



## DOSSIER

### RECHERCHE, INNOVATION & ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AÉRONAUTIQUE & AÉROSPATIAL

## Chiffres clés à Singapour

Plus de **8,7 milliards US\$** de profit dégagé par l'industrie aéronautique en 2012<sup>1</sup>

**+20000** emplois liés aux industries aéronautiques (**dont 90% qualifiés**)<sup>2</sup>

**+100** entreprises implantées couvrant tous les domaines d'intégration aéronautiques

**+1600 hectares** dédiés au fonctionnement de l'aéroport de Changi et aux activités aéronautiques à Seletar<sup>3</sup>

**+10** formations universitaires spécialisées à travers les universités et instituts singapouriens

En **2031**, la flotte de l'Asie-Pacifique devrait **tripler à plus de 13500 avions**<sup>4</sup>.

## Contenus

1 Paysage aéronautique singapourien	2
1.1 Activités aéronautiques principales	2
1.2 Singapore Air Show	3
1.3 Enseignement Supérieur et Formations	4
1.3.1 Enseignement Supérieur	4
1.3.2 Formations aéronautiques / spatiales	5
1.4 Acteurs de la Recherche	6
2. Innovation et Recherche	8
2.1 Le Financement public de la Recherche	9
2.1.1 Organisation	9
2.1.2 Politique gouvernementale	10
2.2 Agences	11
2.1.3 National Research Foundation	11
2.2.2 Economic Development Board: OSTIn	11
3 Dernières avancées et perspectives	12

<sup>1,2</sup> <https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/industries/industries/aerospace-engineering.html>

<sup>3</sup> <https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/why-singapore/ready-to-invest/setting-up/business-location/seletar-aerospace-park.html>

<sup>4</sup> <http://boeing.mediaroom.com/2012-07-03-Boeing-Forecasts-4-5-Trillion-Market-for-34-000-New-Airplanes>

## 1 Paysage aéronautique singapourien

Souvent désigné comme un véritable hub aérospatial, Singapour dispose de son aéroport international Changi, classé en 2015 à la 17ème place des aéroports les plus fréquentés du monde par nombre de passagers par le Conseil international des aéroports. L'industrie aéronautique vibrante rapporte aussi plus de 8,7 milliards de dollars américains et compte plus de 20000 employés en 2016. La région va représenter 36% des livraisons d'avions, passagers ou cargo, selon Boeing, qui évalue à 13500 le nombre d'appareils qui voleront en Asie-Pacifique en 2031, contre 5090 en 2012.

Singapour s'est imposée parmi les économies les plus performantes du monde, et notamment grâce à sa capacité d'innovation. Ainsi la Cité-Etat est classée au 2ème rang mondial par le World Economic Forum en matière de compétitivité (Global Competitiveness Report) en 2016, devant la France (22ème rang). Les dépenses de R&D qui représentaient seulement 1% du PIB au milieu des années 1990, se sont élevées jusqu'à 2,2% en 2013 (soit 7,6 milliards de dollars singapouriens), une proportion équivalente à celle de la France et proche de la moyenne OCDE (2,4%). La bonne gestion des espaces (par exemple avec la création du parc aérospatial Seletar) permet à Singapour de se hisser à la 1ère place du classement de la banque mondiale pour sa facilité à faire des affaires.

C'est dans ce cadre que plus de 100 entreprises aérospatiales internationales se sont implantées à Singapour pour exercer leurs activités depuis les opérations de maintenance (révision du moteur, maintenance du fuselage, réparation des systèmes avioniques), de R&D, de logistique et de fabrication.

### 1.1 Activités aéronautiques principales

#### Opérations de maintenance & réparation

Pour être capable de répondre aux nouveaux besoins de maintenance et de réparation (MRO) sur des systèmes aéronautiques de plus en plus complexes, les entreprises aéronautiques de plus en plus complexes, les entreprises implantées à Singapour développent de nouvelles activités adaptées aux dernières générations d'avions. Ainsi plusieurs entreprises comme : Bombardier Aerospace, Meggitt Aerospace, Safran Electronics Asia, ST Aerospace, Standard Aero, Pratt & Whitney, émettent de nouveaux financements et développent leurs structures et centres dédiés capables de réaliser des opérations à haute valeur ajoutée.

#### Recherche & développement

Outre le développement des capacités de R&D des entreprises aérospatiales à Singapour, les institutions publiques et les universités se sont imposées comme acteurs dynamiques de la Recherche. Plusieurs partenariats publics-privés ont aussi illustré le dynamisme de cet écosystème, c'est par exemple le cas du laboratoire commun entre la Nanyang Technological University (NTU) et Rolls-Royce sur des technologies de moteurs d'avions.

#### Logistique, distribution & approvisionnement

L'ouverture du centre de distribution commune, de logistique et de réparations Airbus et Satair illustre parfaitement les besoins en approvisionnement dans la région et la nécessité d'infrastructures récentes. Aujourd'hui, plus de 20 locataires d'avions opèrent à Singapour, exerçant diverses fonctions comme la vente et le marketing, la gestion d'actifs et le support technique.

#### Usinage, fabrication & assemblage

Les problématiques liées à l'additive manufacturing sont dans le périmètre de développement économique de Singapour (le nouveau plan RIE2020 de financement y alloue 3,3 milliards de dollars singapouriens sur 5 ans).

## 1.2 Singapore Air Show

Singapour a organisé son salon aéronautique du 16 au 21 février 2016 au Changi Exhibition Center. Ce salon se tient tous les deux ans depuis 2008. Le Singapore Air Show a une dimension internationale<sup>5</sup> étant donné le dynamisme de la demande d'équipements dans le secteur et l'apparition de nouvelles compagnies aériennes à bas coûts. Les dépenses militaires en termes d'aviation dans la région sont également en pleine croissance. Le Singapore Air Show est le plus grand et le plus important salon en Asie dans les domaines de l'aéronautique et de la défense. Il représente un tremplin vers la région en plein essor et permet aux décideurs industriels et des gouvernements de valider leurs partenariats et leurs accords clés.

La dernière édition du Singapore Air Show a accueilli plus de 1040 exposants venant de 48 pays. En comparaison, le salon aéronautique français du Bourget a accueilli en 2015 quelques 2303 exposants de 48 pays et exposé près de 120 aéronefs civils et militaires, parmi les plus innovants et les plus spectaculaires du monde.

### *Chiffres clés en 2016*

- +1040** entreprises participantes
- +286** délégations de **90** pays et régions
- +1300** rendez-vous d'affaires de haut niveau
- +48000** participants commerciaux de **+140** pays

(Données tirées du document : <https://www.singaporeairshow.com/statistics-2016.html>)

Les thématiques principales mises en avant pour le Singapore Air Show reflètent les domaines clés du secteur aéronautique dans la région et détermine les axes stratégiques d'amélioration à favoriser. On peut regrouper ces thématiques dans deux domaines : l'**industrie** et les **technologies de l'information et de la communication**.

Les axes industriels prioritaires concernent la fabrication à haute valeur ajoutée et ses processus novateurs, l'ingénierie, l'automatique, les matériaux.

La deuxième thématique concerne les technologies de l'information et de la communication appliquées à l'aérospatial, comme l'analyse et le traitement des gros volumes de données, les télécommunications et les réseaux embarqués, le suivi en temps réel, la réalité augmentée ou la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

<sup>5</sup> <http://www.torontoairways.com/blog/13-best-airshows-in-the-world/>

## 1.3 Enseignement Supérieur et Formations

### 1.3.1 Enseignement Supérieur

D'une manière générale, le système éducatif singapourien est inspiré du modèle britannique bien que l'influence américaine soit de plus en plus perceptible. Il y a très peu de points communs avec le double système français des Grandes Écoles et des universités.

Il existe quatre universités autonomes à Singapour délivrant des diplômes nationaux. Les deux premières universités, la National University of Singapore (NUS)<sup>6</sup> et la Nanyang Technological University (NTU)<sup>7</sup> sont situées à proximité des parcs technologiques. Ces deux universités comptent en combiné plus de 70000 étudiants (postgraduate et graduate confondus).

La troisième université, Singapore Management University (SMU),<sup>8</sup> à vocation économique et commerciale, s'est installée à la rentrée 2005 sur un nouveau campus de 4,5 hectares au cœur du centre-ville pour être proche du quartier d'affaires et des banques. Une quatrième université, Singapore University of Technology and Design (SUTD),<sup>9</sup> a accueilli ses premiers étudiants en avril 2012 afin de soutenir la demande croissante de formation universitaire.

Cinq écoles polytechniques font également partie du paysage de l'enseignement supérieur et une vingtaine d'établissements étrangers ont implanté leur campus asiatique. Ces écoles délivrent leurs diplômes undergraduate et/ou postgraduate. Différentes universités proposent aussi l'obtention d'un diplôme étranger de leurs universités à Singapour.

L'enseignement supérieur singapourien se caractérise par deux mots clés : sélection et qualité. Comme souvent en Asie, l'accès à l'université est associé à une forte sélection et au concept de méritocratie basé sur les performances académiques des étudiants. A ceci s'ajoute le fait que les universités singapouriennes sont très bien classées. En 2015, NUS figure à la 26ème place et NTU à la 55ème place selon le Times. Pour le classement QS, en 2015 NUS est classé 12ème et NTU est à la 13ème place.

---

<sup>6</sup> <http://www.nus.edu.sg/>

<sup>7</sup> <http://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx>

<sup>8</sup> <http://www.smu.edu.sg/>

<sup>9</sup> <http://sutd.edu.sg/>

### 1.3.2 Formations aéronautiques / spatiales

Développer les effectifs capables de répondre aux besoins des industries aéronautiques et aérospatiales sur tous les niveaux de compétences est une priorité absolue pour Singapour. Depuis quelques années l'industrie et les établissements supérieurs se sont rapprochés selon plusieurs modèles (partenariats, laboratoires communs, projets multidisciplinaires) et chaque année, le secteur tertiaire produit entre 1600 et 1700 diplômés dans l'industrie aérospatiale. Le dynamisme des institutions singapouriennes ont permis la mise en place de nouvelles formations adaptées à la demande actuelle. Par exemple *Temasek Polytechnic* a ouvert son *Temasek Aviation Academy*<sup>10</sup> le 8 janvier 2016. Et, dans la même période, *Singapore Polytechnic* a inauguré son nouveau bâtiment *AeroHub* pour installer ses laboratoires en électronique et aéronautiques.

Les écoles, universités et instituts polytechniques, qui proposent des programmes d'enseignements liés au secteur de l'aéronautique et de l'aérospatial sont :



Modules enseignés<sup>11</sup> (peut varier en fonctions des formations):

- |  |   |   |
|--|---|---|
| - <i>Aerodynamics and Propulsion</i>           | - <i>Airworthiness Legislation</i>                            | - <i>Aviation Maintenance Practices</i>       |
| - <i>Thermofluids</i>                          | - <i>Aircraft Materials</i>                                   | - <i>Aviation Human Factors</i>               |
| - <i>Electrical and Electronic</i>             | - <i>Digital Techniques and Electronic Instrument Systems</i> | - <i>Airframe Structures</i>                  |
| - <i>Turbine Engine Systems</i>                | - <i>Airframe Systems</i>                                     | - <i>Drone</i>                                |
| - <i>Aircraft Inspection</i>                   | - <i>Aircraft Instrument Systems</i>                          | - <i>Helicopters: basics and technologies</i> |
| - <i>Flight Management and Guidance System</i> |   |   |

<sup>10</sup> <http://aviationweek.com/singapore-airshow-2016/singapore-investing-sg19-billion-science-and-technology>

<sup>11</sup> (volontairement exprimés en anglais)

## 1.4 Acteurs de la Recherche

Nanyang Technological University (NTU)  
**Satellite Research Centre (SaRC)**  
<http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg>

Centre d'excellence en technologies nano-satellite spécialisé dans les applications de détection et de communication à distance, le SaRC a effectué plusieurs lancements de satellites fin 2015. Ses objectifs sont de développer et conduire des expérimentations grâce à ses nano-satellites en orbite terrestre basse. Le centre effectue de la recherche dans les technologies spatiales innovantes en matière de télécommunications et d'observations de la Terre.

Nanyang Technological University (NTU)  
**Temasek Laboratories @ NTU**  
<http://www3.ntu.edu.sg/temasek-labs/>

Temasek Laboratories @ NTU (TL @ NTU) est un partenariat établi par la DSTA (Defence Science & Technology Agency) et NTU (Nanyang Technological University). L'objectif de ce laboratoire est de développer les technologies stratégiques et des solutions efficaces répondants aux besoins de défense et de sécurité à Singapour.

Temasek Laboratories @NTU a aussi pour mission d'établir des programmes de collaborations efficaces entre les universités, la communauté de défense et l'industrie ; et enfin de faciliter la transition des technologies vers leurs applications concrètes.

Nanyang Technological University (NTU)  
**Smart Small Satellite Systems Thales in NTU (S4TIN)**  
[www.sarc.eee.ntu.edu.sg/Research/Partners/S4TIN](http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg/Research/Partners/S4TIN)

S4TIN est une collaboration qui est basée sur les compétences avant-gardistes de NTU sur les « Small satellites », les ressources en Recherches et Technologies de Thales à Singapour, ainsi que sur l'expertise reconnue de Thales Alenia Space dans le domaine des systèmes satellitaires. Les objectifs de S4TIN sont de développer de nouveaux concepts et technologies pour les systèmes de micro et nano-satellites et un démonstrateur dans le domaine de la sécurité maritime utilisant les données satellitaires.

National University Singapore (NUS)  
**Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP)**  
<https://crisp.nus.edu.sg/>

Le centre de recherche en imagerie, télédétection et traitement CRISP est un centre de NUS établi avec les financements de l'Agency for Science, Technology & Research (A\*STAR) de Singapour. La mission du CRISP est de développer les compétences en télédétection pour répondre aux besoins scientifiques, opérationnelles et commerciales de Singapour et de la région.

Le CRISP dispose également d'une station terrestre de télécommunication par satellite (téléport) pour acquérir et traiter les données provenant des satellites de télédétection.

Nanyang Technological University (NTU)  
**Rolls-Royce@NTU Corporate Lab**  
<http://rrntucorplab.ntu.edu.sg>

Rolls-Royce a développé en partenariat avec NTU son laboratoire Corporate Lab pour travailler sur les domaines suivants : *Computational Engineering (CE)*, *Electrical Power and Control Systems (EPACS)*, *Manufacturing and Repair Technologies (MRT)*.

Nanyang Technological University (NTU)  
**School of Mechanical And Aerospace Engineering (MAE)**  
<http://www.mae.ntu.edu.sg/Research/ResearchArea>

Avec plus de 130 professeurs et des installations à la pointe de la technologie, ce département d'ingénierie de NTU est comparable aux plus importantes écoles d'ingénieurs au monde.

Ce Département comporte 5 laboratoires dans la partie aérospatiale: *Aerospace Structures Lab*, *Aerodynamics Lab*, *Flow Physics and Control Lab*, *Flight Mechanics & Control Lab*, *UAV Lab*. De plus, le programme académique comprend 9 cursus (Master of Science) spécialisés sur différentes parties de l'industrie. Le programme de recherche offre aux étudiants une vaste sélection de projets de thèses.

Centrale-Supélec  
**Supélec Onera NUS DSO Research Alliance (SONDRA)**  
<http://www.supelec.fr/sondra/>

National University Singapore (NUS)  
**Center for Quantum Technologies (CQT)**  
<http://www.quantumlah.org/>

SONDRA est un laboratoire commun regroupant des compétences de l'Onera, de Supélec (Ecole supérieure d'électricité), de l'Université nationale de Singapour (NUS) et du DSO, le centre national de R&D Défense de Singapour. Le laboratoire est basé en France sur le campus de Supélec et est spécialisé dans les activités de recherche sur les observations par radar combinant la physique et le traitement du signal dans les domaines de la défense, de l'aéronautique et du spatial.

La mission du CQT est de mener des recherches théoriques et expérimentales interdisciplinaire dans la physique quantique et son application aux technologies de l'information. La physique quantique permet de nouveaux modes fondamentaux de traitement de l'information et de cryptographie, ainsi le CQT travaille à développer les sources de lumière quantiques pour les applications spatiales.

Agency for Science, Technology and Research (A\*STAR)  
<http://www.a-star.edu.sg/>

A\*STAR est un organisme officiel relevant du Ministère du Commerce et de l'Industrie de Singapour (MTI). L'Agence a été créée en 1991 pour favoriser la recherche scientifique et pour rapprocher le monde universitaire et l'industrie afin de développer les technologies innovantes. C'est l'acteur principal de recherche à Singapour tourné vers l'économie et prône l'innovation ouverte en collaborant avec des partenaires du secteur public et privé. Plusieurs de ses instituts de recherche ont des orientations aéronautiques et aérospatiales.

**Institute of High Performance Computing (iPHC)**  
<http://www.a-star.edu.sg/ihpcweb/>

Créé en août 1998, l'IHPC est le fer de lance des avancées scientifiques et des innovations technologiques d'A\*STAR grâce à la modélisation et à la simulation Informatique (dynamiques des fluides, cinétique, mécanique, matériaux), les méthodologies et les outils de visualisation, l'électronique et les systèmes complexes.

**Institute of Microelectronics**  
<https://www.a-star.edu.sg/ime/>

L'IME vise à accroître la valeur ajoutée de l'industrie microélectronique. L'institut a construit de solides capacités en conception de circuits intégrés, technologies & procédés silicium (Advanced Packaging & 3D IC, silicon photonics) et en microsystèmes et capteurs.

**Institute for Infocomm Research (I2R)**  
<http://www.i2r.a-star.edu.sg/>

L'I<sup>2</sup>R (i-squared-r) est le plus grand institut de recherche sur les Technologies de l'Information et de la Communication à Singapour. Trois axes stratégiques sont concernés : les communications (objets connectés, réseaux), l'intelligence (data mining, cryptographie et sécurité) et les multimédia (encodages, interfaces, traitement du signal)



## 2. Innovation et Recherche

L'écosystème de R&D singapourien favorise les liens entre institutions publiques, universités, centres de recherche et entreprises, via des clusters et des projets communs avec transfert technologique. De plus, la petite taille de Singapour lui impose un vivier de chercheurs limité, et donc la nécessité d'établir des priorités.

Via les plans quinquennaux notamment, le gouvernement injecte d'importants financements dans la recherche et l'innovation. Ces plans sont supportés par des programmes de financement publics, mais l'effort d'investissement est majoritairement porté par le secteur privé. Singapour est aujourd'hui considérée comme l'économie la plus innovante d'Asie du sud-est, loin devant ses pairs régionales et à un niveau équivalent à celui des économies les plus performantes de l'OCDE. Elle était ainsi classée en 2016 au 2<sup>ème</sup> rang mondial<sup>12</sup> par le World Economic Forum en matière de capacité d'innovation.



*Cartographie de l'écosystème de Recherche à Singapour*

Un exemple concret du développement de cet écosystème est l'inauguration récente du nouveau site « Fusionopolis Two<sup>13</sup> » par le Premier Ministre, Lee Hsien Loong, lundi 19 septembre 2015. Cette nouvelle installation intervient dans un contexte de dépense intérieure brute en R&D élevées avec près de 7,6 milliards de dollars singapouriens (enregistré en 2013<sup>14</sup>) dont 450 millions de dollars singapouriens pour le site de Fusionopolis Two. Ce nouveau complexe vient s'ajouter aux différents centres d'excellences et campus thématiques de Recherche à travers le pays.

<sup>12</sup> <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/competitiveness-rankings/>

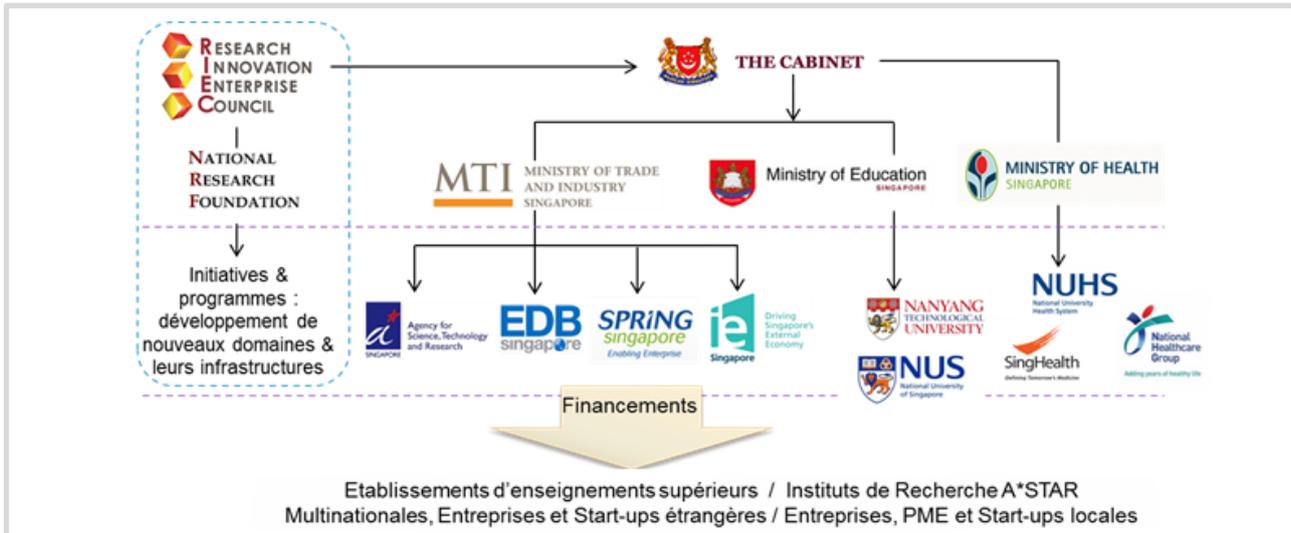
<sup>13</sup> <http://www.a-star.edu.sg/Media/News/Press-Releases/ID/4325/Fusionopolis-Two-Accelerating-cross-disciplinary-innovation-discovery-and-collaboration-in-one-north.aspx>

<sup>14</sup> <https://data.gov.sg/dataset/total-research-and-development-expenditure>

## 2.1 Le Financement public de la Recherche

### 2.1.1 Organisation

En matière de R&D et innovation, l'organisation décisionnelle est stratifiée et coordonnée, comme le présente la figure suivante. La première strate, directement liée au cabinet du premier ministre, est composée des trois grands ministères ainsi que de la National Research Foundation (NRF). La seconde strate, dépendante des ministères, regroupe des agences de financements, établissements académiques, centres et opérateurs de recherche, et agences de coordinations.



- La National Research Foundation (NRF) est la principale agence de financement de la recherche, elle définit les orientations R&D stratégiques.
- Le Ministry Of Education (MOE) a pour ambition de déployer un enseignement et une recherche d'excellence dans les universités
- Le Ministry Of Health (MOH) met l'accent sur la recherche scientifique et la santé dans le but de piloter la recherche fondamentale afin d'améliorer la santé humaine, et d'accroître les capacités de recherche translationnelle et clinique des hôpitaux publics et des institutions de recherche
- L'Agency for Science, Technology and Research<sup>15</sup> (A\*STAR est à la fois agence de financement dépendante du Ministry of Trade and Industry (MTI) et centre de recherche via sa vingtaine d'instituts de recherche. Son objectif est de mettre en œuvre les orientations stratégiques contenues dans les plans stratégiques du RIEC, via en particulier ses deux branches : Biomedical Research Council (BMRC) et le Science and Engineering Research Council (SERC).
- Deux autres agences ont un rôle de coordination des actions menées avec le secteur privé : l'Economic Development Board<sup>16</sup> (EDB) qui est chargé de faciliter les investissements des organismes étrangers, et Standard, Productivity and Innovation Board (SPRING) qui assure le soutien aux PME.

<sup>15</sup> <http://www.a-star.edu.sg/About-A-STAR/Overview.aspx>

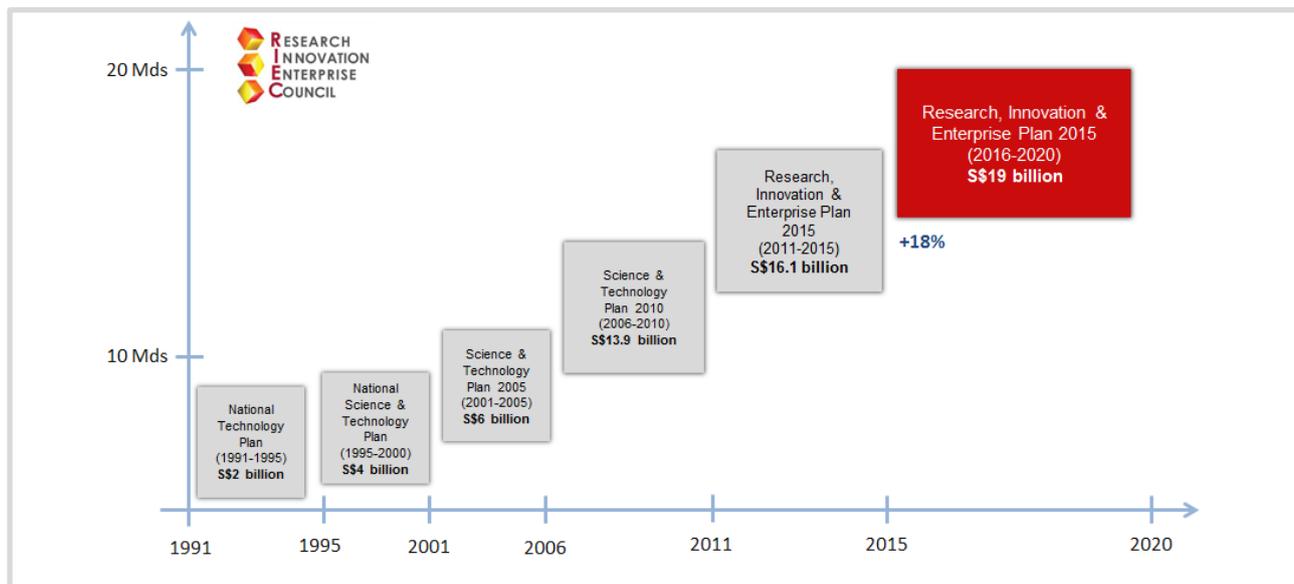
<sup>16</sup> <https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/about-edb.html>

## 2.1.2 Politique gouvernementale

Les priorités de Singapour sont guidées par son paysage économique et industriel, et par son évolution souhaitée pour l'avenir. Singapour est notamment un pays qui a de nombreuses contraintes, des ressources naturelles quasi inexistantes, un espace terrestre très limité et peu de sources d'eau douce.

Les autorités sont fortement volontaristes en matière de politique d'innovation : s'il n'existe pas de ministère dédié aux sciences ou à l'innovation à Singapour, le Cabinet du Premier ministre est directement associé à la formulation de plans stratégiques.

Les priorités sont définies par divers comités ou conseils, en premier lieu le RIEC qui détermine les grands axes de financement de la recherche et pilote la stratégie de la NRF. L'état est commanditaire, tous les 5 ans environ, d'un plan stratégique qui dessine les grandes directions des domaines prioritaires et des financements futurs; le premier de ces « National Technology Plans » a été mis en œuvre dès 1991 (figure ci-dessous). Cette commande est opérée via le RIEC, qui édite un document ad hoc. Une durée de 2 ans est consacrée à la préparation de ce plan, avec l'aide d'experts locaux et internationaux, du public et du privé, et en collaboration avec les agences gouvernementales économiques. Le nouveau plan qui rentre en vigueur est le RIE2020<sup>17</sup> qui définit la stratégie nationale de financement de la recherche, et couvre la période 2016-2020. Doté d'un budget de 19 Mds SGD sur cinq ans (contre 16,1 Mds SGD pour le programme précédent, soit en augmentation de +18%).



Evolution des National Technology Plans depuis 1991

Ce nouveau plan RIE2020 accorde 17% de son financement global à la thématique « Advanced Manufacturing and Engineering », soit 3,3 milliards de dollars singapouriens répartis sur 5 ans, c'est dans ce cadre que les industries aérospatiales et aéronautiques bénéficient. C'est le deuxième axe qui tire la plus large part de financements après les sciences biomédicales (21%).

<sup>17</sup> [http://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/Publications/20160216\\_rie2020-overview.pdf](http://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/Publications/20160216_rie2020-overview.pdf)

## 2.2 Agences

### 2.1.3 National Research Foundation

La NRF, directement rattachée au cabinet du premier ministre de Singapour, est la principale agence de financement de la recherche, et est l'équivalent de l'Agence Nationale de la Recherche en France, mais avec d'autres prérogatives. Elle est pilotée par le Research Innovation & Enterprise Council (RIEC), constitué de la plupart des ministres et de personnalités internationales prestigieuses, qui est une instance consultative pour la définition des orientations de la recherche à Singapour, directement dépendante du premier ministre. La NRF définit et finance les orientations de R&D et innovation, de la création des centres d'excellence, de laboratoires communs entre les entités singapouriennes et les meilleures institutions étrangères, notamment regroupées dans le centre CREATE (décrit dans le chapitre « Clusters existants »), et de l'attribution de bourses d'excellence via des appels à projets tels que les National Innovation Challenge, et les White Spaces (programmes nationaux). Le programme « Space and Satellite <sup>18</sup>» en coopération avec EDB OSTIn est en cours jusqu'en 2017.

### 2.2.2 Economic Development Board: OSTIn

EDB finance une quinzaine de programmes de développement des entreprises. Citons particulièrement l'installation de centres de compétence du secteur privé à Singapour via le programme « Research Incentive Scheme for Companies» (RISC). Ces centres développent les compétences, les technologies, la compétitivité, le recrutement et la formation des chercheurs et personnels, afin d'être plus compétitif sur le marché. Le programme « Initiatives in New Technology » (INTECH) encourage l'application de nouvelles technologies, la R&D et le savoir-faire professionnel.

Avec la croissance des secteurs de l'aéronautiques et du spatial, le Bureau de la technologie spatiale et de l'Industrie (Office for Space Technology and Industry - OSTIn) a été créé <sup>19</sup> et est représenté par les ministères et organismes suivants:



Les missions d'OSTIn sont:

- planifier et exécuter la stratégie économique du développement de l'industrie spatiale à Singapour
- développer les coopérations entre les acteurs singapouriens et internationaux
- veiller au développement de la main d'œuvre qualifiée dans les différents domaines d'activité

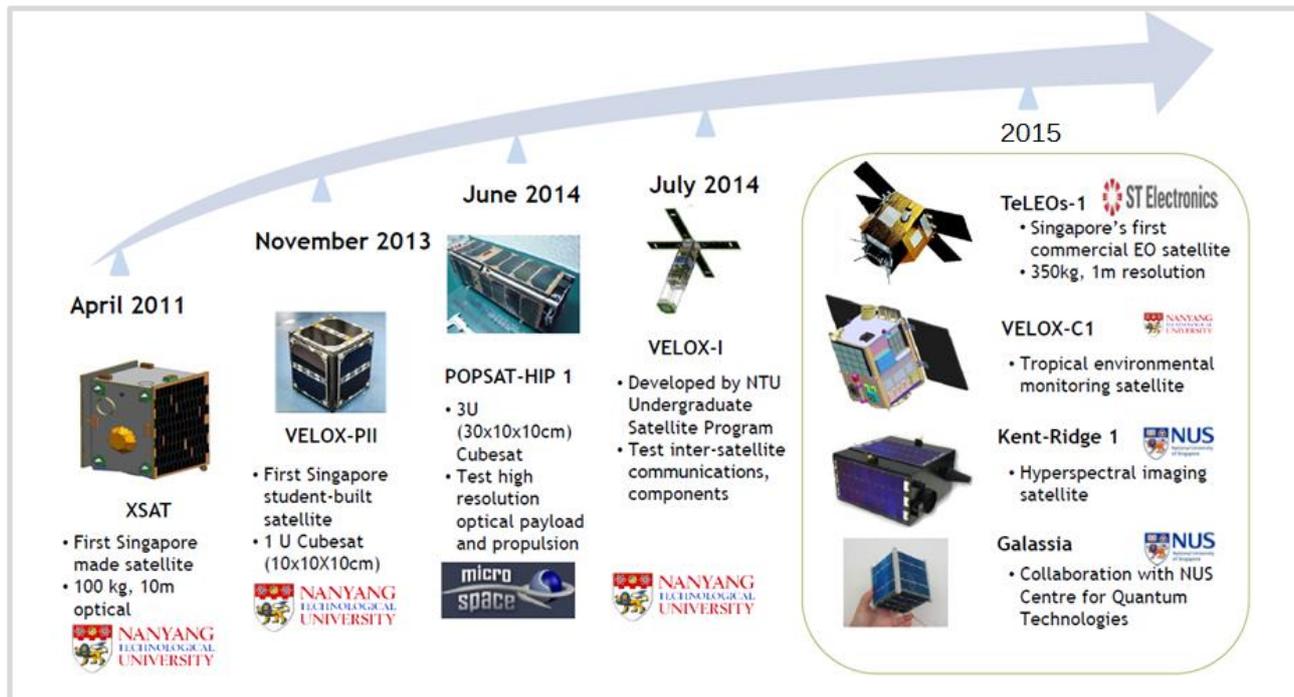
<sup>18</sup> <https://rita.nrf.gov.sg/SS/default.aspx>

<sup>19</sup> <https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/industries/emerging-businesses/emerging-businesses.html#space>

### 3 Dernières avancées et perspectives

Depuis seulement 5 ans, les universités singapouriennes sont rentrées dans le paysage spatial singapourien. C'est en Avril 2011 que NTU (Nanyang Technological University) lance son premier microsatellite, XSAT<sup>20</sup>. Depuis, les laboratoires et les différents départements associés (dont laboratoires) ont renforcés leurs expertises et la qualité de leurs enseignements tout en développant de nombreux projets étudiants.

La fin de l'année 2015 marque un nouveau virage pour les activités spatiales des universités singapouriennes avec le lancement quasi simultané de 6 satellites singapouriens dont 3 conçus et développés directement dans les universités.



Les expériences réalisées dans l'espace par les deux nouveaux satellites ont prouvé la viabilité scientifique et commerciale de plusieurs nouvelles technologies satellitaires « made in Singapore ». Ces nouvelles technologies comprennent un système de navigation dans l'espace, des récepteurs GPS précis et à blocage rapide et diverses technologies de résistance aux rayonnements.

#### Satellite émis par ST Electronics :



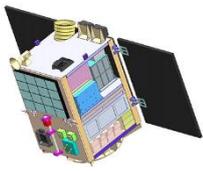
TELEOS-1<sup>21</sup> est le premier satellite commercial conçu et fabriqué à Singapour par une équipe d'ingénieurs du ST Electronics Satellite Systems Centre. TELEOS-1 a une période de revisite moyenne entre 12 et 16 heures et sa couverture de la ceinture équatoriale lui permet d'opérer à la fois sur de grandes routes maritimes ainsi que sur des zones exposées à un aléa d'incendie. Ainsi, avec sa charge utile optique, TELEOS-1 peut rapidement contribuer à des applications sensibles en matière de sécurité et de sécurité maritime, d'aide humanitaire et de mise en place de secours en cas de catastrophe et aussi de vérification de l'activité environnementale (pollutions maritimes par exemple).

<sup>20</sup> <http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg/Research/Projects/Pages/XSAT.aspx>

<sup>21</sup> <http://www.stengg.com/press-centre/press-releases/st-engineerings-electronics-arm-launches-teleos-1-singapores-1st-commercial-earth-observation-satellite>

## Satellites émis par les universités singapouriennes :

### NTU (Nanyang Tehnological University)

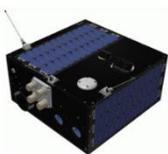


Velox-C1<sup>22</sup> est un microsatellite expérimental de météorologie de 123kg conçu, réalisé et exploité par NTU. Le développement de ce microsatellite a été réalisé avec le support de l'Economic Development Board de Singapour (EDB), agence évoquée au point 2.2.2. Ce nouveau microsatellite a été conçu pour évaluer un nouveau système de navigation de précision et pour mesurer les paramètres atmosphériques pour l'étude du climat tropical. Depuis son lancement le 16 décembre dernier, il a déjà validé avec succès ses technologies embarquées comme la précision de son système GPS (dual frequency signal) évalué à environ 20cm, le système de mesures ionosphérique (l'ionosphère est une région de l'atmosphère située entre la mésosphère et la magnétosphère, constituée de gaz fortement ionisés à très faible pression et à haute température), le système d'occultation radio et le logiciel embarqué comme le tracking d'étoiles et les algorithmes de localisation.

En plus de ce premier satellite singapourien de surveillance du climat, NTU a émis le VELOX-II, premier petit satellite au monde qui porte une technologie "communication sur demande".

Ces deux nouveaux lancements portent à 6 le nombre de satellites de NTU dans l'espace et ainsi démontrent la capacité de cette université à concevoir, construire et exploiter ces technologies satellitaires.

### NUS (National University of Singapore)



Kent Ridge-1<sup>23</sup> est un satellite d'observations hyperspectrales réalisé en collaboration avec BST (Berlin Space Technologies). Ce satellite est construit sur une plate-forme LEOS-50 de BST et a une masse de l'ordre de 80kg.<sup>24</sup>



Galassia est un CubSat expérimental, développé par une équipe de 30 étudiants en dernière année du programme « Satellite System Design » ainsi que 6 ingénieurs de recherche sur une période de 4 ans à partir de 2012. Ce satellite est équipé de deux charges utiles : la première embarque les moyens d'expérimentations quantiques développés par le Centre for Quantum Technologies (CQT) de NUS. La deuxième charge utile concerne le module développé intégralement par les étudiants spécialisés dans le cursus « Satellite System Design » et a pour objectif de réaliser des mesures quantitative de l'ionosphère terrestre et à plus long terme de donner des pistes d'améliorations du système de navigation GPS et de la communication radio.

Ainsi toutes ces actualités scientifiques récentes montrent bien l'intérêt que porte Singapour sur le développement de ces technologies satellitaires et les financements qui y sont accordés.

<sup>22</sup> <http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg/NewsEvents/Pages/VELOX.aspx>

<sup>23</sup> <https://news.nus.edu.sg/press-releases/9797-nus-launches-satellites>

<sup>24</sup> <http://4aspace.fr/l-actualite-des-satellites/isro-lance-avec-succes-six-satellites-pour-singapour/>