut donc mettre en péril son avantage concurrentiel si elle partage son expertise dans ce domaine. Afin de mieux comprendre ce dernier point sur l'importance de l'équilibre entre ouverture et fermeture du processus d'innovation et du plan d'affaire de la firme, l'exemple de la *start-up* Go Corporation amène à la réflexion. Cette compagnie a développé le *PenPoint*, un stylo intelligent avec un système d'exploitation agissant comme un ordinateur personnel. Ayant besoin de capitaux pour stimuler son développement, Go a fait le choix d'une stratégie ouverte de partage de l'information pour aller chercher de nouveaux clients et employés. Cette ouverture a amené la firme à commencer une stratégie d'activité couplée avec Microsoft afin de développer le système d'exploitation de son stylo intelligent. Pour Go, cette collaboration avec un géant très reconnu permettrait de stimuler le nombre d'applications disponibles pour son produit, le stylo en tant que tel. De nombreux colloques et réunions furent organisés entre les ingénieurs et les designers des deux compagnies afin d'échanger leurs connaissances et leur savoir-faire. Les deux firmes s'entendirent sur la signature d'accords de confidentialité et de non-divulgateion sur les applications cocrées, mais aucun accord sur le produit en tant que tel. En parallèle, Microsoft a développé en interne un autre système d'exploitation pour stylo intelligent, brevetant l'ensemble de la PI reliée aux éléments de cette technologie ; Go Corporation a déposé le bilan peu de temps après (Chesbrough, 2006). Cette histoire souligne l'importance stratégique de trouver l'équilibre entre ouverture et fermeture et le fait qu'il ne faut en aucun cas

partager l'ensemble de son expertise sans une PI très bien définie sur l'ensemble des composantes de la collaboration, avant même la collaboration en tant que telle. Dans ce court exemple, Go a omis le fait que la compétence fondamentale de Microsoft réside dans le développement de système d'exploitation et que, sans la protection adéquate, le partage de toutes ses connaissances dans ce domaine afin de mieux développer des applications l'avait donc menée à sa perte.

L'innovation ouverte pose donc également le problème de la PI qui doit être très bien définie afin que les collaborations soient saines (Chesbrough, 2003b). L'exemple précédent de Go Corporation a démontré qu'un partage de connaissances avec un manque de définition de PI peut mener à la faillite d'une compagnie. Une compagnie doit également se méfier de la complexité de sa PI comme le prouve l'exemple de Collabra. Cette compagnie développait des logiciels de partage de documents où différents utilisateurs pouvaient utiliser et éditer simultanément le même document. L'organisation a mis en place une stratégie d'innovation ouverte afin de cocréer avec ses clients et ses concurrents sur son offre de logiciels. Connaissant le cas de Go Corporation, la firme a signé 195 accords de confidentialité et de non-divulgence avec l'ensemble des collaborateurs (concurrents, utilisateurs, employés, associés, journalistes... etc.). Ces accords ne furent en revanche pas signés avec les actionnaires externes à la compagnie qui firent valoir le fait que l'information devait être partagée un minimum avec d'autres investisseurs s'ils voulaient aller chercher plus de capital. Une concertation entre les investisseurs les amena à envisager le rachat de Collabra par Netscape ce qui permettrait de diminuer le risque financier de la firme dont les accords de PI nuisaient à l'efficacité de l'organisation et entraînaient des coûts importants. La direction de Collabra refusant de vendre, les investisseurs décidèrent d'arrêter de les financer et l'entreprise fut rachetée par Netscape en octobre 1995 (Chesbrough, 2006). En ce qui a trait à la PI, une attention particulière doit être donnée à la législation internationale dans un contexte de commerce international puisque cette dernière un impact significatif sur les collaborations dans le domaine de l'innovation. Cette législation est encore plus forte dans le cadre d'une industrie comme le spatial; ce type

de législation sera abordé un peu plus loin dans les limites institutionnelles de l'innovation ouverte.

Enkel, Gassmann et Chesbrough (2009) ont tenté d'étudier les limites et risques que pose l'innovation ouverte auprès d'entreprises européennes de tailles et de domaines d'activités diverses. Ce sont les pertes de connaissances stratégiques, les coûts de coordination trop élevés et finalement la complexification de la gestion et la perte de contrôle qui arrivent en tête du palmarès des risques. L'entreprise doit trouver l'équilibre afin que ces spin-in et spin-off se complètent, c'est-à-dire de mettre en place une situation où la firme peut profiter au mieux de ses forces de R&D internes et de l'innovation disponible à l'externe. Le premier type de limites a déjà été abordé au début de la présente partie. Les coûts de coordination sont souvent mis de l'avant comme l'un des enjeux majeurs vis-à-vis de la mise en place d'une politique d'innovation ouverte (ISU, 2014). En effet, les interactions avec l'environnement de la firme nécessitent des ressources internes, qu'elles soient financières ou humaines. Ainsi, une stratégie d'innovation ouverte se doit d'apporter plus de valeur ajoutée à la firme que ce que lui coûte la coordination de la stratégie ; en ce sens, une stratégie efficace doit évidemment répondre à une logique de ratio coût-bénéfice positif. De plus, devoir faire affaire avec une multitude d'acteurs complexifie la gestion du processus d'innovation ainsi que le contrôle de la qualité, ce qui correspond à la troisième limite mise de l'avant par l'étude d'Enkel, Gassmann et Chesbrough (2009). Cette limite est clairement liée à la deuxième puisque cette complexité entraîne des coûts supplémentaires pour l'organisation.

Pour mieux comprendre les enjeux et limites du concept d'innovation ouverte, nous avons fait le choix d'une typologie de barrières et freins aux transferts de technologie et de connaissance. Les transferts de technologie demeurent au cœur du concept d'innovation ouverte puisque les stratégies d'*inside-out* et d'*outside-in* sont finalement très proches des transferts de technologie de type *spin-off* et *spin-in*. En effet, si la définition d'un transfert de technologie s'assimile à la recherche et la réception d'un

transfert externe, les freins et barrières aux transferts de technologie qui ont pu être développés dans la littérature sur les transferts de technologie s'appliquent, comme on va le voir, aux différentes stratégies d'innovation ouverte.

Cette littérature s'est beaucoup intéressée aux différents freins potentiels aux transferts de technologie afin d'expliquer pourquoi, quand bien même le potentiel économique de ces derniers semblent très important, ceux-ci sont souvent sous-exploités. Les auteurs du domaine répartissent de façon récurrente les barrières potentielles selon la typologie suivante : les barrières de type technique, de type institutionnel et de type humain (c'est-à-dire à l'échelle de l'individu). Cette typologie a été développée par Guilfoos (1989) afin d'analyser les freins aux transferts technologiques dans l'armement au sein des forces de l'Air américaines, puis elle a été réutilisée à de nombreuses reprises pour analyser les barrières aux transferts de technologie dans d'autres domaines (Baron, 1990; Carr, 1992; Spann, Adams et Souder, 1993; Greiner et Franza, 2003). Nous nous permettrons ici de choisir parmi les éléments développés par Guilfoos (1989) ceux étant significatifs – nous ne garderons donc pas automatiquement toutes les barrières initialement développées par l'auteur – dans le cadre des transferts de technologie non militaire. En effet, quelques aspects ne s'appliquent que dans le cadre très spécialisé de l'industrie militaire. Partant de ce cadre d'analyse, nous y ajouterons des éléments nouveaux développés après le début des années 1990 afin d'utiliser cette typologie dans un contexte d'innovation ouverte.

Barrières techniques

Tout d'abord, les risques techniques, c'est-à-dire les risques reliés à la complexité de la technologie transférée, constituent une première barrière aux collaborations récurrente dans la littérature. En effet, même si la complexité d'une technologie permet souvent de la protéger, cela devient un frein lors de sa reproduction et son adaptation par la firme réceptrice, mais également de son utilisation par les usagers finaux (Greiner et Franza,

2003). Smilor et Gibson (1991) démontrent qu'une technologie, facilement compréhensible, avec peu d'ambiguïté et dont l'usage est démontrable, facilite grandement les transferts de technologie, dans le sens où cela permet de diminuer le risque technique du transfert.

Le manque de formation des employés de la compagnie recevant une technologie est également souvent l'un des freins majeurs aux collaborations au sujet de technologie, car l'utilisation de la nouvelle technologie nécessite souvent des connaissances particulières (Guilfoos, 1989). Comme cela a déjà été mentionné auparavant, pour qu'un transfert de technologie soit réussi il est essentiel qu'il s'accompagne d'un transfert de connaissances, c'est-à-dire qu'il faut que ce transfert comporte l'ensemble des 4 types de connaissances déjà abordé : le *know-why*, le *know-what*, le *know-how* et le *know-who* (ISU, 1998). L'émetteur doit exceller dans la maîtrise de sa technologie afin d'être capable de transférer sa technologie, ainsi que les connaissances qui s'y rattachent, à un tiers sans créer d'importantes barrières techniques (Lundquist, 2003). Ces transferts de connaissances permettent de diminuer fortement les barrières techniques d'un transfert de technologie grâce à leur contribution à la formation des employés de la firme réceptrice de la technologie. C'est d'ailleurs pour cela que les auteurs sont unanimes sur l'importance capitale de l'établissement d'une relation de proximité entre la firme qui transfère la technologie et celle qui la reçoit (Cohen et Levinthal, 1990; Baron, 1990 ; Inkpen, 2000; Amesse et Cohendet, 2001; Greiner et Franza, 2003; Lundquist, 2003; Kremic, 2003; Hess et Siegwart, 2012) puisque cela permet de faire les transferts de connaissances nécessaires à la reproduction, à l'adaptation et à la commercialisation des transferts de technologie. Pour que le processus de transfert soit efficace, acheteurs et vendeurs doivent établir une collaboration qui doit être planifiée pour que le processus soit efficace. C'est ce que West et Bogers (2014) soulignent lorsqu'ils abordent l'importance des mécanismes d'interactions pour employer des stratégies d'innovation ouverte efficaces. Ces mécanismes deviennent essentiels lorsqu'il s'agit de coordonner efficacement une stratégie d'innovation ouverte couplée avec l'écosystème de la firme, puisque le modèle d'affaires de la compagnie repose sur

les transferts de technologie (*spin-off* et *spin-in*). Toutefois, la littérature des transferts de technologie est exhaustive sur le sujet et elle considérait que les collaborations entre firmes émettrices et réceptrices devaient être planifiées sur des périodes déterminées dans le temps, assez longues pour permettre le transfert, mais pas trop pour conserver un processus efficace (Cohen et Levinthal, 1990; Inkpen, 2000; Amesse et Cohendet, 2001; Lundquist, 2003). Dans un contexte d'innovation ouverte, il s'agit d'interactions permanentes entre firme(s) réceptrice(s) ou émettrice(s) de transferts et la collaboration doit continuer dans le temps, au moins tant qu'aucun résultat concret n'en est issu.

Les barrières techniques peuvent également être mises en parallèle avec la taille de l'entreprise qui reçoit le transfert, et cela même si les auteurs ne s'entendent pas toujours sur la taille idéale de la firme réceptrice (Baron, 1990; ISU, 1998; Beccerra-Fernandez, Taylor, Buckingham, Kinney, Brown et Entessari, 2000; Carlsson, Dumitriu, Glass, Nard et Barrett, 2008; Petroni, Venturini et Santini, 2010). Ainsi, si certains auteurs pensent que les transferts devraient être faits vers des firmes de petite taille, pour jouir de leur flexibilité et leur créativité, et ainsi stimuler la portée du transfert (ISU, 1998). Carlsson et al. (2008) avancent que, compte tenu de l'environnement très concurrentiel et des coûts et risques associés à la R&D pour une organisation, la survie des petites entreprises œuvrant dans le domaine spatial dépend des transferts de technologie qui leur permettent de développer de nouveaux marchés niches et donc de nouvelles sources de financement. Ces derniers soulignent également que la présence de brevets ou de licences au sein d'une firme peut lui permettre d'aller chercher de l'investissement en signalant au marché que l'entreprise est détentrice d'une certaine expertise, ce qui permet de stimuler les collaborations de la firme avec son environnement. Cet apport de capital permet de soutenir le développement, l'adaptation et la commercialisation de la technologie transférée. En revanche, d'autres auteurs considèrent qu'une compagnie recevant un transfert de technologie se doit d'avoir une infrastructure, des équipements et une certaine expertise pour que le transfert soit un succès (Lundquist, 2003). Une petite entreprise peut également

manquer de ressources financières et techniques pour gérer, adapter, produire et commercialiser un transfert de technologie, et cela est encore plus flagrant dans le cas d'une industrie où les coûts de développement d'une technologie sont très importants, comme dans le secteur spatial (Petroni, Venturini et Santini, 2010). Finalement, la capacité d'absorption d'une firme, comme on l'a déjà vu, est essentielle pour le succès d'un transfert de technologie. Or, cette faculté est souvent très coûteuse puisqu'une absorption réussie nécessite tout un processus. Ainsi, une firme de petite taille manque de ressources techniques et financières pour absorber efficacement une technologie (Beccera et al., 2000). Toutefois, Kremic (2003) souligne par exemple que le développement de partenariats et de collaborations entre grandes et petites entreprises permet de stimuler les transferts de technologie vers les petites. En effet, elles peuvent disposer dans ce cas-là des ressources suffisantes pour faire le transfert, compte tenu de l'apport de ressources techniques et financières à travers le partenariat; la littérature sur le sujet est d'ailleurs exhaustive (Harrigan, 1986; Inkpen, 1996; Mowery, 1998; Hamel, 1991; Wahab, Rose et Osman, 2012). Même si la littérature est peu développée sur le sujet, la capacité d'émission d'une firme est également très importante comme le montre le cas du modèle de Toyota. L'une des compétences fondamentales de Toyota est sa capacité à émettre des transferts de technologie, de connaissance ou de façon de faire vers ses fournisseurs composés des 4 types de connaissances. Cette compétence permet de consolider l'avantage concurrentiel de la firme grâce à sa capacité à transférer une innovation à son écosystème (Nobeoka, Dyer et Madhok, 2002).

Finalement, certaines petites entreprises peuvent s'opposer à faire des partenariats avec de grandes firmes. En effet, le partenariat peut parfois avoir l'effet inverse de celui avancé par Kremic (2003), c'est-à-dire que cette stratégie peut également être l'occasion pour la grande compagnie d'acquérir plus facilement la petite puisque cette dernière devient dépendante de la grande pour le transfert de technologie, comme on a pu le voir dans le cadre des exemples de Go Corporation et de Collabra. Une grande compagnie peut offrir une concurrence disproportionnée au niveau des actifs stratégiques d'une PME, notamment au niveau de l'accès aux talents et à l'expertise

(ISU, 2014). En effet, suite à une collaboration, une grande firme peut décider d'aller chercher les actifs stratégiques d'une firme avec laquelle elle a collaboré, ou tout simplement décider d'acquérir cette firme pour récupérer ses brevets ou ses talents.

Barrières institutionnelles

Les barrières institutionnelles font référence aux freins dus aux réglementations gouvernementales ou aux procédures en vigueur dans les entreprises. Ces dernières peuvent être très restrictives dans le commerce international, notamment dans l'industrie spatiale. En terme général, les collaborations dans les technologies de pointe sont très contrôlées avec les pays en développement, où le respect de la PI n'est pas toujours garanti. Ainsi, la PI, bien qu'indispensable pour garantir l'investissement en recherche et développement et ainsi encourager l'innovation, joue souvent un rôle d'inhibition dans les transferts de technologie et les collaborations (Cohendet, Farcot et Pénin, 2006). Les transferts internationaux de technologie sont souvent contrôlés par les États, notamment lorsqu'ils incluent des technologies de pointe ayant des usages militaires possibles; on parle dès lors de technologies critiques. On a pu voir ce genre de réglementations à l'œuvre dans le dossier nucléaire iranien où les gouvernements occidentaux interdisent toutes exportations de technologies nucléaires vers l'Iran, par crainte que celles-ci servent à des fins militaires. Dans le cadre de l'industrie spatiale, les technologies sont souvent considérées comme étant à usage double, (« dual use ») c'est-à-dire qu'elles peuvent être à la fois utilisées comme technologie civile et technologie militaire. Ce dernier point entraîne de fortes réglementations dans le commerce international de l'industrie spatiale dont les prochaines lignes vont tenter de mieux expliquer.

Dans le cas spécifique du secteur spatial canadien, la réglementation américaine *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR) joue un rôle prépondérant sur les collaborations internationales dans le domaine de l'Espace. La portée d'ITAR est

immense puisqu'elle encadre tout ce qui se rapporte aux éléments pouvant nuire à la sécurité des États-Unis. Tous les éléments inscrits sur cette liste sont normalement issus de l'industrie de l'armement ou s'y rapportant, en cela que son exportation à des partis non américains pourrait nuire à la sécurité des États-Unis. Elle a été mise en application en mars 1999 pour restreindre les exportations de certaines technologies vers des pays qui, pour des raisons propres aux États-Unis, ne sont pas considérés comme des receveurs acceptables de ces technologies, notamment la Chine. La mise en place de cette réglementation a fait suite à plusieurs incidents en 1995 et 1996 dus à des lancements ratés de technologies américaines via des lanceurs chinois. En effet, les échecs de lancements ont donné lieu à des enquêtes des autorités chinoises qui auraient mené à des transferts non désirés de technologies critiques, au profit de la Chine. Le Canada, qui devait être exempté au préalable de cette réglementation, s'est vu touché par cette restriction dès avril 1999 puisque des compagnies canadiennes transféraient des technologies achetées auprès de firmes américaines vers des pays frappés par des embargos américains, comme la Chine, le Soudan, la Libye ou l'Iran (Choi et Niculescu, 2006). À cause de cet incident avec la Chine, l'Espace dépend désormais du *Department of Defense*, beaucoup plus restrictif au niveau des exportations et des réexportations, alors que le secteur était autrefois sous la législation du *US Commerce Department's Export Administration Regulations (EAR)*. En effet, l'EAR n'étend pas sa juridiction sur les réexportations contenant moins de 25% de contenu américain (ce seuil est réduit à 10% pour les pays sous embargo américain); cette règle s'appelle la règle *de minimis*. ITAR n'a en revanche aucune règle de ce type, empêchant ainsi la réexportation d'un pays tiers. De plus, le moindre composant, la(e) moindre donnée ou service de défense créé aux États-Unis et soumis à ITAR, qu'importe sa proportion dans le produit final, fait que l'ensemble du produit entre dans la liste d'ITAR (composants, connaissances reliées, main-d'œuvre travaillant sur le projet). Ainsi, un produit pourrait être totalement soumis à ITAR, et interdit d'exportations sans autorisation gouvernementale, simplement par l'utilisation d'une vis ou d'un boulon apparaissant sur la liste d'ITAR, puisqu'une même vis aurait été utilisée sur un projet

spatial américain par le passé. Ici encore, la notion de « parti étranger » est à prendre en considération. Effectivement, toute exportation de produits spatiaux sera soumise à ITAR à l'extérieur des États-Unis ou vers des organisations non américaines, et cela même au sein du marché américain. De plus, les technologies touchées par la réglementation ITAR ne peuvent être directement cédées à des individus d'origine étrangère (même ayant la double nationalité ou ayant renoncé à une ancienne nationalité) et donc également faire l'objet d'une autorisation gouvernementale. Finalement, tout produit, toute donnée ou personne soumis à ITAR ne peuvent en aucun cas être cédés à une organisation chinoise ou à une personne ayant la nationalité chinoise (même si ce dernier a la double nationalité américaine).

Ce type de réglementation a donc pour but premier de restreindre les exportations et donc les transferts de technologie internationaux, et il est donc essentiel d'en tenir compte dans notre étude. En effet, ITAR nuit fortement aux collaborations internationales dans le domaine spatial. Pour annuler l'effet néfaste d'ITAR sur la réception de transferts de technologies spatiales américaines, le Canada a développé le *Controlled Goods Program* (CGP) qui vise à mettre en place la même réglementation qu'ITAR à l'échelle canadienne relativement à l'exportation de certaines technologies de pointe vers des pays considérés « à risques ». Toutefois, la mise en place de cette réglementation n'a pas amélioré la situation de l'industrie spatiale canadienne vis-à-vis d'ITAR (Choi et Niculescu, 2006, p. 31), mais au contraire a restreint les activités du secteur spatial canadien en annulant ses exportations vers la Chine ou l'Inde, alors que les collaborations avec les États-Unis n'ont pas augmenté. En effet, dans une étude sur le secteur spatial canadien, Choi et Niculescu (2006) montrent que la réglementation ITAR entraîne une forte augmentation des coûts et des délais des projets spatiaux canadiens, ce qui a pour conséquence de faire innover les compagnies canadiennes sur la façon d'éviter cette réglementation. En effet, ils prouvent que cette réglementation nuit aux collaborations entre entreprises canadiennes et américaines au sein de l'industrie spatiale puisque, en moyenne, les entreprises canadiennes interviewées assurent que leurs collaborations avec des entreprises américaines ont diminué depuis

1999. En revanche, pour pallier aux restrictions de cette réglementation, le secteur spatial canadien a été capable de diversifier ses partenaires commerciaux en augmentant ses exportations vers l'Europe d'une moyenne de 50% par an sur la période 2000 à 2006 (Choi et Niculescu, 2006, p. 32). C'est ainsi que les compagnies canadiennes trouvent des manières innovantes de passer outre la réglementation ITAR en faisant jouer la concurrence internationale. À titre d'exemple, le cas de MacDonald Dettwiler and Associates (MDA) et RADARSAT-2 est très représentatif de cet état d'esprit. MDA avait dans un premier temps fait le choix d'un sous-contractant américain, Orbital Sciences Corporation, pour élaborer son satellite de télédétection RADARSAT-2. Toutefois, cette collaboration aurait permis au gouvernement américain d'avoir son mot à dire sur l'ensemble des données d'observation de la Terre exportées par MDA. En décembre 1999, MDA a fait donc le choix de changer de fournisseur pour l'élaboration de son satellite en remplaçant Orbital Sciences Corporation, qui était d'ailleurs à l'époque l'actionnaire majoritaire de MDA, par l'entreprise italienne Alenia Aerospazio (Caddey, 2001).

ITAR a un impact significatif sur la façon dont s'organisent les collaborations internationales dans le domaine spatial, et cela même dans les projets scientifiques planétaires comme le rover Curiosity. Finalement, au lieu d'avoir contribué à protéger la position de leader technologique du domaine des États-Unis, cette réglementation a fait que de nombreux pays comme Israël, la Russie et les États européens ont développé leur propre technologie, plutôt que de l'acheter à des entreprises américaines. Ainsi, ces pays sont les auteurs d'une véritable marque *ITAR-free*, n'utilisant aucun composant américain, et qu'ils exportent.²⁰ Ainsi, l'industrie spatiale qui a le plus souffert d'ITAR est paradoxalement l'industrie spatiale américaine alors que cette réglementation n'a guère freiné le développement chinois et indien puisque ces nations disposent, notamment en télécommunication, d'une demande interne très importante. Un rapport

²⁰ US News, 31 janvier 2013: « Regulation Reform May Help Commercial Spaceflight », Jason Koebler.

de l'*Aerospace Industries Association* estime qu'ITAR a coûté plus de 21 milliards de dollars américains de pertes entre 1999 et 2009 à l'industrie américaine, auxquels on peut rajouter la perte annuelle de 9000 emplois.²¹ Il n'y a pas d'étude comparable au Canada, mais Choi et Niculescu (2006) considère qu'ITAR, et les réglementations canadiennes qui en ont découlé, a nui à l'industrie spatiale canadienne, malgré le contournement de cette réglementation par le rapprochement avec l'Asie et principalement l'Europe, pour l'approvisionnement, les exportations, les transferts de technologie et les collaborations internationales. Ainsi, pour un pays comme le Canada dont l'économie spatiale repose sur l'international et dont les États-Unis sont le principal partenaire commercial pour les produits spatiaux, une telle réglementation inhibant les collaborations constitue donc une importante limite aux transferts de technologie et à l'innovation ouverte en général. En effet, il est très difficile d'interagir et de développer un écosystème en innovation ouverte si un gouvernement contrôle chacune des collaborations concernant une technologie, une connaissance ou une personne liée au secteur spatial américain, leader mondial indéniable en termes de marché et d'avance technologique dans le domaine.

Barrières humaines

Ce type de barrières est le plus étudié dans la littérature, mais également le plus complexe à gérer et à diminuer (Guilfoos, 1989; Carr, 1992; Greiner et Franza, 2003). En effet, le transfert de technologie est un processus de personne à personne (Wei, 1995; Kingsley, Bozeman et Coker, 1996; Osman-Gani, 1999) où la communication joue un rôle essentiel.

²¹ Spaceflight Now, 3 janvier 2013: « Obama signs law easing satellite export controls », Stephen Clark.

Tout d'abord, la première barrière est en lien avec les barrières techniques abordées au préalable. En effet, les employés de la firme réceptrice du transfert doivent disposer de la formation nécessaire et des connaissances techniques suffisantes pour reproduire, assimiler et adapter la technologie reçue. Encore une fois, les différentes formes de connaissances déjà abordées doivent accompagner le transfert de technologie. C'est pourquoi la relation de coopération et collaboration entre firme émettrice et réceptrice – dont on traitait dans les barrières techniques – est indispensable afin de créer une proximité cognitive entre les employés de la firme réceptrice et les experts envoyés par la firme émettrice. Dans un contexte d'innovation ouverte, c'est de cette proximité que se développeront les connaissances techniques suffisantes chez la firme émettrice afin qu'elle soit capable d'absorber correctement la technologie ou les connaissances reçues. En effet, afin de stimuler des collaborations entre différents acteurs dans un contexte d'innovation ouverte, une organisation doit s'assurer que l'ensemble des acteurs est un niveau technique relativement égal afin que les collaborations puissent être bénéfiques à tous. De plus, les individus ont tendance à sous-estimer le potentiel d'une technologie, et il est donc essentiel d'en démontrer son utilité (Guilfoos, 1989). Là encore, l'établissement d'une relation entre firme émettrice et réceptrice et des collaborations profondes doivent servir à démontrer l'utilité de la technologie ainsi que ses applications potentielles par la firme émettrice afin que les employés de la firme réceptrice voient et comprennent le potentiel de la technologie reçue.

D'autres barrières humaines existent à l'échelle de l'entreprise, notamment la gestion et l'administration de la firme émettrice. En effet, les individus en entreprises manquent souvent de temps et ne sont pas encouragés et soutenus par la direction à stimuler les transferts de technologie, ce qui induit souvent chez les individus une opinion négative de ces derniers (Guilfoos, 1989; Kremic, 2003). Au contraire, plus les employés sont réceptifs aux nouvelles idées, plus les chances de réussites d'absorption de technologies externes, c'est-à-dire de réussites de transferts de technologie, sont grandes (Amesse et Cohendet, 2001). On comprend dès lors pourquoi de nombreux auteurs s'intéressent au rôle joué par la mentalité, l'état d'esprit des employés, bref la culture d'entreprise sur

les transferts de technologie (Baron, 1990; Greiner et Franza, 2003; Kremic, 2003; Lundquist, 2003). Ce constat s'applique également parfaitement à la mise en place de stratégies d'innovation ouverte, où la mise en place d'une stratégie prônant l'importance de l'ouverture à l'externe (ISU, 2014). Pour qu'une entreprise ait un processus d'innovation efficace, il est essentiel de créer à l'échelle de la firme une culture forte où l'ouverture à l'extérieur des frontières de la firme est au cœur des préoccupations des employés. L'appui de la direction est l'un des points clés pour stimuler les transferts de technologie (Kremic, 2003), et donc l'ouverture à l'extérieur, afin que les ressources de l'entreprise soient orientées et utilisées de façon à encourager les employés à réfléchir et à s'interroger sur les transferts potentiels de technologie, et cela dès la phase de développement de la technologie initiale (Guilfoos, 1989; Smaling, 2012).

Finalement, les personnes sont souvent réticentes à ce qui ne vient pas de l'interne, que ce soit au niveau des technologies ou des idées; c'est le syndrome du NIH (Guilfoos, 1989). Ainsi, il faut que les individus d'une compagnie, notamment ceux d'une firme réceptrice de transferts, soient conscients qu'il existe des idées et des technologies à l'extérieur des frontières de l'entreprise qui pourrait permettre de mieux répondre aux besoins de la firme. Il est dès lors essentiel d'avoir des employés réceptifs aux idées nouvelles (Amesse et Cohendet, 2001) afin que ceux-ci s'intéressent à ce qui se passe à l'extérieur des frontières de la firme, que ce soit chez les universités, les centres de recherche, les fournisseurs, les concurrents ou même dans d'autres industries ou d'autres pays. Le savoir issu de cette curiosité envers l'extérieur peut permettre le développement de nombreuses connaissances, afin de tirer des leçons sur ses propres façons de faire ou améliorer ses produits/services.

CONCLUSION DE LA REVUE DE LITTÉRATURE

Le concept d'innovation ouverte a pris un essor fulgurant dans la littérature académique et dans les conférences en lien avec l'innovation. Toutefois, cette revue de la littérature a souligné le fait que l'innovation ouverte s'appuie sur les modèles d'innovations développés auparavant et de nombreux éléments contenus dans le concept d'innovation ouverte existaient déjà dans des modèles d'innovation plus anciens. La nouveauté du modèle repose principalement sur la capacité des firmes à mettre en place des activités couplées ainsi que d'être capable d'aligner la stratégie d'innovation, la commercialisation et le modèle d'affaires de la firme. Malgré ce regain d'intérêt pour le modèle d'innovation ouverte, on trouve finalement peu d'études de cas dans la littérature portant sur l'application concrète et les bénéfices attendus de stratégies d'innovation ouverte pour des organisations. Les études de cas portant sur l'utilisation de pratiques d'innovation ouverte au sein d'agences gouvernementales, notamment au sein d'agences spatiales, semblent inexistantes dans la littérature. Il semble donc exister un trou dans la littérature sur comment appliquer des stratégies d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne. Notre revue de la littérature a permis de montrer que l'utilisation de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'industrie spatiale pourrait revêtir un certain attrait pour une agence spatiale, ce qui motive le présent mémoire. Ainsi, notre étude de cas de multiple tentera de répondre à la problématique suivante:

En quoi un contexte d'innovation ouverte appelle à repenser le rôle et les pratiques d'une agence spatiale moderne? Les cas des pratiques de la NASA et de l'ESA.

Comment mettre en place de telles pratiques au sein de l'Agence Spatiale Canadien?

L'étude de cas commencera par s'intéresser aux bénéfices ainsi qu'aux enjeux que pourraient apporter des pratiques d'innovations ouvertes au secteur spatial. Afin d'illustrer ces éléments, différentes pratiques d'innovation ouverte mises en place par de grandes agences spatiales gouvernementales mondiales seront présentées à travers les cas de la NASA et de la *European Space Agency* (ESA). À travers l'observation de pratiques concrètes de stratégies d'innovation ouverte au sein de ces agences spatiales publiques, nous nous intéresserons aux avantages et inconvénients qu'apportent de telles pratiques vis-à-vis de pratiques traditionnelles. Nous tenterons également de mettre à jour un modèle de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne. Finalement, nous tenterons d'appliquer notre modèle de mise en place de pratiques d'innovation ouverte aux activités de l'ASC.

Afin de répondre à cette question de recherche, nous avons fait le choix d'une méthodologie qualitative basée sur une méthode de cas multiple explicitée dans la prochaine partie. Le chapitre de méthodologie qui suit permettra de mieux comprendre pourquoi et comment cette étude de cas a été réalisée.

Chapitre Méthodologique

Après avoir présenté le but de cette recherche ainsi que ses fondements théoriques, cette partie du mémoire permettra de discuter de la démarche méthodologique employée afin de répondre au mieux à la question de recherche de l'étude. Le présent chapitre expliquera le processus de collecte de données, c'est-à-dire les méthodes employées ainsi que le type de données recueillies. Cette partie s'intéressera également à la méthodologie de traitement et d'analyse des données afin d'être capable de tirer des conclusions utiles en rencontrant les différents enjeux de qualité, soient la fidélité, la validité nominale, la validité logique et la validité théorique (Noel, 2011).

DEVIS DE RECHERCHE

Avant de commencer à discuter de l'approche épistémologique de notre recherche, il est important de souligner le fait que ce mémoire s'inscrit dans un projet du groupe de recherche en innovation et créativité Mosaic – HEC Montréal. Ce projet financé par l'ASC intitulé *Measure of the Impacts for the Economy and Society of the Investments in the Expertise in Space in Canada (M(IES)²C)* porte sur la mesure des retombées industrielles, technologiques, sociétales et environnementales de l'investissement public dans l'expertise spatial au Canada. La deuxième partie de l'étude visait à soutenir l'élaboration et le développement de la nouvelle stratégie d'innovation de l'ASC pour stimuler les retombées de l'investissement public dans le spatial. Dans le cadre de cette deuxième partie, notre mandat était de réfléchir comment l'ASC pourrait mettre en place un contexte d'innovation ouverte au sein du secteur spatial canadien. Le présent mémoire s'inscrit donc totalement dans la deuxième partie de ce projet de recherche de l'ASC.

Approche utilisée

Le présent mémoire a pour but de s'intéresser à la compréhension de problèmes et à la construction de théories, ce qui justifie l'utilisation d'une approche qualitative (Yin, 2009). En effet, même si les approches positivistes restent neutres dans leurs observations et permettent d'affirmer ou d'infirmer des hypothèses par déduction (d'Amboise, 1996), ce mémoire utilisera une approche constructiviste où l'observateur fait partie intégrante de ce qui est observé puisque observateur et observé ne peuvent être totalement séparés (Noel, 2011). Cette recherche sera basée sur une démarche inductive, c'est-à-dire que l'on tentera d'observer un cas particulier – ici les transferts de technologie dans le secteur spatial canadien – pour finalement essayer de généraliser notre analyse et voir si notre raisonnement et démarche de recherche pourraient s'appliquer à d'autres cas.

Pour un souci de profondeur d'analyse, il est important d'aller chercher des sources multiples de documents (Rowlinson, 2004). Ceci permet une triangulation des données en alliant données qualitatives et quantitatives (emplois, ventes, exportations... etc.) pour être capable de répondre à notre question de recherche et ainsi analyser comment stimuler les transferts de technologie dans le secteur spatial canadien.

Méthode d'analyse de cas

Le choix de la méthode de recherche dépend essentiellement de la nature de la recherche en tant que telle, c'est-à-dire de ce que l'auteur cherche à étudier ou à montrer. Ce choix méthodologique va influencer grandement sur la rigueur et la profondeur de l'analyse, ainsi que sur la validité des résultats de l'étude.

Le choix de l'étude de cas s'impose ici puisqu'il s'agit de mieux comprendre un problème de gestion grâce à une démarche de recherche approfondie sur le terrain (Eisenhardt et Graebner, 2007), par le biais d'utilisation de données secondaires, calibrées par des données primaires issues d'entrevues avec des experts du domaine étudié. De plus, une étude de cas permet d'examiner des phénomènes contemporains, sur lesquels le chercheur n'a pas ou presque pas de contrôle et où l'analyse historique de données secondaires ne suffit pas à expliquer le phénomène observé (Yin, 2003). Lorsqu'un domaine de recherche est moins connu, ou du moins peu étudié, l'étude de cas est une méthode utile pour comprendre le problème étudié (Ghauri, 2005).

Le choix méthodologique de l'étude de cas a entraîné une recherche dans la base de données des mémoires faits par les étudiants de deuxième cycle d'HEC Montréal. Cette recherche a donné lieu à une lecture approfondie des parties méthodologiques de certains mémoires utilisant une approche qualitative par analyse de cas, qu'importe l'approche préconisée. Grâce à ces lectures, nous avons pu mieux comprendre la construction d'une étude de cas fiable ainsi que le fonctionnement de cette méthodologie, en prenant bien soin de tenir compte des buts affichés de la recherche. Les références des mémoires consultés sont disponibles dans la bibliographie de ce mémoire, dans la section « Mémoires et thèses consultés ».

La méthode d'analyse de cas offre différentes approches, que l'on peut observer dans la figure 4. Le design d'analyse de cas doit donc être choisi en fonction du contexte de la recherche et ce que l'on cherche à analyser. Ainsi, deux dimensions sont à prendre en compte : d'une part la taille de l'analyse à effectuer, et d'autre part il convient de s'interroger sur le nombre de cas que nécessite la recherche (Noel, 2011). Si le cas unique permet d'atteindre une grande profondeur analytique, les cas multiples permettent un accès plus facile à de l'information ainsi que la possibilité de faire émerger divergences et convergences entre les différents cas étudiés pour répondre à la problématique de la recherche. Une fois le nombre de cas choisi, le chercheur doit s'intéresser au nombre de composantes – ce qui correspond au périmètre d'analyse

dans la figure 4 – soit une ou plusieurs composantes. Il est important de noter que ce choix, ainsi que celui du nombre de cas étudiés, a un impact sur la profondeur d’analyse et donc sur le temps nécessaire pour fournir un travail de qualité puisque toute recherche se doit d’être limitée dans le temps. Le choix du quatrième design de la figure 4 par exemple, soit une étude de cas multiple avec différentes composantes enchâssées dans chaque cas, nécessite pour être réussi une durée qui ne correspond pas à l’écriture d’un mémoire.

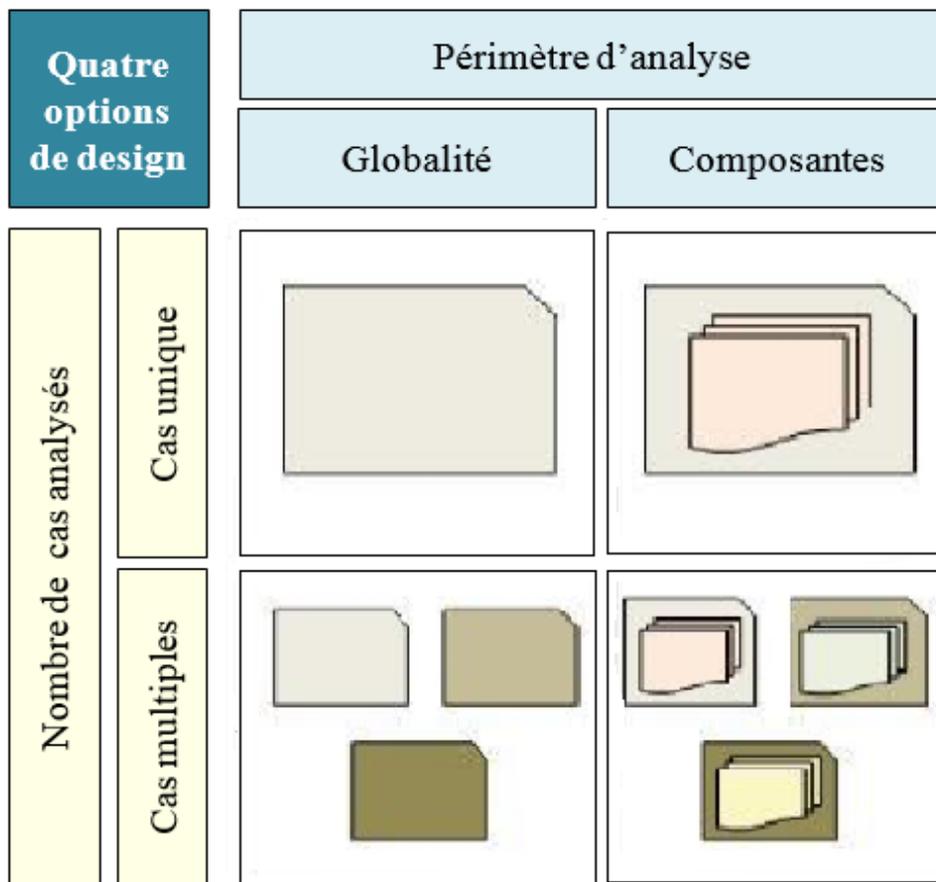


Figure 4 : Options de design de cas (Sources : Noel, 2011, p. 168)

Même si les études de cas multiples apportent une moindre profondeur vis-à-vis d'un cas unique, notre sujet nous pousse vers une démarche de cas multiples afin d'être capable de comparer le même type de pratiques dans des organisations différentes. En effet, le sujet de la recherche étant peu répandu dans la littérature, pour ne pas dire inexistant, l'analyse de cas multiple se pose comme une méthode plus adéquate afin d'analyser les pratiques existantes et d'en tirer des similitudes et des différences à l'international. Notre volonté de faire émerger un modèle de mise en place de pratiques d'innovation ouverte à appliquer à l'ASC nous pousse donc vers une analyse de cas multiple même si les analyses de cas uniques offrent une plus grande profondeur d'analyse. Toutefois, tirer un modèle d'application d'une stratégie basée sur le cas unique d'une seule agence spatiale induirait trop de biais dans notre analyse.

Pour mieux comprendre ce cas, notre recherche nécessitera une note d'industrie afin de cerner la spécificité du cas étudié. En effet, ce type de note permet la présentation de la logique d'une industrie à l'échelle planétaire, en y ajoutant des mises en contexte nationales (Noel, 2011) – c'est-à-dire à l'échelle d'un pays –, ce qui est essentiel pour comprendre l'objet de notre étude. Ainsi, notre étude de cas commencera par une brève note d'industrie afin de mieux comprendre l'industrie spatiale mondiale et canadienne.

La recherche se terminera par une étude des limites inhérentes aux analyses de cas, et au côté exploratoire de ce type de méthode qualitative. On discutera dès lors des possibilités de généralisation de l'étude et du besoin d'études du même type dans d'autres contextes afin de tester la valeur et la solidité des modèles mis à jour à la fin du mémoire.

COLLECTE DE DONNEES

Données secondaires

L'analyse documentaire étant totalement indépendante du chercheur, elle permet de minimiser les biais du chercheur, même s'il est impossible de se prémunir totalement contre les biais lors de la collecte initiale (Noel, 2011).

Ainsi, ces données permettront dans un premier temps d'établir la note d'industrie sur le secteur spatial canadien afin de dépeindre le portrait le plus réaliste possible de l'industrie. Tout d'abord, le document secondaire le plus important dans le cadre de notre étude est le rapport Emerson, duquel découle la problématique au cœur de cette recherche. Même si l'innovation ouverte n'est pas directement abordée dans ce rapport, des éléments sur le besoin de collaboration et partenariat avec différents types d'acteurs sont mis de l'avant. Nous verrons plus en détail tous ces enjeux et problématiques dans le chapitre d'analyse.

En plus de ce rapport, nous utiliserons des rapports de l'ASC afin d'en sortir les chiffres clés de l'industrie, mais nous intéresserons également à la documentation externe, comme les rapports de l'OCDE, de l'ONU, de groupes de consulting dans le secteur spatial (The Tauri Group, Futron/Avascent, Euroconsult, SEO, Technopolis, Booz and Co... etc.), ainsi que des rapports d'autres agences spatiales internationales (NASA, ESA, CNES, UKSA... etc.). Ces derniers portent sur le secteur spatial en général, les politiques et réglementations de l'Espace, les politiques d'approvisionnement des agences spatiales ainsi que les résultats de leurs politiques. De plus, l'utilisation de documentation spécialisée issue de revues académiques et scientifiques, comme *Space Policy* ou *Journal of Technology Transfer*, et d'articles de presse nous permettra de

mieux cerner les spécificités du secteur spatial international et des enjeux qu'il rencontre. On s'intéressera également aux particularités du Canada en matière spatiale, les forces et les faiblesses ainsi que les perspectives d'avenir de ce secteur. Ainsi, ces données secondaires permettront en premier lieu d'établir la note d'industrie du secteur spatial canadien et elles serviront également à lancer la recherche et à appuyer l'analyse. Effectivement, si dans un premier temps, beaucoup de recherches seront effectuées dans la littérature académique, les rapports et autres documents secondaires permettront de mieux comprendre les enjeux de cette recherche et d'appuyer le travail sur le terrain. Il faudra dans un deuxième temps – après la collecte de données primaires sur le terrain – retourner à de la documentation secondaire, et notamment à la revue de littérature, pour mieux comprendre les réalités du terrain.

Données primaires

Si la première consultation de documentation secondaire permet de mieux cerner le problème que l'on veut étudier, les données primaires permettent d'aller confronter la théorie avec la réalité du terrain. Ce type de collecte de données permet d'avoir accès à de l'information privilégiée afin de mieux comprendre un phénomène complexe, qui pourrait difficilement être compris seulement par le biais de données secondaires. Les auteurs soulignent souvent que les données secondaires sont biaisées par un traitement initial et que la recherche de données primaires permet d'assurer une plus grande pertinence et fiabilité des données (Noel, 2011, p. 225).

Il existe sur le terrain différentes approches pour construire des questionnaires et diriger des entretiens. Grawitz (2001) en identifie six formes:

- Entretien clinique

- Entretien en profondeur
- Entretien à réponses libres
- Entretien centré
- Entretien à questions ouvertes
- Entretien à questions fermées

On peut classer ces différentes approches par rapport à la profondeur de l'entretien et à son ouverture. Ainsi, l'entretien clinique va généralement être non directif et centré sur un problème, ce qui nécessite beaucoup de temps, alors que l'entretien à questions fermées est beaucoup plus directif et structuré, mais nécessite beaucoup moins de temps. Nous n'entrerons pas ici dans la description et l'explication précise de chacun des différents types d'entretien²². On retiendra seulement que l'auteur oppose entretien direct et indirect sur la base du fait que le premier type fournit des réponses explicites ne nécessitant pas une forte interprétation du chercheur alors que le deuxième type entraîne des réponses libres qui au contraire ont besoin d'interprétations.

Puisqu'il n'existait malheureusement pas de modèle théorique sur notre sujet comme l'a montré la revue de la littérature, notre analyse s'est basée sur une analyse de documents secondaires qui ont par la suite été vérifiés auprès d'experts du secteur spatial. Nous avons ainsi élaboré des entretiens semi-directifs avec notre échantillon d'une durée moyenne de une heure par le biais d'entrevues directes au Québec et en Ontario, et d'entrevues de type web-conférence. Le dernier type d'entrevues a été utilisé pour des raisons de budget et de faisabilité de l'étude puisque des experts européens et américains devaient être rencontrés mais également car certaines compagnies canadiennes étaient présentes dans des régions éloignées de Montréal, notamment en Alberta, en Colombie-Britannique, en Nouvelle-Écosse, au Manitoba et au Saskatchewan.

²² Lire Grawitz (2001) pour de plus amples détails.

Grâce au certificat d'éthique du projet de recherche de Mosaic, nous avons ainsi pu vérifier notre analyse de documents secondaires par des experts internationaux américains et européens vis-à-vis de notre étude de cas multiple des pratiques américaines et européennes d'innovation ouverte; l'annexe II, partie 2, contient la grille d'entrevue utilisée pour vérifier nos résultats. Nous avons par la suite discuté des avantages et inconvénients des pratiques d'innovation ouverte appliquée à l'ASC à travers nos entrevues avec la direction de la plupart des départements de l'ASC et des industriels canadiens. Dans le cadre du projet de recherche de Mosaic, nous avons rencontré des chefs d'entreprises spatiales canadiennes ainsi que les directeurs des différents programmes de l'ASC. Le but de ces entretiens était d'étudier l'application potentielle de telles pratiques au sein de l'ASC; l'annexe II, partie 1, présente la grille d'entrevue utilisée. Le tableau 3 montre l'envergure des entretiens faits dans le cadre du projet de recherche M(IES)²C de Mosaic – HEC Montréal. Il est important de souligner dès maintenant que nombre d'entretiens n'ont pas été fructueux, car les personnes interviewées, notamment chez les entreprises canadiennes, n'avaient aucune connaissance des pratiques d'innovation ouverte et donc de leurs avantages ou inconvénients.

Type d'experts rencontrés	Nombre d'experts interviewés
Experts internationaux	4
Entreprises canadiennes	50
ASC – Direction	12

Tableau 3: Personnes interviewées pour la collecte de données primaires

CALIBRAGE DES DONNEES ET ANALYSE

Afin de faciliter l'analyse et de permettre l'interprétation des résultats de la recherche, il faudra utiliser des gabarits et des tableaux croisés afin d'observer les convergences (ou divergences d'ailleurs) dans les observations ainsi qu'entre la revue de la littérature et le terrain. Les grilles, les gabarits et les tableaux permettent de guider l'analyse à travers un modèle choisi pour faciliter le traitement des données collectées. La différence majeure entre tableau croisé et gabarit réside dans le fait que le dernier requiert une plus grande analyse que le premier qui se présente plus souvent sous la forme d'une matrice représentant une comparaison de facteurs (Noel, 2011, p. 195).

Les données brutes issues des entretiens doivent être codées pour pouvoir être utilisées dans la recherche, mais elles doivent également être soumises à une certaine triangulation pour voir s'il y a convergence ou divergence dans les observations (Noel, 2011, p. 194). Cette procédure permet d'obtenir des données traitées, soit des faits issus des observations faites sur le terrain. Les gabarits de classement sont très utiles ici puisqu'ils permettent la présentation uniforme de données primaires interprétées avant l'analyse finale (Sarrailh, 2010). Une fois ce travail effectué, il est possible de faire l'analyse comparative des données primaires traitées avec les données secondaires, des archives et des opinions tierces afin de fournir des données interprétées, c'est-à-dire ayant une signification; le tableau croisé est ici très utile. Tout ce processus de collecte et de traitement de données susmentionné est résumé dans la figure 5.

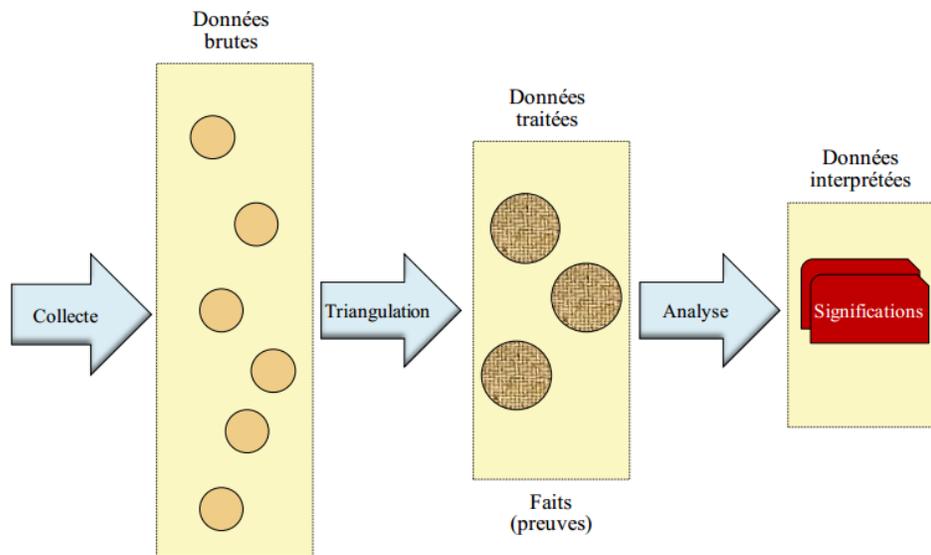


Figure 5 : Le processus de collecte et de traitement de données (Sources: Noel, 2011, p. 189)

VALIDATION DES ANALYSES

Afin d'éviter les biais et de s'assurer de la pertinence de l'analyse préliminaire, il est essentiel de faire valider ces analyses auprès d'experts et en retournant à la revue de littérature. En effet, pour être capable de fournir un chapitre d'analyse solide et cohérent avec la question de recherche, il est essentiel d'aller chercher de la nouvelle littérature afin d'améliorer la profondeur de la collecte de données dans le but d'atteindre le point de saturation théorique (Noel, 2011), c'est-à-dire qu'il n'est plus nécessaire de rechercher de nouveaux concepts à appliquer à notre recherche pour en améliorer la validité externe. Une fois l'analyse effectuée, il est donc essentiel de retourner voir des experts pour discuter des résultats de l'étude, ainsi que retourner à la littérature pour approfondir les résultats de l'étude sur le terrain. En effet, le but ici est de respecter les enjeux de qualité et d'éthique de la recherche. Il s'agit donc de s'assurer des quatre enjeux de qualité appliqués aux études de cas, soit la fidélité, la validité nominale, la validité logique et la validité théorique. Pour ce faire, nous avons eu

recours à 4 experts internationaux du domaine spatial issus des organisations étudiées dans notre étude de cas et ayant une expertise dans les pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale. L'annexe II, partie 2, présente la grille d'entrevue utilisée pour vérifier nos résultats. L'explication des différents enjeux qui suit s'inspire grandement des travaux de Noel (2011) sur ces questions de validation des analyses.

Tout d'abord, le premier enjeu de qualité est la fidélité. Le but ici est que, peu importe la recherche entreprise, un autre chercheur pourra suivre la méthodologie utilisée dans ce mémoire et réaliser la même étude de cas afin d'arriver potentiellement aux mêmes conclusions. C'est pourquoi les démarches et procédures employées pour produire ce mémoire sont fournies dans les pages précédentes afin de faire preuve de transparence au cas où un autre chercheur voudrait entreprendre la même recherche.

Le deuxième enjeu de qualité est la validité nominale. Il s'agit ici de calibrer les interprétations et les jugements de l'auteur pour que l'étude ne perde pas sa crédibilité et soit cohérente. Ainsi, cette validité de construit « assure à l'évaluateur de la recherche que les observations réalisées ont été bien nommées (validité nominale), qu'elles permettent de discriminer entre différents phénomènes et que les mesures convergent vers la définition de traits significatifs. » (Noel, 2011, p. 184). Cet enjeu sert finalement à vérifier que l'auteur appelle un chat un chat, par exemple lorsque l'on traite de l'intensité d'un phénomène.

Le troisième enjeu de qualité est la validité logique et permet de tester si les analyses et les interprétations de l'auteur sont vraisemblables et solides. Le respect de cet enjeu dépend avant tout du design de recherche employé afin d'assurer la crédibilité de l'étude de cas. C'est pourquoi le présent mémoire fait l'effort de considérer différentes explications pour un même phénomène, provenant des données primaires et secondaires, avant de justifier le choix de l'explication la plus vraisemblable.

Le quatrième et dernier enjeu de qualité est la validité théorique. Il s'agit ici d'assurer la capacité de généralisation théorique de l'étude afin que « quand un chercheur se pose une question qui justifie une recherche, la démarche qu'il entreprend et qu'il complète

doive permettre de répondre à cette question et à la fois à améliorer nos connaissances sur le sujet » (Noel, 2011, p. 185). On cherche donc ici à s'interroger sur le fait que les observations et les conclusions de cette étude pourraient-elles s'appliquer dans un autre cas, ou du moins au-delà du cas étudié, afin de voir si les conclusions peuvent être significatives dans le cadre d'une théorie plus large que celle de l'étude. Dans le cadre de notre recherche, il s'agirait de voir si les conclusions finales du mémoire pourraient s'appliquer au-delà du cas du secteur spatial canadien, c'est-à-dire dans le cadre de la théorie des transferts de technologie en général.

Finalement, la figure 6 résume le devis de recherche final du présent mémoire. Cette figure s'est largement inspirée du devis de recherche du mémoire de Plourde (2007)²³ compte tenu de la clarté et de la faculté de visualisation de l'ensemble du processus de recherche fourni par ce type d'outil.

²³ Lui-même a utilisé une adaptation de Maxwells (1996).

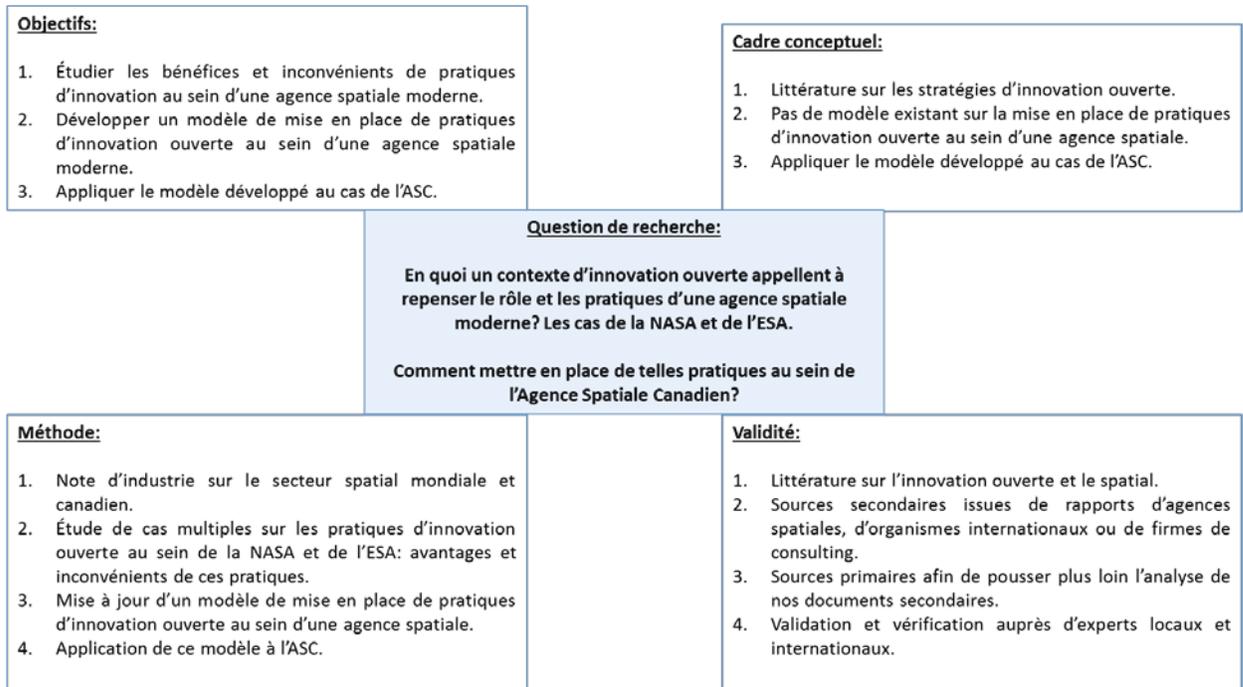


Figure 6: Devis de recherche du mémoire

Étude de cas : l'Agence Spatiale Canadienne

L'ensemble du programme spatial canadien est dirigé par l'ASC, présidée par Luc Brûlé, et dépend directement du ministre de l'Industrie du Canada. L'ASC a été établie en mars 1989 et finalement créée en décembre 1990 en vertu d'une loi du Parlement canadien. L'ASC a pour but de « promouvoir l'exploitation et le développement pacifique de l'espace, de faire progresser la connaissance de l'espace par la science et de faire en sorte que les Canadiens tirent profit des sciences et technologies spatiales sur les plans tant social qu'économique »²⁴. La mission de l'ASC s'articule autour des éléments suivants :

- Viser l'excellence;
- Préconiser une attitude axée sur la clientèle;
- Appuyer des méthodes axées sur les employés et la communication ouverte;
- Miser sur la responsabilisation et l'obligation de rendre compte;
- S'engager à collaborer et à travailler avec ses partenaires pour notre bénéfice mutuel.

L'ASC regroupe près de 700 employés, dont environ 90% sont situés au siège social de l'Agence à St-Hubert, au Québec. Les employés non situés au Centre Spatiale John H. Chapman sont situés à Ottawa, Houston, Washington, Paris ou en Floride. L'ASC dispose d'un budget annuel de 395.90 millions de dollars américains sur la période 2013-2014 (voir figure 7). Lorsque l'on compare l'ASC à ses homologues internationaux comme la

²⁴ Loi sur l'Agence spatiale canadienne, L.C. (1990), chapitre 13

<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/C-23.2/page-2.html?term=canadienne+spatiales+spatiale+canadien+spatial+agences#s-5>.

NASA, l'ESA ou la Roskosmos²⁵, le Canada dispose d'un budget beaucoup plus faible dans une industrie très risquée où les coûts d'investissement sont très importants. La figure 7 montre bien la différence de budget entre l'ASC et les autres nations spatiales; elle a d'ailleurs en 2014 le 10e budget le plus important au monde vis-à-vis des agences spatiales gouvernementales (OCDE, 2014). Ainsi, contrairement à ces différentes agences, l'ASC ne cherche pas à développer un programme spatial indépendant des autres agences afin d'avoir un accès privilégié à l'Espace, notamment à des fins militaires. Le mode de fonctionnement de l'ASC s'appuie sur la collaboration avec d'autres agences internationales, principalement l'ESA – dont l'ASC est membre et actionnaire – et la NASA, afin d'optimiser la petite taille de son budget en participant à des projets internationaux comme l'*International Space Station (ISS)*²⁶, le rover martien *Curiosity* ou le futur télescope spatial James Webb²⁷.

	Budget spatial (million US\$)	Budget per capita (US\$)
États-Unis	39 332,20	123,20
Chine	10 774,60	7,90
Russie	8 691,60	61,00
Inde	4 267,70	3,30
Japon	3 421,80	26,90
France	2 430,80	38,00

²⁵ Il s'agit du nom de l'agence spatiale russe.

²⁶ Il s'agit de l'abréviation anglophone de l'« International Space Station », c'est-à-dire la Station Spatiale Internationale.

²⁷ Il s'agit du projet initié par la NASA, en collaboration avec l'ESA et l'ASC, visant à remplacer le télescope Hubble pour l'horizon 2018. Ce dernier permettra d'améliorer l'observation infrarouge de notre univers.

Allemagne	1 626,60	20,10
Italie	1 223,30	20,70
Corée du Sud	411,50	8,20
Canada	395,90	11,50
Royaume-Uni	338,90	5,30
Espagne	302,90	6,70
Brésil	259,20	1,30
Belgique	244,80	21,90

Figure 7 : Budgets nationaux des principales agences spatiales mondiales (Source : OCDE, 2014)

L'industrie spatiale ayant la particularité d'être intimement liée à un fort investissement public pour garantir l'accès à l'Espace qui est très onéreux, le secteur spatial canadien doit se positionner dans une ou plusieurs niches technologiques. De cette manière, le Canada a fait le choix de développer dans certains domaines précis une expertise de pointe et un avantage concurrentiel sur ses compétiteurs internationaux. L'ASC consacre ainsi l'ensemble de son budget à ses quatre programmes clés pour l'industrie spatiale canadienne :

- Télécommunications par satellite
- L'observation de la Terre
- Exploration et sciences spatiales
- Sensibilisation à l'espace et éducation

L'ASC est la principale source d'investissement dans les activités spatiales canadiennes via l'octroi de contrats industriels et technologiques. Certaines entreprises spatiales canadiennes reçoivent également des contrats d'agences spatiales étrangères, mais

l'ASC demeure de loin le principal investisseur de l'industrie spatiale canadienne. Elle fonctionne par appel d'offres auprès de l'industrie dans le but de développer un type de technologie ou d'engin spatial afin de répondre aux besoins des canadiens. Elle fournit également des contrats de recherche aux centres de recherches nationaux ainsi qu'aux universités afin de disséminer les connaissances liées à l'Espace, former une main-d'œuvre hautement qualifiée et inspirer les citoyens canadiens.

L'INDUSTRIE SPATIALE MONDIALE ET CANADIENNE²⁸

À l'échelle mondiale, l'ensemble des revenus issus de produits ou services reliés à l'Espace (revenus commerciaux et budgets gouvernementaux) a connu une croissance de 4% pour atteindre un sommet historique 314,17 milliards de dollars américains (Space Foundation, 2014). Il est à noter que l'année 2013 a vu les dépenses publiques dans le secteur spatial reculer de 1,3% à l'échelle planétaire, majoritairement en raison de coupes budgétaires aux États-Unis. La figure 8 présente la répartition de ces revenus, où l'on peut remarquer que le budget gouvernemental des États-Unis comptabilise 13% de l'ensemble des activités spatiales mondiales alors que, comparativement, les budgets publics consacrés à l'Espace pour le reste des nations arrivent à peine à 11%. Comme cela a été souligné auparavant, l'industrie spatiale est tributaire de l'investissement public pour permettre l'accès à l'Espace. On comprend dès lors que les États-Unis exercent un leadership économique et technologique indéniable sur l'industrie spatiale mondiale, notamment grâce au fait que les États-Unis sont le plus grand marché en matière d'actifs spatiaux.

²⁸ L'ensemble de cette partie, et notamment des chiffres fournis, s'inspire du rapport de l'état du secteur spatial canadien (ASC, 2013).

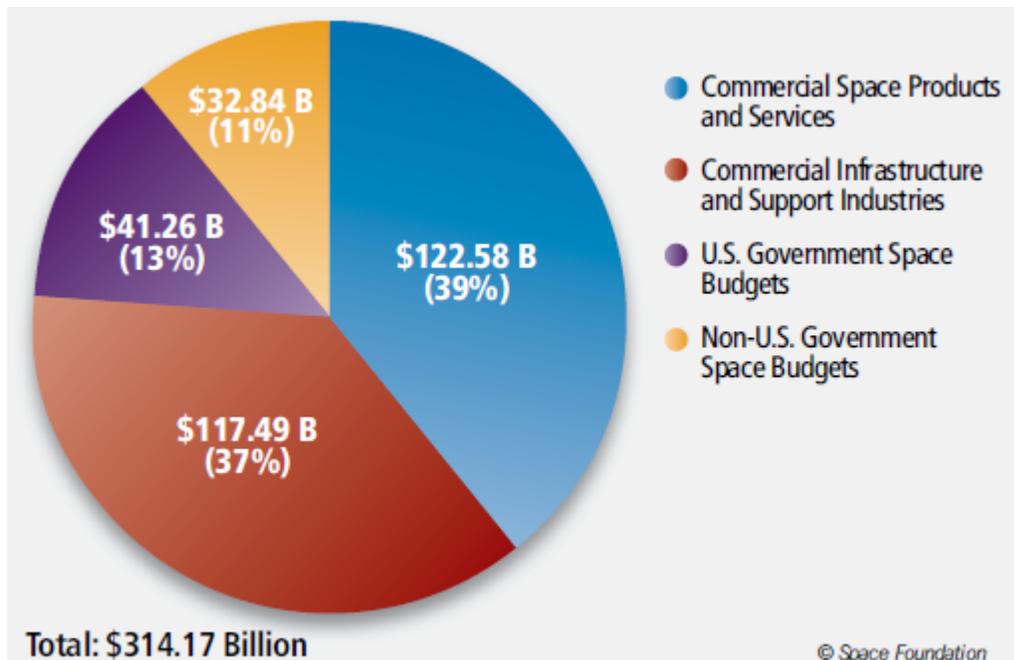


Figure 8: Répartition des activités spatiales mondiales en 2013 (Space Foundation, 2014)

L'émergence de nouvelles nations spatiales comme la Chine, l'Inde ou le Brésil entraîne une hausse de l'activité spatiale mondiale. Le caractère stratégique et géopolitique du spatial entraîne des investissements de plus en plus importants de la part de ces nations et leur permet un rattrapage technique et technologique fulgurant (Space Foundation, 2014).

Le secteur spatial canadien regroupe en 2012²⁹ des revenus de 3 327 millions de dollars canadiens, soit une baisse de 4,5% par rapport à 2011 (voir la figure 18 de l'annexe III). Sur les 5 dernières années, les revenus totaux du secteur ont augmenté de 533 millions de dollars canadiens, soit une augmentation de 19% (voir la figure 19 de l'annexe III). Le taux de croissance annuel composé du secteur de 2008 à 2012 a été de 3,6 %. En 2012,

²⁹ Il s'agit là des chiffres les plus récents disponibles sur le secteur spatial canadien.

les revenus de l'industrie spatiale canadienne représentaient donc 1,09% des revenus du marché mondial spatial.

Le secteur spatial canadien, compte tenu de la faiblesse de la demande interne, est très tourné vers l'international. En effet, presque 50% des revenus du secteur lors des 5 dernières années sont issus des exportations, comme on peut le voir dans la figure 9. Même si les revenus d'exportations ont diminué de 4,9% de 2011 à 2012 – une deuxième diminution consécutive des exportations canadiennes dans le secteur spatial – il faut noter un taux de croissance annuel composé de 2,42% sur les 5 dernières années, ce qui demeure positif. On remarque tout de même que les exportations ont reculé derrière les valeurs de 2010, soit 1 584 millions de dollars canadiens en 2012, contre 1 703 millions de dollars canadiens en 2010.



Figure 9: Évolution des revenus de l'industrie spatiale canadienne de 2008 à 2012 (Sources: ASC, 2013)

En observant plus en profondeur la composition de ces 1 665 millions de dollars canadiens d'exportations, les principaux partenaires commerciaux du Canada dans le secteur spatial sont les États-Unis et l'Union Européenne, avec respectivement 42,9% et 31,4%. Si le marché américain a connu une forte diminution d'exportations de 16% par rapport à 2011 et le marché unique européen a également diminué de 9% sur la même période. Le troisième partenaire principal canadien est l'Asie avec 13,4% des exportations totales, soit une forte hausse de 37% par rapport à 2011. Les autres partenaires commerciaux sont l'Amérique du Sud (5,7%), l'Océanie (3%), l'Afrique (1,3%), l'Amérique Centrale, Caraïbes, Mexique (0,7%) et d'autres pays (1,6%). On peut voir l'évolution de la composition de la source des revenus d'exportations du secteur spatial canadien dans la figure 20 de l'annexe III.

L'industrie spatiale canadienne est dominée par des grandes entreprises puisque les 30 plus grandes compagnies canadiennes regroupent de 88% de la main-d'œuvre et génèrent 98% des revenus totaux du secteur, où les 10 plus grandes entreprises rassemblent 64% de la main d'œuvre pour 88% des revenus totaux. La main d'œuvre de l'industrie spatiale canadienne se compose de 7993 personnes en 2012, dont près de 57% se situent en Ontario et 19% au Québec (ASC, 2013). Il existe finalement peu de compagnies spatiales de taille moyenne, mais près de 200 organisations de petite taille œuvrant dans cette industrie (Aerospace Review, 2012).

ENJEUX INHERENTS A L'ASC

Maintenant que le contexte général de l'industrie spatiale mondiale et canadienne a été présenté, nous allons maintenant nous intéresser aux enjeux inhérents à l'ASC et les implications que cela entraîne sur le rôle et les pratiques de l'agence canadienne. Ainsi, cette partie permettra d'introduire les raisons qui poussent l'ASC à appliquer l'innovation ouverte au sein de ses pratiques.

Tout d'abord, l'ASC dispose d'un budget de moyenne voir faible importance lorsqu'on le compare à la plupart des autres nations spatiales avec pourtant des ambitions de grande envergure, comme l'a montré la figure 7. Un contexte d'innovation ouverte pourrait permettre à l'ASC de diminuer certains coûts et de faire ainsi plus avec le même budget. De plus les investissements de l'ASC étant des investissements publics, ils doivent contribuer au secteur public, au secteur privé, à la société civile, aux citoyens canadiens et aux enjeux de sécurité et de souveraineté. Ces acteurs ont des intérêts souvent fortement divergents et la politique canadienne d'investissement dans le spatial doit ainsi être capable de concilier ces intérêts. L'investissement public dans le spatial doit dès lors être capable de créer conjointement des valeurs apparemment inconciliables, c'est-à-dire de cocréer de la valeur économique, scientifique, environnementale, sociale et stratégique. Dans un tel contexte d'investissement public, où l'argent provient de l'ensemble des acteurs devant obtenir des bénéfices de cet investissement, l'innovation ouverte se pourrait se poser en mécanisme utile pour faire le lien entre ces acteurs aux intérêts divergents. Les prochains paragraphes présenteront les enjeux inhérents à l'ASC auxquelles des pratiques d'innovation ouverte pourraient répondre.

Les spin-off du secteur spatial

Le secteur spatial a la particularité d'être fortement dépendant, voir tributaire dans certains cas, de l'investissement public. Les technologies de pointe développées dans le cadre des activités spatiales d'une nation entraînent une fertilisation des industries locales grâce aux transferts de technologie, que ce soit d'un point de vue technologique ou au niveau des compétences développées par la main d'œuvre. Ces deux points justifient le soutien public aux activités spatiales, mais entraînent également des problèmes. Les entreprises spatiales, habituées au soutien public, deviennent

dépendantes des contrats d'agences spatiales gouvernementales, car ce sont les principaux clients de l'industrie spatiale.

Toutefois, on observe ces dernières années de fortes coupures budgétaires dans les gouvernements de nombreux pays industrialisés. Les budgets dédiés aux agences spatiales ont souvent à pâtir de ces diminutions puisque le secteur spatial est dépendant des contrats des agences spatiales (Aerospace Review, 2012; Venturini, Verbano et Matsumoto, 2013). Toutefois, les transferts de technologie, du spatial vers un secteur non spatial, peuvent permettre à une agence de récupérer une partie des fonds investis dans les contrats spatiaux grâce aux redevances ou licences octroyées (ISU, 1998). C'est ainsi une façon peu onéreuse de faire des profits avec des technologies existantes, que ce soit pour une agence spatiale comme pour une compagnie, et cela par le biais d'octroi de licences, de transferts de brevets, de joint-ventures... etc. Pour augmenter les probabilités de la réussite des transferts de technologie internationaux, il est dès lors important de stimuler la diffusion de l'information sur les spin-off auprès des entreprises de différents secteurs, des universités, des centres de recherche, des agences gouvernementales et ministères ainsi qu'auprès du grand public afin que ces acteurs réalisent la valeur ajoutée, l'utilité et le potentiel des spin-off spatiaux (Goehlich, Blanksby, Goh, Hatano, Pecnik et Wong, 2005). En effet, c'est l'information disponible sur une technologie qui va contribuer à sa diffusion et à son acceptation par un large public. Ainsi, c'est l'utilisation qui est faite d'une technologie ou d'une donnée spatiale qui va donner une valeur à celles-ci pour l'utilisateur final (Macauley, 2006), ce qui implique que plus il existe de l'information disponible sur un spin-off, plus celui-ci a des chances de voir sa valeur ajoutée augmentée aux yeux de l'utilisateur final et donc son utilisation. Or, si on observe la figure 10, on comprend mieux l'importance que revêt la stimulation des transferts de technologie pour le secteur spatial.

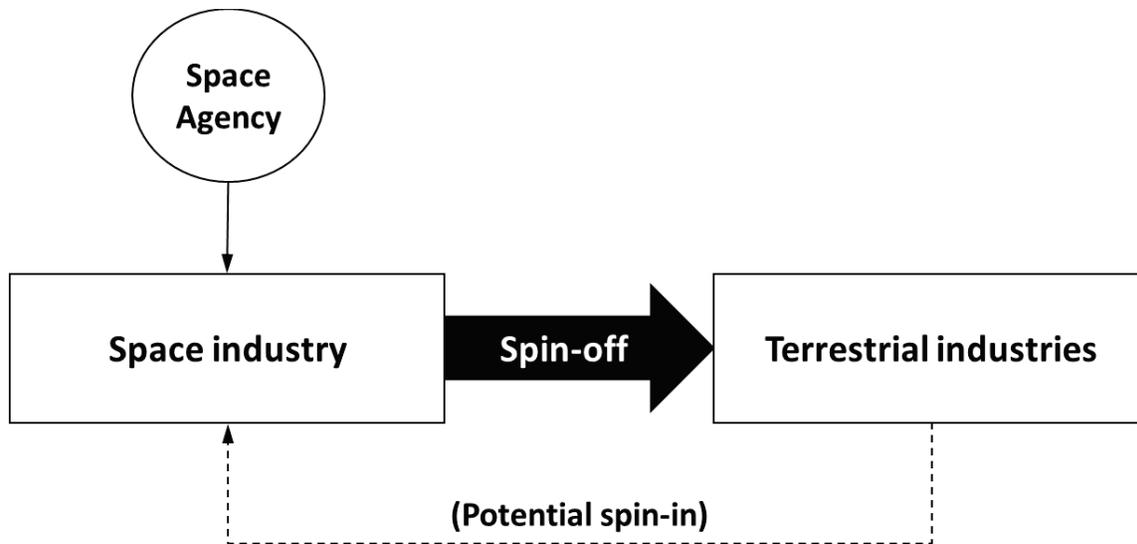


Figure 10: L'innovation dans le secteur spatial (Ricard et al., 2014)

Lorsqu'un investissement est fait dans les budgets spatiaux, l'agence spatiale va augmenter son flux de contrats, ce qui implique une croissance des activités spatiales dans l'ensemble du pays. Or, comme toute activité spatiale dispose a priori d'un potentiel de chance de générer des transferts de technologie internationaux, augmenter les activités spatiales revient à augmenter le potentiel de spin-off et donc des bénéfices potentiels pour l'utilisateur final. Cette augmentation de bénéfice pour les usagers finaux fait que l'investissement dans le secteur spatial devient dès lors plus attrayant pour un décideur public puisque les retombées finales sont plus grandes (Macauley et Laxminarayan, 2010), à travers la création de valeur économique, d'emplois, mais également de bénéfices sociaux et environnementaux (OCDE, 2012; Hof, Koopmans, Lieshout et Wokke, 2012; Simmonds et al., 2012). Ce dernier point peut donc inciter le décideur public à augmenter son investissement dans le budget spatial national. Comme on l'a souligné au préalable, les agences spatiales souffrant de risques de coupes budgétaires, promouvoir les transferts de technologie pourrait permettre à ces dernières de justifier le maintien, voir l'augmentation de leur budget (Goehlich et al., 2005).

Les spin-off issus du secteur spatial sont d'une importance capitale puisqu'ils stimulent l'innovation à l'intérieur comme à l'extérieur du domaine spatial, et renforcent ainsi la compétitivité globale d'une nation ayant fait le choix d'investir dans l'Espace (Petroni, Venturini et Santini, 2010). C'est d'ailleurs pour cette raison que la plupart des agences spatiales mondiales mettent en place des programmes afin de stimuler les transferts technologiques. Toutefois, ces programmes se focalisent uniquement sur les spin-off, c'est-à-dire de l'Espace vers des secteurs non spatiaux, et ne s'intéressent pas aux potentiels, pourtant très forts, des spin-in (ISU, 1998). Les compagnies œuvrant dans l'Espace créent finalement que très rarement des technologies toutes seules, la compétence fondamentale³⁰ de ces organisations réside dans l'intégration de systèmes à fort degré de complexité provenant d'une variété de secteur, de secteurs non spatiaux notamment. Il apparaît dès lors que les spin-in – transferts de technologie de secteurs non spatiaux vers le secteur spatial – devraient être plus étudiés dans la mesure des retombées de l'innovation dans l'industrie spatiale.

Dans cette optique, la plupart des grandes agences spatiales mondiales comme la NASA et l'ESA ont développé des bureaux de transferts technologiques afin de stimuler les spin-off sur les brevets et connaissances développées par les agences spatiales. L'ASC, comme la plupart des grandes agences spatiales, a mis en place son propre bureau de transfert de technologie, le bureau de la propriété intellectuelle et des transferts de technologie (GPITT).

Afin de mieux saisir les enjeux inhérents à l'utilisation d'une politique d'innovation ouverte par l'ASC, il est important de commencer par s'intéresser à la gestion de la PI au sein de l'ASC. La partie qui suit explique donc plus en profondeur le rôle et le fonctionnement du GPITT ainsi que la façon dont la PI et les spin-off potentiels qui en découlent sont gérés par l'ASC.

³⁰ Il s'agit ici du concept de « core competence » de Hamel et Prahalad (1990) traduit en français

La PI reliée aux contrats publics dans le secteur spatial au Canada, et les spin-off qui peuvent en découler sont gérés par l'ASC, et plus particulièrement par le bureau de la propriété intellectuelle et des transferts de technologie (GPITT). Le but premier de ce bureau est de favoriser « le développement des technologies dans le but de maximiser les avantages socioéconomiques du programme spatial canadien. Ses principales fonctions consistent à la gestion de la propriété intellectuelle des technologies développées dans le cadre des activités de l'ASC et à soutenir leur transfert à des tiers»³¹. Cette institution fédérale a pour mandat de règlementer et de stimuler les transferts de technologies nationaux et internationaux par l'évaluation du potentiel commercial d'idées ou d'inventions issues de la R&D de l'ASC. Ces transferts peuvent se faire sous la forme d'octroi de licences (licence de commercialisation, de R&D, d'utilisation ou académique), de ventes de brevets, de collaborations (publiques, publiques/privées) ou de publications afin d'optimiser les retombées de l'investissement public dans l'Espace pour l'ensemble des canadiens. Ce bureau gère donc la PI qui provient d'activités de R&D internes à l'ASC ou de contrats de R&D accordés à des entrepreneurs de l'industrie spatiale canadienne, où l'ASC obtient la PI. De cette propriété peuvent découler des transferts de technologies au sein de l'industrie spatiale ou vers des domaines terrestres. Il existe alors deux cas de figure :

- Activités de R&D internes à l'ASC : la PI revient ici à l'ASC et c'est le GPITT qui est en charge de stimuler les spin-off potentiels issus des technologies ou des connaissances développées par l'ASC. Il est également important de souligner que si un entrepreneur n'est pas intéressé par un certain brevet développé dans le cadre d'activités en collaboration avec l'ASC, c'est l'agence qui en récupère la propriété. Dans tous les autres cas de collaboration de R&D de l'ASC et l'industrie, ce sont les entrepreneurs qui récupèrent la PI en priorité.

³¹ Site web consulté le 5 février 2014 : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/industrie/gpitt/>

- Contrats de l'ASC : la PI appartient exclusivement aux entrepreneurs canadiens qui ont reçu le contrat, sauf dans le cas susmentionné. Dans ce cas-là, le GPITT ne s'occupe pas des transferts de technologie et il revient donc à l'entrepreneur de développer lui-même ses spin-off.

La PI détenue par l'ASC

La PI appartenant à l'ASC est gérée et promue par le GPITT afin de stimuler les spin-off potentiels. Il existe deux processus différents au GPITT pour stimuler ces transferts.

Le premier processus utilise une plateforme développée par l'ASC ouverte à tous et disponible sur la page internet du GPITT.³² Il s'agit d'une page internet simple permettant de visualiser l'ensemble des technologies/connaissances développées au sein des activités de R&D internes à l'ASC, et disponibles pour des fins de transferts. Chaque technologie est expliquée simplement et le GPITT offre les informations suivantes pour les potentiels intéressés:

- Potentiel commercial de la technologie/connaissance : utilité commerciale de la technologie;
- Occasions d'affaires : utilisateurs et marchés potentiels;
- Détails sur le type de transfert : type de licences disponible pour le transfert;
- Information sur le type de brevets : brevetabilité, portée nationale/internationale du brevet... etc.;
- Information sur les publications : donne la liste, lorsqu'elle existe, des publications disponibles relatives à cette technologie/connaissance;
- Information sur l'inventeur : dresse un profil de l'inventeur interne à l'ASC.

³² La plateforme est disponible à l'adresse suivante : <http://www.asc-csa.gc.ca/fra/industrie/gpitt/techno.asp>

Les informations sont très bien présentées et de façon structurée ce qui permet de rapidement comprendre l'utilité d'une technologie et à quels domaines d'activités elle peut être appliquée.

Le GPITT est actuellement en train de promouvoir cette plateforme auprès de partenaires privés, académiques et gouvernementaux pour que ces derniers soient au courant des technologies/connaissances disponibles. En effet, cette plateforme demeure peu connue et peu, voire même pas, utilisée par l'industrie, puisque la cible des transferts est pour la plupart du temps des acteurs extérieurs à l'industrie spatiale canadienne. Or, ces acteurs externes à l'industrie ne connaissent dans la plupart des cas pas cette plateforme, ce qui nuit spin-off potentiels de ces technologies/connaissances internes pour l'ASC. La direction du GPITT est actuellement en train de se renseigner sur la possibilité de rejoindre des plateformes déjà existantes et connues par l'industrie canadienne comme FlintBox ou Sparkup Inc. On peut d'ores et déjà souligner qu'il s'agit d'une forme de stratégie d'*outside-in* qui vise à envoyer à l'extérieur des frontières des brevets ou connaissances non utilisées à l'interne. La direction du GPITT souligne qu'ils cherchent à développer ce type de stratégies, mais qui, pour le moment, ne porte pas ses fruits par manque de visibilité.

Le deuxième processus permettant de stimuler les transferts issus de la PI de l'ASC offre selon la direction du GPITT de meilleurs résultats que le premier, mais il est également bien plus coûteux. Il s'agit dans ce cas-là d'un processus en trois étapes qui implique l'utilisation d'acteurs externes, des consultants dans la plupart des cas, pour stimuler les spin-off. La première étape consiste à étudier la brevetabilité de la technologie ou connaissance dont l'ASC a la PI. Cette étape permet d'étudier la création de l'ASC afin de voir si une invention similaire existe déjà. Cela permet ainsi de savoir si cette dernière est brevetable et si le brevet s'appliquerait au Canada ou à l'international. Cette étape définit également si des publications sur le thème de la création de l'ASC seront autorisées et dans quelles mesures. Finalement, il arrive également que certaines découvertes doivent rester sous le secret industriel et elles ne passent donc pas à la

deuxième étape, ce qui signifie qu'il n'y aura pas de spin-off sur ces découvertes. La deuxième étape repose sur l'identification de marchés pour la découverte de l'ASC. L'Agence engage pour cette étape des consultants du domaine spatial, externe à l'organisation. Ces consultants travaillent sur le potentiel et les utilisations possibles des technologies/connaissances développées afin d'identifier des marchés cibles où la technologie/connaissance serait utile et profitable. En identifiant ces marchés, des utilisateurs potentiels précis sont identifiés, généralement une trentaine d'organisations canadiennes, et étrangères dans certains cas. Il est important de souligner que les entreprises étrangères ne sont identifiées qu'une fois certaines qu'il n'existe pas assez d'utilisateurs potentiels au Canada, sinon c'est la préférence nationale qui joue. L'ASC s'appuie ici également sur les inventeurs de ces technologies/connaissances qui ont souvent une excellente idée des utilisateurs potentiels de leurs découvertes. La troisième et dernière étape de ce processus consiste à démarcher ces utilisateurs potentiels. Ce travail est fait par des agents du GPITT, appuyés par les consultants de l'étape précédente, qui vont contacter chaque entreprise et leur envoyer un court document présentant l'utilité et les applications potentielles, sans fournir d'information sur le brevet ou le prix. Dépendamment du niveau de *Technology Readiness Level* (TRL)³³ de la technologie, l'ASC vise plus des acteurs industriels (TRL élevée) ou des acteurs académiques et gouvernementaux (TRL moyenne ou faible). Si un intérêt se manifeste, l'ASC envoie alors des experts dans l'organisation intéressée afin de présenter plus en détail la technologie, ses applications et avantages ainsi que les modalités de transferts.

³³ TRL est l'abréviation de « Technology Readness Level », ce qui signifie le niveau de maturité de la technologie. Il s'échelonne de 1 à 10, 1 représentant une technologie très embryonnaire en développement pré concurrentiel et 10 une technologie arrivée à très forte maturité et disponible sur le marché.

L'ASC, lorsqu'elle n'a pas de PI, ne joue aucun rôle auprès de l'industrie pour stimuler les transferts de technologie. En effet, dès lors que la PI appartient à un entrepreneur, c'est ce dernier qui doit gérer sa PI et développer ses spin-off. On a pu voir par le passé différents cas de spin-off du secteur spatial vers des secteurs terrestres au Canada. Par exemple, la collaboration Bombardier Produit Récréatif (BRP) et MDA a donné lieu à un intéressant cas de spin-off. En effet, BRP était souvent présentée comme une entreprise polluante, elle ne maîtrisait pas la technologie électrique en vue de fournir des véhicules plus propres. Sa collaboration avec MDA afin de développer des véhicules lunaires motorisés pour de potentielles futures missions lunaires lui a permis d'acquérir ce type d'expertise. En effet, pour des raisons physiques, scientifiques et énergétiques, on ne peut utiliser de moteur à explosion dans l'Espace et sur la Lune, car l'absence d'oxygène ne permet pas la combustion. Avec de telles contraintes, le moteur électrique s'impose comme une alternative excellente pour un véhicule lunaire. La création d'un prototype de véhicule lunaire, octroyée à MDA par un contrat de l'ASC, a mené cette compagnie à proposer de collaborer sur ce projet avec BRP, un des leaders des plus innovants chez les constructeurs de véhicules terrestres tout terrain. Sans entrer dans les détails profonds de la collaboration, cette véritable activité couplée au sens de la définition donnée dans notre revue de la littérature a permis un échange de connaissances entre les protagonistes qui a mené BRP à acquérir une expertise dans les moteurs électriques. L'adaptation de cette nouvelle expertise à sa gamme de produits a permis la création du Commander, une nouvelle gamme de produits de BRP utilisant des moteurs électriques et des moteurs hybrides (électrique et essence). Cette collaboration entre les deux entités a donc mené à une importante création de valeur pour BRP devenant par ailleurs l'un des leaders sur ce nouveau marché niche. Malgré le potentiel de création de valeur que revêt les spin-off pour l'économie canadienne comme peut le montrer l'exemple de BRP et MDA, il n'existe pas à l'heure actuelle aucune politique à l'échelle provinciale ou fédérale ayant pour but de stimuler les spin-off suite à l'octroi de fonds

publics pour stimuler l'industrie spatiale. On remarque pourtant que ces spin-off ont tendance à créer des leaders sur des marchés niches, où l'entreprise canadienne obtient dans ce cas-là une grande partie des parts de marché mondial de cette niche. On remarque également que le développement de spin-off entraîne une diminution de la dépendance de l'entreprise aux contrats de l'ASC puisqu'elle est capable de dégager une part conséquente de ses revenus grâce à des activités commerciales. Ce point est fondamental dans un secteur où le gros de l'industrie s'appuie sur le financement public pour être rentable, mais également compte tenu du fait que l'octroi de contrat n'est pas linéaire. En effet, de nombreuses entreprises canadiennes font plus de 50% de leurs revenus grâce à des contrats de l'ASC.

La nouvelle politique spatiale canadienne

Une fois la question de la PI étudiée, il est important de s'intéresser à la vision et aux objectifs du programme spatial canadien. Ainsi, le 7 février 2014, l'ASC a publié sa nouvelle politique spatiale qui dresse les grandes lignes de développement du programme spatial (ASC, 2014). Cette nouvelle politique spatiale canadienne constitue la réponse du gouvernement au rapport Emerson (Aerospace Review, 2012). La figure 11 résume le cadre de cette politique.



Figure 11: Cadre de la nouvelle politique spatiale canadienne (ASC, 2014)

Afin d'approfondir les éléments mentionnés dans ce rapport, une conférence a été organisée par le président de l'ASC le 25 février 2014. Cette conférence a regroupé les principaux acteurs de la communauté spatiale canadienne, en faisant se rencontrer et interagir près de 150 industriels, académiques et acteurs gouvernementaux. Lors de cet événement, la direction de l'ASC a organisé des tables rondes sur six thématiques au cœur de la refonte du programme spatial canadien :

- La commercialisation
- L'innovation et les capacités industrielles clés
- L'exploration spatiale
- L'observation de la Terre et les services satellitaires
- Les collaborations Industrie-Université-Gouvernement
- L'inclusion des partis prenants dans le développement et la mise en place du programme spatial canadien

L'annexe IV présente les différentes sessions thématiques. Il en est ressorti que les spin-off du secteur spatial canadien revêtent une importance fondamentale pour le Canada, comme la partie précédente vient de le souligner. Le gouvernement estime donc qu'il faut stimuler ces transferts de technologie du spatial vers d'autres domaines spatiaux ou terrestres. La direction de l'ASC s'interroge ainsi sur la meilleure façon de stimuler ces spin-off.

Un autre élément qui est ressorti de ces séances est le besoin d'ouverture et d'articulation de la communauté spatiale canadienne. Le spatial canadien a besoin d'améliorer la communication entre ses différents acteurs (industriels, académiques, membres d'agences gouvernementales) pour mettre en place un environnement où les interactions au sein de cette communauté sont constantes et « naturelles ». Ce besoin de l'industrie spatiale canadienne motive ainsi la présente recherche vis-à-vis de l'innovation ouverte et les implications d'ouverture ressortant de ce contexte d'innovation. En effet, une organisation comme l'ASC doit pouvoir mettre en place le terreau fertile à la création d'un écosystème innovant dynamique et ouvert afin de créer et de capturer de la valeur pour l'industrie canadienne et la société canadienne au sens large.

Une nouvelle perspective de l'innovation dans l'industrie spatiale canadienne

La figure 10 au début de chapitre présentait la vision traditionnelle de l'innovation dans le secteur spatial à travers les spin-off issus de l'investissement dans l'Espace. Dans cette perspective, l'investissement des agences spatiales, via des contrats publics, dans le spatial permet le développement de nouvelles technologies à la pointe de la technologie chez l'industrie spatiale qui rend possible des spin-off vers des secteurs terrestres.

Notre recherche menée pour le compte de l'ASC a montré qu'aujourd'hui, cette vision de l'innovation dans le secteur spatial où l'Espace est à l'origine directe du développement de nombreuses technologies de pointe permettant d'importants spin-off dans les industries terrestres est à remettre en question. En effet, la visite chez de nombreux industriels et la confirmation d'experts du monde entier semble conforter une autre perspective des transferts de technologie dans le secteur spatial. Le cycle de production d'un produit spatial est beaucoup plus long qu'un cycle de production d'un produit terrestre. Il s'écoule en moyenne autour de 5 à 7 ans entre le choix d'une

technologie pour un engin spatial et son envoi en orbite, soit son utilisation réelle. Lorsque la technologie est envoyée en orbite, cette dernière est presque déjà obsolète technologiquement vis-à-vis de la performance de la technologie sur les marchés terrestres. En effet, un produit spatial est soumis à un environnement extrêmement hostile nécessitant une grande solidité du produit et de nombreux tests augmentant grandement le cycle de production d'un produit spatial (Ricard, Grandadam, Saldanha-Prado, Cohendet et Stojak, 2014).

Compte tenu de ce besoin de solidité et du nombre de tests nécessaires, ce n'est pas le développement de nouvelles technologies qui stimulent les spin-off du secteur spatial. C'est au contraire l'amélioration de la solidité des produits et la miniaturisation de la technologie afin d'être capable de résister à des conditions extrêmes et d'améliorer l'efficacité des caractéristiques d'un produit (minimiser le poids et diminuer les frottements en diminuant la taille de l'objet). Compte tenu de ces contraintes, l'industrie spatiale ne crée généralement plus – ou très peu – de technologies de pointe qui entraînent des spin-off technologiques dans des secteurs terrestres. C'est finalement aujourd'hui des spin-in, c'est-à-dire des secteurs terrestres vers le spatial, que proviennent la plupart des innovations technologiques dans le secteur spatial. Par la suite, ces technologies vont être améliorées afin d'être plus robustes, plus durables et plus compactes. Les spin-off du secteur spatial proviennent de la miniaturisation et/ou de l'amélioration de la solidité de la production de la firme à travers le développement de nouvelles techniques de production, de nouveaux matériaux ou de nouveaux composants (Ricard et al., 2014). Ces développements sont ensuite transférés au secteur terrestre par le biais de spin-off, souvent vers les mêmes industries dont sont issus les spin-in. La figure 12 présente cette nouvelle perspective de l'innovation dans le secteur spatial.

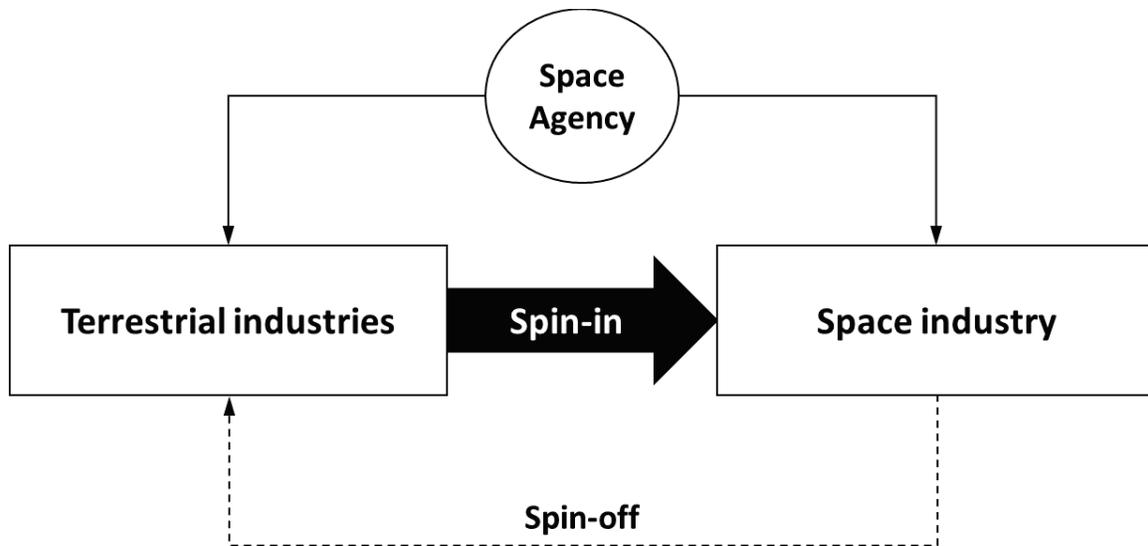


Figure 12: Une nouvelle perspective des transferts de technologie dans le secteur spatial (Ricard et al., 2014)

Dans une telle perspective, les interactions entre secteur spatial et secteurs terrestres deviennent stratégiques pour stimuler les innovations dans l'industrie spatiale et dans l'économie canadienne. En effet, comparativement à la figure 10 au début de ce chapitre représentant la vision classique de l'innovation dans le secteur spatial qui est linéaire, cette nouvelle perspective nécessite une plus grande ouverture afin de stimuler les collaborations entre terrestre et spatial. Les innovations issues du secteur spatial proviennent dès lors plus de l'utilisation nouvelle de technologies déjà existantes afin de développer des applications spatiales pour répondre à des marchés terrestres. En effet, un des problèmes majeurs des entreprises spatiales est le manque d'efficacité en ce qui a trait à la commercialisation de leurs produits au-delà des contrats de l'agence spatiale. On remarque que les compagnies spatiales développant de nouvelles applications spatiales visant des marchés terrestres développent des revenus beaucoup plus élevés que les compagnies demeurant dans le secteur spatial. De plus, ces compagnies diminuent leur dépendance vis-à-vis des contrats de l'ASC en répartissant leurs risques dans des activités commerciales.

Conclusion sur les enjeux inhérents à l'ASC et l'innovation ouverte

On a ainsi pu voir que l'ASC doit faire face à certains enjeux très importants devant avoir des répercussions sur ses façons de faire. Dans un tel contexte, l'innovation ouverte pourrait permettre à l'ASC de stimuler les collaborations entre le secteur spatial et les secteurs terrestres dans le but d'optimiser la commercialisation, les spin-off et le développement de marchés niches dans les champs d'expertise clé de l'industrie spatiale canadienne. Par le biais de certaines pratiques d'innovation ouverte, l'ASC pourrait mettre en place un écosystème innovant afin de stimuler les collaborations au sein de la communauté spatiale, mais également avec d'autres acteurs externes au secteur.

Les parties qui suivent vont donc s'intéresser à différents éléments liés à l'innovation ouverte au sein du secteur spatial. Tout d'abord, une partie plus générale portera sur les avantages et risques reliés à l'application de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'industrie spatiale en général. Par la suite, nous nous intéresserons à certaines pratiques d'innovations ouvertes mises en place aux États-Unis et en Europe. Le but de cette étude de cas multiple sera de mieux comprendre les bénéfices que peuvent amener des pratiques d'innovation ouverte par rapport aux pratiques traditionnelles au sein d'une agence spatiale moderne. À travers une comparaison des pratiques traditionnelles et ouvertes portant sur les avantages et inconvénients de chaque modèle, nous tenterons de mettre à jour un modèle théorique de mise en place de pratiques ouvertes au sein d'une agence spatiale moderne. Finalement, nous tenterons d'appliquer le modèle théorique développé au cas de l'ASC afin d'en étudier l'impact potentiel et en quoi ces pratiques pourraient contribuer à la nouvelle politique spatiale canadienne.

L'ESPACE ET L'INNOVATION OUVERTE

Si la revue de la littérature a pu éclaircir le concept d'innovation ouverte, ses différentes formes ainsi que ses limites et enjeux, cette introduction à l'étude de cas, vise à présenter et résumer les bénéfices et les risques reliés à l'utilisation de pratiques d'innovation ouverte dans l'industrie spatiale. L'étude de cas multiple qui viendra par la suite présentera différentes pratiques d'innovation ouverte au sein des agences spatiales européennes et américaines. L'analyse de l'étude cas nous mènera à en tirer les applications potentielles de l'innovation ouverte dans les pratiques de l'ASC, en alignement avec la nouvelle politique spatiale canadienne.

L'innovation ouverte commence à être étudiée dans le cadre spécifique des activités spatiales. Les publications liant industrie spatiale et potentiel d'application de l'innovation ouverte commencent à fleurir dans la littérature. C'est d'ailleurs un sujet qui devient de plus en plus populaire dans les colloques portant sur les activités spatiales, comme cela a été le cas lors de la dernière édition de l'*International Astronautical Congress* (IAC) en octobre 2014 à Toronto³⁴, où différents papiers portaient sur l'utilité de l'application de pratiques d'innovation ouverte à l'industrie spatiale. Voyons maintenant les bénéfices et risques reliés à la mise en place de pratiques d'innovation ouverte dans le secteur spatial.

³⁴ Site web consulté le 1er octobre 2014 : <http://www.iac2014.org/>

Il s'agit de la conférence mondiale annuelle de l'industrie spatiale qui est une référence dans cette industrie.

Bénéfices pour l'industrie spatiale

Le partage des coûts

L'industrie spatiale fait face à des coûts très importants. Qu'il s'agisse de coûts liés à la R&D, aux tests nécessaires pour envoyer un objet dans l'Espace ou de l'accès à l'Espace en tant que tel, une organisation voulant développer et envoyer des produits dans l'Espace fait face à d'importantes barrières à l'entrée. À titre d'exemple, le prix d'envoi d'un kilogramme d'équipement en orbite basse varie entre 8000 et 22 000 \$ US et entre 10 000 et 30 000 \$ US pour une orbite géostationnaire (Lionnet et Stella, 2011). L'innovation ouverte pourrait permettre de stimuler les collaborations avec des partenaires dans le but de partager les coûts et le capital investi par chaque partenaire.

Le partage des risques

De nombreux risques sont inhérents à l'industrie spatiale. Tout d'abord, les risques d'investissement dans les nouvelles technologies sont très importants pour une compagnie, encore plus dans le cas d'une compagnie spatiale. En effet, les compagnies spatiales hésitent à faire voler de nouvelles technologies dans des produits spatiaux coûteux lorsqu'elles n'ont jamais volé auparavant. Il y a ainsi un délai important entre le moment où une technologie est terminée et le moment où cette dernière est prête à voler, ce qui encourage les compagnies spatiales à développer leurs technologies déjà existantes et ayant déjà volé. Dans un tel contexte, l'innovation ouverte pourrait permettre le partage des risques entre différents partenaires afin d'encourager l'investissement dans de nouvelles technologies (Guinet, 2011).

Mettre un actif spatial en orbite ou dans l'Espace est un challenge technique. Les satellites et autres objets spatiaux évoluent dans un environnement hostile pouvant endommager le produit et pouvant le rendre inutilisable, ce qui peut constituer une

perte importante pour certains actifs spatiaux. De plus, d'importants risques sont associés à l'accès à l'Espace et notamment au lancement des produits spatiaux comme l'a démontré le lancement d'un satellite de la constellation européenne Galiléo qui a été placé sur la mauvaise orbite le 23 août 2014. Cette opération ratée a coûté environ 150 millions d'euros à l'agence spatiale européenne et ses partenaires.³⁵ Le partage des risques qu'implique l'innovation ouverte pourrait donc s'avérer être un bénéfice non négligeable pour l'industrie spatiale.

Amélioration de la commercialisation

La commercialisation est un problème récurrent chez les compagnies spatiales qui cherchent à trouver, développer ou créer un marché pour leurs produits ou services. L'amélioration de la commercialisation de l'industrie spatiale est un des axes de la nouvelle politique spatiale canadienne, priorité nationale pour l'industrie spatiale canadienne (ASC, 2014). La commercialisation du spatial entraîne le développement de marché privé pour une compagnie spatiale, ce qui diminue sa dépendance aux contrats de l'ASC et donc à l'investissement public. En effet, l'investissement public est dépendant de la politique d'un gouvernement et de l'état global de l'économie du pays ce qui représente donc une source de revenus quelque peu incertaine. La commercialisation permet également de développer le leadership d'entreprises spatiales canadiennes sur les marchés internationaux, afin de développer des marchés niches où un pays comme le Canada pourrait être leader mondial. Le développement récent de la compagnie ExactEarth, spin-off commercial de la compagnie spatiale canadienne ComDev en est le parfait exemple. En effet, ComDev est un des maîtres d'œuvre de l'industrie spatiale canadienne et cette compagnie est relativement dépendante de l'investissement public. En 2009, le développement d'un spin-off à travers une nouvelle application spatiale pour la gestion du trafic maritime – issue de

³⁵ http://www.lemonde.fr/economie/article/2014/08/28/galileo-on-aurait-mieux-fait-de-le-lancer-avec-ariane_4478673_3234.html, consulté le 11 septembre 2014

technologies spatiales existantes – a permis de créer un nouveau marché fortement lucratif.

ExactEarth, un exemple de commercialisation réussie,

La régulation internationale des activités maritimes oblige la plus part des bateaux, gros, moyen et même certains types de petits bateaux, à mettre un transpondeur dans leur bateau pour des raisons sécuritaires. Ce transpondeur fournit de nombreuses informations utiles sur le navire comme la position du navire, le type de bateaux, l'origine, l'historique des ports utilisés, parfois le type de cargaison... etc.

ExactEarth a fait développer et mettre en orbite des microsattellites afin de capter les informations émises par ces transpondeurs de bateaux à l'échelle internationale. Le nombre de satellites et leurs positionnements (à la fois sur les pôles et l'équateur) permettent à ExactEarth de capter l'information d'un même bateau toutes les heures environ. Ces informations sont ensuite renvoyées au sol vers des récepteurs qui renvoient les données vers les serveurs d'ExactEarth. Par la suite, la compagnie accorde des licences aux clients désirant avoir accès à cette information. Il n'existait pas avant ExactEarth de satellites récupérant ses données et les utilisant pour des activités commerciales.

Aujourd'hui, la compagnie dispose comme clients de plus de 40 agences gouvernementales dans 28 pays différents, entraînant d'importantes ventes et un fort taux de croissance annuel depuis la création du spin-off.

Un environnement d'innovation ouverte stimule les collaborations et permet de diminuer le temps de commercialisation d'un produit (ISU, 2014). Dans un contexte d'innovation où le spin-in devient un moteur de l'innovation dans le spatial, l'innovation ouverte permettrait de stimuler les partenariats et joint-ventures entre compagnies spatiales et terrestres afin d'améliorer l'innovation au sein de l'industrie spatiale canadienne. De plus, une commercialisation accrue grâce à l'innovation ouverte

permettrait le développement de nouveaux marchés internationaux pour les entreprises spatiales canadiennes, comme pour les entreprises terrestres collaborant avec elles.

Nouvelles idées et façons de faire :

Un contexte d'innovation ouverte permettrait également d'apporter de nouvelles idées et de nouvelles façons de faire aux entreprises spatiales. L'industrie spatiale est une industrie à part, de par l'environnement dans lequel évoluent les produits spatiaux et le niveau de technicité nécessaire pour créer de tels produits. Toutefois, cette industrie semble relativement peu ouverte aux autres industries et peu attentive aux idées et façons de faire des industries terrestres. La mise en place d'un contexte d'innovation ouverte pourrait permettre une ouverture à d'autres industries très différentes du spatial, notamment des industries créatives comme le secteur des jeux vidéos ou de l'animation 3D par exemple. En effet, l'innovation radicale se retrouve souvent à l'intersection de deux ou plusieurs domaines d'expertise très différente (Koestler, 1964). Une plus grande ouverture à travers des politiques de collaborations avec des industries non traditionnelles pourrait ainsi augmenter la probabilité d'apparition d'innovations radicales en lien avec des produits spatiaux. L'utilisation d'idées internes et externes provenant de différentes disciplines permet de stimuler la créativité d'une organisation. Elles reposent sur l'adage que « toutes les personnes les plus intelligentes ne travaillent pas forcément dans notre organisation »³⁶ (traduction libre, Katz et Allen, 1982), d'où l'intérêt d'une ouverture à l'extérieur des frontières de l'organisation pour résoudre des problèmes complexes ou développer de nouveaux marchés ou applications spatiales. D'ailleurs, les projets spatiaux étant par nature pluridisciplinaires, le développement de processus d'innovation plus ouvert permettrait d'améliorer la qualité du produit final en allant chercher des expertises complémentaires grâce à des collaborations avec des

³⁶ Traduction libre de Katz et Allen, 1982: "not all smart people work within the company"

acteurs externes à l'organisation. Ainsi, en mettant des pratiques d'innovation ouverte au cœur du modèle d'affaires de l'entité, le processus d'idéation serait stimulé et améliorerait la proposition de valeur ajoutée de l'organisation (Smaling, 2012).

Animation de la communauté spatiale

La nouvelle politique spatiale canadienne a souligné le besoin d'animation de la communauté spatiale canadienne (ASC, 2014). En effet, cette communauté existe et les acteurs se connaissent, mais ces derniers n'interagissent pas de façon régulière entre eux et, dans la plupart des cas, ne travaillent pas ensemble. La mise en place d'un contexte d'innovation ouverte pourrait encore une fois répondre aux besoins de la nouvelle politique spatiale canadienne grâce à certaines pratiques d'innovation ouverte afin d'animer la communauté spatiale, mais également la relier aux différentes communautés d'utilisateurs (existantes et potentielles), aux industries terrestres canadiennes et internationales ainsi qu'aux citoyens canadiens. De plus, ces acteurs externes permettraient potentiellement d'amener du feedback sur les produits spatiaux (et leurs applications potentielles afin d'améliorer la qualité des produits issus de l'industrie spatiale), de répondre à une demande particulière non comblée, et d'améliorer les pratiques et le travail de l'ASC. Dans sa thèse, Le Pellec-Dairon (2013) explique comment l'ouverture des politiques de données dans des projets environnementaux de l'agence spatiale française (CNES), permet le développement de différentes communautés d'utilisateurs qui, par leur feedback, permet d'améliorer les futures générations de satellites développés par le CNES.

Risques liés à l'application de l'innovation ouverte dans le spatial

Si un contexte d'innovation ouverte pouvait apporter de nombreux bénéfices à l'industrie spatiale, ce type d'innovation amène également son lot de risques.

Augmentation de la complexité de la gestion de projet :

Tout d'abord, puisqu'un projet spatial est déjà complexe à gérer avec une approche traditionnelle, la gestion de projets spatiaux dans un contexte d'innovation ouverte peut s'avérer encore plus complexe du fait de la présence de différents acteurs ne relevant pas de la même autorité. Les coûts de coordination dans un tel contexte peuvent donc être élevés à cause d'un contrôle plus complexe de la qualité de la production et de l'atteinte des objectifs.

Choix du ou des partenaire (s) :

Le choix du ou des partenaire (s) doit être étudié scrupuleusement. En effet, dans un contexte ouvert, le contrôle est, comme on l'a souligné plus haut, plus complexe et le choix du ou des partenaire (s) est dès lors capital afin de se protéger de comportements opportunistes ou de « free riders » de certains partenaires. Dans la même catégorie, certaines pratiques de grandes entreprises vis-à-vis de l'accès aux ressources peuvent poser problème dans un contexte d'innovation ouverte. En effet, une compagnie pourrait profiter de sa taille pour faire de la concurrence déloyale et disproportionnée à de petites entreprises en s'appropriant des actifs stratégiques de ces firmes après avoir fait un partenariat avec elle (rachat de compagnies, embauche des meilleurs employés, rachat de brevets capitaux... etc.) (ISU, 2014).

Risques légaux :

Le principal risque ici est lié aux réglementations frappant les exportations spatiales dans de nombreux pays, principalement aux États-Unis à travers la réglementation ITAR. Comme cela a déjà été souligné dans la revue de la littérature de ce mémoire, ITAR – et les réglementations nationales s'y rapportant – entraîne d'importantes nuisances aux

collaborations internationales, ce qui peut fortement inhiber la mise en place d'un contexte d'innovation ouvert dans le domaine spatial.

Risques reliés à la PI

L'innovation ouverte revêt des risques au niveau de la PI puisqu'une collaboration avec des acteurs externes peut potentiellement entraîner une perte d'actifs stratégiques pour une compagnie. Si l'ASC désire mettre en place un écosystème d'innovation ouverte, certains problèmes vis-à-vis de la PI pourraient se poser. La définition d'une politique de PI stricte devrait être développée afin de définir au préalable tous potentiels conflits relatifs à la PI. Certaines organisations d'innovation ouverte, notamment le Consortium de Recherche et d'Innovation en Aérospatiale au Québec (CRIAQ), ont su développer des modèles fonctionnant très bien quant à la définition de la PI d'origine, développée, les licences et les publications³⁷. En revanche, les risques vis-à-vis d'actifs non brevetables, notamment les connaissances, doivent être analysés.

Risques reliés à la nature « duale » de certaines technologies spatiales

Certaines technologies spatiales disposent d'un potentiel usage double, c'est-à-dire que ces technologies peuvent être utilisées à la fois dans le secteur civil et dans le secteur militaire. Ce type de technologie ne peut donc que très difficilement être soumis à une politique d'innovation ouverte afin de ne pas proliférer des technologies à usage potentiellement militaire. Comme déjà soulignées plusieurs fois dans ce mémoire, toutes technologies ou connaissances ne peuvent pas forcément être ouvertes à tous et il faut donc réfléchir soigneusement à ce qui peut être ouvert et ce qui doit rester fermé pour des raisons économiques comme éthiques.

³⁷ Site web du CRIAQ, consulté le 7 octobre 2014 : http://www.criaq.aero/Projets_A/detailFonctionnement/6097892392/La%20propri%C3%A9t%C3%A9%20intellectuelle.html

Conclusion sur les bénéfices et risques liés à l'application de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'industrie spatiale

On voit dès lors que les pratiques d'innovation ouverte semblent pouvoir amener d'importants bénéfices pour l'industrie spatiale. Toutefois, il ne s'agit pas d'une recette miracle permettant de résoudre l'ensemble des problèmes de l'industrie spatiale et l'innovation ouverte présente dès lors également des risques dans sa mise en application. Si cette introduction présentait les bénéfices et inconvénients de la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'industrie spatiale en général, notre recherche s'intéresse au potentiel que revêt l'innovation ouverte dans les pratiques d'une agence spatiale moderne. La prochaine partie présentera nos différents cas, basés sur des pratiques d'innovation ouverte au sein de la NASA et l'ESA, afin de pouvoir comprendre leur fonctionnement et les bénéfices que ces dernières apportent vis-à-vis de pratiques traditionnelles. Pour des raisons d'envergure et de faisabilité de recherche, nous avons le choix de nous intéresser seulement aux plateformes ouvertes et au concours d'innovation sur courte période (3 mois et moins). Ainsi, les concours d'innovation sur longue période comme le fameux *Google Lunar X-Prize* par exemple n'ont pas été étudiés dans la présente recherche.

Finalement, nous déduisons de cette étude de cas multiple un modèle théorique de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne afin de tenter de l'appliquer dans un dernier temps au cas de l'ASC.

LES PRATIQUES D'INNOVATION OUVERTE DANS LE SECTEUR SPATIAL AUX ÉTATS-UNIS : L'INITIATIVE OPEN NASA

La NASA est certainement l'agence nationale la plus avancée dans le domaine de l'innovation ouverte. L'agence spatiale américaine a compris le potentiel et l'utilité de l'innovation ouverte dans ses politiques d'approvisionnement depuis un peu moins d'une décennie ; la NASA continue d'ailleurs toujours à l'heure actuelle à développer des pratiques d'innovation ouverte. Pourquoi est-ce que la plus grande agence spatiale mondiale en charge de l'industrie spatiale la plus avancée au monde et ayant, de loin, le plus gros budget spatial mondial s'intéresserait-elle à l'innovation ouverte ?

L'un des principes clés de la NASA depuis son établissement en 1958 est la transparence dans le but de disséminer au sein de la population américaine l'information et les connaissances issues des découvertes spatiales (NASA, 2014). L'innovation ouverte doit permettre d'améliorer ce principe pour offrir toujours plus de transparence vis-à-vis du citoyen américain, notamment en offrant gratuitement de nombreuses données stockées par la NASA. Par le développement de ses pratiques d'innovation ouverte, l'agence spatiale américaine souhaite améliorer les opportunités d'interactions entre l'intérieur et l'extérieur des frontières de l'industrie spatiale, à une échelle nationale comme internationale.

La NASA souligne d'ailleurs qu'elle « *believe in the power of open innovation, specifically through incentive prizes, challenges, crowdsourcing, and citizen science, to help address those problems in partnership with innovators around the country and the globe* » (NASA, 2014). La NASA est d'ailleurs le premier utilisateur, en termes d'importance, de prix et de challenges offerts par des entités fédérales américaines (NASA, 2014). L'innovation ouverte doit permettre, à travers des prix, des challenges et du crowdsourcing, à engager le public dans le programme spatial américain et d'améliorer par la même occasion l'inspiration du peuple américain par les activités spatiales

américaines. La NASA par ses pratiques d'innovation ouverte déclare vouloir profiter au maximum d'un « *changing external environment* » afin de « reveal the unknown » en engageant les citoyens américains dans la compréhension et le développement de nouvelles applications et technologies issus d'actifs spatiaux grâce au partenariat et à la collaboration (NASA, 2013).

L'initiative *Open NASA* repose sur la transparence, la participation et la collaboration ³⁸ dans le but de cocréer de la valeur avec les utilisateurs des données ou technologies spatiales.

Afin de mieux répondre à ces besoins de participation de la foule et de transparence, la NASA a créé un groupe de recherche sur l'innovation ouverte appelé *Open NASA*. Ce groupe a pour but de développer les collaborations entre acteurs spatiaux et non spatiaux à travers la mise en place de prix, de challenges et stratégies de crowdsourcing. L'initiative *Open NASA* repose sur la transparence, la participation et la collaboration ³⁹ dans le but de cocréer de la valeur avec les utilisateurs des données ou technologies spatiales, mais également avec de nouveaux acteurs non traditionnellement liés à l'industrie spatiale. À titre d'exemple, l'un des projets d'équipes du Programme Spatial d'Été 2014 de l'ISU ⁴⁰ à Montréal portait sur l'innovation ouverte et le secteur spatial. Ce dernier a reçu le généreux parrainage de la NASA très tôt dans le processus de développement du rapport, démontrant l'intérêt que la NASA porte à ce sujet.

Open NASA a permis la création de deux *success-stories* auxquelles nous allons nous intéresser plus en profondeur dans les prochaines parties : le *Climate.Data.Gov* et l'*International Space Apps Challenge*. Le premier est le cas d'une plateforme collaborative permettant de réunir un grand nombre de données relatives à l'environnement dans un même lieu. Cette plateforme permet de faire le pont entre

³⁸ Page web consulté le 18 octobre 2014 : <http://open.nasa.gov/about/>

³⁹ Page web consulté le 18 octobre 2014 : <http://open.nasa.gov/about/>

⁴⁰ Pour plus d'information sur ce programme : <https://ssp14.isunet.edu/>

différentes agences gouvernementales et différentes communautés s'intéressant aux changements climatiques. Le deuxième est un organisme organisant des challenges simultanément dans une multitude de villes autour de la planète dans le but de développer de nouvelles applications spatiales issues de données ou technologies spatiales. Les parties qui suivent présentent et analysent ces deux cas de stratégie d'innovation ouverte mis en place par la NASA.

Les plateformes de collaboration et la NASA : l'exemple de Climate.Data.Gov

L'initiative *Open NASA* a mené à la participation à différentes plateformes de collaboration comme Innocentive, Yet2.com, FlintBox ou encore KickStarter. Toutes ces plateformes collaboratives portent sur des domaines différents, mais sont connexes et complémentaires aux activités de la NASA, ce qui permet à l'agence américaine de fournir des défis et des projets de recherche à des acteurs externes au secteur spatial. La NASA a commencé à mettre en place des pratiques d'innovation ouverte de type crowdsourcing via des plateformes collaboratives dès 2009 lors du développement de son pavillon d'innovation sur la plateforme Innocentive⁴¹. Le but pour la NASA était d'être capable de résoudre des problèmes concrets grâce à l'avis de la foule, c'est-à-dire via une approche de crowdsourcing. Dans le cas particulier d'Innocentive et la NASA, les problèmes proposés par les scientifiques et ingénieurs de la NASA demandent un certain bagage de connaissances en termes de compétences techniques, ce qui signifie que seules des communautés d'experts peuvent participer de façon utile et efficace à ce type de challenges posés par la NASA. En revanche, ces communautés sont souvent externes à l'Espace provenant de milieux ou d'industries en tout genre, stimulant ainsi la créativité des solutions proposées aux problèmes de la NASA. En effet, pour un même challenge, la NASA va recevoir des centaines ou des milliers d'idées pour résoudre ce

⁴¹ Page web consulté le 22 novembre 2014 : <http://www.innocentive.com/pavilion/NASA>

problème. Même s'il n'y a qu'un seul gagnant à la fin du prix, la plateforme aura permis à la NASA de développer un réservoir d'idées issues d'autres industries ou milieux scientifiques pouvant être utilisées dans de futures missions ou développements technologiques. Depuis 2009, plus de 10 challenges posés par la NASA ont été résolus par la foule d'experts, incluant plus de 6000 experts de disciplines aussi différentes que la chimie, les mathématiques, les sciences de la vie, l'agriculture ou encore l'innovation sociale. À travers des récompenses de près de 20 000 \$ américains, la NASA sous-traite la résolution de ces problèmes pour des coûts beaucoup moins importants que si ces mêmes recherches avaient été effectuées à l'interne. On notera tout de même le fait que la NASA a seulement proposé une dizaine de problèmes sur Innocentive depuis la création de son pavillon, ce qui démontre que l'utilisation de cette plateforme collaborative demeure très périphérique comparativement aux activités de la NASA. Maintenant que nous avons introduit l'expérience de la NASA vis-à-vis des plateformes collaboratives, intéressons-nous au cas de la plateforme *Climate.Data.Gov*.

Suite à la divulgation du *Climate Action Plan* (plan d'action sur le climat) en 2013 par le président américain Barack Obama, la Maison-Blanche a choisi de s'appuyer sur les efforts et succès de la politique d'ouverture de la NASA afin de mener soutenir ce nouveau plan gouvernemental sur le thème de l'environnement et le climat. Le projet *Climate.Data.Gov* a pour but de faire travailler ensemble l'ensemble des agences gouvernementales américaines disposant de données ou d'une expertise dans le domaine de l'environnement. Au départ, cette initiative a été développée pour analyser et lutter contre les inondations, les dommages occasionnés par les changements climatiques aux productions agricoles, mais également afin d'observer la distribution de la nourriture mondiale. Aujourd'hui, *Climate.Data.Gov* offre des données relatives aux changements climatiques et leurs impacts sur les risques sanitaires pour l'homme, les écosystèmes et les infrastructures énergétiques⁴².

⁴² Page web consulté le 19 octobre 2014 : <https://www.data.gov/>

L'objectif principal était de centraliser sur une même plateforme toutes les données relatives à ce domaine afin de faciliter l'accès aux données pour les chercheurs, mais également pour favoriser les collaborations entre différentes communautés. En effet, dans le cadre de gestion d'enjeux relatifs à l'environnement et au climat, la complémentarité de différents types de données (données au sol, données maritimes, données aériennes et données spatiales), mais également de différentes expertises est essentielle afin de gérer des enjeux aussi complexes qui nécessitent des solutions transdisciplinaires. Cette politique est destinée à répondre au mieux au *Climate Action Plan*. La Maison-Blanche a ainsi confié à la NASA le soin de développer une plateforme collaborative en collaboration avec la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), le *General Services Agency* (GSA) et d'autres agences fédérales américaines. Basée sur le site déjà existant de Data.Gov, cette plateforme de crowdsourcing permet de fournir au grand public toutes sortes de données portant sur les changements climatiques (NASA, 2014). Ces données ouvertes offertes par la plateforme permettent le développement d'applications et de solutions pour lutter contre le réchauffement climatique par toutes sortes d'utilisateurs, que ce soit des citoyens, des communautés d'experts, des Organismes à But Non Lucratif (OBNL) ou des compagnies. Au-delà des données, les utilisateurs de la plateforme peuvent trouver différents outils répondant à leurs besoins et portant sur des enjeux climatiques divers. *Climate.Data.Gov* permet également aux usagers de développer leurs propres outils, applications ou solutions dérivés des données et outils de la plateforme. Ces créations peuvent être partagées et même commercialisées par leurs auteurs.

Il est important de souligner que l'initiative *Climate.Data.Gov* n'en est qu'à ses débuts, puisque le projet a été initié en juin 2013. La NASA a établi un plan de développement ingénierie qui est donc encore en cours de déroulement. L'encadré qui suit présente ce processus tel qu'il a été édicté par la NASA (2014).

Processus de développement et de mise en place de la plateforme *Climate.Data.gov* (NASA, 2014) :

Première étape :

- Organisation de réunions avec parties prenantes et partenaires potentiels afin de définir le problème et le design de la solution pour résoudre ce problème.
- Développement d'un challenge commun entre NASA et NOAA sur la vulnérabilité des côtes choisi comme l'un des 4 challenges reliés au climat et l'environnement à l'*International Space Apps Challenge 2014*.
- Design et mise en place sur la plateforme en ligne *Climate.Data.Gov*.
- Rassemblement et organisation des données, des modèles et des outils nécessaires à une plateforme soutenant le *Climate Action Plan*.

Deuxième étape :

- Stimulez le processus d'idéation issue des données afin d'aider les communautés et le secteur privé à mieux comprendre et gérer les risques associés aux changements climatiques.
- Transformer les données relatives à l'environnement et le climat recueillies par les satellites et les équipements scientifiques en de l'information facile à comprendre et à utiliser par le public, le milieu académique et l'industrie
- Dévoiler l'ensemble des données disponibles relatives à la géographie et aux infrastructures afin de mieux gérer les risques climatiques
- Continuer de façon permanente de fournir, localiser et publier de nouvelles données relatives au climat.
- Développer l'envergure de la plateforme en fournissant de nouveaux thèmes additionnels touchant de nouvelles communautés relatives à l'environnement et au climat, en fournissant données et outils utiles

À l'heure actuelle, l'initiative en est à la deuxième étape du processus présenté dans l'encadré ci-dessus. Dans le cadre de notre analyse, il est ici très difficile, et même impossible, de comparer les pratiques ouvertes aux pratiques fermées. Cette initiative a

été créée de toute part grâce à des politiques ouvertes et n'aurait pas pu exister à travers des pratiques fermées. Avant *Climate.Data.Gov*, chaque agence fédérale collectait ses propres données qu'elle traitait et utilisait à ses fins personnelles. Même s'il est encore trop tôt pour avoir accès à des analyses économiques sur les bénéfices rapportés par cette mise en commun des efforts de recherche de l'ensemble des agences travaillant sur le climat et l'environnement, il semblerait logique que le processus soit plus efficace que lorsque chaque agence travaillait en silo. On remarque que la NASA par cette stratégie d'innovation ouverte est capable de développer un écosystème d'organisations ou d'individus aux motivations communes sur lequel elle et les autres agences fédérales américaines peuvent s'appuyer pour mieux répondre à leur mandat et pour mieux innover. La transdisciplinarité des idées et des ressources (différents types de données) permet de proposer de nouvelles solutions aux enjeux auxquels la société américaine doit faire face, en créant beaucoup plus de valeur ajoutée, qu'elle soit économique, sociale ou environnementale, que des pratiques traditionnelles.

International Space Apps Challenge

L'*International Space Apps Challenge* est un programme d'innovation de la NASA s'appuyant sur une stratégie d'innovation ouverte de type crowdsourcing. La première édition a eu lieu en 2012 et a été organisée simultanément dans 26 villes de 15 pays différents. Suite au succès de la première édition, l'*International Space Apps Challenge* s'est rapidement élargi à 83 villes issues de 44 pays en 2013 et 94 villes issues de 46 pays en 2014. Il s'agit d'un hackathon de deux jours organisé simultanément dans une multitude de villes autour de la planète. La compétition s'appuie sur une démarche de résolution de problèmes et cherche à engager le grand public dans le développement de solutions à des challenges proposés par la NASA, et s'appuyant sur des données et/ou des technologies spatiales. La résolution de ces enjeux doit amener les candidats à

proposer des solutions *open source*, c'est-à-dire des solutions où l'application est construite grâce à des codes développés sous licences *open source*⁴³. Lors des 2 premières éditions, les challenges étaient organisés autour des 4 thèmes suivants: le logiciel, le matériel ouvert (outils, équipements, charges utiles... etc.), la science citoyenne et la visualisation de données. Désormais, les thèmes sont centrés sur des domaines plus précis et l'édition 2014 proposait notamment une quarantaine de challenges organisés autour des 5 thèmes suivants :

- Technologie dans l'Espace
- Vol spatial habité
- Astéroïdes
- Observation de la Terre
- Robotique

Toutefois, les 4 thèmes originels sont toujours présents dans l'ensemble des challenges qui touchent tous à un ou plusieurs de ces thèmes. À travers l'organisation de ces compétitions, la NASA cherche à aller chercher des participants de tous types, pas forcément des experts issus du domaine spatial, afin d'obtenir de nouvelles idées et de nouvelles façons de résoudre des enjeux de société. Les participants présentent ainsi des profils très variés regroupant à la fois des designers, des ingénieurs, des scientifiques, des développeurs, des artistes, des entrepreneurs ou encore des étudiants. La NASA fournit pour l'occasion des données spatiales spécifiques et certaines ressources nécessaires à la résolution de ces challenges afin que les participants puissent proposer des solutions créatives et innovantes. Ces dernières années, l'*International Space Apps Challenge* permet également aux participants de

⁴³ Toute l'information sur les différents types de licences *open-source* est disponible à l'adresse suivante : <http://opensource.org/licenses/category>

s'appuyer sur les solutions développées les années précédentes afin de pousser ces idées ou concepts plus loin et d'en améliorer la valeur ajoutée.

En termes de fonctionnement, *l'International Space Apps Challenge* mêle à la fois les pratiques d'innovation ouverte de type crowdsourcing à travers sa plateforme web sur laquelle des participants peuvent collaborer virtuellement, et les pratiques d'activités couplées grâce à l'organisation d'évènements physiques. Cette compétition agit comme une plateforme physique collaborative ouverte à tous. Chaque participant est invité à choisir un des challenges proposés et les individus aux intérêts communs sont regroupés en équipes afin de collaborer sur le challenge choisi pendant les deux jours de la compétition. Ce fonctionnement permet de créer des équipes transdisciplinaires amenant différentes communautés à collaborer sur des enjeux de société afin de chercher des solutions contribuant au bien-être de tous. De plus, des participants en ligne peuvent contribuer virtuellement aux challenges de leur choix sans pour autant être physiquement sur les lieux du hackathon. Présent sur les lieux de chaque compétition, des mentors et coachs sont mis à la disposition des participants afin de conseiller et aiguiller les équipes grâce à des experts des domaines couverts par les challenges proposés.

Finalement, on a pu voir que *l'International Space Apps Challenge* est organisé simultanément dans une multitude de pays autour du globe. La NASA offre en effet le soutien logistique pour organiser ce type d'évènement ainsi qu'un transfert de connaissances codifiées sur l'organisation et la gestion de hackathon, basé sur les leçons apprises lors des premières éditions. De plus, les organisateurs de hackathons sont contactés par une équipe de la NASA toutes les deux semaines pour aider au meilleur développement de ces évènements physiques. Ces conversations bihebdomadaires permettent également de mettre en relation l'organisateur avec les autres organisateurs de *l'International Space Apps Challenge* dans le but de créer un réseau international lié à cet évènement. Ce réseau permet de contribuer à l'image de la NASA,

au développement de nouveaux hackathons ainsi qu'à un potentiel feedback de tous ces utilisateurs sur les données ou technologies développées par la NASA.

L'International Space Apps Challenge 2013 en quelques chiffres (NASA, 2013) :

Avec 83 hackathons organisés de façon simultanée dans 44 pays, plus de 9000 citoyens du monde ont participé à l'édition 2013. De nombreux profils différents ont collaboré au sein de plus de 770 équipes dirigées par la NASA et 474 autres organisations dont notamment 11 ambassades américaines, 6 agences fédérales et 6 agences spatiales (notamment l'ESA, le CNES, la JAXA et l'agence spatiale britannique [UKSA]). Les équipes de *hackeurs* ont travaillé et proposé des solutions créatives à 58 challenges sur les 5 thèmes déjà abordés. L'ensemble des solutions développées, soit plus de 770 solutions, équivaut à une valeur estimée de façon très conservative à un minimum de 4.6 millions de dollars américains. On notera d'ailleurs parmi ces solutions le développement de la première application de météorologie interplanétaire ainsi que le développement d'un rover sous-marin à très faible coût. Ce dernier a été construit grâce à une combinaison de détecteurs de lumière, de caméras vidéo et de propulseurs à San Francisco. Chose peu commune, c'est une équipe de la ville de New York qui le contrôle grâce à un clavier d'ordinateur et le logiciel de télécommunication Skype.

Au-delà de la créativité des idées proposées, l'édition 2013 a vu certaines villes mettre de l'avant la participation des plus jeunes (7-15 ans) afin de stimuler leur intérêt pour la science et l'Espace. Puisque ce mémoire porte sur l'application potentielle de telles pratiques au Canada, il est important de souligner que la ville ayant reçu le plus de participants dans cette catégorie a été Toronto avec plus de 150 enfants. Ces derniers se sont vus proposer comme challenge d'imaginer à quoi pourraient ressembler des êtres vivants extraterrestres avec le soutien de scientifiques planétaires. Après avoir développé leurs dessins grâce à des modélisateurs 3D, ils ont pu imprimer leurs « aliens » grâce à des imprimantes 3D. Un autre challenge consistait à proposer des prototypes de CubeSat par le biais de concepts créés par origami – art du pliage de papier –. Ces pratiques contribuent grandement à l'inspiration des plus jeunes, en stimulant leur intérêt pour la science et la technologie.

Tentons maintenant de voir les bénéfices et inconvénients qu'apporte ce type de pratiques d'innovation ouverte. Tout d'abord, la particularité de cette compétition est qu'elle est ouverte à toutes les nationalités et notamment aux nations n'ayant pas de programmes spatiaux, ce qui contribue à la popularisation des activités spatiales à l'échelle planétaire. De plus, les challenges proposés sont souvent des enjeux sociaux inhérents à toutes sociétés ce qui permet à différents types d'acteurs issus de différents pays de collaborer pour résoudre des problématiques communes. À première vue, une telle compétition internationale semblerait très coûteuse à la NASA pour l'organisation et la coordination puisque tous ces hackathons sont organisés de façon simultanée. Toutefois, l'ensemble des frais (frais d'organisation, prise en charge des participants, gestion du hackathon et évaluation des solutions) est assuré par le chapitre local de *l'International Space Apps Challenge*. Dans la plupart des cas, ce sont des universités et des partenaires locaux, à la fois public et privé, qui accueillent et sponsorisent les activités à l'échelle d'une ville. Au-delà du fait que les hackathons organisés à l'extérieur des États-Unis ne coûtent rien à la NASA, la compétition est en pleine progression au vu du nombre de villes collaborant avec la NASA afin de mettre en place leur chapitre local de la compétition. Cette prolifération et l'image très positive dont jouit cette compétition contribuent grandement à la visibilité de la NASA et son image de marque à l'échelle internationale.

l'International Space Apps Challenge permet également d'engager la population dans le développement de nouvelles applications issues de données ou technologies spatiales, ce qui contribue à la mission d'inspiration de la population que revêt toute agence spatiale nationale. En effet, cette compétition est ouverte à tous et spécialement aux participants n'étant pas issus du secteur spatial. En plus de l'inspiration, ces compétitions permettent de démontrer et promouvoir les retombées et l'utilité des actifs spatiaux auprès de la population, ce qui permet de soutenir l'investissement dans les activités spatiales. De plus, les profils très différents des participants amènent des acteurs techniques à collaborer avec des acteurs créatifs ou pratiques sur des enjeux spatiaux ou terrestres. Ces collaborations entre différents types d'acteurs sur une courte

période permettent de proposer un regard nouveau sur l'utilisation des données ou technologies spatiales dans le but d'en améliorer l'usage et potentiellement réinventer l'usage des actifs spatiaux dans le secteur spatial ou sur Terre en proposant des idées originales et créatives.

En termes de création de valeur, l'ensemble des solutions produites à l'édition 2013 de la compétition est estimé à un minimum de 4.6 millions de dollars américains (NASA, 2013). La NASA collaborant avec près de 500 organisations autour du globe pour l'organisation des différents chapitres de la compétition, l'agence spatiale américaine n'organise presque aucun chapitre directement, hormis certains centres d'exception aux États-Unis comme le *Kennedy Space Center*. Ainsi, les coûts d'organisation sont partagés, voir même totalement assumés par les partenaires de la NASA qui doit assumer les coûts de coordination. Si l'agence américaine fournit également des ressources, la mise à disposition des données et des experts ne coûtent que très peu à la NASA puisque nombre d'experts sont des passionnés collaborant à cet immense projet qu'est l'*International Space Apps Challenge* de façon volontaire et bénévole. Au-delà du fait que les coûts de la compétition semblent être plus faibles que la valeur créée par les solutions, les différents chapitres de la compétition organisés autour du monde, mais notamment aux États-Unis permettent de développer un grand réservoir d'idées pour la NASA. Ces dernières peuvent se concrétiser par de futures missions spatiales ou de futurs développements d'applications ou de technologies spatiales comme terrestres, et cela à des coûts plus faibles que la politique d'approvisionnement traditionnel. En effet, dans un contexte d'innovation fermée, chaque challenge aurait dû faire l'objet d'une étude de faisabilité et d'un contrat de développement d'applications à un acteur spatial identifié. Les contrats traditionnels fournissent généralement des solutions moins créatives et originales, mais surtout à des coûts beaucoup plus importants. La NASA estime d'ailleurs que lors des dernières éditions, chaque *International Space Apps Challenge* permet la création en un weekend de 15 fois plus d'applications mobiles que

la NASA a pu en publier dans l'ensemble de son existence⁴⁴. Bien évidemment, lorsque l'on observe les challenges proposés par la NASA, il s'agit d'activités très périphériques pour la NASA, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas pour l'agence américaine de partager ses compétences fondamentales sur lesquelles s'appuient les avantages concurrentiels de l'industrie spatiale américaine.

Quoi qu'il en soit, comme dans le cas de la plateforme *Climate.Data.Gov*, l'innovation ouverte permet ici à la NASA de soutenir le développement d'un écosystème sur lequel elle peut s'appuyer pour innover ou repenser ses façons de faire. Cet écosystème prend même une ampleur internationale grâce aux réseaux de partenaires internationaux qu'a su développer la NASA. Cet écosystème innovant est une opportunité de création de valeur économique, sociale et environnementale pour la NASA qui n'aurait pu exister dans un contexte fermé.

Comparaison des pratiques d'innovation ouverte aux traditionnelles aux États-Unis

La mise en place de pratiques d'innovation ouverte permet de générer de nombreux bénéfices pour la NASA, qui ne pourraient être obtenus par le biais de pratiques traditionnelles fermées. Il est d'ailleurs important de souligner que, pour des raisons de faisabilité de recherche, nous n'avons étudié que deux pratiques d'innovation ouverte au sein de la NASA. En revanche, à l'instar de la plateforme de crowdsourcing Innocentive ou la compétition *Exploration Rover Challenge*, il existe de nombreuses autres initiatives d'innovation ouverte organisées par la NASA amenant toutes sortes de bénéfices à la NASA et aux organisations gravitant dans son écosystème.

⁴⁴ Sam Wilkinson, Open NASA : blog consulté le 25 novembre 2014 : <http://open.nasa.gov/blog/2013/08/06/a-48-hour-career-space-apps-by-numbers/>

D'autre part, l'ensemble du processus d'innovation ne doit pas être totalement ouvert afin que l'agence spatiale et les acteurs dans son écosystème ne perdent pas leur avantage concurrentiel. Il y a dès lors bien évidemment des inconvénients aux pratiques d'innovation ouverte. La NASA est ainsi capable d'utiliser un équilibre entre pratiques ouvertes et traditionnelles afin de faire balancer les avantages et inconvénients de chaque modèle d'innovation, dans le but de maximiser la création de valeur pour la société américaine, qu'elle soit économique, sociale ou environnementale.

Le tableau 4 résume les avantages et inconvénients des pratiques ouvertes et traditionnelles pour les activités de la NASA.

	Modèle ouvert	Modèle traditionnel
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Grand nombre de solutions proposées • Contribue à la visibilité de la NASA et de ses partenaires • Inspiration de la population américaine • Démonstration des retombées et de l'utilité de l'investissement public dans le spatial • Permet de stimuler le développement de nouvelles applications des données et des technologies spatiales • Stimule l'utilisation des données spatiales • Approche interdisciplinaire et ouverte à tous • Contribue à une meilleure résolution de grands enjeux complexes • Collaborations d'acteurs techniques, créatifs et pratiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrat traditionnel permet le développement d'une application complète (jusqu'au marché) • Choix du récipiendaire du contrat • Solutions très techniques proposées grâce à l'expertise disponible • Disponibilité à l'interne de ressources financières pour soutenir le développement d'une application • Permet de soutenir une industrie spécialisée dans le développement d'applications

	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un réservoir d'idées créatives pour de futures missions ou développements scientifiques • Faible coût de développement • Concept intéressant peut être récompensé par un contrat traditionnel par la suite • Permet de développer un écosystème innovant autour de la NASA 	
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Courte période de développement : applications ou prototypes développés sont souvent moins techniques que dans le cas d'un octroi de contrat traditionnel • Développement de l'application n'est souvent pas terminé à la fin du hackathon • Meilleure solution n'est pas forcément la plus rentable économiquement • Activités très périphériques aux activités de la NASA 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts plus importants pour moins de solutions proposées • Manque souvent de créativité et d'inventivité • Manque de synergies entre des domaines complémentaires dans la gestion d'enjeux complexes • Peu de concurrence sur l'octroi des contrats • Pas de contrat sur l'usage potentiel d'une technologie spatiale dans un autre contexte

Tableau 4 : Tableau comparatif des avantages et inconvénients des pratiques ouvertes et traditionnelles à la NASA

LES PRATIQUES D'INNOVATION OUVERTE AU SEIN DU SECTEUR SPATIAL EUROPEEN :

L'ESA ET L'INNOVATION OUVERTE

L'Agence Spatiale Européenne, contrairement à la NASA, n'a jamais développé d'initiative ou d'équipe spécialisée en innovation ouverte. Le nom d'innovation ouverte n'apparaît d'ailleurs que très rarement dans les rapports ou les concours d'innovation mis en place par l'ESA. Même si contrairement à la NASA, l'ESA n'a pas reconnu

officiellement le potentiel que revêt l'innovation ouverte, sa nature d'agence supranationale – dans le sens où elle mêle la contribution de différentes nations ayant souvent leur propre agence spatiale nationale – l'innovation ouverte et les collaborations qu'elles impliquent se posent en solutions logiques et utiles pour faire contribuer et collaborer beaucoup d'acteurs de différentes nationalités sur des enjeux européens. Toutefois, sans le reconnaître officiellement, l'agence européenne s'est déjà intéressée au sujet de façon approfondie. Ainsi, l'*European Space Policy Institute* (ESPI) a produit en 2010 un important rapport sur les potentiels avantages de l'utilisation de l'innovation ouverte en Europe pour faire le lien entre l'Espace et les nouvelles technologies habilitantes⁴⁵ (ESPI, 2010). Même si ce rapport ne présente concrètement ni de recommandations sur la manière de procéder, ni de précisions sur le type de stratégies d'innovation ouverte que l'ESA devrait utiliser, il prône l'importance de faire le lien entre les activités spatiales et les technologies habilitantes grâce aux partenariats en triple hélice, c'est-à-dire les partenariats universités, gouvernement et secteur privé.

On remarque pourtant que les premières pratiques d'ouverture apparaissent plus tôt qu'au sein de la NASA avec la création en 2004 de l'*European Satellite Navigation Competition* (ESNC) – il s'agit de l'un des cas étudiés – par *Anwendungszentrum GmbH Oberpfaffenhofen* (AZO), une entreprise privée qui a joué un rôle prépondérant dans le développement, la mise en place et la gestion des pratiques d'innovation ouverte en Europe. L'AZO est une compagnie fondée en Allemagne en 2004 par un mix de capital public et privé. Le but de cette organisation est de soutenir la création d'entreprises et d'opportunités commerciales liées à des technologies ou/et à l'infrastructure (données, services... etc.) spatiales. L'AZO fait partie de l'un des 11 centres d'incubations de l'ESA en Europe, celui de Bavière en Allemagne plus précisément. Depuis sa création, l'entreprise a fait le choix de collaborer aux programmes spatiaux européens dans le

⁴⁵ Les nouvelles technologies habilitantes, *Key Enabling Technologies* en anglais, font référence aux domaines technologiques de pointe considérés comme l'avenir des sciences et de la technologie. On retrouve notamment dans cette catégorie les nanotechnologies, la photonique ou encore les biotechnologies.

domaine des communications et de l'observation de la Terre, ce qui a mené à la création des concours d'innovation l'ESNC et le *Copernicus Masters*. Ces concours d'innovation courts font collaborer un grand nombre d'acteurs d'horizons différents avec un effort important sur l'inclusion de partenaires publics locaux et régionaux pour stimuler et optimiser le développement de solutions pour répondre à des besoins locaux. Plus récemment, l'AZO a créé une compétition de type hackathon, l'*ESA Apps Camp*, qui est notre deuxième cas étudié et présente une pratique plus ouverte que les concours d'innovation, mêlant crowdsourcing et activités couplées. Finalement, il est important de souligner que l'AZO compte des partenaires et clients de renom comme par exemple l'agence spatiale allemande (DLR), l'ESA, Airbus Defense and Space, BMW ou encore Skybox Imaging (ESNC, 2014). Leurs pratiques d'innovation ouverte développées pour le compte de l'ESA permettent à l'entreprise de lancer près de 600 concepts d'affaires et produits innovants chaque année⁴⁶.

Nous allons maintenant nous intéresser plus précisément aux pratiques d'innovation ouverte européennes. Nous avons ainsi choisi deux initiatives dont l'AZO est à l'origine : l'*European Satellite Navigation Competition* et les *App Developer Camp*.

L'European Satellite Navigation Competition

L'ESNC a été créé en 2004 par l'AZO et financé par le ministère de l'Économie de l'État de Bavière en Allemagne. Il s'agit d'une compétition d'innovation dans le domaine des satellites de navigation et les applications qui s'y rapportent. L'ESNC est en fait rattachée au bureau de gestion de transferts de technologie de l'ESA et a pour but premier de stimuler l'usage des satellites de navigation dans les industries terrestres et

⁴⁶ Site web consulté le 2 décembre 2014 : http://www.anwendungszentrum.de/eng/index_en.php?kat=home_en.html&anzeige=home_en.html

les services publics et sociaux. L'AZO organise depuis chaque année de nouvelles éditions de la compétition dont l'envergure et la renommée n'ont cessé de croître. L'ESNC a aujourd'hui pris une tournure internationale avec plus de 40 pays participants à la compétition, issus d'Europe dans la plupart des cas, mais également du Mexique et d'Israël. Depuis ses débuts, la compétition a vu passer plus de 9200 participants, 2828 idées ont été soumises et 241 équipes ont remporté des prix (ESNC, 2014). Aujourd'hui, l'Europe développe Galileo son nouveau système de positionnement par satellites qui doit remédier à la dépendance européenne dans ce domaine vis-à-vis du système *Global Positioning System* (GPS) américain. L'ESNC a donc maintenant comme but premier de soutenir le développement et l'utilisation de Galileo, et notamment les applications qui pourraient en découler pour la société européenne et ses industries. Le réseau de l'ESNC est notamment soutenu par la commission européenne, l'agence européenne de GNSS (GSA), l'ESA et la DLR.

En termes de fonctionnement, l'ESNC est une compétition ouverte à tout le monde et à tous types d'acteurs. En effet, à la différence de l'*International Space Apps Challenge* présenté auparavant, les participants sont dans la plupart des cas des organisations publiques ou privées. On retrouve ainsi parmi les participants des individus, mais surtout des universités, des centres de recherche, des start-ups, des petites et moyennes entreprises (PME) ou même de grandes entreprises. La compétition s'étale sur une période de 3 mois où les équipes sont appelées à soumettre leurs idées pour répondre à une opportunité commerciale dans l'un des 7 domaines de la compétition (ESNC, 2014). Il s'agit des thèmes suivants:

- Services de localisation mobiles
- Déplacement intelligent
- Sûreté et sécurité
- Applications industrielles
- Services publics et sociaux
- Haute précision

- Observation de la Terre et environnement

Au-delà des thèmes choisis, les équipes doivent proposer des idées d'applications novatrices dérivées de satellites de navigation et facilement commercialisables dans des services ou industries non spatiales. La compétition est organisée par régions, où chacune se spécialise dans un ou plusieurs des domaines susmentionnés, dépendamment de l'expertise et des besoins locaux. Les participants sont donc appelés à soumettre leur idée dans une région spécialisée dans un domaine précis. En plus de la mise à disposition de certaines infrastructures, les équipes ont accès à des coachs et des experts locaux qui aident les participants à mieux appréhender leurs idées⁴⁷. Par la suite, toutes les idées sont analysées et évaluées par des jurys régionaux composés d'experts locaux et internationaux issus de l'industrie et d'institutions de recherche. Pour cette évaluation, un accord de non-divulgence est automatiquement signé par les évaluateurs. Les critères d'évaluation sont les suivants ⁴⁸:

- Bénéfices potentiels de l'idée
- Niveau d'innovation
- Prépondérance de l'utilisation de la navigation dans l'idée
- Faisabilité technique
- Disponibilité d'un prototype
- Chance de succès commercial
- Investissement nécessaire
- Temps nécessaire pour la commercialisation

⁴⁷ Site web consulté le 26 novembre 2014 : http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/TTP2/European_Satellite_Navigation_Competition_2008_seeks_innovative_SatNav_ideas

⁴⁸ Site web consulté le 30 novembre 2014 : <http://www.esnc.info/index.php?kat=competition.html&anzeige=evaluation.html>

- Risques légaux
- Avantages en comparaison à des solutions existantes
- Brevetabilité de l'idée

Grâce à ces critères, les jurys locaux établissent et classent les meilleures équipes locales afin de choisir le gagnant régional. Les gagnants se voient remettre un prix de 20 000 euros ainsi que 6 mois offerts dans un incubateur spécialisé de l'ESA⁴⁹. Par la suite, une équipe d'experts internationaux choisit parmi les gagnants régionaux le gagnant du *Galileo Master*, c'est-à-dire le gagnant de la compétition. Au-delà de la première place et des prix régionaux, des prix spéciaux sont proposés et portent sur des besoins spécifiques d'une industrie donnée. Ces prix sont financés par les industries intéressées et des partenaires de recherche s'intéressant au même domaine. Finalement, depuis 2012, l'ESNC propose également des prix de prototypages d'applications de navigation portant sur des prototypes déjà existants. Cette initiative est menée en collaboration avec l'*Industrial Technology Research Institute* (ITRI) et l'*European Network of Living Labs* (ENoLL) afin de mettre de l'avant les meilleurs services et applications liés au domaine de la navigation par satellites. Les Living Labs sont des pratiques d'activités couplées d'innovation ouverte afin de faire interagir des acteurs très différents dans le but de cocréer des solutions créatives et innovantes à un problème donné. Il est d'ailleurs important de noter que cette initiative a mené à la création d'un prix spécial à l'ESNC lié aux Living Labs. Ce prix spécifique récompense les meilleurs prototypes d'application de navigation en soumettant les prototypes à des panels d'experts lors de Living Labs afin d'étudier la valeur ajoutée créée pour les utilisateurs de cette application. Il s'agit dès lors ici des pratiques les plus ouvertes mises en place par l'ESNC puisque les prix classiques, même si ils sont ouverts à tous, n'entraînent finalement pas de collaboration entre les différentes équipes comme cela pouvait être le cas dans une

⁴⁹ Site web consulté le 26 novembre 2014 : <http://www.innovations-report.de/html/berichte/informationstechnologie/egnos-creating-opportunities-entrepreneurs-155267.html>

compétition comme l'*International Space Apps Challenge*. Lors des Living Labs, les interactions entre le panel d'experts et l'équipe amènent une cocréation pouvant mener à des extrants très créatifs et innovants, et répondant au mieux aux besoins des utilisateurs⁵⁰.

Édition 2014 de l'ESNC (ESNC, 2014) :

L'édition 2014 de l'ESNC a battu le record de participation depuis la création de la compétition en 2004. La compétition comprend aujourd'hui 26 régions différentes, ce qui correspond à 44 pays et plus de 1000 équipes de participants. Une large variété de participants ont répondu présents à l'ESNC et ils se répartissaient de la façon suivante :

- Individus: 34 %
- Start-up: 30 %
- Universités: 17 %
- PME (moins de 250 employés): 13 %
- Instituts de recherche: 3 %
- Grandes entreprises: 3 %

Lors de cette édition, 434 idées ont été soumises dans les 7 domaines de l'ESNC afin de développer de futures applications utiles à la société et aux industries européennes. Les idées soumises se répartissaient de la façon suivant :

- Services de localisation mobiles: 29.03 % (126 idées)
- Déplacement intelligent: 23.73 % (103 idées)
- Sécurité et sécurité: 12.27 % (53 idées)
- Applications industrielles: 11.29 % (49 idées)
- Services publics et sociaux: 9.22 % (40 idées)
- Haute précision: 7.83 % (34 idées)
- Observation de la Terre et environnement : 6.68 % (29 idées)

⁵⁰ Site web consulté le 20 novembre 2014 : <http://www.esnc.info/index.php?kat=special-prizes.html&anzeige=llp.html>

Tentons maintenant de voir les bénéfices et inconvénients qu'apporte ce type de pratiques d'innovation ouverte. Comme dans le cadre des pratiques de la NASA déjà présentées, l'ouverture amène une plus grande diversité d'idées vis-à-vis d'une politique d'approvisionnement traditionnel. En effet, plusieurs équipes vont présenter des idées sur les 7 domaines de la compétition alors qu'une pratique d'innovation traditionnelle aurait vu une solution par challenge proposé. Ici, pour un même thème, l'ENSC va recevoir un grand nombre d'idées alors qu'il n'y aura que quelques gagnants, et donc seulement quelques prix. Ainsi, l'ESA dispose de différentes solutions entraînant la création d'une plus grande part de valeur ajoutée pour la société européenne. Le choix des meilleures idées par région avec un accès à un incubateur spécialisé de l'ESA à la clé permet également à l'agence européenne d'offrir des candidats de qualité pour son réseau d'incubateurs développés un peu partout en Europe. De plus, les idées non récompensées pourront tout de même faire l'objet d'une opportunité commerciale via la création d'une compagnie. Même si aucune étude n'a tenté de quantifier les bénéfices économiques effectivement créés par la compétition, l'ESNC a mené à de nombreux succès commerciaux.

En étant affilié au bureau des transferts de technologie de l'ESA, l'ENSC a pour but de stimuler les applications pour les industries terrestres et donc les spin-off des technologies et services spatiaux reliés aux satellites de navigation. Comme cela a pu être souligné auparavant, les spin-off de l'investissement dans le spatial sont responsables d'importantes retombées pour une économie et une société. La multitude d'idées proposées et les prix spéciaux qui posent des problèmes appliqués à une industrie terrestre spécifique stimulent grandement l'usage et la création de services ou d'applications créatives, que ce soit pour le secteur privé ou public. En proposant des idées venant de tous les domaines et appliquées à des enjeux ou besoins terrestres, il y a création d'une fertilisation croisée entre différentes disciplines (navigation, observation de la Terre, santé, transport, énergie, jeu et réalité augmentée, gestion de l'environnement... etc.) afin de stimuler le développement d'applications intégrées à très forte valeur ajoutée et à un coût plus faible que si le développement de

l'application avait été fait par un octroi traditionnel de contrats de l'ESA. En revanche, même si l'ESNC propose l'observation de la Terre comme l'un des domaines de la compétition, plus de 90 % des idées proposées s'intéressent à la navigation. La compétition pourrait certainement créer plus de valeur grâce à une ouverture plus large pour lier à la compétition d'autres domaines spatiaux, ainsi que des idées et des prototypes portant sur les technologies.

L'ESNC permet de stimuler l'innovation dans la chaîne de valeur ajoutée des satellites de navigation pour la société européenne. En effet, l'ESNC stimuler à la fois le développement de nouvelles applications de technologie déjà existante, de nouvelles technologies pour satellites, mais également pour l'industrie au sol et le traitement des données spatiales. De plus, l'ESNC a fait le choix de promouvoir la commercialisation et l'entrepreneuriat afin d'offrir des solutions rentables et créatrices de valeurs. À travers la récompense financière, le coaching et le potentiel accès à un incubateur spécialisé pour les gagnants, ce programme d'innovation ouverte va plus loin que la stimulation du processus d'idéation en récompensant les meilleures idées avec un soutien technique et financier. Ainsi, l'ESA par cette pratique offre un terreau fertile à la création d'opportunités commerciales privées pour des entreprises liées aux activités spatiales, c'est-à-dire des entreprises qui ne dépendent pas du financement public pour exister et croître. Les succès commerciaux qui découlent de ce programme contribuent donc également à la justification et à la publicité des retombées de l'investissement public dans le secteur spatial en tant que levier de création de valeur pour l'ensemble de la société européenne.

Finalement, on remarque que ce type de pratiques permet comme dans le cas de la NASA de créer un écosystème innovant autour de l'ESA. En effet, ce type de compétitions et les challenges proposés, notamment les challenges spécifiques des industries terrestres, permettent de faire collaborer l'industrie spatiale avec des acteurs non traditionnels. Ces collaborations permettent à l'ESA de développer des fertilisations

croisées entre secteur spatial et terrestre afin de stimuler la création de valeur économique, sociétale et environnementale pour la société européenne.

App Developer Camp

L'*App Developer Camp* est une initiative récente créée en 2012 par l'ESA et AZO. Il s'agit d'un hackathon portant sur le développement de nouvelles applications utilisant des données d'observation de la Terre – l'ESA parle d'appathon – très proche du concept de l'*International Space Apps Challenge* de la NASA. Comme dans le cas de l'ENSC, les *App Developer Camp* sont très liés à certains incubateurs de l'ESA qui organisent et reçoivent les appathons. Ces appathons sont désormais organisés en deux phases distinctes. La première phase comprend des hackathons de présélection d'une durée de 2 jours organisés simultanément dans 6 incubateurs de l'ESA un peu partout en Europe. Les participants sont comme dans le cas de l'*International Space Apps Challenge* des individus qui une fois sur place vont s'organiser en équipe. Un individu peut se présenter seul à un appathon mais les participants seront regroupés en équipe de 4 individus afin de sortir les participants de leur zone de confort et d'amener une collaboration entre des individus aux expertises différentes. En revanche, ces hackathons sont réservés à des développeurs, qu'ils soient étudiants ou professionnels. Ainsi, les *App Developer Camp* sont ouverts à la seule communauté des développeurs, contrairement au hackathon de la NASA. Les développeurs peuvent toutefois provenir de n'importe quel domaine. Le fonctionnement de ces préhackathons est exactement le même que pour l'*International Space Apps Challenge* de la NASA, nous renvoyons donc le lecteur à la partie portant sur ce cas dans la section « Les pratiques d'innovation ouverte dans le secteur spatial aux États-Unis » pour le détail du fonctionnement.

Si l'*App Developer Camp* est administré et géré par l'AZO via un contrat traditionnel de l'ESA, le financement et le soutien en ressource et infrastructure sont assurés par une

collaboration de l'ESA et de la compagnie de technologie de l'information SAP. Ainsi, l'ESA fournit des données récentes d'observation de la Terre issues du programme européen Copernicus. SAP fournit sa plateforme HANA Cloud afin d'appuyer les équipes de participants et leur fournir les données en temps réel⁵¹. Cette plateforme collaborative permet également le partage de l'information et des connaissances ainsi que de faciliter les communications entre les membres de l'équipe et les coachs ou mentors locaux. Ainsi, il s'agit encore ici de deux stratégies d'innovation ouverte mises ensemble : une stratégie de crowdsourcing de challenges via la plateforme de SAP ainsi qu'une stratégie couplée grâce à l'organisation physique d'un hackathon dans plusieurs endroits simultanément. Intéressons-nous plutôt à la gestion de ces préhackathons et les domaines proposés. Tous les challenges proposés sont répartis dans les 5 domaines d'applications suivants⁵² :

- L'internet des choses : solutions intelligentes pour un monde interconnecté (challenge SAP)
- Maximiser l'utilisation des ressources tout en minimisant les risques relatifs à la sécurité, la santé et l'environnement grâce à l'utilisation des importantes bases de données d'observation de la Terre (challenge SAP)
- Soutenir la sécurité alimentaire depuis l'Espace
- Observer et apprendre : soutenir la protection de l'environnement
- Adopte ton pixel : solutions de crowdsourcing

Contrairement aux autres types de pratiques ouvertes observées auparavant, les thèmes proposés pour cette compétition sortent de l'ordinaire. En effet, les compétitions proposent d'habitude des domaines prédéfinis comme l'observation de la

⁵¹ Site web consulté le 30 novembre 2014 : <http://www.app-camp.eu/>

⁵² Site web consulté le 30 novembre 2014 : <http://www.app-camp.eu/#topics>

Terre, les technologies spatiales ou la navigation mobile. L'*App Developer Camp* propose des domaines d'applications très créatifs et les prochaines lignes vont brièvement expliquer en quoi consiste chaque thème.

Le premier domaine touche aux villes et à l'urbanisation croissante ainsi qu'à la gestion intelligente de ses infrastructures, ses ressources et les facteurs externes qui les influencent (météorologie, risques naturels... etc.). Ainsi, les challenges cherchent à analyser ce que certaines données d'observation de la Terre peuvent apporter à une telle gestion urbaine⁵³. Ce domaine est finalement très proche du concept de ville intelligente. Une ville intelligente est une agglomération capable de gérer efficacement ses capitaux humains, financiers et technologiques dans le but d'optimiser l'usage de ses ressources économiques, sociales, énergétiques et culturelles afin de stimuler un développement urbain durable autour d'une gestion participative (Caragliu, Del Bo et Nijkamp, 2011). La ville intelligente doit donc mettre en place une dynamique urbaine pour optimiser la qualité de vie de ses citoyens à la fois sur le plan économique, social et environnemental. Les partis prenants à ce type d'aménagements intelligents sont les habitants et les collectivités locales, l'administration locale, les centres culturels, les universités, les agences gouvernementales, mais également le secteur privé, qu'il s'agisse du secteur des transports, de l'eau, de l'énergie, de la construction ou encore des technologies de l'information. Une ville intelligente est finalement une agglomération faisant face aux nombreux enjeux de la ville de demain de façon intelligente, et cela en proposant des solutions innovantes afin de gérer durablement ses ressources pour améliorer le niveau de vie local⁵⁴.

Le deuxième domaine se réfère à des problèmes ou enjeux auxquels doivent faire face l'industrie minière, l'industrie forestière, l'industrie métallurgique et l'industrie des composants pour la construction. Dans un monde à la démographie croissante où les

⁵³ Site web consulté le 1^{er} décembre 2014 : http://www.app-camp.eu/internet_of_things

⁵⁴ Site web consulté le 14 novembre 2014 : <http://www.espi.or.at/news-archive/956-espi-hosted-a-workshop-on-innovative-space-based-solutions-for-future-cities>

ressources premières sont rares et où les risques relatifs à la santé et l'environnement sont croissants, les données d'observation de la Terre peuvent être utilisées comme une solution pour soutenir ces industries et exploiter ces ressources premières de façon renouvelable⁵⁵.

Le troisième domaine repose sur l'observation des terres agricoles et de leur gestion intelligente et durable. L'agriculture a effectivement des impacts très importants sur l'environnement (pollution et surexploitation des terres, pollution des sources d'eau potable... etc.) qui doivent être étudiés et analysés et pour lesquels l'observation de la Terre peut jouer un rôle primordial. Les satellites peuvent également fournir de l'information très riche pour les agriculteurs vis-à-vis de l'optimisation de leurs récoltes et les risques climatiques. Finalement, les challenges de ce domaine s'intéressent donc à l'agriculture intelligente et durable, la gestion de l'eau et le contrôle de l'approvisionnement alimentaire mondiale⁵⁶.

Le quatrième domaine porte sur la gestion et la protection de l'environnement grâce aux satellites d'observation de la Terre. En démontrant la richesse de ce type d'information à la population, notamment aux nouvelles générations, de nouvelles applications pourraient permettre de protéger l'environnement en surveillant en temps réel la pollution, la déforestation, la qualité de l'air, du sol et de l'eau... etc⁵⁷.

Le cinquième domaine porte sur une idée de crowdsourcing permanente de l'observation de la Terre. En effet, les 4 premiers domaines ont pu montrer la grande diversité des bénéfices que peut amener l'observation de la Terre aux activités terrestres. Toutefois, tant de choses peuvent être vues grâce à un satellite qu'il est nécessaire d'avoir un grand bassin d'observateurs et d'analystes. Ce cinquième domaine cherche donc à développer des applications basées sur l'utilisation des citoyens afin de

⁵⁵ Site web consulté le 1^{er} décembre 2014 : http://www.app-camp.eu/big_geo_data

⁵⁶ Site web consulté le 1^{er} décembre 2014 : http://www.app-camp.eu/food_security

⁵⁷ Site web consulté le 1^{er} décembre 2014 : http://www.app-camp.eu/observe_and_learn

soutenir les activités d'observation de la Terre et stimuler les bénéfices que cette discipline apporte. On parle dès lors de science citoyenne. L'exemple utilisé par l'ESA pour illustrer ce thème est d'ailleurs très fort et a donné son nom au domaine. Que se passerait-il si chaque personne sur Terre pouvait adopter un petit pixel d'une partie du monde et le surveiller tous les jours sur son téléphone ou son ordinateur ?⁵⁸

Ces préhackathons, au-delà du développement de l'idée et du concept d'application, permettent aux équipes de recevoir le soutien en commercialisation des différents incubateurs de l'ESA, ainsi que du programme de soutien aux entreprises de SAP. Les concepts proposés sont donc développés dans le but de répondre à une opportunité commerciale ou à un potentiel service public dans le but de créer de la valeur pour la société européenne. Toutes les équipes de chaque préhackathon présentent au bout des 2 jours leur concept d'application à un panel d'experts locaux. Chacun des 6 appathons élit une équipe championne qui sera envoyée, tous frais compris, au hackathon final d'une semaine, organisé dans l'un des incubateurs de l'ESA (la localisation change chaque année).

Finalement, une fois les gagnants locaux choisis, une deuxième phase est organisée afin de proposer aux gagnants de chaque préhackathon un nouveau hackathon d'une semaine. Cette deuxième phase est en fait le hackathon originel de l'ESA dans les éditions précédentes. Ainsi, les préhackathons sont en fait un nouveau processus de sélection pour le hackathon final. Lors des éditions précédentes, les candidats étaient directement choisis pour le hackathon d'une semaine sur leur expérience dans le développement d'application sur Android ou iOS⁵⁹, sans obligation de connaissances de l'usage des données spatiales. En plus d'initier les développeurs non connaisseurs aux données spatiales, ces préhackathons permettent de former des équipes où les

⁵⁸ Site web consulté le 1^{er} décembre 2014 : http://www.app-camp.eu/adopt_a_pixel

⁵⁹ Il s'agit du système d'exploitation des appareils mobiles de marque Apple.

participants apprennent à travailler ensemble et à se connaître. De plus, les équipes par le choix de leur hackathon – chacun des 6 incubateurs travaille uniquement sur un ou deux des 5 domaines proposés – commencent à réfléchir à un challenge donné en développant une idée de solutions. Les préhackathons sont donc une nouvelle forme de sélection plus ouverte et permettant d’offrir des candidats divers et provenant des différents incubateurs de l’ESA.

Finalement, les 20 développeurs choisis seront répartis sur les 5 challenges décrits auparavant dans le but de créer des applications mobiles utilisant les données d’observation de la Terre et l’usage potentiel des satellites de navigation du programme Galileo⁶⁰. Le but du hackathon final est de créer des applications mobiles à l’aide de données d’observation de la Terre offertes gratuitement par l’ESA et en s’appuyant si possible sur les infrastructures européennes de navigation par satellites. Les équipes sont ainsi appelées à pousser plus loin leur concept d’applications développées lors du préhackathon. Ce deuxième hackathon est moins collaboratif que les préhackathons puisque le but est de développer un prototype utilisable à la fin de la semaine, le concept et l’idée ayant déjà étaient travaillés dans la première phase de la compétition. Au bout d’une semaine, chaque équipe présente son concept à une équipe d’experts du domaine des applications et de l’observation de la Terre. À la clé, deux prix de 5000 euros ainsi qu’un potentiel soutien de commercialisation via l’un des incubateurs de l’ESA ou le programme de soutien aux entreprises de SAP.

Tentons maintenant de voir les bénéfices et inconvénients qu’apporte ce type de pratiques d’innovation ouverte. Ainsi, comme pour le fonctionnement, les bénéfices amenés par ce type de pratique sont très proches de ceux amenés par l’*International*

⁶⁰ Site web consulté le 1^{er} décembre 2014 : http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Apply_for_ESA_s_App_Camp

Space Apps Challenge de la NASA. Nous allons plutôt nous intéresser aux choses qui diffèrent aux bénéfiques de ce type de pratique d'innovation ouverte.

Au niveau des solutions proposées et du nombre de participants, les compétitions ne sont clairement pas sur un pied d'égalité. Ainsi, si l'*International Space Apps Challenge* a vu en 2013 la participation de plus de 9100 participants de 44 pays, l'ESA Apps Camp n'a eu que 20 participants issus de 16 pays européens⁶¹. Si la version américaine a produit 770 solutions sur 58 challenges proposés, la version européenne n'a produit que 5 solutions à 4 challenges (Space Foundation, 2014). L'*App Developer Camp* est ainsi moins ouvert que son homologue américain puisqu'elle ne s'adresse qu'à la communauté des développeurs ce qui ne permet pas d'aller chercher des acteurs créatifs. En revanche, les solutions proposées sont dès lors beaucoup plus techniques et faisables. Cette compétition semble de plus être en processus d'ouverture avec la mise en place des 6 préhackathons organisés simultanément afin de gagner une place pour le hackathon final. Cette pratique en deux phases, avec une phase finale d'une durée d'une semaine, permet le développement de différents concepts avancés d'applications à un coût très faible (récompense monétaire, frais de gestion, frais de voyage et d'accommodation locale des participants), ce qui n'est pas le cas du hackathon de la NASA.

De plus, ce hackathon s'intéresse seulement aux applications des données spatiales, et non aux technologies spatiales et à leurs applications sur Terre. Les solutions développées ne contribuent donc pas au développement de potentiels spin-off de technologies spatiales. En revanche, les thèmes des challenges proposés sont plus originaux et plus créatifs que ceux proposés par l'*International Space Apps Challenge*. En effet, les challenges proposés font directement le lien avec des enjeux globaux de la société européenne autour de 5 thèmes, sans proposer une multitude de challenges comme la NASA. Ainsi, ce sont les participants qui choisissent un thème spécifique et

⁶¹ Nous avons fait le choix d'une comparaison des éditions de 2013 car nous ne disposons pas d'information plus récente à des fins de comparaison.

développent par la suite un concept d'application répondant à un besoin de la société européenne qu'ils ont eux-mêmes identifié dans le thème proposé.

Comparaison des pratiques d'innovation ouverte aux traditionnelles en Europe

Comme dans le cas des pratiques de la NASA, l'ESA obtient de nombreux bénéfices à travers la mise en place de pratiques d'innovation ouverte. Toutefois, ici encore l'ensemble du processus d'innovation ne doit pas être totalement ouvert pour ne pas nuire à l'avantage concurrentiel de l'ESA et des organisations gravitant autour. On remarque dès lors que même si les premières pratiques d'innovation ouverte semblent avoir émergé plus tôt en Europe qu'aux États-Unis par l'impulsion d'une entreprise privée. Aujourd'hui encore, c'est cette même compagnie qui crée et gère la plupart des pratiques d'innovation ouverte, par le biais de contrats traditionnels de l'ESA. Toutefois, si les pratiques d'innovation sont plutôt proches de celles de la NASA sur le fonctionnement, on dénote des différences notables sur les objectifs et résultats. En effet, paradoxalement, les pratiques européennes sont beaucoup plus pragmatiques que celle de la NASA, où la commercialisation et l'entrepreneuriat jouent des rôles prépondérants. Les acteurs pragmatiques permettent de créer de nouveaux services ou produits pour appuyer les industries terrestres européennes en répondant spécifiquement à leurs besoins. En revanche, ces pratiques sont souvent moins ouvertes qu'aux États-Unis, ce qui mène à la création d'un écosystème moins créatif puisque les acteurs sans connaissances techniques peuvent difficilement participer aux pratiques de l'ESA. Ainsi, si ces pratiques sont plus ouvertes que les pratiques traditionnelles de l'ESA, elles demeurent limitées dans leur ouverture et l'inclusion de nouveaux types d'acteurs, notamment les acteurs créatifs et les citoyens.

Le tableau 5 résume les avantages et inconvénients des pratiques traditionnelles et d'innovation ouverte. À noter que dans le cas du modèle traditionnel il s'agit des mêmes avantages et inconvénients que dans le cas de l'analyse des pratiques américaines.

	Modèle ouvert	Modèle traditionnel
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Offre une plus grande palette de solutions • Contribue à la visibilité de l'ESA et ses partenaires • Démonstration des retombées et de l'utilité de l'investissement public dans le spatial en Europe • Collaboration de différents types d'acteurs : créativité, réservoir d'idées pour l'ESA • Stimule l'utilisation des données spatiales • Faibles coûts de développement • Soutien à la commercialisation et à l'entrepreneuriat pour les meilleures idées • Attraction d'acteurs pragmatiques • Permet de soutenir le développement et l'usage du nouveau programme de navigation par satellite européen Galileo et du nouveau programme européen d'observation de la Terre Copernicus • Permet de développer un écosystème innovant autour de l'ESA 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrat traditionnel permet le développement d'une application complète (jusqu'au marché) • Choix du récipiendaire du contrat • Solutions très techniques proposées grâce à l'expertise disponible • Disponibilité à l'interne de ressources financières pour soutenir le développement d'une application • Permet de soutenir une industrie spécialisée dans le développement d'applications
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure opportunité commerciale n'est pas forcément l'opportunité de 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts plus importants pour moins de solutions proposées

	<p>création de valeur sociale pour la société européenne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manque de diversités des participants : peu d'acteurs créatifs • Pratiques ouvertes concernent majoritairement les applications, et rarement le développement de nouvelles technologies spatiales ou de spin-off de technologies spatiales existantes • Pratiques européennes ne permettent pas réellement une inspiration des citoyens européens, contrairement aux pratiques américaines 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque souvent de créativité et d'inventivité • Manque de synergies entre des domaines complémentaires dans la gestion d'enjeux complexes
--	---	--

Tableau 5: Tableau comparatif des avantages et inconvénients des pratiques ouvertes et traditionnelles à l'ESA

Chapitre Analyse : Analyse des pratiques américaines et européennes et les enseignements pour la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'ASC

Les différents cas présentés dans la partie précédente ont permis de démontrer que l'innovation ouverte offre de nouvelles opportunités de création de valeur pour une agence spatiale nationale grâce à l'utilisation de nouvelles idées et de nouvelles façons de faire afin de résoudre des problèmes complexes et de développer des technologies et des applications spatiales pour les besoins terrestres. Puisque la création de nouveaux produits et de services nécessite de la créativité, du temps et des ressources, l'innovation ouverte se pose ainsi en solution utile et stratégique pour qu'une agence spatiale nationale puisse répondre à sa mission avec des ressources limitées (Space Foundation, 2014). On observe en effet à l'heure actuelle une augmentation du nombre d'individus ayant un accès facilité à l'information et aux connaissances à faible coût grâce aux nouveaux moyens de communication. Cette disponibilité de savoirs et de connaissances amène un individu avec de faibles ressources à devenir un acteur innovant pour une organisation (Calandrelli, 2013). Cette démocratisation des idées amène d'ailleurs des organisations comme Ubisoft ou Renault à repenser leurs façons de faire afin de tirer profit de ces communautés innovantes. Une agence spatiale doit profiter de ces ressources supplémentaires disponibles à très faible coût afin de stimuler les nouvelles technologies spatiales et leurs applications potentielles sur Terre (Space Foundation, 2014).

Une politique d'innovation ouverte amène à repenser le rôle d'une agence spatiale afin de stimuler la créativité et l'innovation au sein de l'industrie spatiale. Le processus d'innovation ouverte sous-entend une interaction et une connexion avec l'extérieur des frontières de l'organisation afin d'enrichir la conception d'un produit, d'un service ou d'une méthode, ce qui n'est que très rarement le cas dans le secteur spatial (ESPI,

2010). Une telle politique doit amener une agence spatiale à développer des stratégies et des mécanismes pour entrer en communications avec ces acteurs externes afin de cocréer de la valeur pour l'industrie spatiale et la société qu'elle représente. Une telle ouverture pourrait permettre de développer et de tirer profit de l'écosystème existant autour de l'industrie spatiale, mais également dans n'importe quelle industrie ou partie de la société souhaitant collaborer. Ce type de politique permettrait donc également d'augmenter la portée et la visibilité des bénéfices que peut apporter l'espace et ainsi engager le citoyen (Space Foundation, 2014). Des pratiques d'innovation ouverte contribueraient donc à l'une des missions d'une agence spatiale, soit l'inspiration des citoyens qu'elle représente et la justification de l'investissement public dans le spatial.

Vis-à-vis de notre étude de cas, le contexte actuel de l'industrie spatiale canadienne entraîne des révisions budgétaires alors que l'ASC a d'ambitieux projets spatiaux. L'innovation ouverte, dans le sens où elle permet d'avoir accès à de plus importantes ressources à moindre coût, pourrait permettre la poursuite des missions de l'ASC au sein de ses ressources pourtant limitées. La nouvelle politique spatiale canadienne souhaite de plus positionner le secteur privé à l'avant-garde des activités spatiales tout en stimulant les collaborations entre les différents acteurs de la communauté spatiale et en inspirant les citoyens canadiens (ASC, 2014). Pour atteindre de tels buts, une politique d'innovation ouverte semble pouvoir faciliter le travail de l'ASC en stimulant particulièrement les collaborations entre les entreprises, les universités, les centres de recherche (public et privé) et les entités publics, mais également entre secteur spatial et secteurs terrestres. L'adoption d'une telle politique ouverte appelle ainsi à repenser le rôle d'une agence spatiale nationale en tant que facilitateur et animateur d'un écosystème créatif et innovant.

Il faut dès lors commencer par s'intéresser au rôle d'une agence spatiale nationale. Une agence spatiale a pour premier but de gérer les budgets publics dédiés aux activités spatiales. Cette tâche lui demande d'administrer et d'orienter la politique spatiale d'une nation, c'est-à-dire les buts à long terme d'un programme spatial. Pour ce faire, l'agence

spatiale doit mettre en place l'infrastructure nécessaire aux activités spatiales et de stimuler la recherche dans le spatial. Une agence spatiale doit donc être capable de stimuler et soutenir une industrie spatiale, répondre aux besoins des autres agences gouvernementales, contribuer à l'éducation en améliorant les connaissances relatives à la science et à l'Espace, mais également répondre aux besoins des citoyens. Ce dernier point fait qu'une agence spatiale a également un devoir de publicisation de ses résultats et des bénéfices issus des activités spatiales nationales et internationales. Finalement, l'agence spatiale nationale est également en charge de travailler avec les autres agences spatiales ainsi qu'avec des entités internationales comme l'ONU ou l'OCDE, dans le but de développer et de fructifier des collaborations internationales dans les activités spatiales.⁶² La simple lecture du rôle d'une agence spatiale et la complexité de la tâche qu'il incombe à cette entité ouvrent des pistes de réflexion sur l'utilisation potentielle de l'innovation ouverte dans la politique d'une agence spatiale nationale. Les partis qui suivent présentent l'analyse de nos différents cas afin de mettre à jour le processus de mises en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne. Nous tenterons par la suite d'appliquer ce modèle théorique à l'ASC.

ANALYSE DES PRATIQUES D'INNOVATION OUVERTE SUR LES CONCOURS D'INNOVATION A COURT TERME AUX ÉTATS-UNIS ET EN EUROPE

Les cas présentés ont permis de repérer certaines similitudes dans les pratiques d'innovation ouverte mises en place par les agences spatiales américaines et européennes, mais également des différences notables. Ainsi, on a pu voir les similitudes de fonctionnement et de bénéfices recherchés entre l'*International Space*

⁶² L'argumentaire de ce paragraphe se base sur la présentation de John Logdson intitulée « *Government Space Activities and Space Agencies* » lors du programme d'été de l'*International Space University* à Montréal en 2014.

Apps Challenge de la NASA et *l'App Developer Camp* de l'ESA, avec toutefois des résultats notablement différents. Afin de bien saisir les enseignements de ces cas, il faut revenir à l'origine des initiatives de pratiques d'innovation ouverte en Europe et aux États-Unis. On remarque dès lors des objectifs très différents qui ont des impacts sur le processus de mise en place de pratiques d'innovation ouverte.

Comparaison et analyse des pratiques américaines et européennes :

Dans le cas de la NASA, il s'agit d'une initiative politique visant une plus grande transparence des agences fédérales qui est à l'origine des pratiques d'innovation ouverte. De cette initiative, la NASA a développé ses pratiques d'innovation ouverte afin d'encourager une large participation citoyenne dans ses programmes pour inspirer sa population. L'agence américaine incite donc une multitude d'acteurs différents (techniques, pragmatiques et créatifs) à participer à ses activités et à collaborer sur des enjeux de société ou des problèmes techniques de la NASA. Le processus d'idéation est fortement stimulé et des idées et solutions très créatives sont proposées lors des compétitions proposées par la NASA. Toutefois, il n'y a pas de soutien à la commercialisation prévue pour les solutions développées. Il est vrai que la plupart des challenges touchent des enjeux ou problèmes sociétaux ou scientifiques, où un marché n'est pas forcément disponible. En revanche, même si sans commercialisation ces solutions ne créent pas toujours directement de la valeur économique pour l'économie, en contribuant à des enjeux de société beaucoup de ces solutions permettent de créer de la valeur sociétale et environnementale. De plus, nombre de ces solutions seront potentiellement utilisées dans de futures missions scientifiques de la NASA ainsi que dans l'écosystème de la NASA, c'est-à-dire chez les acteurs traditionnels du spatial, mais également chez des acteurs non traditionnels, issus d'industries ou de domaines terrestres.

Dans le cas de l'Europe, il n'y a pas de volonté politique de transparence derrière l'origine des pratiques d'innovation ouverte. C'est d'ailleurs une entreprise privée, l'AZO, qui est à la base du développement des pratiques d'innovation ouverte de l'ESA. Même si la firme a été fondée avec un mix de capital public et privé, il s'agit d'une initiative commerciale à but lucratif. Cette origine se répercute sur les pratiques d'innovation ouverte européenne qui sont orientées sur les activités et les besoins commerciaux des industries et de la société européenne. On remarque dès lors que toutes les pratiques d'innovation ouverte mises en place par l'ESA offrent pour récompense, en plus de contributions financières et techniques, des places dans un des incubateurs de l'ESA. L'agence européenne cherche de cette manière à stimuler la commercialisation des meilleures idées sortant de ses compétitions afin de développer des applications appuyant les industries et la société européenne. On remarque effectivement que le choix des meilleures solutions pour un challenge donné s'appuie toujours sur l'opportunité commerciale qu'elles constituent. Ainsi, les pratiques d'innovation ouverte de l'ESA vont plus loin que l'unique processus d'idéation puisqu'elles stimulent également la commercialisation et l'entrepreneuriat au sein de l'écosystème de l'agence européenne. En revanche, le processus d'idéation semble moins créatif que celui de la NASA puisqu'il est moins ouvert et ne va pas forcément chercher des acteurs créatifs, issus d'industries et de domaines très lointains du secteur spatial. On remarque que les pratiques européennes ne permettent pas l'inclusion de n'importe qui, et notamment des citoyens et acteurs créatifs, dans le processus d'idéation ce qui nuit à la créativité des idées proposées.

Que ce soit dans le cas de l'ESA ou de la NASA, les pratiques d'innovation ouverte permettent pour une agence spatiale de stimuler les collaborations au sein de la communauté spatiale locale et internationale. Cela permet de mettre en place un modèle en triple hélice, c'est-à-dire une communauté où collaborent les acteurs traditionnels du secteur spatial : les universités, le gouvernement et le secteur privé. Ces pratiques permettent dès lors de créer un noyau ou un hub d'organisations spatiales au cœur de l'écosystème de l'agence spatiale. Au-delà de la communauté spatiale, les

pratiques d'innovation ouverte permettent également de stimuler et de dynamiser leur écosystème, en allant notamment chercher de nouveaux acteurs techniques, pragmatiques et créatifs. Ce type d'acteurs amènent de nouvelles idées et de nouvelles façons de faire, mais également de nouvelles opportunités commerciales sur lesquelles une agence spatiale peut s'appuyer afin d'innover et de repenser ses activités spatiales. Ces nouvelles pratiques amènent ainsi de la création de valeur économique, à travers de nouvelles opportunités d'affaires pour des acteurs traditionnels et de nouveaux acteurs, et de valeur sociétale, à travers l'inclusion des citoyens et de nouveaux acteurs dans la gestion de grands enjeux de société. Cette création de différents types de valeurs est plus forte dans un contexte d'innovation ouverte que dans le cadre de pratiques traditionnelles des agences spatiales, etc. Toutefois, cela ne signifie pas que les pratiques d'innovation ouverte doivent totalement supplanter les pratiques traditionnelles d'une agence. En effet, comme cela a pu être souligné de nombreuses fois auparavant, l'ensemble du processus d'innovation ne doit pas être ouvert, une organisation doit être capable de trouver l'équilibre entre les activités qu'elle gagne à ouvrir et celles qu'elle doit garder fermées. Les pratiques d'innovation ouverte des agences spatiales américaines et européennes, même si elles peuvent s'appliquer à certains développements de technologies, s'appliquent à des domaines périphériques aux compétences fondamentales de la NASA et l'ESA.

Processus de mise en place des pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale

Nos 4 études de cas ont permis d'étudier et de mieux comprendre certaines pratiques d'innovation ouverte au sein de grandes agences spatiales internationales afin d'en saisir le processus de mise en place. En effet, si on a pu en déceler des différences sur l'origine et les buts des pratiques d'innovation ouverte mises en place, des similitudes au niveau du processus de mise en place ont pu être décelées. Ainsi au regard des

différentes pratiques étudiées en Europe et aux États-Unis, notre analyse semble faire émerger un modèle de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne en trois étapes, résumé dans la figure 13.

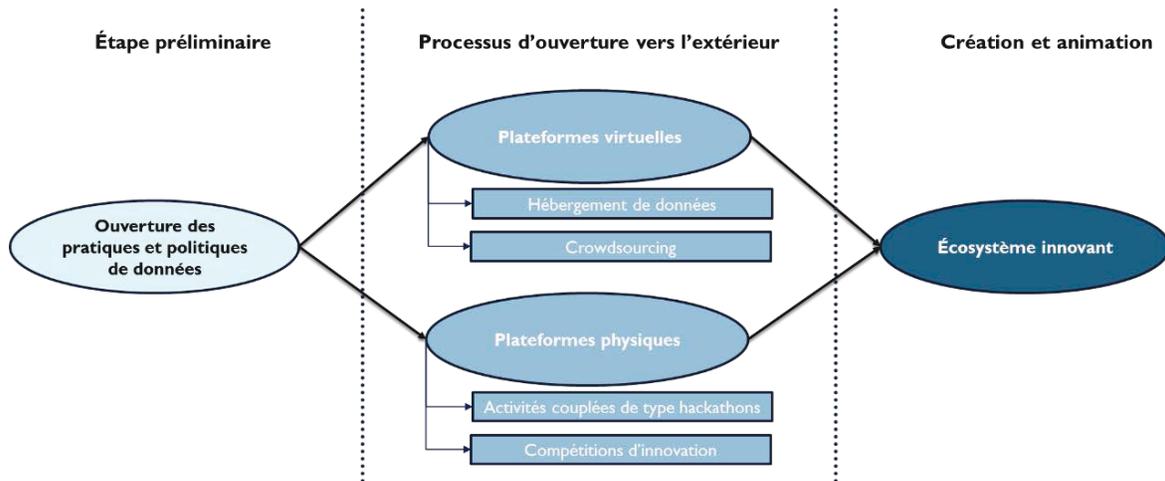


Figure 13: Processus de mise en place des pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale

Les prochaines lignes expliquent brièvement les différentes étapes du processus qui seront approfondies dans la section qui suit sur l'application de ce modèle à l'ASC. Le processus démarre toujours avec une étape préliminaire permettant d'ouvrir les pratiques d'approvisionnement ou d'ouvrir les données pour qu'elles soient disponibles à tous. Dans le cas de l'ouverture des pratiques, il s'agit d'améliorer la visibilité des besoins d'une agence spatiale ainsi qu'augmenter la concurrence sur les contrats publics. Pour ce qui est des données, il s'agit dans la plupart des cas de données d'observation de la Terre et de navigation, mais il peut également s'agir de l'ouverture de données non spatiales complétant les données satellitaires. La deuxième étape permet de soutenir l'étape préliminaire en offrant les outils pour stimuler l'usage, la portée et la transdisciplinarité des acteurs appelés à participer aux pratiques d'innovation ouverte de l'agence spatiale. On remarque ainsi que différents outils sont disponibles : les plateformes virtuelles et les plateformes physiques. Le premier type fait

référence à des plateformes collaboratives sur internet proposant une approche virtuelle de type crowdsourcing pour répondre à des enjeux et des problèmes sociétaux et/ou scientifiques. Ces plateformes virtuelles permettent également d'héberger les données et de les offrir à tous afin d'en stimuler l'usage. Le deuxième type de plateforme repose sur des événements physiques. Il peut tout d'abord s'agir de compétitions d'innovation sur une courte durée – entre quelques semaines et quelques mois – ce qui stimule les solutions commerciales à des enjeux donnés. En revanche, les participants, même s'ils peuvent provenir d'industries terrestres, proviennent dans la plupart des cas de milieux techniques. Le deuxième type de compétitions s'appuie sur des événements physiques de très courte durée – deux jours ou une semaine dans les cas étudiés – qui s'apparente aux pratiques d'activités couplées présentées dans la revue de la littérature. Ces pratiques d'innovation ouverte stimulent grandement la diversité et la créativité des idées soumises et permettent la participation d'acteurs d'autres domaines. En revanche, les solutions étant développées en 2 jours, les opportunités commerciales rapides sont rares suite à ce type d'événements. Dans le cas du hackathon européen durant une semaine faisant suite aux préhackathons, on remarque qu'il y a de la part de l'ESA un soutien à la commercialisation qui permet de concrétiser des concepts d'applications et de les amener sur le marché. Finalement, la troisième étape est en fait une implication des deux étapes antérieures. Des pratiques et des politiques de données ouvertes appuyées par les bons outils vont permettre de développer et de stimuler un écosystème innovant autour de l'agence spatiale. Dans un tel environnement, une agence spatiale peut gérer de façon plus intelligente ses pratiques d'innovation et les retombées des activités spatiales sur les activités terrestres et la société. En s'appuyant sur une multitude d'acteurs différents dans son écosystème, une agence spatiale moderne peut par ces pratiques ouvertes innover grâce à des sources externes afin de repenser en permanence ses façons de faire et les bénéfices qu'elle peut amener à la société.

PROCESSUS DE MISE EN PLACE DE PRATIQUES D'INNOVATION OUVERTE APPLIQUEE A L'ASC

Cette partie porte sur le processus de mise en place de pratiques d'innovation ouverte issu de notre analyse de cas multiple au sein de diverses agences spatiales. Nous allons donc approfondir les différentes étapes de ce processus, présenté auparavant dans la figure 13, en tentant de l'appliquer au cas de l'ASC. Il est tout d'abord important de souligner que la grande majorité de nos entrevues avec des acteurs canadiens (entreprises spatiales et ASC) ont montré que dans la plupart des cas, ils ignorent presque tout de l'innovation ouverte et de l'usage de telles pratiques en Europe et aux États-Unis.

Nous allons maintenant reprendre nos observations et analyses afin d'appliquer le cadre théorique de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au cas de l'ASC afin de répondre à notre question de recherche.

Ouverture des pratiques et des politiques de données

Notre analyse a montré que le processus d'ouverture démarre toujours par une ouverture des pratiques d'approvisionnement traditionnel qui permet d'augmenter le nombre de solutions au même appel d'offres. Cette ouverture permet ainsi de pallier au manque de concurrence et d'efficacité dans les contrats gouvernementaux (Calendrelli, 2013). La mise en place de pratiques d'innovation ouverte permettrait d'augmenter la valeur créée par l'octroi des contrats de l'ASC en allant chercher des acteurs non traditionnels, c'est-à-dire non liés à l'Espace. En effet, dans le cadre de politique d'approvisionnement classique, seuls les acteurs traditionnels issus du secteur spatial ont la possibilité de répondre aux appels d'offres. Par le biais de pratiques

d'approvisionnement plus ouvertes, l'ASC serait capable d'aller chercher de nouveaux types d'acteurs qui, auparavant, n'étaient pas capables de répondre aux appels d'offres traditionnels. La mise en place de pratiques d'innovation ouverte pourrait donc permettre à l'ASC d'aller chercher la participation et la contribution au développement de nouvelles applications spatiales de nouveaux types d'acteurs, de nouvelles technologies spatiales ou de nouveaux spin-off ou spin-in. De plus, ce type de pratique permet de contribuer à l'une des missions de l'ASC qui est d'inspirer les citoyens canadiens, en leur offrant l'occasion de participer aux activités spatiales canadiennes, et de démontrer l'utilité et les bénéfices des retombées de l'investissement public dans le spatial.

L'ensemble des cas analysés a également démontré l'importance de l'ouverture des politiques de données comme élément déclencheur du processus d'ouverture. L'utilisation de données de positionnement étant déjà ouverte grâce aux satellites de navigation américains (GPS) et prochainement européens (Galileo), l'ouverture des données d'observation de la Terre au Canada pourrait être le terreau fertile au développement de nouvelles applications des données spatiales, mais également de nouvelles technologies ou de spin-off de technologies spatiales existantes. Lors des entrevues avec les compagnies canadiennes recevant des contrats de l'ASC, l'intégralité des acteurs œuvrant dans le domaine du développement d'applications spatiales a souligné le fait que l'ouverture des données d'observation de la Terre au Canada permettrait de stimuler leur usage et le développement de nouvelles applications. En effet, la diminution des coûts des clichés d'observation de la Terre, principalement des données du programme canadien d'observation de la Terre RADARSAT, permettrait à ces compagnies de collaborer avec de nouveaux acteurs. En effet, l'ouverture des données permet d'aller chercher de nouveaux utilisateurs potentiels n'utilisant pas de données spatiales, ce qui permettrait de développer des communautés d'utilisateurs des données d'observation de la Terre canadienne. Pour le moment, hormis les utilisateurs gouvernementaux ayant accès à des crédits d'images et le marché privé – principalement des utilisateurs dans le domaine des mines, de l'énergie et de la sécurité

et l'armée – il n'existe pas vraiment de communautés d'utilisateurs pour les données canadiennes. Même s'il existe un marché privé où les acteurs sont prêts à payer cher l'accès à des données d'observation de la Terre de qualité au Canada, les différents cas étudiés ont démontré que de nombreux acteurs traditionnels et non traditionnels, notamment des acteurs d'industries terrestres, ont un intérêt majeur à avoir accès à de l'information provenant de données spatiales. Ainsi, l'ouverture des données permet de créer de la valeur à travers l'usage qui en est fait. La figure 14 illustre l'utilité liée à l'ouverture des données spatiales.

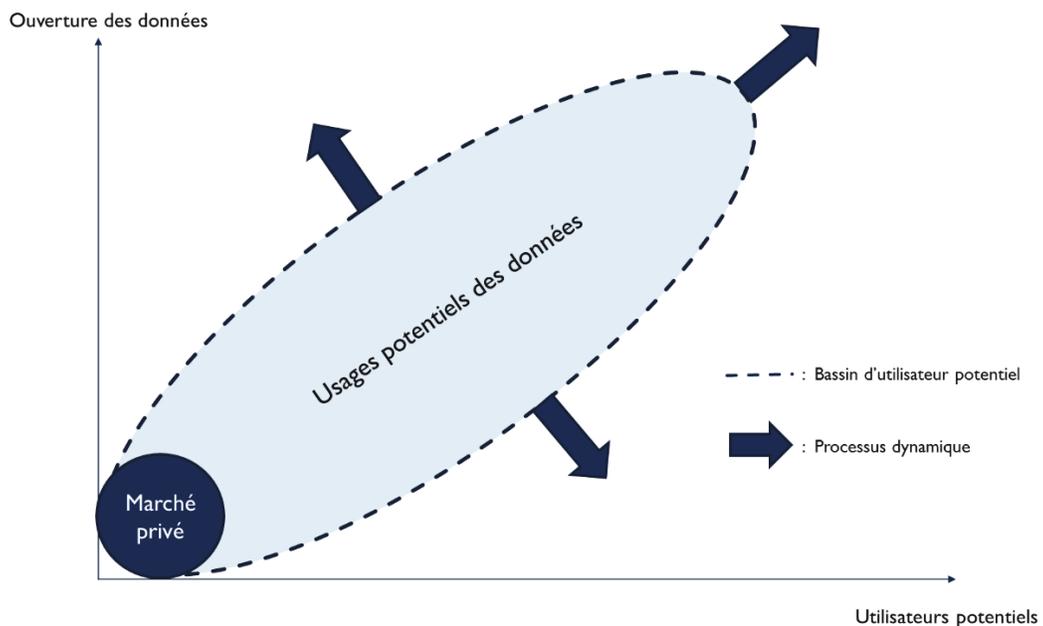


Figure 14: Les utilisateurs potentiels des données spatiales en fonction de leur ouverture

Une donnée spatiale en tant que telle n'a presque aucune valeur tant qu'elle n'a pas d'utilisateurs, et tant que celle-ci n'a pas été traitée. C'est l'utilisation qui en est faite qui va donner une valeur à cette donnée, et transformer celle-ci en information utile pour l'utilisateur final (Macauley, 2006). La figure 14 illustre le fait que l'ouverture permet le développement de nouvelles utilisations préalablement non prévues des données

spatiales. Cette ouverture pourrait ainsi permettre le développement de nombreuses applications spatiales au Canada, comme l'a d'ailleurs démontré l'étude des pratiques européennes et américaines. Les organisations, communautés ou individus au Canada ne connaissent souvent pas la richesse de l'information potentielle que revêtent les données spatiales, ou ils les considèrent comme un bien de luxe, compte tenu du prix prohibitif d'une donnée d'observation de la Terre. Ainsi, l'ouverture des données permet d'augmenter le bassin d'utilisateurs potentiels et donc la valeur de l'information spatiale. Il est évident que l'innovation ouverte n'implique pas forcément une ouverture totale et sans complexe de l'ensemble du modèle d'affaires d'une compagnie ou de son processus d'innovation. Il en va de même de la politique des données d'observation de la Terre de l'ASC. Une offre peut être segmentée pour répondre à la demande de différents types d'utilisateurs. En effet, il existe ici un marché niche où des compagnies sont capables de payer cher des images de très grandes qualités et très spécialisées. L'ouverture pour un large bassin d'utilisateurs, puisque des coûts sont associés au traitement d'une image d'observation de la Terre, implique une offre de produits de qualité moyenne, voire même basse. Ainsi, une compagnie peut toujours répondre au marché existant pour les clichés de très grande qualité avec une demande spécifique de lieux et de délais de réception de l'image satellitaire. De plus, il existe de grandes archives de données spatiales non utilisées qui pourraient répondre aux besoins de nombreux utilisateurs. Toutefois, au Canada, ces données appartiennent à l'entreprise privée MDA qui ne semble pas disposée à ouvrir ses archives gratuitement, même si l'entreposage de données spatiales est très coûteux puisqu'il s'agit de grande quantité de données.

De plus, comme dans le cas de l'initiative *Open NASA*, l'ASC a des obligations de transparence puisqu'elle est financée par les finances publiques. Dès lors, ces données appartenant à l'ASC devraient également être accessibles aux citoyens canadiens qui ont payé la facture pour le développement du satellite via des contrats traditionnels de l'ASC. Dès lors, l'ouverture des données est en lien direct avec la mission et les objectifs de l'ASC. On remarque également que les tendances à l'international sont à l'ouverture

des politiques de données afin d'en faire profiter tous les types d'acteurs (public, privé, individu, communauté... etc.). En effet, ce type d'ouverture permet d'en développer l'usage par les individus, les communautés et les agences fédérales, mais également de développer de potentielles opportunités commerciales pour l'industrie.

Processus d'ouverture vers l'extérieur

La deuxième étape du processus s'appuie sur la première puisqu'il s'agit de la mise en place d'outils appuyant l'ouverture des pratiques d'approvisionnement et des politiques de données d'une agence spatiale. La figure 15 détaille cette deuxième phase de la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale.

Processus d'ouverture vers l'extérieur

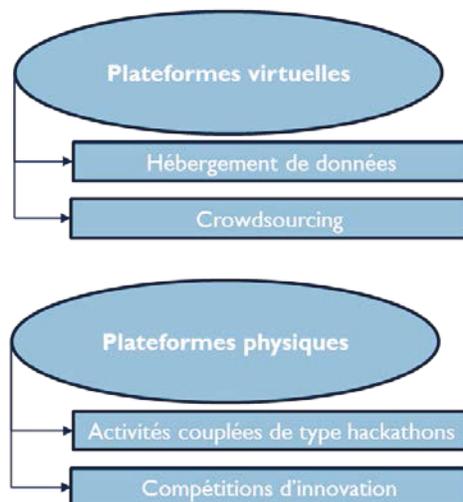


Figure 15: Deuxième étape du processus de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale : le processus d'ouverture vers l'extérieur

Les plateformes virtuelles

Commençons par analyser les plateformes virtuelles et ce qu'elles peuvent apporter à l'ASC. Les plateformes virtuelles permettent tout d'abord d'héberger un grand nombre de données spatiales afin d'être capable de les distribuer à un grand nombre d'utilisateurs potentiels. Ces plateformes sont donc essentielles à mettre en place afin de soutenir une politique d'ouverture de données qui, sans ce type d'outils, ne sert à rien. On remarque d'ailleurs que de plus en plus d'organisations mettent de l'avant l'importance de la complémentarité des différents types de données spatiales. Un grand nombre de compagnies œuvrant dans le secteur des applications d'observation de la Terre, rencontrées lors d'entrevues tentent désormais de fournir à leurs clients des solutions mêlant différents secteurs spatiaux (observation de la Terre, communications, navigation), mais également de plus en plus mêlant des données non spatiales (données au sol, maritime et aérien). La solution offerte est dès lors beaucoup plus riche pour le client et répond beaucoup mieux à ses besoins. De plus, l'espace permet souvent d'apporter une solution aux grands enjeux de notre société moderne à travers les données des satellites. Que ce soit des données d'observation de la Terre, de communication ou de navigation, leur richesse permet d'améliorer la gestion et l'appréhension de nombreux challenges, qu'ils soient sociétaux, environnementaux ou économiques. La figure 16 donne un aperçu de l'utilité du spatial dans la gestion de différents enjeux de nos sociétés.

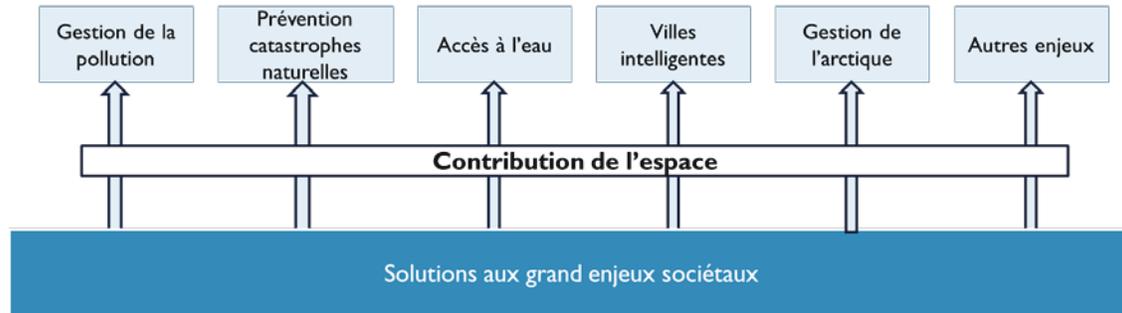


Figure 16: Contribution des données spatiales à la gestion des grands enjeux de société

Dans un tel contexte marqué par le souci de répondre à un enjeu global, l'Espace constitue une partie de la solution, mais une petite partie seulement (Williamson, Hertzfeld, Cordes et Logdson, 2002). Lorsque l'on parle d'autres solutions, il peut s'agir de l'usage complémentaire de différents types de données : maritimes, aériennes ou prises au sol. Dans la gestion d'enjeux complexes, c'est l'utilisation conjointe de ces différentes sources de données qui vont permettre de créer une solution de grande valeur ajoutée à travers la création d'une information de grande qualité et utile à l'utilisateur final. La plus du temps, sans le spatial cette valeur avoisine 0, mais on ne peut pas pour autant attribuer toute la valeur à l'Espace puisque sa valeur seule est beaucoup plus faible, voire même nulle (Macauley et Laxminarayan, 2010). Ainsi, même si la résolution de tels enjeux ne serait certainement pas possible sans le spatial, l'Espace ne peut pas résoudre seul ce type d'enjeux complexes. C'est d'ailleurs l'un des problèmes majeurs associés à la quantification des bénéfices sociétaux de l'Espace qui est présent dans presque tous les grands challenges dont nos sociétés font face, sans pour autant pouvoir être isolées des autres solutions afin d'être mesuré. Sachant cet élément, il faut dès lors s'intéresser à la complémentarité des données spatiales avec les autres types de données (aériennes, maritimes, terrestres), mais également aux collaborations entre ces différents domaines afin de maximiser la valeur de l'information créée, en répondant au mieux aux besoins des utilisateurs finaux de l'information.

Dans un tel contexte, le deuxième type de plateforme virtuelle se pose en un outil très utile pour encourager les collaborations sur de grands enjeux de sociétés. Ainsi, les plateformes virtuelles de type crowdsourcing permettent de mettre en place un outil facile à utiliser et à diffuser auprès de différents usagers et de différentes communautés. Une agence spatiale peut ainsi poster des challenges liés à des enjeux de société ou des problèmes techniques et scientifiques auxquels fait face l'agence. On a d'ailleurs vu dans nos différents cas que des collaborations peuvent être faites avec d'autres organismes, notamment fédéraux afin de partager les coûts de telles pratiques lorsqu'il y a des enjeux communs. De plus, ces organismes pourraient, comme dans le cas de l'initiative de la NASA *Climate.Data.gov*, fournir leurs propres données et leurs challenges ou problèmes sur une plateforme commune. Ainsi, l'ASC aurait intérêt à travailler parallèlement avec d'autres agences fédérales auxquels elle doit fournir de toute façon des crédits d'images. En effet, la mise en place de plateforme collaborative de crowdsourcing fournissant non seulement des données spatiales, mais également les données recueillies au sol, dans l'eau et dans le ciel par les autres agences fédérales permettrait de créer d'importantes synergies. En travaillant sur de grands enjeux de société, les plateformes virtuelles permettent également d'augmenter la visibilité et la portée du travail de l'ASC. De plus, de nombreux autres acteurs (individus, communautés, OBNL... etc.) pourraient ainsi collaborer avec le gouvernement pour gérer et tenter de résoudre de grands enjeux complexes auxquels doit faire face la société canadienne.

Finalement, ces plateformes semblent pouvoir jouer un rôle important dans la stimulation des spin-off mais également des spin-in du terrestre vers le spatial. En effet, les plateformes de crowdsourcing permettent d'aller chercher des acteurs issus d'autres domaines qui peuvent donc amener de nouvelles solutions techniques ou façons de faire pour faire face à des problèmes du spatial grâce à des technologies terrestres. Il est d'ailleurs important de souligner le fait que le bureau du transfert de la propriété

intellectuelle de l'ASC cherche à développer ou à participer à une plateforme virtuelle afin de promouvoir les brevets et technologies disponibles à l'interne pour de potentiels spin-off. La direction du GPITT a d'ailleurs démontré un très fort intérêt aux plateformes collaboratives de type crowdsourcing afin de faire le pont entre son expertise et ses brevets et les utilisateurs potentiels de la technologie. Si dans le cadre du développement de nouvelles applications issues de données spatiales, une plateforme virtuelle peut être nécessaire pour fournir l'information et les données requises, le cas d'une technologie ou d'un brevet requiert plus. En effet, dans le cas d'une technologie, afin de réfléchir et repenser son usage dans un autre contexte, pouvoir voir et utiliser cette technologie est essentiel. Afin de stimuler des spin-off, il semble donc important d'utiliser conjointement des plateformes physiques afin de pouvoir montrer et analyser un artéfact physique, c'est-à-dire la technologie en tant que telle ou un prototype sur lequel une équipe peut jouer. (Kelley, 2007). C'est pourquoi les deux types de plateformes présentées (virtuelle et physique) peuvent, et même doivent dans certains cas, être utilisées de façon conjointe afin de se compléter.

Les plateformes physiques

Au-delà des outils virtuels, notre analyse a mis à jour l'utilisation de plateformes physiques qui peuvent être employées par une agence spatiale de façon substitut ou complémentaire aux plateformes virtuelles. On dénote ainsi deux types de plateformes physiques : les événements de type hackathon et les concours d'innovation sur courte période.

Le premier type de plateforme physique s'utilise de façon conjointe à une plateforme virtuelle. Tout d'abord, c'est l'ouverture des données satellitaires qui permet l'organisation de concours ouverts ou autres hackathons afin de stimuler le développement de nouvelles applications spatiales, technologies spatiales ou spin-off. De plus, c'est en premier lieu sur une plateforme virtuelle que sont proposés les

différents défis ou challenges à relever lors d'un hackathon. Les plateformes virtuelles permettent également de diffuser l'information sur le hackathon et de faciliter les communications et collaborations entre les participants. Comme ce sont des concours de courte durée – deux jours dans tous les cas étudiés – ce type d'évènements est très efficace pour stimuler processus d'idéation, mais ils n'amènent presque jamais de solutions commercialisables très rapidement. De plus, comme cela a été souligné dans les enjeux inhérents au secteur spatial canadien, c'est souvent les spin-in qui permettent de stimuler l'innovation dans le secteur spatial. Dans un tel contexte, l'ASC devrait stimuler les fertilisations entre le secteur spatial et les industries terrestres, mais également entre les différents domaines spatiaux afin d'animer la communauté spatiale. Les pratiques d'innovation ouvertes pourraient justement permettre à l'agence canadienne de développer cette complémentarité entre différents secteurs et différents types d'acteurs afin de proposer des solutions créatives. Ainsi, les hackathons sont des pratiques d'innovation ouverte de type activités couplées permettant de faire interagir des acteurs traditionnels avec de nouveaux types d'acteurs développant ainsi un écosystème innovant – il s'agit de la troisième et dernière étape du processus qui sera expliqué plus loin – autour d'une agence spatiale sur lequel l'agence peut s'appuyer pour stimuler ses processus d'innovation. Ces concours d'innovation sur très courte période sont donc des évènements de participation de masse qui s'adresse à tout type d'audience et stimulent fortement le processus d'idéation d'une organisation (Space Foundation, 2014). Les interactions entre différentes communautés permettent de créer de véritables réservoirs d'idées et de connaissances pour une organisation (Cohendet et Simon, 2007). Si certaines idées vont éclore par le biais de nouvelles applications, de spin-off ou spin-in, les idées non utilisées pourront être conservées par l'ASC afin d'être utilisées dans de futures missions ou de futurs développements technologiques ou applications. Comme cela a pu être souligné auparavant dans les plateformes virtuelles, ce type de pratique est notamment très utile dans le processus d'idéation du développement de nouvelles technologies ou de nouveaux spin-off. En effet, un évènement physique permet de pouvoir montrer et jouer avec l'objet, ce qui

facilite le développement de nouvelles idées ou de nouveaux usages. Ce type d'évènement permet ainsi de réinventer une façon de faire ou une technologie existante pour l'utiliser dans un tout autre contexte (Kelley, 2007). Dans le cas de l'ASC, on pourrait penser à l'organisation de hackathons sur de nombreux thèmes propres à l'agence canadienne et des enjeux de la société canadienne : la télémédecine, la prospection des ressources et gestion durable de l'arctique, ou même la gestion intelligente du déneigement des villes ou des transports publics... etc. Par exemple, on pourrait également imaginer un hackathon sur le thème de la technologie de la nouvelle génération du Canadarm et ses usages potentiels sur Terre avec des acteurs provenant de nombreux domaines et industries différents. Les idées provenant d'un tel évènement pourraient être très intéressantes pour stimuler les spin-off d'une telle technologie. Finalement, les concours de type hackathon permettent de populariser l'usage des données spatiales et de technologies spatiales, et d'en développer le nombre potentiel d'utilisateurs et d'usages.

Le deuxième type de plateforme physique concerne des compétitions d'innovation à court terme également, mais sur une plus longue période, généralement entre quelques semaines et quelques mois. Ces compétitions sont moins ouvertes que les hackathons puisqu'il n'y a pas réellement de collaborations entre les différentes équipes. En effet, il s'agit de répondre à des opportunités commerciales où les équipes sont en compétition comme sur une politique d'approvisionnement traditionnelle puisqu'une seule équipe remportera la compétition et sera financée. Toutefois, le fait d'organiser une compétition autour de différents thèmes avec un seul vainqueur, mais plusieurs participants permet de stimuler l'envergure et la diversité des solutions proposées pour le même coût pour l'agence spatiale. En comparaison avec les compétitions de style hackathon, la participation requiert certaines ressources, notamment financières, puisque la compétition dure quelques semaines ou quelques mois. Dès lors, on remarque que les participants sont des acteurs beaucoup plus techniques que dans le cas des hackathons, ce qui nuit à la créativité des solutions proposées. Toutefois, si cette approche est moins créative qu'un hackathon, elle est néanmoins bien plus pragmatique.

Les solutions proposées sont beaucoup plus techniques et faisables, mais également beaucoup plus poussées que lors de compétitions de 2 jours. En effet, sur une période plus longue les participants répondent à une opportunité commerciale ou une opportunité de service public et sont évalués sur leur modèle d'affaires. Ce temps leur permet également souvent de développer un prototype avancé pour une technologie ou une version test dans le cas d'un logiciel ou d'une application. De plus, ce type de compétition appuie ses participants – au moins dans le cas de l'ENSC de l'ESA – par des experts et des mentors techniques dans le domaine de la compétition, mais également ayant une expertise dans la commercialisation, le développement de marché et l'entrepreneuriat. Les gagnants de la compétition européenne se voient d'ailleurs offrir une place dans un incubateur de l'ESA afin d'amener leur idée jusqu'au marché et stimuler l'entrepreneuriat dans le secteur spatial, ou au moins dans un domaine connexe. Ce souci de concrétiser une opportunité commerciale par une création d'une nouvelle compagnie, d'un nouveau produit ou d'un nouveau service permet de répondre aux besoins spécifiques de certaines industries et d'encourager les fertilisations technologiques entre le secteur spatial et terrestre. Ce type de pratique ouverte permet donc de stimuler les spin-in et spin-off des technologies spatiales, mais également le développement de nouvelles applications spatiales adaptées aux besoins de l'industrie terrestre et/ou aux challenges sociétaux (Space Foundation, 2014). En effet, on remarque d'ailleurs que la compétition ENSC est rattachée au bureau des transferts de technologie de l'ESA qui est en charge des spin-off et spin-in du secteur spatial européen. Ainsi, cette pratique d'innovation ouverte permet de stimuler les spin-off et les nouvelles applications des données spatiales à l'extérieur du traditionnel bureau des transferts de technologie (Space Foundation, 2014).

Animation et développement de l'écosystème de l'ASC

Finalement, les deux premières étapes du processus permettent la mise en place de la troisième étape qui est la création, l'animation et le développement de l'écosystème de l'agence spatiale. Les acteurs traditionnels du secteur spatial sont très techniques, ce sont des ingénieurs ou scientifiques de pointe dans leur domaine très spécialisé. De plus, ces acteurs techniques qui travaillent au sein d'une agence spatiale n'ont pas le temps ou l'expertise pour imaginer et développer des applications terrestres pour leurs découvertes. Ainsi, une innovation radicale dans le domaine de la science ou de la R&D pourrait passer totalement inaperçue, car le brevet ou la découverte demeure sur une étagère poussiéreuse au sein de l'agence spatiale (Space Foundation, 2014).

Une politique d'innovation ouverte permettrait donc à l'ASC d'avoir un accès à plus grande audience, notamment grâce aux types de compétitions mises en place lors de la deuxième étape du processus. En effet, les pratiques d'innovation ouverte permettraient d'attirer de nouveaux talents dans l'écosystème de l'ASC sur lesquels l'agence peut s'appuyer pour créer et innover.

En premier lieu, les pratiques d'innovation ouverte permettent de stimuler les collaborations au sein de la communauté spatiale existante. Effectivement, en étant l'un des buts de la nouvelle politique spatiale canadienne (ASC, 2014), l'animation de la communauté spatiale peut se faire par la mise en place de pratiques d'innovation ouverte. L'ASC, à travers la mise en place de pratiques plus ouvertes, pourrait développer un modèle en triple hélice, c'est-à-dire un modèle de collaboration et de cocréation entre les acteurs traditionnels du secteur spatial dans le domaine universitaire, public et privé. Ce modèle permettrait de créer un noyau ou un hub d'organisations œuvrant traditionnellement dans le secteur spatial qui pourrait fortement collaborer et jouir des innovations provenant de l'écosystème de l'ASC.

Nos études de cas ont montré que les pratiques d'innovation ouverte permettent d'aller chercher, au-delà des acteurs traditionnels du secteur spatial, des acteurs non traditionnels techniques issus d'autres domaines ayant un intérêt à collaborer avec le spatial sur des enjeux similaires. Ces acteurs permettent des spin-in de connaissances, technologies ou façons de faire d'autres domaines pour résoudre des problèmes du secteur spatial. On a également pu voir que certaines pratiques d'innovation ouverte, comme les hackathons par exemple, permettent d'aller chercher des acteurs non traditionnels de type créatifs. Ces acteurs-là n'ont pas réellement d'attributs techniques sur les usages, problématiques ou autres enjeux, mais ils sont intéressés et motivés à participer et à partager. C'est d'ailleurs très souvent de ce type d'acteurs que l'étincelle provient lorsque des idées très créatives sont proposées pour faire face à un enjeu/challenge ou pour créer une nouvelle opportunité commerciale. Finalement, certaines de ces compétitions ouvertes permettent de faire intervenir ou même de développer des acteurs non traditionnels de type plus pragmatique, c'est-à-dire enclin à voir et résoudre une opportunité commerciale. Ces acteurs sont très utiles puisqu'ils permettent d'appuyer les acteurs techniques et créatifs en développant une solution faisable sur tous les points de vue : technique, financier, légal... etc. Ce sont ces derniers qui permettent de développer un plan d'affaire viable et donc de stimuler la commercialisation et l'entrepreneuriat.

La collaboration des acteurs techniques, créatifs et pragmatiques permettrait ainsi de créer un écosystème innovant sur lequel l'ASC pourrait s'appuyer pour innover et cocréer de la valeur, qu'elle soit économique, sociétale ou environnementale. Les pratiques d'innovation ouverte étant dans les cas étudiés tous en expansion, l'écosystème innovant créé s'apparenterait au concept d'écosystème dynamique d'Innsbruck et Levien (2004). La mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'ASC permettrait de développer un écosystème en expansion, attirant de plus en plus de talents en gravitation autour de l'agence canadienne. De plus, ces pratiques permettent de se rapprocher des utilisateurs finaux ou des clients potentiels afin de répondre au mieux à leurs besoins. Ainsi, en s'appuyant sur un écosystème innovant,

d'organisations, dont les interactions et collaborations sont beaucoup plus nombreuses et profondes, qui jouent un rôle central dans le développement et la gestion de cet écosystème (Iansiti et Levien, 2004). Dans un tel contexte, il s'agit de la communauté spatiale qui jouerait ce rôle de hub, mélangeant les acteurs gouvernementaux, universitaires et privés, dans lequel l'ASC se pose en chef d'orchestre. Les pratiques d'innovation ouverte de l'ASC permettraient de faire graviter les acteurs non traditionnels autour de ce hub et ainsi contribuer à la cocréation de valeur entre tous ces acteurs. Dans un tel contexte, la santé et l'efficacité de l'organisation au cœur du hub, dans notre cas l'ASC, dépendent de la santé des autres organisations dans le hub central, mais également des acteurs composant l'écosystème (Le Pellec-Dairon, 2013). On est réellement ici dans un contexte où la localisation de l'innovation s'est déplacée de l'unité de la firme au réseau qui innove et crée de la valeur (économique, sociale et/ou environnementale) pour l'ensemble des acteurs composant l'écosystème. Dans un tel contexte, les progrès réalisés par chacun des acteurs contribuent à l'ensemble de l'écosystème, ce qui stimule les collaborations entre tous les types d'acteurs et permet de créer plus de valeur pour la société canadienne que dans un contexte fermé.

Conclusion

Le but de ce mémoire était d'étudier l'utilité des pratiques d'innovation ouverte dans le cadre des activités d'une agence spatiale moderne. Après avoir discuté des différentes notions reliées au concept d'innovation ouverte dans notre revue de la littérature, des trous dans la littérature sur notre sujet ont été mis à jour. Tout d'abord, les pratiques d'innovation ouverte au sein des agences spatiales sont très peu étudiées, même si on voit en ce moment un regain d'intérêt pour le concept d'innovation ouverte dans le milieu académique spatial. De plus, notre recherche n'a permis d'identifier de modèle existant d'applications et de mises en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une organisation. Notre sujet de recherche étant un domaine peu étudié, une approche constructiviste de type étude de cas permet de mieux cerner le problème étudié (Ghauri, 2005). Nous avons ainsi fait le choix d'une étude de cas multiple afin de comparer les pratiques d'innovation ouverte mises en place aux États-Unis et en Europe. À travers l'analyse des pratiques de la NASA et de l'ESA, nous avons tenté de comparer les bénéfices et les inconvénients qu'apportent des pratiques ouvertes vis-à-vis de pratiques fermées au sein de ces agences spatiales. Les résultats montrent que même si les pratiques d'innovation ouverte amènent d'importants bénéfices, notamment sur le plan du processus d'idéation, de la créativité, de l'accès à de nouveaux talents et de la diminution des coûts, une agence spatiale moderne doit trouver un équilibre entre les activités qu'elle gagne à ouvrir et celles qui doivent rester fermées. Même si les pratiques d'innovation ouverte américaines et européennes n'ont pas les mêmes origines ni les mêmes buts pour leur agence spatiale respective, nous avons pu développer un modèle commun de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne en trois étapes distinctes. La première étape se base sur l'ouverture des pratiques d'approvisionnement de l'agence spatiale ainsi que l'ouverture des données spatiales disponibles. La deuxième étape s'appuie sur le développement de plateformes virtuelles ou physiques afin d'offrir les outils permettant l'usage et le succès de la première phase. Cette phase permet notamment

d'augmenter la visibilité des activités de l'agence, ce qui stimule la participation et l'inclusion d'acteurs externes dans l'offre de valeur d'une agence, qu'il s'agisse de valeur économique, sociétale ou environnementale. Finalement, la troisième étape est le résultat des deux autres phases qui permet de développer et de stimuler un écosystème innovant autour de l'agence spatiale. L'aboutissement de ce processus amène à repenser le rôle d'une agence spatiale moderne qui se poserait comme orchestrateur d'un écosystème innovant. En effet, la mise en place de pratiques d'innovation ouverte permet d'animer la communauté spatiale déjà existante et d'y stimuler les collaborations en créant un hub d'organisations spatiales au cœur de l'écosystème de l'agence spatiale. L'innovation ouverte permet également d'aller chercher une multitude de nouveaux acteurs techniques, pragmatiques et créatifs. Dans un tel contexte, une agence spatiale moderne peut, par un bon équilibre entre des pratiques ouvertes et fermées, innover grâce à des sources externes afin de repenser en permanence ses façons de faire et les bénéfices qu'elle peut amener à la société. La dernière partie de notre analyse a tenté d'appliquer notre modèle théorique au cas de l'ASC afin d'en étudier la faisabilité et des bénéfices que des pratiques d'innovation ouverte permettraient d'amener à l'agence canadienne. La mise en place de telles pratiques semble pouvoir bénéficier grandement à l'ASC qui doit à l'heure actuelle faire face à d'importants enjeux. Ce type de pratique pourrait permettre à l'ASC de repenser son rôle au cœur du secteur spatial canadien, mais également en développant des liens avec les industries terrestres et la société canadienne dans son ensemble (individus, communautés, OBNL, agences fédérales, centres de recherche, universités, entreprises... etc.). Finalement, la mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein de l'ASC permettrait de contribuer à l'atteinte de nombreux objectifs de la nouvelle politique spatiale canadienne.

Les résultats de notre recherche doivent toutefois faire face à certaines limites. Il y a tout d'abord les limites inhérentes à la démarche utilisée qui est liée à l'interprétation de l'auteur. Nous avons fait tout notre possible pour calibrer nos analyses grâce à une triangulation des données (données primaires, données secondaires, avis d'experts),

mais on ne peut affirmer avec certitude qu'il n'y ait aucun biais d'interprétation dans notre analyse.

Pour des raisons de faisabilité, l'envergure de la recherche n'a permis d'étudier que 2 pratiques pour chacune des 2 agences étudiées alors qu'il existe au sein de la NASA comme de l'ESA bien plus de pratiques d'innovation ouverte. Cette limite ouvre ainsi des portes intéressantes pour de futures études sur le même sujet. De plus, nous ne nous sommes intéressés qu'aux pratiques d'innovation ouverte basées sur des concours d'innovation sur courte durée, c'est-à-dire sur une période inférieure à 3 mois. Ainsi, les pratiques d'innovation de type concours à long terme, comme par exemple la fameuse compétition créée par la fondation X-Prize et la compagnie américaine Google le *Google Lunar X-Prize*, n'ont pas pu être étudiées ici pour des raisons d'envergure et de faisabilité des recherches liées à un mémoire. En revanche, il pourrait être intéressant de reproduire le même travail dans le cadre des pratiques d'innovation ouverte basées sur des concours d'innovation à long terme pour de futures recherches. Finalement, il pourrait également être intéressant de reproduire le même type de recherche dans d'autres agences spatiales. En effet, même s'il peut paraître compréhensible et logique d'étudier les pratiques des 2 agences spatiales les plus importantes à l'échelle planétaire en termes de budget, reproduire la même étude dans des pays « non occidentaux » comme l'Inde, la Chine, la Russie ou le Brésil pourrait également être très intéressant.

Bibliographie

ARTICLE DE REVUE ET LIVRES

- Adner, R. (2006). *Match your innovation strategy to your innovation ecosystem*. Harvard Business Review. Vol. 84, No. 4, p. 98-107
- Allen, R. C. (1983). *Collective Invention*. Journal of Economic Behavior and Organization. Vol. 4, No.1, p. 1-24.
- Amesse, F. et Cohendet, P. (2001). *Technology transfer revisited from the perspective of the knowledge-based economy*. Research Policy. Vol.30, No.9, p. 1459-1478.
- Arora, A., Fosfuri, A et Gambardella, A. (2001). *Markets for technology and their implications for corporate strategy*. Industrial and Corporate Change. Vol. 10, No. 2, p. 419-451.
- Baron, S. (1990). *Overcoming the Barriers to Technology Transfer*. Research Technology Management. Vol. 33, No. 1, p. 38-43.
- Beccerra-Fernandez, I., Taylor, A., Buckingham, G., Kinney, F., Brown, D. et Entessari, A. (2000). *The NASA/Florida Minority Institution Entrepreneurial Partnership: An Infrastructure to Enable Technology Transfer to Small Business*. Journal of Technology Transfer. Vol 25, No. 2, p. 193-203.
- Brynjolfsson, E. et McAfee, A. (2012). *Winning the race with ever-smarter machines*. MIT Sloan Management Review. Vol. 53, No. 2, p 53-60.
- Caddey, D. (2001). *Radarsat-2: A cautionary tale*. Aerospace America.
- Caragliu, A., Del Bo, C. et Nijkamp, P. (2011). *Smart Cities in Europe*. Journal of Urban Technology. Vol. 18, No. 2, p. 65-82.
- Carr, R.K. (1992). *Menu of Best Practices in Technology Transfer*. Journal of Technology Transfer. Vol. 17, No. 2, p. 24-33.

- Chanal, V. Akselsen, S., Blanco, S., Caron-Fasan M.L., Cartoux, B. et al. (2011). Rethinking business models for innovation lessons from entrepreneurial projects. *Valérie Chanal, Paris, France.*⁶³
- Chesbrough, H. (2003a). *Open Innovation: the new imperative for creating and profiting from technology.* Harvard Business Press, Cambridge, États-Unis
- Chesbrough, H. (2003b). *The era of Open Innovation.* MIT Sloan Management Review. Vol. 44, No. 3, p. 35-41
- Chesbrough, H. (2006). *Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape.* Harvard Business School Press, Cambridge, États-Unis.
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W. et West, J. (2006). *Open Innovation: Researching a New Paradigm.* Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni. p. 1-34.
- Chesbrough, H (2010). *Business Model Innovation: Opportunities and Barriers.* Long Range Planning. Vol. 43, No. 3, p. 354-363.
- Chesbrough, H, Vanhaverbeke, W. et West, J. (2014). New Frontiers in Open Innovation. *Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.*
- Cohen, W.M. et Levinthal, D.A. (1990). *Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation.* Administrative Science Quarterly. Vol. 35, No. 1, p. 128-152.
- Cohendet, P. et Simon, L. (2007). Playing across the Playground: Paradoxes of Knowledge Creation in the Video-Game Firm. *Journal of Organizational Behavior.*
- Cohendet, P, Farcot, M. et Pénin, J. (2006). *Entre incitation et coordination: Repenser le rôle du brevet d'invention dans une économie fondée sur la connaissance.* Management International. Vol. 10, p. 65-84.

⁶³ Disponible sur internet au lien suivant : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00566298v2/document>

<http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/58/35/95/PDF/RethinkBusinessModelsforInnovationV2.pdf>

- D'Amboise, G. (1996). Le projet de recherche en administration : Un guide général à sa préparation. *Faculté des sciences de l'Administration de l'Université Laval, Québec*, p. 122.
- Eisenhardt, K.M. et Graebner, M. (2007). *Theory building from cases: opportunities and challenges*. *Academy of Management Journal*. Vol. 50, No. 1, p. 25-32.
- Enkel, E., Gassmann, O. et Chesbrough, H. (2009). *Open R&D and open innovation: Exploring the phenomenon*. *R&D Management*. Vol. 39, No. 4, p. 311-316.
- Erkal, N. (2005). *The decision to patent, cumulative innovation, and optimal policy*. *International Journal of Industrial Organization*. Vol. 23, No. 7-8, p.535-562.
- Freeman, R.E. (1984). *Strategic Management: A stakeholder approach*. Pitman, Boston, États-Unis.
- Gassmann, O. et Enkel, E. (2004). *Towards a theory of open innovation: three core process archetypes*. Conférence Proceedings of the R&D Management, du 6 au 9 juillet 2004 à Lisbonne, Portugal.
- Gassmann, O. et Enkel, E. (2008). *Driving Open Innovation in the Front End. The IMB Case*. Working paper, University of St. Gallen et Zeppelin University.
- Gawer, A. (2009). *Platforms, markets and innovation*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, Royaume-Uni.
- Ghauri, P. (2005). *Designing and Conducting Case Studies in International Business Research* dans: Marschan-Piekkari, R. *Handbook of Qualitative Research Methods for International Business*, Edward Elgar Pub., Cheltenham, Royaume-Uni. p. 109-124.
- Goehlich, R.A., Blanksby, C., Goh, G.M., Hatano, Y., Pecnik, B. et Wong, J. (2005). *Space spin-off: Making them known, improving their use*. *Space Policy*. Vol. 21, p. 307-312.

- Grawitz, M. (2001). *Les techniques de rapports individuels. 2e Édition*. Méthodes des sciences sociales, Paris. p. 643-711.
- Greiner, M.A. et Franza R.M. (2003). *Barriers and Bridges for Successful Environmental Technology Transfer*. Journal of Technology Transfer. Vol. 28, No. 2, p. 167-177.
- Guilfoos, S.J. (1989). *Bashing the Technology Insertion Barriers*. Air Force Journal of Logistics. Vol. 13, No. 1, p. 27-32.
- Hamel, G. et Prahalad, C.K. (1990). *The Core Competence of the Corporation*. Harvard Business Review. Vol. 68, No. 3, p. 79-93.
- Hamel, G. (1991). *Competition for Determinant and Inter Partner Learning within International Strategic Alliances*. Strategic Management Journal. Vol. 12, No. Spécial, p. 83-103.
- Harrigan, K.R. (1986). *Managing for Joint Venture Success*. Lexington Books, Lanham, États-Unis.
- Hertel, G., Niedner, S. et Herrmann, S. (2003). *Motivation of software developers in Open Source projects: an Internet-based survey of contributors to the Linux kernel*. Research Policy. Vol. 32, No. 7, p. 1159-1177.
- Hess, S. et Siegwart, R. Y. (2012). *R&D Venture: proposition of a technology transfer concept for breakthrough technologies with R&D cooperation: A case study in the energy sector*. Journal of Technology Transfer. Vol. 38, No. 2 p. 153-179.
- Iansiti, M. et Levien, R. (2004). *The keystone advantage*. Harvard Business School Publishing Corporation, Boston, États-Unis.
- Inauen, M. et Schenker-Wicki, A. (2011). *The impact of outside-in open innovation on innovation performance*. European Journal of Innovation Management. Vol. 14, No. 4, p. 496-520.
- Inkpen, A.C. (1996). *Creating knowledge through collaboration*. California Management Review. Vol. 39, No. 1, p. 123-140.

- Inkpen, A.C. et Dinur, A. (1998). *Knowledge Management Processes and International Joint Ventures*. Organization Science. Vol. 9, No. 4, p. 454-468.
- Inkpen, A.C. (2000). *Learning through Joint Ventures: A Framework of Knowledge Acquisition*. Journal of Management Studies. Vol. 37, No. 7, p. 1019-1043.
- ISU⁶⁴ (1998). *Bridging space and society with technology transfer*. Space Policy. Vol. 14, p. 49-60.
- Katz, R. et Allen, T.J. (1982). *Investigating the Not Invented Here (NIH) syndrome. A look at the performance, tenure and communication patterns of 50 R and D project groups*. R&D Management. Vol. 12, No. 1, p. 7-19.
- Kelley, T. (2007). *The art of innovation: lessons in creativity from IDEO, America's leading design firm*. Random House LLC, New-York, États-Unis.
- Kingsley, G., Bozeman B. et Coker, K. (1996). *Technology Transfer and Absorption: An 'R&D Value-Mapping' Approach to Evaluation*. Research Policy. Vol. 25, No. 6, p. 967-995.
- Kline, S.J. et Rosenberg, N. (1986). *An Overview of Innovation dans: The positive Sum Strategy – Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press. p. 275-305.
- Koestler, A. (1964). *The act of Creation*. Penguin Books, New York, États-Unis.
- Kogut, B. (2000). *The network as knowledge: Generative rules and the emergence of structure*. Strategic Management Journal. Vol. 21, No. 3, p. 405-425.
- Lakhani, K.R. et von Hippel, E. (2003). *How open source software works. "Free" user-to-user assistance*. Research Policy. Vol. 32, No. 6, p. 923-943.
- Lambe, C.J. et Spekman, R.E. (1997). *Alliances, external technology acquisition, and discontinuous technological change*. Journal of Product Innovation Management. Vol. 14, No. 2, p. 120-116.

⁶⁴ International Space University, Rapport de l'équipe de design de Transfert de Technologie, session d'été de 1997.

- Laursen, K. et Salter, A. (2006). *Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms*. Strategic Management Journal. Vol. 27, No. 2, p. 131-150.
- Lionnet, P. et Stella, A. (2011). *Space-based Technologies and Commercialized Development: Economic Implications and Benefits*. ICI Global. p. 94.
- Macauley, M.K. (2006). *The value of climate information: Measuring the contribution of space-derived earth science data to resource management*. Space Policy. Vol. 22, p. 274-282.
- Macauley, M.K. et Laxminarayan, R. (2010). *The value of information: 'Methodological Frontiers and New Applications for Realizing Social Benefit' workshop*. Space Policy. Vol. 26, p. 249-251.
- Martins, E.C. et Terblanche, F. (2003). *Building organisational culture that stimulates creativity and innovation*. European Journal of Innovation Management. Vol. 6, No. 1, p. 64-74.
- Maxwell, J.A. (1996). *Qualitative Research Design, an Interactive Approach*. SAGE Publications, Applied Social Research Methods Series. Vol. 41, p. 153.
- Moore, J.F. (1993). *Predators and prey: a new ecology of competition*. Harvard Business Review. Vol. 71, No. 3, p. 75-86.
- Mowery, D.C. (1998). *Collaborative R&D: How Effective Is It?* Issues in Science and Technology. Vol. 15, No. 1, p. 37-44.
- Narula, R. et Hagedoorn, J. (1999). *Innovating through strategic alliances: Moving towards international partnerships and contractual agreements*. Technovation. Vol. 19, No. 5, p. 283-294.
- Nelson, R.R., Winter, S.G. et Schuette, H.L. (1976). *Technical Change in an evolutionary model*. The Quarterly Journal of Economics. Vol. 90, No. 1, p. 90-118.
- Nelson, R.R. et Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap, Cambridge, États-Unis.

- Nieto, M.J. et Santamaria, L. (2007). *The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation*. Technovation. Vol. 27, No. 6, p. 367-377.
- Nobeoka, K., Dyer, J. et Madhok, A. (2002). *The Influence of Customer Scope on Supplier Learning and Performance in the Japanese Automobile Industry*. Journal of International Business Studies. Vol. 33, No. 4, p. 717-736.
- Noel, A. (2011), *La conduite d'une recherche : Mémoires d'un directeur*. JFD Inc.
- Osman-Gani, A.A.M. (1999). *International Technology Transfer for Competitive Advantage: A Conceptual Analysis of the Role of HRD*. Competitiveness Review. Vol. 9, No. 1, p. 9-18.
- Osterwalder, A. et Pigneur, Y. (2009). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons, Hoboken, États-Unis.
- Parida, V., Westerberg, M. et Frishammar, J. (2012). *Inbound Open Innovation Activities in High-Tech SMEs: The Impact on Innovation Performance*. Journal of Small Business Management. Vol. 50, No. 2, p. 283-309.
- Peck, M.J. (1986). *Joint R&D: The case of microelectronics and computer Technology Corporation*. Research Policy. Vol. 15, No. 5, p. 219-231.
- Petroni, G., Venturini, K. et Santini, S. (2010). *Space technology transfer policies: Learning from scientific satellite case studies*. Space Policy. Vol. 26, No. 1, p. 39-52.
- Ragatz, G.L., Handfield, R.B. et Scannell, T.V. (1997). *Success factors for integrating suppliers into new product development*. Journal of Product Innovation Management. Vol. 14, No. 3, p. 190-202.
- Rouach, D. (1996). *De la cession de technologie au management du transfert de l'innovation (entretien avec Pascal-Marie Deschamps)*. Expansion Management Review. p. 115-119.

- Rowlinson, M. (2004). *Historical Analysis of Company Documents* dans: Cassel, C. et Symon, G. *Essential Guide to Qualitative Methods in Organizational Research*, SAGE Publications, Londres, Royaume-Uni. p. 301-311.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*. Harvard University Press, Cambridge, États-Unis.
- Schumpeter, J. (1911). *Théorie de l'évolution économique, recherche sur le profit, le credit, l'intérêt et le cycle de la conjecture*. Les Classiques de Sciences Sociales. (traduction française, 1935).
- Schumpeter, J. (1913). *Business Cycles, a Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Les Classiques de Sciences Sociales.
- Smilor, R.W. et Gibson, D.V. (1991). *Technology Transfer in Multi-Organizational Environments: The Case of R&D Consortia*. IEEE Transactions on Engineering Management. Vol. 38, No. 1, p. 3-13.
- Spann, M.S., Adams, M. et Souder, W.E. (1993). *Improving Federal Technology Commercialization: Some Recommendations from a Field Study*. Journal of Technology Transfer. Vol. 18, No. 3, p. 63-74.
- Vanhaverbeke, W. (2013). *Rethinking Open Innovation Beyond the Innovation Funnel*. Technology Innovation Management Review. p. 6-10.
- Venturini, K., Verbano, C. et Matsumoto, M. (2013). *Space technology transfer policies: Spin-off cases from Japan*. Space Policy. Vol. 29, No. 1, p. 49-57.
- Veugelers, M. (1997). *Internal R&D expenditures and external technology sourcing*. Research Policy. Vol. 26, No. 3, p. 303-315.
- Von Hippel, E. (1978). *A customer-active paradigm for industrial product idea generation*. Research Policy. Vol. 7, No. 3, p. 240-266.
- Von Hippel, E. et von Krogh, G. (2003). *Open source software and the "private – collective" innovation model: Issues for organization science*. Organization Science. Vol. 14, No. 2, p. 209-223.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. MIT Press, Cambridge, États-Unis.

- Wahab, S.A., Rose, R.C. et Osman, S.I.W. (2012). *The Theoretical Perspectives Underlying Technology Transfer: A Literature Review*. International Journal of Business and Management. Vol. 7, No. 2, p. 277-288.
- Walley, K. (2007). *Coopetition: An Introduction to the Subject and an Agenda for Research*. International Studies of Management Organizational. Vol. 37, No. 2, p. 11-31.
- Wallin, M.W. et von Krogh, G.V. (2010). Organizing for Open Innovation: Focus on the Integration of Knowledge. *Organizational Dynamics*. Vol. 39, No. 2, p. 145-154.
- Wei, L. (1995). *International Technology Transfer and Development of Technological Capabilities: A Theoretical Framework*. Technology Society. Vol. 17, No. 1, p. 103-120.
- West, J. et Bogers, M. (2014). *Leveraging External Sources of Innovation: A Review of Research on Open Innovation*. Journal of Product Innovation Management. Vol. 31, No. 4.
- Williamson, R.A, Hertzfeld, H.R., Cordes, J. et Logdson, J.M. (2002). *The socioeconomic benefit of Earth Science and Applications Research: Reducing the Risks and Costs of Natural Disasters in the USA*. Space Policy. Vol. 18, p. 57-65.
- Yin, R. K. (2003). *Analyzing Case Study Evidence* dans: *Case Study Research: Design and Methods, 3rd Edition*. Sage, Londres, Royaume-Uni. p. 109-140.
- Yin, R.K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods, 4th Edition*. Sage, Londres, Royaume-Uni.
- Zott, C., Amit, R. et Massa, L. (2011). *The Business Model: Recent Developments and Future Research*. Journal of Management. Vol. 37, No. 4 p. 1019-1042.

RAPPORTS

- Aerospace Review (2012). *Reaching Higher: Canada's Interests and Future in Space*. Aerospace Review.
- ArcticNet (2013). *Rapport Annuel 11-13*. ArcticNet, Université Laval, Québec, Canada.
- ASC (2013). *State of the Canadian Space Sector*. ASC, St Hubert, Québec, Canada.
- ASC (2014). *Cadre de politique spatiale du Canada. L'Envol de la prochaine génération*. ASC, St Hubert, Québec, Canada.
- BETA/CETAI, 1989. *Indirect Economic Effects of ESA Contracts on the Canadian Economy*. Final Report, France.
- Council of Canadian Academies (2013). *Innovation Impacts: Measurement and Assessment. The Expert Panel on the Socio-economic Impacts of Innovation Investments*.
- Hof, B., Koopmans, C., Lieshout, R. et Wokke, F., 2012. *Design of a Methodology to Evaluate the Direct and Indirect Economic and Social Benefits of Public Investments in Space*. Report commissioned by ESA. SEO Economisch Onderzoek.
- ENSC (2014). *The results 2014. Get your business off the ground*. ENSC, Germany.
- ESPI (2010). *Key enabling Technologies and Open Innovation*. No. 24.
- ISU (2014). *Open innovation in space. Powering a new era*. International Space University, Strasbourg, France.
- NASA (2013). *International Space Apps Challenge 2013 Mission Report*.
- NASA (2014). *Open Government Plan 3.0*.
- OCDE (2011). *The Space Economy at a Glance*.
- OCDE (2012). *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*.
- OCDE (2014). *The Space Economy at a Glance*.
- Simmonds, P., Clark, J., Knee, P., Stermsek, M., Horvath, A. and Javorka, Z., 2012. *Design of a Methodology to Evaluate the Direct and Indirect Economic and Social*

- Benefits of Public Investments in Space*. Report commissioned by ESA. Technopolis Group.
- Space Foundation (2013). *The Space Report. 3rd Edition*.
 - Space Foundation (2014). *The Space Report*.
 - Space IGS (2014). *Space Innovation Growth Strategy 2014-2030. Space Growth Action Plan*. UKSA, Londres, Royaume-Uni.

MEMOIRES ET THESES CONSULTES

- Guinet, F. (2011). *Vers une compréhension des processus d'innovation et une mesure des bénéfices publics du programme d'exploration spatiale de l'Agence spatiale canadienne*. Projet supervisé par Patrick Cohendet. HEC Montréal.
- Jacob, C. (2009). *Le partenariat Bavière-Québec : un exemple de diplomatie triangulaire des affaires*. Mémoire sous la direction d'Alain Noel. HEC Montréal.
- Le Pellec-Dairon, M. (2013). *Stratégies d'évaluation et de pilotage de la valeur des projets innovants. Le cas de la valeur environnementale des programmes spatiaux*. Thèse sous la direction de Christophe Midler et Sylvain Lenfle. École Polytechnique ParisTech et CNES.
- Plourde, Y. (2007). *Le comportement stratégique d'Alcan et d'Alcoa de 1928 à 2007 : une étude de cas comparative*. Mémoire sous la direction d'Alain Noel. HEC Montréal.
- Sarrailh, J. (2010). *Processus d'internationalisation des firmes créatives*. Mémoire sous la direction d'Alain Noel. HEC Montréal.
- Simon, Y. (2000). *Stratégie de diversification des entreprises militaires*. Mémoire sous la direction de Fernand Amesse et Patrick Cohendet. HEC Montréal.

- Smaling, N.S.W. (2012). *Open Innovation in the Dutch Space Sector: Toward an Open Innovation Business Model. Mémoire*. Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Pays-Bas.

ANNEXE I : DEFINITION DU SECTEUR SPATIAL CANADIEN

Sources : ASC, 2013

Le secteur spatial canadien se compose de quatre branches d'activités distinctes. Il s'agit de :

- **Segment spatial:**
Recherche et développement, fabrication, essai, intégration et lancement de plateformes (satellites, engins spatiaux et systèmes robotiques), de systèmes complets, de sous-systèmes et de composants.
- **Segment terrestre:**
Recherche et développement, fabrication, essai et intégration d'installations au sol permettant de commander divers systèmes spatiaux et satellites, de relier ces satellites à des réseaux terrestres d'exploitation et de traiter les données provenant de ces satellites.
- **Applications et services:**
Développement et/ou fourniture de services, de produits et de technologies à valeur ajoutée qui ont pour origine l'exploitation de systèmes spatiaux et/ou de données spatiales, et la prestation de services de consultation et d'ingénierie.
- **Recherche spatiale fondamentale:**
Recherche principalement reliée aux activités spatiales non commerciales ou précommerciales.

ANNEXE II : GRILLE D'ENTREVUES

1. Entreprises canadiennes et agence spatiale canadienne

Nom de l'organisation visitée :

Type d'organisation visitée :

Poste de la personne rencontrée :

Rôle/fonction dans votre organisation :

Présentation du contexte de la recherche par le chercheur.

- Connaissez-vous le modèle d'innovation ouverte?

Si non, explication du modèle d'innovation ouverte par le chercheur.

- Êtes-vous familiers avec ce type de pratiques d'innovation?
- Avez-vous déjà personnellement participé à des pratiques d'innovation ouverte?

Explication des pratiques d'innovation ouverte en agence spatiale.

- Que pensez-vous de ces pratiques :
 - Quels sont selon vous les avantages de telles pratiques par rapport à la politique d'approvisionnement traditionnel de l'ASC?
 - Quels sont selon vous les inconvénients de telles pratiques par rapport à la politique d'approvisionnement traditionnel de l'ASC?

- Pensez-vous que de telles pratiques pourraient être mises en place au Canada?
- Si oui, de quelle manière et dans quel(s) domaine(s) ces pratiques pourraient être mises en place pour contribuer à la nouvelle politique spatiale canadienne?

2. Experts internationaux :

Vérification des résultats préliminaires de la recherche :

Présentation par le chercheur des résultats de la recherche, issus de documents de source secondaire.

- Pensez-vous que le fonctionnement et la description des cas présentés sont réalistes et en accord avec la réalité?
- Pourquoi?
- Pensez-vous que les résultats préliminaires de la recherche sont réalistes et en accord avec la réalité?
- Pourquoi?
- Quels éléments devraient être approfondis?

Contributions des experts à la recherche :

- Que pensez-vous de ces pratiques :
 - Quels sont selon vous les avantages de telles pratiques par rapport à la politique d'approvisionnement traditionnel d'une agence spatiale moderne?
 - Quels sont selon vous les inconvénients de telles pratiques par rapport à la politique d'approvisionnement traditionnel d'une agence spatiale moderne?

- Est-ce que ces pratiques impliquent-elles de repenser le rôle d'une agence spatiale moderne dans un contexte d'innovation ouverte?
- Pourquoi et de quelle manière?
- Quel serait selon vous le processus de mise en place de pratiques d'innovation ouverte au sein d'une agence spatiale moderne?

ANNEXE III : GRAPHIQUES ET TABLEAUX SUR L'INDUSTRIE SPATIALE CANADIENNE

Sources : ASC, 2013

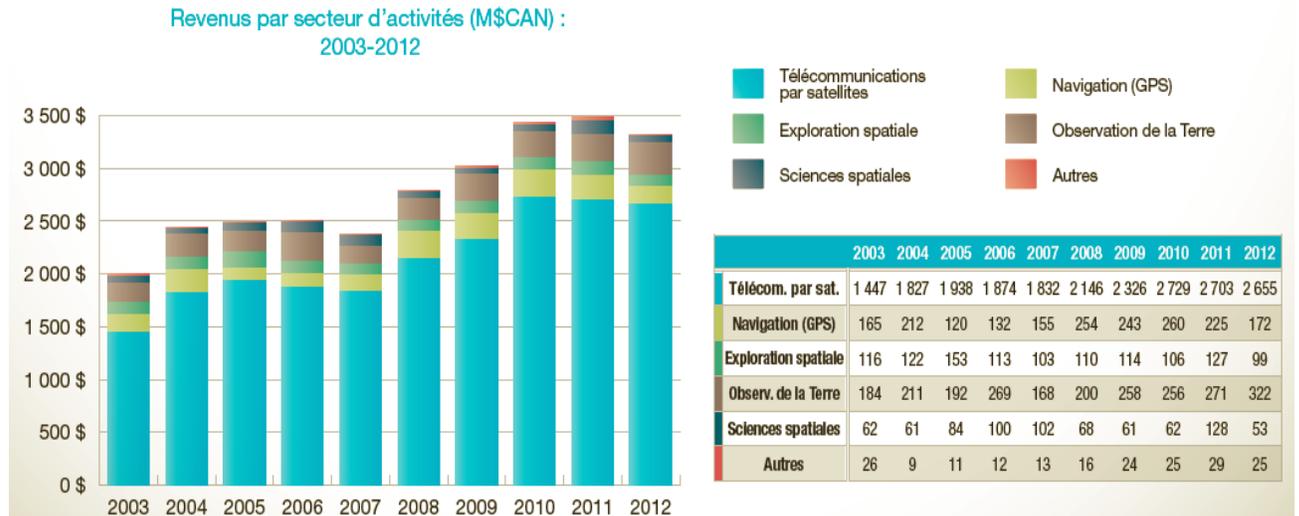


Figure 18: Revenus du secteur spatial canadien par catégorie d'activités spatiales sur la période 2003-2012

Revenus totaux du secteur spatial (M\$CAN) :
2008-2012

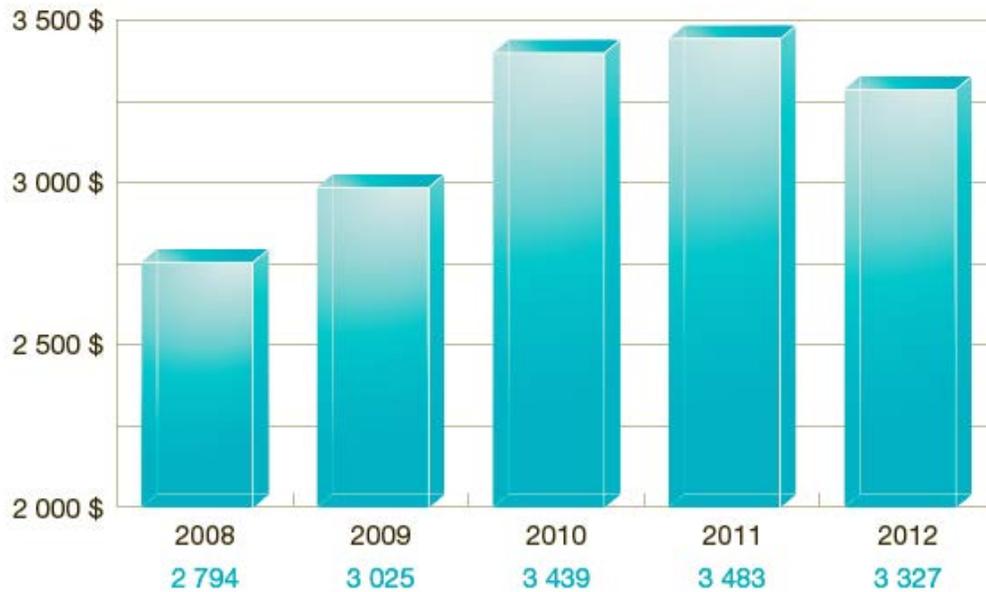


Figure 19: Revenus totaux du secteur spatial canadien sur la période 2008-2012

Sources des revenus d'exportation (M\$CAN) :
2008-2012

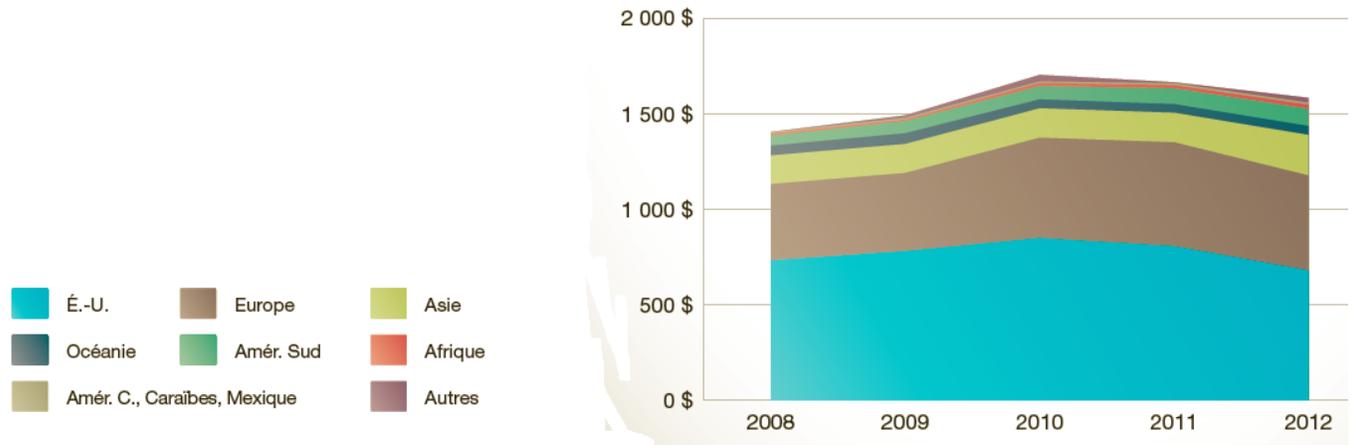


Figure 20: Évolution de la destination des exportations du secteur spatial canadien sur la période 2008-2012

ANNEXE IV : SESSIONS THÉMATIQUES DE LA CONFÉRENCE SUR L'ESPACE CANADIEN [25 FEVRIER 2014]

Séances thématiques

Séance thématique 1 : Commercialisation

Objectif : Veiller à ce que l'industrie spatiale canadienne ait le soutien nécessaire pour garantir ses compétences techniques de calibre mondial et permettre à des solutions spatiales canadiennes de rivaliser sur les marchés mondiaux.

Modérateur: A. Tait

Rapporteur: M. Hébert

Questions à aborder:

1. Comment les gouvernements peuvent favoriser la réussite du secteur privé:
 - Augmenter les applications commerciales de l'espace [par exemple, l'extraction minière et de ressources]
 - Favoriser les possibilités d'accès au marché en ligne avec les objectifs commerciaux du gouvernement, la politique étrangère et les objectifs de sécurité nationale
 - Fournir des produits et services nécessaires où l'exploitation est normalisée
2. Quels sont les autres éléments ou les meilleures pratiques [Royaume-Uni, États-Unis ?] pour la formulation d'une stratégie de commercialisation pour le secteur spatial canadien ?

Séance thématique 2 : Innovation et capacités industrielles clés

Objectif : Maintenir l'Industrie canadienne comme chef de file en ce qui concerne les technologies spatiales.

Modérateur: Bastien Dufour

Rapporteur: E. Dubuc

Questions à aborder :

1. Quelles sont les priorités en matière de technologies qui permettraient le mieux au Canada d'atteindre ses objectifs au niveau de la science, de la création de richesse et de l'intérêt public ?
2. Y a-t-il de nouveaux secteurs d'activités spatiales où le Canada [le gouvernement et/ou le secteur privé] devrait envisager de devenir chef de file ?
3. Dans quels secteurs d'activités spatiales, nouveaux et émergents, le Canada [le gouvernement et/ou le secteur privé] devrait innover et envisager de devenir chef de file ?
4. Compte tenu des pressions budgétaires actuelles, comment le gouvernement pourrait garantir et améliorer les opportunités de vol [historique de vol] ?

Séance thématique 3 : Exploration spatiale

Objectif : Les capacités spatiales permettent des contributions canadiennes clés à des missions internationales d'exploration humaine et de robotique

Modérateur: J-C Piedboeuf

Rapporteur: L. Beauchamp

Questions à aborder :

1. Quelle importance accordez-vous à la station spatiale internationale dans votre planification organisationnelle ?
2. Quelle sont les attentes de votre organisation par rapport à un programme durable d'exploration ?
3. Quelles sont les perspectives de votre organisation sur l'exploration spatiale effectuée par des humains et ses systèmes autonomes [telles les missions robotiques sur la lune et sur Mars ainsi que l'astronomie spatiale]
4. Sur quoi le programme canadien d'exploration spatiale devrait-il mettre l'accent ?

Séance thématique 4 : Observation de la terre et services satellitaires

Objectif: Pour servir les intérêts nationaux, le gouvernement du Canada utilise les informations et les services qui sont accessibles par le biais de partenariats et d'actifs nationaux.

Modérateur : L. Brûlé

Rapporteur : W. Peruzzini

Questions à aborder :

1. Quelles sont les opportunités technologiques et économiques pour les applications spatiales [de communication par satellite, d'observation de la Terre, de navigation, de surveillance de l'espace] ?
2. Y a-t-il de nouveaux secteurs d'activités spatiales émergents où le Canada devrait envisager devenir chef de file ?
3. Comment pouvons-nous maximiser les bénéfices de nos investissements ?

Séance thématique 5 : Collaboration entre l'Industrie, le milieu universitaire et le Gouvernement

Objectif: Tirer parti d'un large éventail de possibilités de collaboration entre l'industrie, le milieu universitaire et le gouvernement dans les sciences et technologies spatiales et préparer la prochaine génération de professionnels de l'espace.

Modérateur: G. Kroupnik

Rapporteur: J.-P. Arseneault

Questions à aborder :

1. Quelle valeur votre organisation accorde-t-elle à la collaboration entre l'industrie, le milieu universitaire et le gouvernement ?
2. Quels sont les modèles de collaboration entre l'industrie, le milieu universitaire et le gouvernement [dans le domaine spatial ou d'autres domaines] au Canada et à l'étranger qui ont fait leurs preuves ? Qu'est-ce qui fait leur succès ?
3. Quels sont les obstacles à la réussite de la collaboration entre l'industrie, le milieu universitaire et le gouvernement ? Comment peuvent-ils être surmontés ?

Séance thématique 6 : Implication des intervenants dans l'élaboration du Programme spatial canadien

Objectif: Assurer la réussite de la communauté spatiale canadienne et du programme spatial pangouvernemental grâce à une sensibilisation et une mobilisation étendues

Modérateur: C. d'Iorio

Rapporteur: C. Lange

Questions à aborder :

1. En tant que communauté spatiale, quelles sont les trois choses les plus importantes à réaliser à travers des mécanismes de consultation et d'échange d'informations robustes ?
2. Quels sont les meilleurs mécanismes pour répondre à ces priorités ?

