

Avant-propos

Les considérations économiques sont longtemps restées secondaires dans les activités spatiales. Les satellites, les sondes spatiales et les lanceurs ont été pendant de nombreuses années essentiellement achetés par des clients militaires et des agences spatiales. Pour ces clients, ce sont les considérations militaires, de prestige et scientifiques qui prédominent. Tirer profit de technologies spatiales pour vendre un service de téléphonie ou de météorologie est une utilisation de l'environnement spatial qui d'abord était marginale.

La fin de la guerre froide a profondément bouleversé l'industrie spatiale. Elle a largement contribué à installer la commercialisation de l'espace comme une tendance de fond. Bien que l'on observe des fluctuations depuis 1990, le poids des considérations économiques n'a cessé de croître. À partir des années 2010, il a franchi un seuil tel qu'il constitue un défi majeur pour tous les acteurs de l'industrie. Par exemple, développer des technologies spatiales en essayant, avant tout, de tirer parti d'opportunités technologiques et scientifiques devient dangereux. Il faut désormais accorder plus d'importance à l'identification d'opportunités de marché.

Face à ce défi, très peu de travaux placent les considérations économiques et la transformation de l'industrie spatiale au centre de leur analyse. Les acteurs de l'industrie spatiale peuvent, dès lors, avoir des difficultés à légitimer le nouveau poids pris par les considérations économiques. L'objectif principal de cet ouvrage est de combler cette lacune en proposant une étude de l'industrie spatiale fondée sur le management de l'innovation.

Nous avons identifié trois questions prioritaires :

– l'industrie spatiale est née de la volonté des militaires russes et américains d'obtenir un avantage au début de la guerre froide. Comment décrire l'évolution de cette industrie façonnée par les clients ?

– l'industrie spatiale réalise des produits de haute technologie qui paradoxalement embarquent peu de composants électroniques récents et sont développés grâce à des processus largement inspirés de ce qui se faisait dans les années 1950. Comment interpréter le conservatisme de cette industrie de haute technologie ?

– les petits satellites alimentent la phase actuelle d'accélération de la commercialisation de l'espace et pourraient constituer un substitut des satellites traditionnels construits par les firmes en place. Dans ce contexte, comment aider les firmes en place à déterminer si cette promesse technologique constitue une menace à prendre au sérieux ou plutôt un effet de mode ?

Cet ouvrage est issu de recherches conduites depuis 2003 dans l'industrie spatiale. À partir de 2013, nous avons structuré nos recherches autour de la Chaire SIRIUS¹ dont nous supervisons les travaux en sciences de gestion pour la Toulouse Business School. Cette chaire a pour objectif de conduire une recherche en sciences de gestion et en droit appliquée au secteur spatial. La Chaire SIRIUS a aussi pour axes d'intervention la dissémination de la recherche et la formation.

Nous remercions Dimitri Uzunidis, président d'honneur du Réseau de recherche sur l'innovation², de nous avoir offert l'opportunité de publier cet ouvrage.



1. www.chaire-sirius.eu.

2. <https://rri.fr.univ-littoral.fr>.

Introduction

En 1957, le lancement réussi du premier satellite artificiel, Spoutnik 1, a fait entrer l'humanité dans une nouvelle période historique : l'ère spatiale (McDougall 1982). Cette nouvelle ère a donné lieu à de nombreuses réalisations qui ont largement débordé du champ des activités spatiales. On peut citer, par exemple, les vols spatiaux habités, la conquête de la Lune, et les satellites de télécommunication. Ces réussites sont le résultat d'intenses efforts d'innovation guidés par la volonté de maîtriser l'environnement spatial qui est mal connu et très différent de l'environnement terrestre. Les activités spatiales ont aussi toujours été des illustrations de ce que pouvait être la haute technologie, le progrès, ou encore un possible futur pour l'humanité. On pense notamment aux très nombreuses œuvres de science-fiction qui ont pour cadre la vie dans l'espace et sur d'autres planètes. Outre les dimensions technologiques et culturelles, les activités spatiales ont également une forte portée militaire et politique. L'industrie spatiale est en effet née de la volonté des militaires russes et américains d'obtenir un avantage au début de la guerre froide.

Pendant longtemps, les considérations économiques étaient réduites dans l'industrie spatiale. Sur des marchés avant tout institutionnels, la concurrence, les prix et les profits étaient largement dominés par des considérations militaires et politiques matérialisées par des réglementations contraignantes. On pense par exemple au protectionnisme des ministères de la Défense et des agences spatiales qui excluent les offreurs étrangers du marché. Au début de la conquête spatiale, la commercialisation de l'espace ne constituait pas une priorité pour les acteurs de l'industrie. La mise en orbite de satellites n'avait pas pour objectif de vendre des services commerciaux de télécommunication et d'observation

de la Terre. Cette situation a toutefois changé avec la fin de la guerre froide. Le marché commercial, caractérisé par une concurrence internationale et des clients qui cherchent à maximiser leurs profits, a vu sa taille croître. À l'inverse, la taille des marchés institutionnels militaires et civils s'est réduite. La commercialisation de l'espace s'est installée comme une tendance de fond même si elle a pu connaître des fluctuations. On pense par exemple au gonflement puis à l'éclatement de la « bulle Internet » qui a impacté le marché commercial des satellites de télécommunication pendant la deuxième moitié des années 1990. On peut aussi citer l'accélération de la commercialisation de l'espace que nous observons actuellement et qui est nommée le *New Space* par les acteurs de l'industrie.

Avec le *New Space*, la commercialisation de l'espace a franchi un palier qui donne aux considérations économiques une importance jamais atteinte auparavant. Cela constitue un défi majeur pour les acteurs de l'industrie qui doivent en partie redéfinir les activités spatiales à la lumière de ces enjeux. Par exemple, tenir compte des considérations technologiques, militaires, politiques et réglementaires apparaît de plus en plus comme insuffisant pour garantir la survie des acteurs de l'industrie. De la même manière, conduire des efforts d'innovation uniquement guidés par la volonté de maîtriser l'environnement spatial semble dangereux. Cet effort doit maintenant aussi intégrer la commercialisation des innovations. Face à cette nécessité nouvelle de mieux prendre en compte les considérations économiques, on constate que très peu de travaux académiques sont disponibles. Quelques travaux en histoire, en science politique et en droit peuvent éclairer les acteurs de l'industrie. Toutefois, ces travaux n'ont pas vocation à placer les considérations économiques au centre de leur analyse. Du côté des sciences économiques et de gestion, très peu de travaux traitent de l'industrie spatiale, et encore moins de sa transformation. L'objectif principal de cet ouvrage est de combler cette lacune en proposant une étude de l'industrie spatiale fondée sur le management de l'innovation.

Selon nous, trois trajectoires d'innovation interconnectées doivent être étudiées en priorité pour comprendre la commercialisation de l'espace. Tout d'abord, il convient de décrire l'évolution de long terme de l'industrie spatiale à la lumière de considérations économiques. Il nous apparaît ensuite essentiel de caractériser les stratégies d'innovation des firmes spatiales. Enfin, il nous semble important d'aider les firmes en place à mieux diagnostiquer l'actuelle accélération de la commercialisation de l'espace.

L'évolution de l'industrie spatiale à la lumière des considérations économiques

L'industrie spatiale est née de la volonté des militaires russes et américains d'obtenir un avantage au début de la guerre froide. Comment décrire ce type d'évolution ? Quel rôle jouent les clients sur cette évolution et sur l'innovation ? Existe-t-il des phases caractéristiques dans la dynamique de l'industrie spatiale ?

Pour répondre à ces questions, nous proposons de mobiliser la théorie du cycle de vie de l'industrie (Utterback et Abernathy 1975 ; Anderson et Tushman 1990 ; Klepper et Graddy 1990 ; Klepper 1997, 2010 ; Gustafsson *et al.* 2016). Cette théorie est l'une des plus importantes pour comprendre l'innovation (Dodgson *et al.* 2008). Elle décompose le développement de l'industrie en phases distinctes : naissance/émergence, croissance/décollage, maturité et déclin. En outre, elle identifie plusieurs cycles de vie comme celui du produit, de l'innovation et de l'adoption. Cela permet d'étudier la dynamique d'une industrie selon des dimensions essentielles comme les ventes et le taux d'innovation. La théorie du cycle de vie sera au cœur de cet ouvrage, toutefois elle présente certaines limites. Tout d'abord, l'influence de la demande sur l'évolution de l'industrie est mal connue puisque l'attention porte généralement sur le rôle des producteurs (Forbes et Frisch 2011 ; Di Stefano *et al.* 2012 ; Saviotti et Pyka 2013). Cela pose un problème pour comprendre l'évolution d'industries dans lesquelles les clients institutionnels, par exemple les ministères de la Défense, jouent un rôle majeur comme c'est le cas dans le spatial (Mowery et Rosenberg 1989 ; Spencer *et al.* 2005 ; Scranton 2006 ; Malik 2017). Une autre limite est que la naissance d'une industrie reste un phénomène relativement peu étudié (Aldrich et Fiol 1994 ; Nygaard 2008 ; Forbes et Kirsch 2011 ; Zhen et Démil 2015). Cela nous apparaît comme problématique car les caractéristiques propres à la phase d'émergence semblent avoir perduré pendant de nombreuses années dans l'industrie spatiale. On pense par exemple à la faible concurrence, aux marchés de niche et l'intense effort d'innovation.

Étudier l'évolution de long terme de l'industrie spatiale à la lumière des considérations économiques nous conduit à montrer que les clients influencent fortement l'émergence de l'industrie spatiale et l'innovation. Par clients nous entendons les ministères de la Défense, les agences spatiales (exemple : NASA, CNES, ISRO) et les opérateurs de satellites commerciaux (exemple : SES, Intelsat, Arabsat, Turksat). Nous montrons tout d'abord que l'industrie spatiale

est caractérisée par une longue phase d'émergence qui dure plus de cinquante ans. Nous montrons ensuite que les clients façonnent l'industrie en contribuant à créer quatre périodes distinctes entre 1957 et 2011. L'influence des clients s'observe à travers la poursuite de cinq objectifs. Les clients militaires ont fait naître l'industrie en poursuivant trois objectifs : militaire, de prestige national et de science et technologie. Cela a donné lieu à des programmes spatiaux emblématiques comme les programmes Spoutnik et « GPS ». Les agences spatiales (exemple : NASA, CNES, ISRO) façonnent l'industrie en poursuivant certains objectifs similaires aux clients militaires comme ceux de prestige national et de science et technologie. Cependant, elles poursuivent aussi un objectif qui leur est propre, celui des retombées économiques. Leurs programmes emblématiques ont par exemple été les programmes Apollo et celui de la Station spatiale internationale. Enfin, les opérateurs de satellites commerciaux poursuivent un seul objectif qui leur est propre : la recherche de profits. Nous observons en dernier lieu une réduction du poids de l'objectif science et technologie chez les clients entre 1957 et 2011. Cela conduit à un essoufflement de l'innovation dans l'industrie. Avec le temps l'industrie spatiale est devenue une sorte de « belle endormie » qui disposerait d'un potentiel technologique et commercial sous-exploité.

Ces résultats contribuent à une compréhension de l'évolution de long terme de l'industrie spatiale à la lumière des considérations économiques comme le rôle des clients, les efforts d'innovations et la théorie du cycle de vie de l'industrie. Ces résultats permettent en outre d'élargir le champ d'application de la théorie du cycle de vie à l'industrie spatiale. En soulignant le rôle central des clients, nous réinterprétons celui de l'offre et de la demande lors de la phase d'émergence. Nous observons également que la recherche de profits reste pendant la phase d'émergence un objectif secondaire chez les clients.

Les stratégies d'innovation des firmes spatiales

L'essoufflement de l'innovation observé dans l'industrie spatiale conduit à l'apparition d'un paradoxe. Les satellites sont des produits de haute technologie qui embarquent peu de composants électroniques récents et sont développés grâce à des processus largement inspirés de ce qui se faisait dans les années 1950. Comment interpréter le conservatisme de cette industrie de haute technologie ? Est-ce que les stratégies d'innovation des producteurs de

satellites sont irrationnelles et mettent-elles en danger leur survie ? Est-ce qu'au contraire les activités spatiales nécessitent une certaine inertie ?

Nous avons choisi de mobiliser les travaux évolutionnistes pour répondre à ces questions. L'interprétation des retards dans l'adoption d'innovations technologiques fait débat. Le point de vue dominant considère les retards d'adoption comme dangereux pour la survie des organisations. Néanmoins, certains travaux traitant d'industries proches de l'industrie spatiale ont montré qu'une adoption trop rapide de nouvelles technologies pouvait remettre en cause la survie des organisations (Anderson et Tushman 1990 ; Musso 2009). On pense notamment à l'étude pionnière de Rosenberg (1976) sur l'industrie aéronautique. Au sein des travaux évolutionnistes, il existe aussi un débat pour savoir si le changement organisationnel favorise la survie ou au contraire la mortalité des organisations (Hannan et Freeman 1982 ; Nelson et Winter 1982). Dans cet ouvrage, nous considérons que ces débats sont alimentés par des travaux qui doivent être vus comme complémentaires (Caroll et Teo 1996).

L'étude des stratégies d'innovation des firmes spatiales nous conduit à souligner l'existence d'un lien positif entre adoption lente d'innovations, fiabilité des produits et survie des organisations. D'une part, nous montrons que l'adoption lente d'innovations technologiques est un comportement rationnel lorsqu'elle permet de maintenir la fiabilité. Cette stratégie s'explique avant tout par l'aversion au risque. D'autre part, il apparaît que l'adoption lente d'innovations organisationnelles favorise la survie des organisations lorsque l'environnement est risqué. Cette stratégie vise à maintenir les hauts niveaux de fiabilité atteints lors des missions spatiales réussies en réalisant une reproduction organisationnelle rigoureuse (c'est-à-dire une reproduction des processus, des règles et des méthodes). Il existe plusieurs similitudes entre ces deux stratégies que nous nommons stratégies d'inertie. Tout d'abord, la stratégie d'inertie n'est pas de l'immobilisme mais une adoption prudente d'innovations. Ensuite, ces stratégies sont observées dans un contexte risqué comme c'est le cas dans les activités spatiales. Enfin, ces stratégies conduisent généralement à des retards dans l'adoption d'innovations et ce même dans le cas d'une industrie de haute technologie.

Ces résultats expliquent pourquoi l'adoption lente d'innovations est un facteur clé de succès dans l'industrie spatiale. Dans un environnement risqué, cela permet d'assurer les hauts niveaux de fiabilité requis. Nous considérons

que les stratégies d'inertie sont une réponse rationnelle des organisations spatiales. Dès lors, il convient de réinterpréter la notion d'inertie au sein du management de l'innovation. Comme l'a suggéré Rosenberg (1976), adopter les innovations avec précaution peut être plus efficace pour la survie des organisations que les adopter trop rapidement. Il en découle que certains retards technologiques et organisationnels reflètent la maîtrise d'un facteur clé de succès et non une faiblesse qu'il faut réduire en accélérant l'innovation.

En étudiant les avantages d'une adoption prudente nous arrivons à interpréter le conservatisme affiché par une industrie de haute technologie. Cependant, notre travail passe sous silence les dangers de stratégies d'inertie trop rigoureuses qui conduiraient à sous-estimer des innovations à fort potentiel. L'actuelle accélération de la commercialisation de l'espace contraint les firmes en place à se demander si elles font face à des innovations de ce type.

Diagnostic stratégique des nouvelles technologies

Intelligence artificielle, Big Data, impression 3D, Internet des objets et miniaturisation des satellites : ces technologies alimentent la dernière phase d'accélération de la commercialisation de l'espace et pourraient aussi constituer des substituts de certaines technologies spatiales existantes. Dans ce contexte, les firmes en place cherchent à déterminer si ces promesses technologiques sont des menaces à prendre au sérieux ou de simples effets de mode comme il en existe si souvent avec les nouvelles technologies.

Pour aider les firmes spatiales en place à faire ce diagnostic, nous mobilisons la théorie des innovations de rupture. Cette théorie, introduite par Christensen (1997), est actuellement l'une des plus utilisée pour appréhender les discontinuités technologiques. Elle indique que lors de son lancement, l'innovation de rupture n'est pas une menace car elle n'est pas achetée par les clients des firmes en place. Les clients existants ne valorisent pas les nouveaux critères de performance introduits par l'innovation de rupture. Seul un petit groupe de clients dotés d'un budget restreint valorise ces nouveaux critères. En plus de ne pas constituer une menace pour les firmes en place, l'innovation de rupture ne présente pas non plus une opportunité car elle implique des marges et des volumes faibles. Dès lors, l'innovation de rupture est uniquement proposée par de nouveaux entrants. À moyen terme, l'innovation de rupture devient une menace forte. D'une part, la performance de l'innovation de rupture

augmente ce qui incite les clients de la firme en place à l'acheter. D'autre part, du fait de l'existence d'un avantage au premier entrant, les firmes en place ne parviennent pas à rattraper leur retard sur les nouveaux entrants qui vont progressivement dominer le marché. Pour ne pas connaître le sort de sociétés comme Kodak et Nokia, lorsqu'une discontinuité technologique est introduite, les firmes en place doivent déterminer si elle deviendra une innovation de rupture.

Face à cet impératif, la théorie des innovations de rupture présente deux faiblesses. La première tient dans une définition confuse du concept d'innovation de rupture. Toutes les innovations discontinues tendent à être trop rapidement assimilées à des innovations de rupture (Schmidt et Druehl 2008). Cette théorie présente ensuite une faible valeur prédictive pour les firmes en place. Ces dernières doivent agir lorsque la nouvelle technologie est introduite, toutefois à ce moment-là il manque des critères pour prendre une décision. En effet, il est difficile d'identifier parmi les promesses technologiques celles qui seront des échecs et celles qui deviendront des innovations de rupture (Danneels 2004 ; Tellis 2006).

Pour combler ces faiblesses, nous approfondissons le concept d'innovation de rupture potentielle suggéré par Danneels (2004). Nous en proposons une définition précise en identifiant les caractéristiques de court terme des innovations rupture. En étudiant le cas de la miniaturisation des satellites à la lumière de cette définition, nous montrons que les petits satellites sont des substituts imparfaits des satellites traditionnels. Cette nouvelle technologie, constitutive de l'actuelle accélération de la commercialisation de l'espace, représente une menace faible pour les firmes en place.

En définissant précisément les innovations de rupture potentielle, nous contribuons à réduire la confusion entourant le concept d'innovation de rupture. Nous proposons également une grille d'analyse pour améliorer le diagnostic de la menace des substituts potentiels.

Structure de l'ouvrage

Dans le premier chapitre, nous introduisons le cadre théorique et empirique sur lequel s'appuie cet ouvrage. Nous présentons d'abord les définitions et les théories mobilisées en management de l'innovation. Nous décrivons

ensuite l'industrie spatiale. Dans les chapitres suivants, nous étudions successivement les trois trajectoires d'innovation évoquées ci-avant : l'évolution de l'industrie spatiale à la lumière des considérations économiques (chapitre 2), les stratégies d'innovation des firmes spatiales (chapitre 3) et le diagnostic stratégique des nouvelles technologies (chapitre 4).